



SWEDISH
ENVIRONMENTAL
PROTECTION
AGENCY

SKRIVELSE
2025-02-19

Ärendenummer:
NV- 01705-24

Incitament och bokföring av permanenta upptag i EU:s klimatpolitik till 2040

Innehåll

EXECUTIVE SUMMARY	3
SAMMANFATTNING	4
ORDLISTA OCH FÖRKORTNINGAR	13
1. BAKGRUND OCH UPPDRAGET	14
1.1 Geologisk lagring av koldioxid för permanenta upptag i ett 2040-perspektiv	14
1.2 Om uppdraget	16
1.3 Metod och rapportens struktur	16
2. VAD ÄR PERMANENTA UPPTAG, KOSTNADEN OCH VILKEN ÄR POTENTIALEN?	18
2.1 Vad är permanent upptag?	18
2.2 Vad är kostnaden för bio-CCS och DACCS?	20
2.3 Vad bör permanenta upptag användas till?	21
2.4 Betydelsen av permanenta upptag till 2040 och 2050 enligt EU kommissionens scenarier	22
2.5 Bio-CCS kan konkurrera med annan utveckling	25
2.6 Samlad bedömning avseende potential och målnivåer för permanent upptag	28
3. ANALYS AV STYRMEDEL FÖR PERMANENTA UPPTAG	29
3.1 Styrmedel med syfte att skapa teknisk utveckling, lärande och en initial efterfrågan	31
3.2 Direkt integrering i EU-ETS utan restriktioner	33
3.3 Direkt integrering i EU ETS med restriktioner och bevarande av tak	36
3.4 Indirekt integrering i EU ETS med prismetanism	39
3.5 Indirekt integrering i EU ETS genom omvända auktioner	42
3.6 Kvotplikt på permanenta upptag	48
3.7 Nationella åtaganden och handel med permanenta upptag	51
3.8 Politisk acceptans	52
3.9 Konsekvenser för Sverige	54
3.10 Sammanfattande bedömning – styrmedel för permanenta upptag	55
4. BOKFÖRING AV PERMANENTA UPPTAG MOT MÅLEN	58
4.2 Viktiga principer för bokföring av permanenta upptag	59
4.3 Mycket talar för bokföring i en egen pelare	60

Executive Summary

This report explores policy options to incentivize industrial carbon dioxide removals (CDR), ensuring alignment with the 2040 climate target proposed by the EU Commission and paving the way to net negative emissions. With the EU Commission's upcoming assessment, many options focus on integrating BECCS and DACCS into the EU ETS. Separate compliance mechanisms are also considered but further analysis is required.

As a first step we see the need to increase funding for full-scale development of industrial CDR, to foster technological development and learning. This could be achieved by allocating funding to the Innovation Fund to support demonstration projects between 2026 and 2030.

In the second phase (2030–2040), the cost of delivering a unit of DACCS or BECCS will likely remain significantly higher than the EUA price, primarily incentivizing the cheapest CDR methods. This suggests that complementary policies will be necessary if the EU aims to support a diverse portfolio of carbon removal techniques. We conclude that an indirect integration into the EU ETS may be more suitable during this phase, using ETS allowances or auction revenues to fund CDR—either through a price mechanism or technique-specific reverse auctions. Under this approach, industrial CDR would be reported within the ETS, but the removal units would not be eligible within the system. This ensures that the abatement curve remains unaffected while allowing removal units to be preserved and banked for later phases, when the need for neutralising residual emissions from hard-to-abate sectors will be significantly higher.

In the third phase, as the ETS price and the price for industrial carbon removals converge, we see the potential for a direct integration with restrictions into the EU ETS where removal units can be generated and traded by the ETS operators. However, other options such as quota systems or a separate removal trading system (RTS) should also be considered.

Our overall assessment is that a direct integration into the EU ETS demands careful considerations, including safeguards and specific design features that prevents abatement deterrence.

Beyond climate neutrality, the EU will need additional policies to achieve and sustain net-negative emissions, including a net-negative target and mechanisms to address residual emissions. Post-2050, a key issue to address is who should pay for permanent carbon removals that goes beyond covering for residual emissions.

Finally, the report concludes that there is a risk for unsustainable biomass use and a risk of conflict between different uses of so-called green molecules, as they are essential for both permanent removals and applications such as e-fuel production, and the green transition of the petrochemical industry. Therefore, it is crucial to set targets and create incentives for permanent removals in a way that enables the EU to achieve its climate targets without causing adverse effects in other sectors.

Sammanfattning

Bakgrund till uppdraget

Permanent upptag förväntas vara en förutsättning för att Parisavtalets mål ska kunna realiserats och för att EU ska nå nettonegativa utsläpp efter 2050. Idag saknas det dock både incitament och mål för permanenta upptag i EU.

I denna analys har Naturvårdsverket undersökt hur incitament för permanenta upptag (främst bio-CCS men även DACCS) kan skapas för att nå den av kommissionen rekommenderade målnivån om minst 90 procent minskade växthusgasutsläpp till 2040. I analysen har vi även beaktat hur incitament kan skapas för permanenta upptag på längre sikt. I uppdraget har även ingått att analysera hur permanenta upptag skulle kunna kopplas till de olika pelarna i EU:s klimatpolitik utan att underminera incitamenten för att fasa ut fossila bränslen.

Permanent upptag har flera syften

Det primära syftet med permanenta upptag bör antas vara – att EU ska uppnå sitt långsiktiga mål om nettonollutsläpp till 2050 och därefter nettonegativa utsläpp, i enlighet med EU:s klimatlag. Detta bör vara vägledande vid utformningen av incitament på EU-nivå. Ett annat syfte med permanenta upptag kommer också vara att kompensera för utsläpp som är mycket svåra att helt minska, så kallade residualutsläpp.

EU-kommissionens scenario indikerar större konkurrens om biomassa och el – risk för ohållbar biomassaanvändning och inlåsning i teknikspår

EU kommissionens scenario för hur utsläppen ska minska med minst 90 procent till 2040 indikerar en allt större konkurrens om biomassan, trots att man antar att bioråvaran för energjändamål kan öka med cirka 50 procent. Framför allt handlar det om att biomassa kommer att behövas i större utsträckning som drivmedel för flyg och fartyg, dvs. en användning där CCS inte är aktuellt, och att biogena kolatomer behövs i basindustrin. I kommissionens scenario blir det därmed 33 MtCO₂ bio-CCS år 2040 men mer DACCS trots att denna bedöms vara dyrare. Denna utveckling är dock osäker eftersom det finns stora osäkerheter kring åtgärdskostnader, inte minst för bio-CCS och DACCS, och teknikval i olika sektorer. Samtidigt indikerar kommissionens scenario en risk för att incitament för mycket permanenta upptag i närtid kan motverka annan önskvärd utveckling som kan vara samhällsekonomiskt motiverad. I detta ingår osäkerheter som är kopplade till den hållbara potentialen för biomassa, som är svår att bedöma då det saknas styrmedel som internaliserar de negativa effekterna av ett ökat uttag av biomassa. En alltför offensiv satsning på bio-CCS i ett tidigt skede skulle därmed kunna få negativ påverkan på nettoupptagen i skog- och marksektorn.

Starka incitament för CCS vid uppgradering av biogas riskerar dessutom att försvåra omställningen till ett jordbruk med mycket låga växthusgasutsläpp. För att

minska EU:s utsläpp från jordbrukssektorn kraftigt behöver antalet nötkreatur minska vilket i sig skulle innebära att biogasgasproduktionen minskade, ekonomiska incitament till bio-CCS riskerar att motverka denna omställning eftersom det skulle stärka lönsamheten i biogasproduktionen.

Osäkerheterna som skapar ovanstående risker förväntas minska över tid vilket behöver beaktas i valet och utformandet av styrmedel för permanenta upptag till 2040 och därefter.

Separata mål för permanenta upptag behövs

Naturvårdsverket har i tidigare analyser bedömt att separata målnivåer för permanenta upptag är viktigt för att verkningsfulla styrmedel ska kunna komma på plats och skalas upp. Att fastställa hur stor andel av målen som bör uppnås med utsläppsreduktioner och hur stor andel som kan utgöras av permanenta upptag från exempelvis bio-CCS eller DACCS, men även av naturbaserade nettoupptag i LULUCF, är viktigt för att skapa en tydlighet om att utsläppen från de allra flesta utsläppskällor och sektorer behöver gå mot noll till 2050 och att utrymmet för att kompensera kvarvarande utsläpp är mycket begränsat.

Utifrån de osäkerheter som finns ser vi att fastställandet av mål för permanenta upptag bör ske stegvis. Detta kan även motiveras av att permanenta upptag är investeringar som förutsätter långsiktiga spelregler. Det skulle vara bra med ett mål redan till 2030 för att skapa incitament för att bygga ut cirka 10 anläggningar i syfte att skapa lärande kring hela värdekedjan. Detta skulle motsvara ett mål på 3–5 miljoner ton CO₂ till 2030. I närtid bör även ett mål för 2040 fastställas. En stor del av måluppfyllelsen till 2040 kan förväntas komma från bio-CCS. De osäkerhet som finns kring bio-CCS och annan klimatomställning gör dock att det är svårt att kvantifiera ett mål och det pågår projekt som försöker bedöma detta. EU kommissionens scenarier indikerar att det bör ligga i intervallet 25–75 miljoner ton CO₂. Någon gång på 2030-talet bör det även fastställas mål för 2050 och där efter även mål för att EU ska kunna nå nettonegativa utsläpp.

Det är svårare att fastställa lämpliga nivåer för DACCS, särskilt de kommande decennierna. Detta följer av att DACCS är ett dyrare alternativ och att dess stora behov av el gör att andra investeringar, till exempel produktion av vätgas, kan trängas undan om vi styr mot alltför höga nivåer DACCS. Fram till 2040 är det dock viktigt att skapa ett tekniskt lärande och det kan därför vara motiverat att DACCS och DAC utvecklas men att det hamnar inom det intervall som anges av EU:s klimatvetenskapliga råd, dvs. 0–7 MtonCO₂ till 2040 vilket är betydligt lägre än i kommissionens scenarier.

Styrmedel för permanenta upptag bör utvecklas stegvis

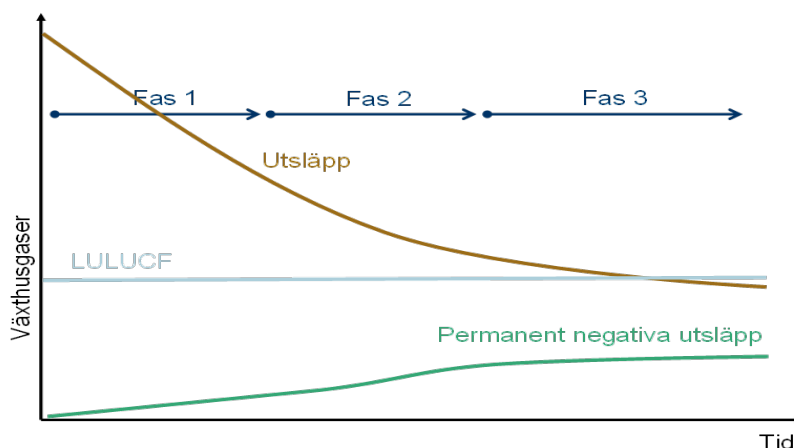
De klimatstyrmedel som har införts på EU-nivå för att minska växthusgasutsläppen bygger i stor utsträckning på ”polluter pays” principen, dvs. att den som släpper ut ska stå för kostnaden. Att fånga in och lagra biogen och/eller atmosfärisk koldioxid innebär i stället en nytta för samhället, en s.k. positiv externalitet som tillfaller alla. Permanenta upptag kan därmed ses som en skyldighet, och inte en rättighet, vilket är fallet för utsläpp. Det finns på så sätt starka skäl för att låta staten subventionera

den typen av åtgärder. Det går även att argumentera för att de som släpper ut ska vara med och finansiera den typen av åtgärder, för att kompensera för residualutsläpp.

Tekniker för permanenta upptag står inför flera marknadsmisslyckanden och hinder, vilket innebär att det behövs flera olika typer av styrmedel och åtgärder för att skala upp teknikerna och skapa tillräckliga incitament för investeringar. Permanenta upptag i form av bio-CCS och DACCS bedöms kräva, med undantag för vissa anläggningar med CCS på uppgradering av biogas, högre utsläppsrättspriser än de som förväntas i EU:s handelssystem (EU ETS) under stora delar av 2030-talet. Det finns därför ett behov av kompletterande eller alternativa incitament innan 2040 för att permanenta upptag ska kunna utvecklas i önskvärd takt. Detta innebär att det inledningsvis kommer att behövas innovationshögjande styrmedel som syftar till teknikutveckling och lärande, dvs. styrmedel som stödjer investeringar och eventuellt också skapar en initial men mycket begränsad efterfrågan på olika tekniker för permanenta upptag (fas 1 i figur 1). När EU närmar sig nettonollutsläpp kan permanenta upptag behövas i större omfattning för att kompensera för utsläpp som är mycket svåra att minska (fas 2 i figur 1). Därefter (efter 2050) behöver permanenta upptag i stor utsträckning bidra till en negativ utsläppsbana (fas 3 i figur 1).

De alternativa styrmedel som vi har analyserat kommer därmed att ha olika för- respektive nackdelar beroende på *när* de införs. Valet av styrmedel behöver också beakta den tekniska mognadsgraden för de olika teknikspåren och att dess åtgärdskostnader skiljer sig åt, samt att det finns stora osäkerheter om den hållbara potentialen för respektive teknikspår. En övergripande slutsats är därmed att mål och styrmedel för permanenta upptag behöver utvecklas stegvis. Samtidigt kan det finnas behov av investeringssäkerhet och för att möjliggöra detta bör EU ta fram en strategi för hur mål och incitament för upptag av koldioxid bör utvecklas även på sikt.

Figur 1. Schematisk utveckling av utsläpp, LULUCF och permanent negativa utsläpp över tid



Anm. Utvecklingen är indelad i tre faser där fas 1 motsvarar den tidsperiod där åtagandena att minska utsläpp är betydligt större än åtagandena om upptagande; fas 2 motsvarar den tidsperiod där åtagandena är någorlunda lika stora; och fas 3 motsvarar tidsperiod där åtagandena för upptagandena är betydligt större.

EU kommissionen ska analysera integrering i EU ETS

Det alternativ som diskuteras allra mest i nuläget är hur en integrering av permanenta upptag i EU ETS skulle kunna göras utan att minska incitamenten för utsläppsreducerande åtgärder och investeringar. Anledningen till att det alternativet får stor uppmärksamhet är att EU-kommissionen senast 31 juli 2026 ska presentera en sådan analys.

En övergripande bedömning för en eventuell direktintegrering av permanenta upptag i EU ETS är att detta bör vara regelstyrt och utgå ifrån att incitamenten för utsläppsminskande åtgärder ska bevaras. Det kan t.ex. vara en regel som bygger på att priset på utsläppsrätter under en längre period behöver motsvara priset på permanenta upptag från bio-CCS på kraftvärmeverk eller DACCS för att direktintegrering ska ske. Detta kan förväntas ske först fram emot 2040. En konsekvens av detta är att en direkt integrering av permanenta upptag i EU ETS åtminstone behöver vänta till denna tidpunkt. Att en direkt integrering ska ske kan dock fastställas tidigare för att ge investeringssäkerhet, t.ex. i ETS-direktivet och/eller i en strategi för upptag av växthusgaser. Hänsyn behöver tas till att permanenta upptag kommer att behövas för att skapa nettonegativa utsläpp efter 2050. Detta innebär att en eventuell direkt integrering i EU ETS bör vara kvantitativt begränsad och ske med stor försiktighet.

Däremot ser vi att en indirekt integrering skulle kunna bli aktuell tidigare, exempelvis genom att EU ETS bidrar med finansiering av permanenta upptag. En indirekt integrering skulle dels kunna bidra till att skapa innovationshöjande incitament, dels bidra till att vi kan skapa enheter av permanenta upptag som kan sparas till den fas där bara utsläpp som är mycket svåra att minska kvarstår. Ett starkt skäl för det senare är att vi bedömer att potentialen för permanenta upptag kommer att vara mindre än mängden utsläpp som är mycket svåra att minska.

I rapporten har vi analyserat flera olika varianter på indirekt respektive direkt integrering av permanenta upptag i EU ETS. Vi har även i viss utsträckning belyst separata handelssystem (kvotplikt) och nationella åtaganden för permanenta upptag. Alternativen berörs nedan utifrån de olika faserna i figur 1.

I den första fasen behövs lärande, teknisk utveckling och en initial efterfrågan på permanenta upptag

Varken bio-CCS eller DACCS är mogna tekniker. En direkt integrering i EU ETS, med eller utan kvantitativa restriktioner, kommer sannolikt inte att ge de incitament som initialt behövs för att skapa en efterfrågan på permanenta upptag. En tidig direkt integrering i EU ETS skulle därför behöva kompletteras med styrmedel som skapar ytterligare incitament för bio-CCS och DACCS.

Initialt ser vi att det finns ett behov av styrmedel där det primära syftet är att skapa lärande och teknisk utveckling genom utbyggnad av ett antal fullskaledemonstrationsprojekt för hela värdekedjan, dvs. avskiljning, transport och lagring. Detta lärande behövs även för att kunna identifiera och hantera eventuella juridiska svårigheter. Först när detta lärande har skapats bör styrmedel med syfte

att skapa en större efterfrågan på permanenta upptag införs. Statligt stöd till denna utveckling kan motiveras av att forskning och innovation är en kollektiv nytta.

Till 2030 skulle det förmodligen behövas minst 10 större fullskaleprojekt för bio-CCS och DACCS som inkluderar transport och lagring i EU. För att möjliggöra detta behöver stödet öka. Detta kan ske i form av investeringsstöd, genom upphandling eller via omvända auktioner. Delvis pågår detta redan idag genom initiativ i enskilda medlemsstaters, exempelvis i Sverige och Danmark.

I ett första skede är det därmed viktigt att mobilisera finansiering och undersöka ytterligare finansieringsverktyg på EU-nivå. Samtidigt måste man undvika att försvaga stödet till annan teknik som är avgörande för att åstadkomma djupgående och snabba utsläppsminskningar och som ges stöd inom ramen för Innovationsfonden. Detta talar för att finansieringen behöver komma från intäkterna från auktionering av utsläppsrätter som idag tillfaller medlemsstaterna eller genom omprioritering inom existerande EU budget.

Efter 2030 behöver en större efterfrågan på permanenta upptag börja skapas. Syftet med detta är att skapa skalfördelar som leder till att kostnaderna för permanenta upptag minskar ytterligare och att skapa förutsättningar för att permanenta upptag ska kunna bidra till ett övergripande 2040-mål och kompensera för kvarvarande utsläpp under 2040-talet. Som redan nämnts bedömer vi att permanenta upptag behöver sparas under en stor del av 2030-talet för att sedan användas för att kompensera för utsläpp som är mycket svåra att minska.

Denna större efterfrågan kan skapas genom en indirekt integrering i EU ETS. Det kan till exempel ske genom att en del av de auktionsintäkter från EU ETS som idag går till medlemsländerna används för att finansiera ett EU-övergripande program för omvända auktioner. Detta kan ske genom att pengar avsätts från auktioneringen av utsläppsrätter från ETS men även genom att avsätta intäkter från CBAM.

Omvända auktioner har flera fördelar i denna fas då det är ett effektivt och kostnadseffektivt styrmedel när åtgärdskostnader är svåra att bedöma för staten och när det finns många potentiella budgivare. Genom omvända auktioner kan även hänsyn tas till hållbarhetsrisker, t.ex. kan bio-CCS från basindustrier premieras. Dessutom kan olika system skapas för bio-CCS och DACCS då det senare har en betydligt högre kostnadsbild och omvända auktioner kan behöva användas för att skapa en efterfrågan under en längre tid.

Ytterligare ett alternativ som vi har analyserat är en indirekt integrering genom en prismekanism där en andel av den totala auktionsandelen i EU ETS avsätts för permanenta upptag (i likhet med den kompensationsmekanism som har inrättats för kommersiella flygoperatörer i EU ETS). Fördelen med en sådan mekanism är att utsläppstaket kan bevaras intakt samtidigt som det skapas incitament för verksamhetsutövare att generera permanenta upptag. Mekanismen kan även göras tekniskspecifik eftersom den bygger på att kompensationen ska baseras på prisskillnaden mellan kostnaden för permanenta upptag och priset på utsläppsrätter.

I den andra fasen behöver permanenta upptag användas för att kompensera för utsläpp som är mycket svåra att minska

I den andra fasen kommer permanenta upptag i större utsträckning behövas för att kompensera för utsläpp som är mycket svåra att minska, s.k. residualutsläpp, i ETS1, eventuellt även ETS2 och jordbruket. Det kan inte heller uteslutas att permanenta upptag kommer att behövas för att mål i LULUCF ska kunna uppnås.

I den här fasen kan en direkt integrering i EU ETS vara aktuell. Detta innebär att verksamheter inom EU-ETS kan ersätta utsläppsminskningar med utsläppsrätter från permanenta upptag. Vi bedömer dock att det kommer att behöva införas vissa kvantitativa restriktioner avseende vilken mängd permanenta enheter som tillåts i systemet. Utan kvantitativa restriktioner kommer det att skapas en otydlighet om när de faktiska utsläppen behöver gå mot noll, vilket riskerar att skapa en förväntan om att permanenta upptag kan kompensera för mer utsläpp än vad som är önskvärt. Det skulle dessutom kunna leda till en mycket stor användning av bioråvara i EU eller att bioråvaran inte kommer att räcka till för annan verksamhet (t.ex. biodrivmedel till sjöfarten och flyget eller biogena kolatomer till processindustrin). En kvantitativ restriktion på hur mycket permanenta upptag som tillåts i EU ETS kan även motiveras av att permanenta upptag också kommer att behövas för att kompensera utsläpp från andra sektorer.

Vår analys belyser behovet av att införliva skyddsåtgärder och specifika restriktioner för permanenta upptag om de integreras direkt i EU ETS, för att säkerställa systemets miljöintegritet och en effektiv klimatpolitik i sin helhet. Vi lyfter även fram att en direkt integrering inte är det enda alternativet för denna fas, i rapporten diskuterar vi även möjligheten att införa en kvotplikt och ett separat handelssystem för permanenta upptag. Vi bedömer att dessa system kan ha vissa fördelar jämfört med en direkt integrering av permanenta upptag i EU ETS, inte minst är dessa alternativ mer förenliga med den sista fasen där det behöver skapas incitament för att nettonegativa utsläpp ska uppnås. Dessa alternativ behöver dock analyseras vidare.

Under delar av denna fas kan det även bli viktigt att skapa en efterfrågan på alternativ för permanenta upptag, t.ex. DACCS, där vi ser att utsläppsrättspriset i EU ETS inte kommer att räcka för att skapa lönsamhet. Det bör i sådana fall motiveras av att detta behövs för att nettonegativa utsläpp ska kunna uppnås.

I den tredje fasen, efter 2050, behöver det finnas mål och incitament för nettonegativa utsläpp

I den tredje fasen kommer permanenta upptag i större utsträckning behövas för att också generera nettonegativa utsläpp. En förutsättning för det kommer förmodligen vara att EU så småningom lägger fram konkreta förslag på mål som sträcker sig bortom 2050. Ett sådant arbete har påbörjats i Tyskland som nu arbetar med att ta fram en långsiktig strategi för negativa utsläpp där de avser föreslå ett mål till 2060 som fastställer mängden nettonegativa utsläpp. I Danmark har regeringen lagt fram ett förslag om ett uppdaterat mål till 2050 som innebär att utsläppen ska minska med 110 procent.

En direkt integrering i EU ETS skulle kunna skapa incitament för nettonegativa utsläpp efter 2050 om verksamheter behöver kompensera för *mer* än vad de släpper ut genom någon slags växelkurs eller om all verksamhet i EU ETS får åtaganden om permanenta upptag. Vi ser dock att det kan finnas problem med att få acceptans för ett sådant förslag.

Det är mer logiskt att medlemsländerna tar ett större ansvar för att skapa nettonegativa utsläpp för att kompensera för historiska utsläpp i det här skedet, dvs. att en skyldighet att fånga in koldioxid från atmosfären inrättas på medlemsstatsnivå. Hur en sådan skyldighet skulle kunna fördelas mellan medlemsstaterna kräver ytterligare analys.

Mycket talar för bokföring i en egen pelare, med flexibiliteter

Vi bedömer att bokföringen bör utgå ifrån att permanenta upptag ska kunna bidra till nettonegativa utsläpp och kompensera för utsläpp som är mycket svåra att minska. I kommissionens senaste modelleringar återstår det cirka 400 miljoner ton växthusgasutsläpp 2050, dessa utsläpp domineras av jordbrukssektorn, men även industrin, sektorn för uppvärmning av byggnader, avfallshantering samt transportsektorn bedöms ha vissa utsläpp kvar.

Det är dock inte givet hur EU:s klimatpolitiska ramverk kommer att utvecklas efter 2030, vilket gör att det är svårt att avgöra vilka alternativ för bokföring mot målen som kommer att finnas efter 2030. Det finns sedan tidigare en diskussion om att integrera jordbrukssektorn, som idag är en del av ESR, med LULUCF-sektorn och skapa en AFOLU-sektor (Agriculture, Forestry and Other Land Use). EU kommissionen ska även under 2032 göra en bedömning av huruvida EU ETS 1 bör slås ihop med ETS 2.

Vi anser att bokföringen av permanenta upptag bör följa ett antal principer, inklusive att vänta med att bokföra permanenta upptag då vi kommer att behöva spara enheter från permanenta upptag under stora delar av 2030-talet. Vi bedömer även att like-to-like-principen bör gälla, så att utsläpp kompenseras med upptag som har samma varaktighet. Samtidigt behövs flexibilitet gentemot EU:s olika sektorsmål för att säkerställa acceptans och höga ambitionsnivåer till 2040.

Utifrån dessa principer ser vi fördelar med att låta permanenta upptag bokföras i en egen pelare. En egen pelare för permanenta upptag säkerställer att enheterna kan sparas så att de framför allt används för att kompensera för kvarvarande utsläpp som är svåra att helt minska. En egen pelare är även att föredra utifrån att det stödjer målet om nettonegativa utsläpp, samtidigt som flexibilitet gentemot EU:s övriga pelare kan inrättas.

Konsekvenser för Sverige

Sverige har goda förutsättningar för bio-CCS från större punktkällor. I ett europeiskt perspektiv finns det också bra förutsättningar för utbyggnad av förnybar elproduktion vilket trots ett alltmer integrerat europeiskt elnät kan förväntas leda till lägre elpriser och en komparativ fördel för investeringar i DACCS i Sverige. I

jämförelse med många andra länder ligger dessutom Sverige långt framme när det gäller utveckling och kommersialisering av teknik för permanenta upptag, inte minst genomförandet av omvända auktioner för bio-CCS.

De samhällsekonomiska konsekvenserna för Sverige av permanenta upptag är svåra att bedöma. Detta beror på att det är svårt att bedöma risken för att bioenergin låses in i större punktkällor som är lämpliga för avskiljning i stället för att hamna i andra sektorer som är i beroende av biogena kolatomer. Detta innebär att permanenta upptag riskerar att indirekt försvåra för utsläppsminskande åtgärder. Ytterst handlar det för Sverige, precis som för EU, om att balansera olika risker och möjligheter. Det handlar om att skapa en lagom mängd permanenta upptag samtidigt som man inte försämrar förutsättningarna för utsläppsminskningar i verksamheter med högt förädlingsvärde.

Valet av styrmedel i EU och inte minst styrmedlens konkreta utformning kan ge upphov till olika effekter på Sverige. Vi bedömer att Sverige åtminstone initialt bör förorda styrmedel som tar hänsyn till den tekniska mognaden och kostnadsbildningen. Risken är annars att bio-CCS i Sverige inte blir konkurrenskraftigt eftersom det finns billigare alternativ såsom CCS på uppgradering av biogas och biokol (givet att det klassas som permanent upptag) där andra länder har större potential. För Sverige skulle det därför vara bra om de initiala styrmedlen inte utgår från att minimera de kortsiktiga kostnaderna för permanenta upptag utan att det skapas incitament som tar hänsyn till teknologiernas mognad och kostnader, t.ex. genom en indirekt integrering i EU ETS med tekniks specifika omvända auktioner eller en prismekanism. Ett regelverk för permanenta upptag i EU kan gynna Sverige om finansieringen inte utgår från länders potential för permanenta upptag, vilket skulle kunna motiveras av att potentialerna är väldigt osäkra. Sverige skulle t.ex. gynnas av en indirekt integrering av permanenta upptag där finansieringen utgår från ländernas intäkter från auktionering av utsläppsrätter.

I utformandet av ett regelverk för permanent upptag i EU kommer förenlighet med de omvända auktionerna för bio-CCS i Sverige behöva säkerställas. Detta kan förutsätta undantag i regelverket. Även mål för permanenta upptag kan bli viktigt då det kan underlätta för nationella styrmedel med liknande syften. För att säkerställa att de omvända auktionerna i Sverige blir förenliga med ett eventuellt EU regelverk bör Sverige ta en aktiv roll i arbetet med utformningen.

Behov av ytterligare analyser

Inför att EU kommissionen ska presentera förslag kring hur en integrering av permanenta upptag i EU ETS kan genomföras pågår ett allt intensivare arbete med att ta fram underlag från forskare, organisationer och regeringar. Detta innebär att fler alternativ på styrmedel än de som belyses i denna rapport kan bli aktuella, t.ex. olika former av separata handelssystem för permanenta upptag. Sverige kommer att behöva följa denna utveckling och eventuellt bör analysen i denna rapport kompletteras med en bedömning av nya alternativ som lyfts fram.

Det förväntas också komma underlag som rör målnivåer för permanenta upptag. I denna rapport konstaterar vi att det är komplext att göra en sådan bedömning,

samtidigt som mål sannolikt kommer vara en viktig förutsättning för att skapa ändamålsenliga incitamentsstrukturer. Att följa denna utveckling kommer därför att vara viktigt.

En relaterad fråga, som inte berörs i denna rapport, är om biokol ska bedömas utgöra ett permanent upptag. För att Sverige ska kunna ha en konstruktiv ståndpunkt kring det skulle ett separat underlag behöva tas fram. I detta bör det ingå att skapa förståelse för hur biokolen riskerar att påverka konkurrensen om biogena kolatomer.

I analysen konstaterar vi på flera ställen att utvecklingen av den linjära reduktionsfaktorn i EU ETS kan påverka valet av styrmedel för permanenta upptag. Detta kan därför förväntas bli en viktig fråga i förhandlingarna om EU:s klimatpolitik efter 2030. Inför dessa förhandlingar behövs det underlag kring konsekvenser av utvecklingen av utsläppsminskningar i EU ETS efter 2030.

Ordlista och förkortningar

AFOLU	Agriculture, Forestry and Other Land Use
BECCS	Bio-Energy Carbon Capture and Storage
CBAM	Cross Border Adjustment Mechanism
CCS	Carbon Capture and Storage
CCfD	Carbon Contracts for Difference
CCU	Carbon Capture and Utilisation
CRCF	Carbon Removals and Carbon Farming
DAC	Direct Air Capture
DACCS	Direct Air Carbon Capture and Storage
Direkt integrering	En integration i ETS som innebär att de permanenta upptagen genererar Removal Units
ESR	Effort Sharing Regulation
EU ETS	EU Emissions Trading System
EUA	EU ETS Allowance (Utsläppsrätt)
ETS2	EU:s utsläppshandelssystem för byggnader och transporter
FEETS	Fuels Eligible for ETS support
ICM	Industrial Carbon Management
Indirekt integrering	En integration i ETS som inte innebär att de permanenta upptagen genererar Removal Units
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
LULUCF	Land Use, Land-Use Change and Forestry
MSR	Market Stability Reserve
NZIA	Net Zero Industry Act
RU	Removal Unit
RTS	Removal Trading System
ERW	Enhanced Rock Weathering

1. Bakgrund och uppdraget

För att nå Parisavtalets temperaturmål, dvs. att begränsa den globala temperaturökningen till väl under 2°C över förindustriella nivåer och sträva efter att begränsa ökningen till 1,5°C, krävs snabba och omfattande utsläppsminskningar. Men för att stoppa temperaturökningen behöver även koldioxid (CO₂) avlägsnas från atmosfären.

Enligt EU:s klimatlag¹ och bidrag till Parisavtalet ska unionens utsläpp vara nettonoll senast 2050, och unionen ska sträva efter att uppnå nettonegativa utsläpp därefter. Nettonollutsläpp nås genom att de kvarvarande utsläppen 2050 balanseras av en lika stor volym ökade permanenta upptag tillsammans med EU:s hela nettoupptag i LULUCF-sektorn. Nettonegativa utsläpp innebär att mer växthusgaser avlägsnas från atmosfären än vad som tillförs. En förutsättning för att denna utveckling ska kunna realiseras² är att både konventionella metoder, som redan används i stor skala genom ökad kolinlagring i LULUCF-sektorn, och geologisk lagring av koldioxid (bio-CCS och DACCS) med lägre teknologisk mognadsgrad skalas upp.

1.1 Geologisk lagring av koldioxid för permanenta upptag i ett 2040-perspektiv

Geologisk lagring av biogen koldioxid (bio-CCS) eller atmosfärisk koldioxid (DACCS) förväntas få betydelse redan innan EU ska till nettonoll och inte minst gäller det om EU antar ett ambitiöst 2040 mål i enlighet med klimatlagen³. Bio-CCS och DACCS bedöms enligt kommissionens konsekvensanalyser behövas för måluppfyllelsen. Samtidigt finns det ett behov av teknikutveckling och lärande då bio-CCS och DACCS, i jämförelse med de flesta utsläppsminskande åtgärderna, fortfarande är dyra åtgärder (se avsnitt 2.2).

Permanent upptag omfattas dock för närvarande inte av EU ETS-direktivet, Ansvarsfördelningsförordningen (ESR-sektorn) eller förordningen om utsläpp och upptag i skog och mark (LULUCF). Eftersom EU ETS inte erkänner negativa utsläpp, uppmuntras inte bio-CCS och DACCS av priset på EU:s koldioxidmarknad. Det enda incitamentet som ges på EU-nivå är genom innovationsfonden och Horizon Europe som kan ge stöd till den typen av åtgärder.

¹ Artikel 2, Europaparlamentets och rådets förordning (EU) 2021/1119.

² Enligt både IPCC:s scenarier och i EU-kommissionens.

³ Artikel 4, Europaparlamentets och rådets förordning (EU) 2021/1119.

Investeringsbeslut för bio-CCS och DACCS är därmed huvudsakligen beroende av subventioner i enskilda medlemsstater och frivilliga koldioxidmarknader (se avsnitt 3.1).

1.1.1 EU kommissionen ska lämna förslag om integrering i EU ETS – men fler alternativ diskuteras

Incitamenten för permanenta upptag kan dock komma att förändras i och med att EU kommissionen senast den 31 juli 2026 ska rapportera hur negativa utsläpp skulle kunna redovisas och omfattas av utsläppshandeln på ett sätt som inte ersätter utsläppsminskningar.⁴

Flera aktörer har lyft fram att det är nödvändigt att introducera permanenta upptag i EU ETS för att kunna behålla den linjära reduktionsfaktorn på dagens nivå. Utsläppstaket inom EU ETS är idag kopplat till EU:s övergripande klimatmål för 2030 där utsläppen inom systemet ska minska med 62 procent jämfört med 2005 års nivåer för att nå EU:s övergripande mål. Om nuvarande linjära reduktionsfaktor på 4,3–4,4 procent per år skulle behållas efter 2030 skulle det innebära att nyttgivningen av utsläppsrätter upphör 2039/2040. I kommissionens senaste modellering minskar dock utsläppen i EU ETS bara med 92,5 procent till 2040 jämfört med utsläppen 2005, vilket indikerar att det kommer att finnas kvarvarande utsläpp (s.k. residualutsläpp) i EU ETS även på 2040-talet⁵. Vissa aktörer argumenterar även för att permanenta upptag skulle behövas i EU ETS för att motverka likviditetsbrist och alltmer volatila priser när utsläppsrätterna och antalet aktörer som är i behov av utsläppsrätter blir färre. En direkt integrering av permanenta upptag i EU ETS skulle därmed kunna ha en marknadsstabiliserande effekt.

Detta indikerar att permanenta upptag kan komma att integreras i EU ETS och eventuellt även att den linjära reduktionsfaktorn behöver förändras i kommande revidering. Samtidigt vet vi att även övrig lagstiftning kommer att behöva revideras och anpassas till det rekommenderade 2040-målet och att även vissa sektorer som i nuläget omfattas av ESR (och ETS2) kommer ha svårt att helt minska sina utsläpp, inte minst jordbrukssektorn. Kommissionen konstaterar dessutom att nuvarande prisbild i EU ETS inte skulle räcka för att göra investeringar i bio-CCS eller DACCS lönsamma och att det i en inledningsfas förmodligen skulle behövas ytterligare stöd.⁶

⁴ Artikel 30d, Europaparlamentets och rådets direktiv (EU) 2023/959, om ändring av direktiv 2003/87/EG. Utöver det ska kommissionen i kommande översyner även analysera CBAMs inverkan på risken för koldioxidläckage och effekter för exporten (senast 2028), bedöma möjligheten att inkludera förbränningsanläggningar av kommunalt avfall i EU:s utsläppshandelssystem (senast juli 2026), i syfte att inkludera dem fullt ut från 2028⁴ samt bedöma möjligheten att integrera sektorerna som omfattas av ETS2 i ETS1 (senast oktober 2031).

⁵ Utsläppen i industrin, som utgör en stor del av de kvarvarande utsläppen, tillsammans med utsläppen från flyg och sjöfart, minskar med omkring 85 procent i scenariot.

⁶ COM(2024) 62 final. Towards an ambitious industrial carbon management for the EU.

Incitament för permanenta upptag skulle kunna skapas via EU ETS på en rad olika sätt, antingen genom att enheter för permanenta upptag tillåts skapas i systemet (en direkt integrering) eller genom att EU ETS bidrar med finansiering på något sätt (en indirekt integrering). Men en integrering i EU ETS är inte det enda alternativ som diskuteras, det finns även de som förespråkar separata efterlevnadsmekanismer (exempelvis handelssystem för permanenta upptag) och flera aktörer lyfter fram att det förmodligen behövs olika typer av styrmedel i olika faser.

1.2 Om uppdraget

I denna rapport presenterar Naturvårdsverket en analys av hur incitament för permanenta upptag (främst bio-CCS men även DACCS) kan skapas för att nå den rekommenderade målnivån till 2040. I analysen beaktar vi även hur incitament kan skapas för permanenta upptag på längre sikt, dvs. för att kunna nå EU:s långsiktiga mål om klimatneutralitet senast 2050 och negativa utsläpp därefter.

Analysen görs inom ramen för regeringsuppdraget *Analys av förslag till klimatåtgärder på EU-nivå* efter avstämning med Regeringskansliet (Klimat- och näringsdepartementet). Föreliggande skrivelse utgör den femte delredovisningen i uppdraget. I projektgruppen för framtagandet av denna rapport har ingått Åsa Weinholt (projektledare), Tobias Persson, Jens Månsson och Katarina Wärmark.

Naturvårdsverket har inhämtat inspel och synpunkter från Energimyndigheten men slutsatserna är Naturvårdsverkets. Delredovisningen har 2025-02-14 beslutats av avdelningschef Stefan Nyström (NV-01705-24).

Naturvårdsverket har enligt uppdragsformuleringen utgått från följande frågeställningar:

- 1) Vad är för- och nackdelarna med en s.k. ”negativ pelare” för bio-CCS (och DACCS) jämfört med att bio-CCS (och DACCS) inkorporeras i någon av de övriga tänkbara sektorslagstiftningarna (såsom exempelvis ETS, ev. fortsatt ESR, ev. fortsatt LULUCF)?
- 2) Hur kan eventuella krediter eller liknande från negativa utsläpp genom bio-CCS (eller DACCS) kopplas till de övriga sektorsmålen utan att för den skull underminera incitamenten för att fasa ut fossila bränslen?
- 3) Hur kan ytterligare incitament på EU-nivå skapas för att skapa förutsättningar för att tekniker för permanenta negativa utsläpp skalas upp? I detta inkluderas även vilken roll exempelvis fonder eller andra finansieringsströmmar kan ha.

1.3 Metod och rapportens struktur

Analysen bygger i stor utsträckning på genomgång av litteratur och rapporter från olika analysinstitut som har analyserat behovet av finansiering samt olika varianter av integrering i EU ETS. Antalet rapporter som mer djupgående har analyserat separata efterlevnadsmekanismer är dock färre i nuläget, men vi vet att det pågår

arbete kring det hos olika analysinstitut. Vi har även fört samtal med forskare samt representanter för myndigheter och andra organisationer.

En viktig utgångspunkt har varit EU kommissionens konsekvensanalys⁷ till förslaget om mål för EU:s klimatpolitik till 2040.

Branschorganisationer och företag med särskilda intressen för permanenta upptag eller dess effekter i Sverige har också haft möjlighet att lämna synpunkter på analysens bedömningar.⁸

Rapporten är strukturerad som följer. I kapitel 2 diskuteras vad permanenta upptag har för roll och hur det kan definieras, kostnader för bio-CCS och DACCS samt deras potential. I slutet av detta kapitel finns bedömningar som är viktiga för den efterföljande analysen. I kapitel 3 presenterar vi vår analys av styrmedel för permanenta upptag och vi lyfter fram 6 olika alternativ för hur incitament skulle kunna skapas. I kapitel 4 resonerar vi om hur permanenta upptag bör bokföras mot de olika målen i EU:s klimatpolitiska ramverk.

⁷ European Commission Impact Assessment Report SWD(2024) 63 final.

⁸ Analysen har presenterats och därefter diskuterats vid två seminarium där följande branschorganisationer och företag deltog: Skogsindustrierna, IKEM, Drivkraft Sverige, Jernkontoret, Avfall Sverige, Stockholm Exergi och Vattenfall.

2. Vad är permanenta upptag, kostnaden och vilken är potentialen?

2.1 Vad är permanent upptag?

IPCC definierar koldioxidupptag som mänskliga aktiviteter som ”avlägsnar koldioxid från atmosfären och lagrar den varaktigt i geologiska, markbundna eller havsbaserade reservoarer eller i produkter”. Detta inkluderar även mänskliga aktiviteter som förstärker de naturliga kolupptagen i skog och mark, utöver det upptag som uppstår naturligt i kolcykeln.⁹

Ett viktigt begrepp i sammanhanget är ordet varaktigt, IPCC har dock inte tagit fram någon definition för det. I EU:s certifieringsramverk för kolupptag och kolinlagring anger de att permanenta kolupptag innefattar alla typer av metoder eller processer där atmosfäriskt eller biogent kol avskiljs och lagras i flera århundraden.¹⁰ Noterbart är också att EU kommissionen tolkat varaktighet som flera hundra år när det gäller CCU.

Den temperaturhöjande effekten av fossila CO₂-utsläpp varar dock i 1000-tals år. All lagring under kortare tid än denna mycket långa tidsskala kommer därmed endast delvis att kompensera för de fossila CO₂-utsläppen. Samtidigt är det svårt att säkerställa lagring i årtusenden och lagring på kortare sikt har fortfarande ett värde kopplat till att nå klimatmålen.

De metoder som har längst lagringstider i nuläget och därmed allt som oftast klassas som permanenta är framför allt bio-CCS¹¹ och DACCS¹², IPCC anger

⁹ IPCC, 2022: Information Note: Removal activities under the Article 6.4. Intergovernmental Panel on Climate Change.

¹⁰ Europeiska unionens råd, *Dokument PE-92-2024-INIT*, tillgängligt på: <https://data.consilium.europa.eu/doc/document/PE-92-2024-INIT/sv/pdf>

¹¹ Generellt sett kan 85–95 procent av den CO₂ som kommer från ett kraftvärmeverk som förbränner biomassa fångas in. Infångningsnivån beror inte minst på valet av koldioxidavskiljningsteknologi, driftsförhållanden samt ekonomiska och tekniska begränsningar. Det finns tre huvudsakliga alternativa teknologier. Post-combustion capture, avskiljning av CO₂ från rökgaserna efter förbränning, är välutvecklad och används kommersiellt i flera anläggningar. Detta är teknologin som Stockholm Exergi planerar att använda i Värtaverken. Pre-combustion capture har testats storskaligt på industrier men behöver anpassas för kraftvärmeproduktion. Oxyfuel combustion är mindre mogen men har testats i pilotanläggningar.

¹² För infångning av CO₂ från luft används huvudsakligen två typer av teknologier, flygande (L-DAC) och fast (S-DAC). L-DAC passar bäst för storskaliga anläggningar, medan S-DAC är mer lämplig för småskaliga och modulära anläggningar. L-DAC använder ett lösningsmedel som reagerar med CO₂ i luften och omvandlar det till fast kalciumkarbonat, vilket värms till över 850°C för att frigöra CO₂-gasen för transport och lagring. Ett alternativ, med lägre teknisk mognad, är att CO₂ frigörs genom

lagringstider över 10 000 år, även ERW¹³ nämns i sammanhanget. Biokol är en metod som befinner sig någonstans i gränslandet mellan temporär och permanent lagring beroende på vilken definition som används, IPCC anger ett spann för lagringstiden mellan århundraden och årtusenden.¹⁴

En förutsättning för att bio-CCS och DACCS ska kunna kompensera för utsläpp är miljöintegriteten säkerställd (se faktaruta 1).

Faktaruta 1. Miljöintegriteten behöver säkerställas

En viktig insats för att skapa miljöintegritet för permanenta upptag är det pågående arbetet inom EU:s frivilliga ramverk för certifiering av koldioxidupptag (CRCF). Syftet med detta ramverk är att säkerställa att de permanenta upptagen inte leder till ökade utsläpp ur ett livscykelperspektiv. I detta ingår att permanenta upptagen inte sker på bekostnad av utsläppsökningar inom en annan sektor, exempelvis LULUCF där biomassan kommer ifrån.

Vid en direkt integrering av permanenta upptag i EU ETS behöver permanenta upptag likställas med utsläpp av växthusgaser. Detta innebär att frågan om permanenta upptag är central men även att övervakning, mätning och verifiering av upptag kan likställas med de krav som gäller för utsläpp i systemet.

EU ETS bygger till skillnad mot CRCF på faktiska utsläpp från en anläggning och beaktar inte livscykelperspektiv. För att biomassa ska kunna nollräknas inom EU ETS måste dock de hållbarhetskrav som anges i EU:s förnybartdirektiv vara uppfyllda. Inom EU ETS finns också övervakningsregler för utsläpp av biogen koldioxid. På grund av att biomassa nollräknas inom EU ETS har de dock lägre krav på övervakningsnivåerna än fossila bränslen. En säker och jämförbar redovisning av permanenta upptag i ETS förutsätter därmed att övervakningsreglerna anpassas så att de uppfyller samma krav som de fossila utsläppen om dessa strömmar används för Bio CCS.

Utöver detta har EU ETS nya regler precis trätt i kraft (1 januari 2025) gällande övervakning och rapportering för transport och lagring av koldioxid. Det regelverket tydliggör att alla verksamhetsutövare som transporterar och lagrar koldioxid behöver överlämna utsläppsrätter för allt läckage, oberoende av om detta härstammar ifrån fossilt eller biogent ursprung. Därutöver regleras redan största andelen av el, värme och transportsektorn antingen av ETS1 eller ETS2. Det innebär att utsläppsrätter överlämnas för alla aktiviteter som genererar det permanenta upptaget inklusive läckage ifrån transport av koldioxiden. Därför skulle ett ton permanenta upptag motsvara ett ton utsläpp om detta skulle regleras inom ETS. Detta förutsätter dock att hållbarhetskraven inom förnybartdirektivet uppfylls. I dagsläget krävs inte detta för processutsläpp inom ETS och det är i dagsläget en lucka i miljöintegriteten som skulle behöva stärkas för att säkerställa att de permanenta upptagen inte genereras på bekostnad av en annan sektor.

Om de permanenta utsläppen i stället ska rapporteras utanför EU ETS så behöver man tillämpa de kriterier som anges enligt CRCF för att säkerställa att hållbarhetskrav uppfylls och att upptagen inte genereras på bekostnad av ökade utsläpp inom en annan sektor (exempelvis LULUCF).

lågtemperatur. S-DAC använder filter som kemiskt binder CO₂ i en absorptionsprocess medan det finns flera alternativ för hur CO₂ frigörs, t.ex. vakuum eller uppvärmning.

¹³ ERW är en metod för att ta upp och lagra koldioxid permanent genom att påskynda den naturliga kemiska processen av bergs vittring. Det behövs dock mer forskning och utveckling. Det är också svårt att mäta hur mycket koldioxid som binds och ERW kräver stora ytor.

¹⁴ [IPCC AR6 WGIII Factsheet CDR.pdf](#)

2.2 Vad är kostnaden för bio-CCS och DACCS?

Kostnaden för avskiljning och geologisk lagring av koldioxid (CCS) bedöms variera kraftigt mellan de olika teknikspåren för permanenta upptag. Avskiljning när biogas uppgraderas bedöms i nuläget vara det billigaste teknikspåret, i Danmark tilldelades ett storskaligt projekt ett stöd på 130 euro per ton koldioxid genom omvända auktioner¹⁵. Detta motsvarar dock inte projektets verkliga kostnad eftersom det finns andra betydande finansieringskällor, inte minst från den s.k. frivilligmarknaden. I Sverige är det mer aktuellt med bio-CCS där koldioxiden avskiljs från sodapannorna i massa- och pappersbruk eller kraftvärmeverk. För att göra dessa projekt lönsamma idag bedömer Energimyndigheten att det behövs en stödnivå på 200–300 euro per ton koldioxid i gynnsamma situationer. Kostnaden för infångning av atmosfärisk koldioxid är betydligt högre, omkring 600 euro per ton koldioxid.¹⁶

Ett viktigt skäl till att kostnaderna varierar är koncentrationen av CO₂. En mycket hög koncentration kan skapas när biogas uppgraderas till biometan (CH₄). Biogasen består initialt av ungefär 50–65 procent metan och 35–50 procent koldioxid vilket innebär att koncentrationen av koldioxid i rökgaserna kan bli mycket hög. Detta kan jämföras med 8–15 procent koldioxidkoncentration vid förbränning av biomassa och 0,04 procent i luften. En låg koldioxidkoncentration innebär höga energikostnader för avskiljning. Detta gör att kostnaden för DACCS kommer att vara väldigt beroende av elpriserna, vilket innebär att anläggningar sannolikt kommer att placeras i områden med fördelaktiga energikostnader.

För de mest kostnadseffektiva bio-CCS projekten står investeringskostnaden för ungefär en tredjedel, transport och lagring för runt en tredjedel och den sista tredjedelen utgörs av driftkostnaden för anläggningen, där energikostnaden (el och värme) utgör huvuddelen.

IPCC bedömde 2022 att bio-CCS är en omogen teknik, vilket innebär att tekniken är testad på pilotskala och att nästa steg är demonstrationsanläggningar i större skala.¹⁷ Bio-CCS anses därmed inte ha uppnått samma tekniska mognadsgrad och kostnadseffektivitet som konventionell CCS. Infångning av CO₂ från luft (DAC) är också en omogen teknologi. IPCC¹⁸ har bedömt den tekniska mognaden till att vara testad på pilotskala vilket överensstämmer med bedömningar från IEA. Detta innebär att kostnaden för bio-CCS och DACCS kan förväntas minska genom teknisk utveckling och lärande i takt med att det skapas en större efterfrågan. Att bedöma dessa läreffekter är dock svårt och kostnadsuppskattningarna är

¹⁵ Två mindre projekt tilldelades också stöd men på en högre stödnivå, 150 respektive 350 euro per ton koldioxid.

¹⁶ REF

¹⁷ IPCC (2022).

¹⁸ Table TS.7 | IPCC (2022). Climate Change 2022 – Mitigation of climate change. Working Group III Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.

förknippade med stor osäkerhet, EU kommissionen uppskattar den framtida kostnaden till 122–539 euro per ton CO₂ i sina senaste scenarier.¹⁹

Kostnaden för biokol bedöms vara lägre än för bio-CCS, mellan 50 och 150 euro per ton CO₂. IPCC har konstaterat att kostnaderna för biokol ligger i det lägre spannet för negativa utsläpp och EU-kommissionen har i analyser uppskattat kostnaden till lägre än 100 euro per ton CO₂ i effektiva system.

2.3 Vad bör permanenta upptag användas till?

Permanent upptag fyller egentligen två viktiga funktioner, dels kommer de att behövas för att kompensera för utsläpp som är mycket svåra att minska, dels ska de användas för att skapa nettonegativa utsläpp.

Enligt den så kallade "like-for-like"-principen bör kvarvarande utsläpp kompenseras med permanenta upptag som har samma varaktighet som de utsläpp de avser att kompensera för. Detta innebär att kvarvarande fossila utsläpp, som har en långvarig påverkan på temperaturen, bör kompenseras med permanenta upptag. Däremot kan utsläpp med en mer kortvarig temperaturhöjande effekt, såsom de som orsakas av förändringar i markanvändning eller kortlivade växthusgaser, kompenseras med negativa kolupptag som erbjuder mindre varaktig lagring, exempelvis kolinlagring inom skogs- och marksektorn (LULUCF).

En central fråga, som också är mycket svår att bedöma, är vad som bör anses vara utsläpp som är mycket svåra att minska. Detta är en bedömning som är beroende av antaganden, bl.a. kring teknisk utveckling, som är relativt subjektiva. Ett sätt att se på denna fråga är att utgå från priset på åtgärder. En princip, som också ligger i linje med EU kommissions uppdrag om att föreslå hur permanenta upptag ska integreras i EU ETS1, är att permanenta upptag inte ska minska incitamenten för utsläppsminskande åtgärder. Utifrån detta kan det tolkas som att utsläpp som är mycket svåra att minska har en åtgärds kostnad som motsvarar eller överstiger åtgärds kostnaden för permanenta upptag.

I nästa avsnitt diskuteras hur stora volymer som kommer att behövas till 2040 och 2050 enligt EU-kommissionens senaste modelleringar.

¹⁹ EUR-Lex - 52024DC0062 - EN - EUR-Lex (europa.eu)

2.4 Betydelsen av permanenta upptag till 2040 och 2050 enligt EU kommissionens scenarier

I kommissionens meddelande med tillhörande konsekvensanalys som de presenterade i februari 2024 rekommenderar de att EU beslutar om ett mål till 2040 där växthusgasutsläppen minskar med minst 90 procent (netto) jämfört med 1990 års nivåer.²⁰ Målet är uttryckt i nettotermer, vilket innebär att utsläppen av växthusgaser (brutto) ska minska med omkring 85 procent till 2040.

För att nå minst 90 procents minskning i kommissionens scenario bidrar nettoupptaget i LULUCF med 317 miljoner ton och permanenta upptag (Bio-CCS och DACCS) behöver bidra med 75 miljoner ton negativa utsläpp per år.²¹

I kommissionens modelleringar antas 55 miljoner ton biogen koldioxid fångas in år 2040, 22 miljoner antas dock gå till att producera e-bränslen och 33 miljoner ton till bio-CCS (se figur 2). Totalt sett fångas 121 miljoner ton atmosfärisk koldioxid in till 2040, men enbart 42 miljoner ton bedöms gå till lagring (DACCS).

Merparten kommer att användas för att producera e-bränslen (DACC).

Anledningen till att det blir så mycket DACCS är att kommissionens modell (PRIMES) inkluderar maxnivåer för mängden tillgänglig hållbar biomassa i enlighet med rekommendationer från EU:s klimatvetenskapliga råd.²² Samtidigt bör man notera att mängden DACC och DACCS är betydligt högre än det intervall som anges av EU:s klimatvetenskapliga råd, dvs. 0–7 miljoner ton.

Till 2050 är bidraget från permanenta upptag ca 120 miljoner ton. Mängden kvarvarande utsläpp bedöms dock vara högre än så, vilket betyder att merparten av koldioxidupptagen fortsatt kommer att behöva komma från nettoupptag i skog och mark (LULUCF).

I de modeller där kommissionen lättar upp restriktionen kring mängden hållbar tillgänglig biomassa och använder en annan modell (POTEnCIA) uppgår mängden Bio-CCS till 80 miljoner ton 2040 och mängden DACCS blir försumbar. I båda modellerna är volymerna avskiljning av koldioxid av biogent ursprung lägre än

²⁰ Målet ska ses som ett mål på väg mot klimatneutralitet 2050 och negativa utsläpp därefter. Meddelandet underbyggs av en omfattande konsekvensanalys av tre alternativa målnivåer, den rekommenderade målnivån är den enda som ligger i linje med rekommendationerna från EU:s klimatpolitiska råd (ESAB-CC) och den enda målnivå som analyseras som ligger i linje med Parisavtalet och återstående utsläppsbudget kopplat till målet om högst 1,5 graders temperaturökning.

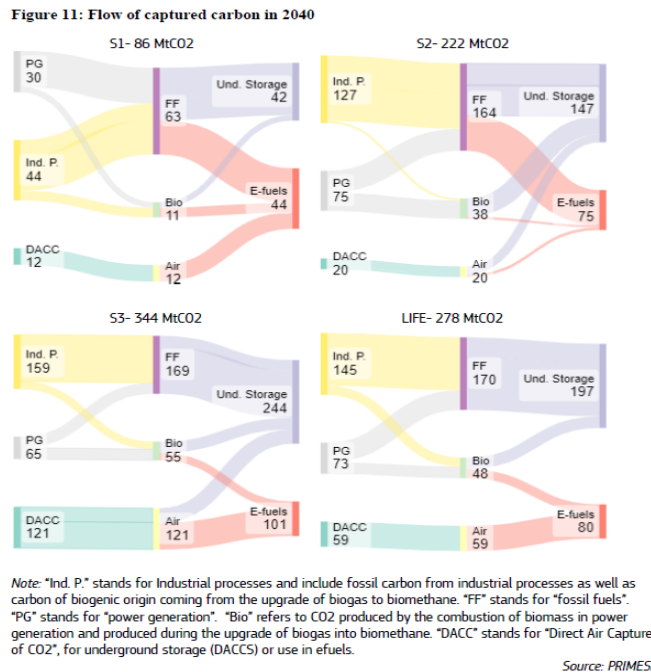
²¹ Om LULUCF-bidraget skulle uppgå till 317 miljoner ton nås sammanlagt 92 procents minskning till 2040. I redovisningen anges ett spann mellan 90–94 procents minskning med hänvisning till stora osäkerheter i LULUCF-sektorn där en lägre nivå på nettoupptaget på 208 miljoner ton skulle innebära att EU når 90 procents minskning och en högre nivå på 376 miljoner ton innebär att EU når 94 procents minskning, allt jämfört med motsvarande nivå 1990.

²² De sätter bland annat ett övergripande tak för tillgänglig bruttoenergi från biomassa på 9 EJ. På grundval av vetenskaplig litteratur om biologisk mångfald och hållbar användning av träbiomassa tillämpas dessutom restriktioner för användningen av avverkningsbar stamved (30 Mtoe) och skogsrester (20 Mtoe), och import av bioenergi (10 Mtoe).

maxvolymen till 2040 som presenteras i EU klimatvetenskapliga rådets scenarier (214 miljoner ton).

EU kommissionens LIFE scenario innehåller en lägre andel kolinlagring från Bio-CCS där åtgärder på efterfrågesidan och ökade nettoupptag från LULUCF minskar behovet av dessa åtgärder. LIFE-scenariot inkluderar inte direkt kolin fångning från atmosfären (DACCS).

Figur 2. 2. Flöden av avskild koldioxid i EU 2040



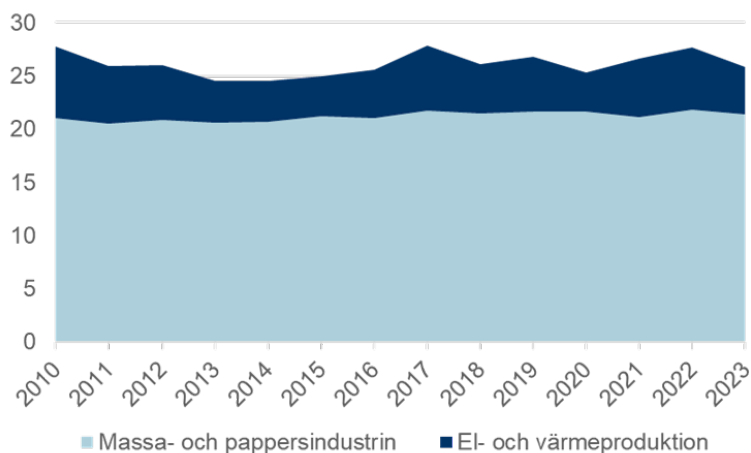
2.4.1 Potentialen i Sverige

I Sverige står ett fåtal anläggningar för en stor andel av de biogena utsläppen och stora punktkällor bedöms vara en förutsättning för att CCS-tekniken ska bli lönsam. Vägvalutredningen drar slutsatsen att en anläggning med koldioxidutsläpp på 100 000 ton per år, eller till och med 300 000 ton per år, är en liten anläggning.²³

Enligt Naturvårdsverkets Utsläppsregister har det funnits mellan 31 och 37 anläggningar under perioden 2010–2023 vars utsläpp av biogen koldioxid överstiger 300 000 ton per år. Omkring två tredjedelar av dessa finns inom massa- och pappersindustrin medan resterande återfinns inom el- och värmeproduktionen. Utsläppen från dessa anläggningar, vilka inte inkluderar avfallsförbränning, har varierat mellan 24,5 och 27,8 miljoner ton per år under perioden 2010–2023, se figur 3. Generellt återfinns drygt 80 procent av dessa utsläpp i massa- och pappersindustrin.

²³ SOU 2020:4 *Vägen till en klimatpositiv framtid*.

Figur 33. Biogena koldioxidutsläpp från punktkällor större än 300 000 ton per år i Sverige



Om hänsyn tas till att fossila utsläpp förbränns tillsammans med biomassa i värmekraftverk i Sverige, avfallsförbränningen, kan ytterligare sex anläggningar adderas som intressanta eftersom de totala utsläppen gör dessa anläggningar till stora utsläppskällor. De biogena utsläppen från dessa anläggningar var under 2023 nästan 1,7 miljoner ton. De största avfallsförbränningsanläggningarna har dock biogena utsläpp som överstiger 300 000 ton per år, se tabell 1.

Tabell 1. Utsläpp av biogena och fossila utsläpp (ton) från el- och värmeanläggningar i Sverige 2023

Anläggning	Biogena utsläpp	Fossila utsläpp
Högdalenverket	416 000	280 000
Händelöverket	561 000	180 000
Sysavs avfallsförbränning	292 000	258 000
Tekniska verken	277 000	260 000
Sävenäs	282 000	211 000
Bristaverket	299 000	89 000
Dåva kraftvärmeverk	274 000	71 000
Kraftvärmeverket Torsvik	257 000	69 000

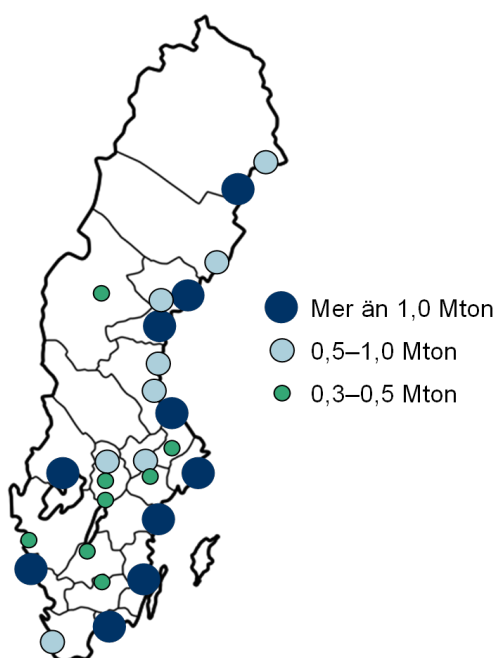
Den ekonomiskt realiserbara potentialen för bio-CCS är dock betydligt lägre än dessa siffror, i Vägvalsutredningen bedömdes potentialen överstiga 10 miljoner ton CO₂ till 2045. De kostnader som användes i Vägvalsutredningen var dock lägre än de kostnader Energimyndigheten bedömer är aktuella idag, vilket gör att denna bedömning bör tolkas med försiktighet.

Utöver att det behöver vara tillräckligt stora anläggningar för att det ska finnas förutsättningar för bio-CCS behöver det även finnas ekonomiska förutsättningar för transport och lagring av koldioxid. Detta innebär att det primärt är punktkällor som ligger nära en hamn eller platser med mycket bra transportförutsättningar som blir intressanta. I viss utsträckning kan man också tänka sig att transportkostnader kan hållas nere om verksamheter som ligger nära varandra kan samarbeta om den

fysiska infrastrukturen. Eftersom Sverige är ett avlångt land där punktkällorna är utspridda är detta dock sällan möjligt i praktiken, se figur 4.

I slutändan kommer den realiserbara potentialen även vara beroende av hållbarhetskraven för bioråvaran, andra eventuella begränsningar av vilka anläggningar som kan bli aktuella och betalningsviljan för permanent lagring av koldioxid. En viktig del när potentialen ska bedömas är också att det finns en konkurrens mellan bio-CCS och potentialen för biogena kolatomer som t.ex. kan behövas för biodrivmedel för flyg och sjöfart samt som råvara till petrokemiindustrin. Detta belyses i nästa avsnitt.

Figur 44. Punktkällor av biogena koldioxidutsläpp i Sverige 2023



Anm. Figuren inkluderar också avfallsförbränningsanläggningar med fossila koldioxidutsläpp. Vissa prickar inkluderar flera utsläppskällor men avstånden är begränsade.

2.5 Bio-CCS kan konkurrera med annan utveckling

EU kommissionens scenario indikerar att det kommer att bli en allt större konkurrens om bioråvaror och elektricitet i EU. Samtidigt är denna utveckling osäker. Detta innebär att det finns risk att permanenta upptag (särskilt bio-CCS) kan konkurrera med andra delar av klimatomställningen. Detta gäller konkurrensen mot (i) kolinlagring inom skogs- och marksektorn, (ii) tillgången till biogena kolatomer för utsläppsminskande åtgärder och (iii) jordbrukets klimatomställning. Detta innebär att det är svårt att bedöma en hållbar potentialen för bio-CCS idag. Konkurrensområdena beskrivs närmare nedan.

2.5.1 Konkurrensen mellan bio-CCS och kolsänkan

EU:s vetenskapliga råd för klimat har konstaterat att bio-CCS konkurrerar med kolinlagring inom skogs- och marksektorn (LULUCF). Man konstaterar att om upptaget i LULUCF är högt så är behovet av bio-CCS lågt och vice versa.²⁴ Detta följer av att ett en mycket stor bioenergianvändning, och därmed mycket bio-CCS, förutsätter ett stort uttag av biomassa och därmed ett litet upptag inom LULUCF.

2.5.2 Konkurrensen mellan bio-CCS och utbudet av biogena kolatomer

Bio-CCS bedöms idag ha störst potential framför allt vid förbränning av biomassa i industrianläggningar (t.ex. massa- och pappersbruk) och kraftvärmeverk (inkl. avfall) samt vid produktion av bio-metan från biogas. Det förväntas samtidigt finnas ett stort behov av biodrivmedel, biokol och biogen koldioxid till industrin. Det kommer således finnas en hård konkurrens om bioråvaran. Detta innebär att en stor tillämpning av bio-CCS riskerar att försvåra för utsläppsminskande åtgärder.

År 2020 gick 80 procent av bioenergin till värme, medan resterande bioenergi fördelades relativt jämnt mellan elproduktion och biodrivmedel. Den absolut största producenten av bioenergi var Tyskland, följt av Frankrike, Sverige, Italien, Polen och Finland.²⁵ I Tyskland utgör biogas en mycket stor del av bioenergin, en produktion som kan förväntas minska om livsmedelskonsumtionen förändras som en del av en effektiv klimatpolitik.

Biodrivmedel ses som en viktig åtgärd, bland annat i kommissionens scenarier, för att minska utsläppen av växthusgaser från flyg och sjöfart. Inte minst kan det vara intressant för stationära anläggningar att producera dessa biodrivmedel. Starka incitament från styrmedel för bio-CCS riskerar dock att denna inriktning inte prioriteras. Detta kan dessutom förstärkas ytterligare om företag dessutom tillåts sälja vidare enheter från bio-CCS för att andra företag ska kunna använda detta i sin hållbarhetsrapportering. Denna konkurrens mellan olika intressen är dock komplex och avhängig valet av tidsperspektiv, biodrivmedel är framför allt en övergångslösning när Sverige och EU ska nå netto-noll utsläpp men därefter behöver utsläppen bli negativa vilket innebär att bio-CCS kan få större betydelse efter 2050. Grovt räknat kan det svenska behovet av kolatomer för e-bränslen och petrokemiindustrin motsvara 2–4 Mton C (7,3–14,7 MtonCO₂) per år. Detta motsvarar en stor del av de biogena utsläppen från större punktkällor i Sverige men skulle även kunna försörjas genom en ökad återvinning av plast (mekanisk och kemisk) samt genom frigörelse av bioråvara genom en ökad elektrifiering av

²⁴ European Scientific Advisory Board on Climate Change (2023). Scientific advice for the determination of an EU-wide 2040 climate target and a greenhouse gas budget for 2030-2050, s. 77.

²⁵ Motola, V., Scarlet, N., Hurtig, O., Buffi, M., Georgakaki, A., Letout, S., Mountraki, A., Joanny, G. (2022). *Clean Energy Technology Observatory: Bioenergy in the European Union – 2022 Status Report on Technology Development, Trends, Value Chains and Markets*. Publications Office of the European Union, Luxembourg, Figure 12.

fjärrvärmesektorn och skogsindustrin.²⁶ Ur systemsynpunkt kan det vara effektivare att försöka utnyttja andra kolflöden än koldioxid för att producera drivmedel och försörja petrokemiindustrin med kolatomer. Eftersom investeringarna har lång livslängd finns det dock en risk att man låser in teknologin och biomassan i olika spår.

2.5.3 Konkurrensen mellan bio-CCS och jordbrukets klimatomställning

Som konstaterats i avsnitt 2.2 kan CCS vid uppgradering av biogas vara en relativt billig åtgärd för bio-CCS. En stor del av biogasprodukten i EU kommer dock från naturgödsel, dvs. biogasproduktion är beroende av en omfattande djurhållning. Denna djurhållning är i sig förknippad med betydande växthusgasutsläpp. Det finns en allt större samstämmighet kring att även dessa utsläpp behöver förändras för att Parisavtalets mål ska kunna realiserars. En sådan utveckling riskerar dock att motverkas av att det skapas en stark betalningsvilja för biogas genom en stor tillämpning av bio-CCS.

2.5.4 Behov av avvägningar och mer kunskap

Sammantaget innebär konkurrensen mellan bio-CCS och andra intressen att det är komplext att bedöma en realistisk och hållbar potential för 2040. Det behövs en stor förståelse för utvecklingen i LULUCF, utbudet av bioenergi, var denna bioenergi kommer att användas, hur tillgången på biogas påverkas av jordbrukets klimatomställning samt förståelse för petrokemiindustrins behov av koldioxid. Dessa osäkerheter kan dock förväntas minska över tid.

Konkurrensen om biomassan skulle förmodligen bli ännu större om biokol skulle klassas som permanent upptag i EU. Detta har dock inte belysts närmare i denna rapport.

Det finns dessutom en kritik som handlar om den övergripande synen på hur klimatfrågan ska lösas och anledningen till olika aktörers intressen i CCS, inklusive bio-CCS och DACCS. En del av denna kritik handlar om att vissa uppfattar CCS som ett sätt att skjuta upp klimatåtgärder och förlänga fossileran.

EU:s vetenskapliga råd för klimat bedömer utifrån olika scenarier att den hållbara potentialen för bio-CCS (inkl. CCU) år 2040 är 46–207 MtCO₂ och 0–7 MtCO₂ för DACCS (inkl. CCU). För 2050 är motsvarande intervall 70–336 MtCO₂ från bio-CCS och 0–22 MtCO₂ från DACCS. Danska tankesmedjan Concito har bedömt att 50 MtCO₂ kan komma från biogas CCS och 100 MtCO₂ från annan bio-CCS till 2040, samtidigt som man noterar att dessa värden har stora osäkerheter.²⁷

²⁶ Nilsson, L.J. och K., Ericsson (2024). *Perspektiv på bioenergi – Biomassans framtida roll i en föränderlig värld*. Red. Börjesson P. & L. Björnsson. Lunds universitet. Kapitel 10.

²⁷ Concito (2024). *The balancing act – Risks and benefits of integrating permanent carbon removals into the EU ETS*.

2.6 Samlad bedömning avseende potential och målnivåer för permanent upptag

Naturvårdsverket har i tidigare analyser bedömt att separata målnivåer för permanenta upptag är viktigt för att verkningsfulla styrmedel ska kunna komma på plats och skalas upp. Att fastställa hur stor andel av målen som bör uppnås med utsläppsreduktioner och hur stor andel som kan utgöras av permanenta upptag från exempelvis bio-CCS eller DACCS, men även av naturbaserade nettoupptag i LULUCF, är viktigt för att skapa en tydlighet om att utsläppen från de allra flesta utsläppskällor och sektorer behöver gå mot noll till 2050 och att utrymmet för att kompensera kvarvarande utsläpp, s.k. residualer, är mycket begränsat.

Utifrån rådande osäkerheter ser vi att det kan finnas ett behov av att ta fram en strategi för upptag (både permanenta och naturliga). En sådan strategi skulle kunna adressera de osäkerheter som nämnts ovan och samtidigt kunna skapa en större investeringssäkerhet genom att ta fram tydliga målbanor för utvecklingen av permanenta upptag i EU.

Vi bedömer även att det skulle vara bra med ett mål redan till 2030 för att skapa incitament för att bygga ut cirka 10^{28} anläggningar i syfte att skapa lärande kring hela värdekedjan. Detta skulle motsvara ett mål på 3–5 miljoner ton CO₂ till 2030. I närtid bör även ett mål för 2040 fastställas. En stor del av måluppfyllelsen till 2040 kan förväntas komma från bio-CCS. Den osäkerhet som finns kring bio-CCS och annan klimatomställning gör dock att det är svårt att kvantifiera ett mål och det pågår projekt som försöker bedöma detta. EU kommissionens scenarier indikerar att det bör ligga i intervallet 25–75 miljoner ton CO₂ för att utsläppen ska kunna minska med 90 procent till 2040. Någon gång på 2030-talet bör det även fastställas mål för 2050 och där efter även mål för att EU ska kunna nå nettonegativa utsläpp.

Det är svårare att fastställa lämpliga nivåer för DACCS, särskilt de kommande decennierna. Detta följer av att DACCS är ett dyrare alternativ och att dess stora behov av el gör att andra investeringar, till exempel produktion av vätgas, kan trängas undan om vi styr mot alltför höga nivåer DACCS. Fram till 2040 är det dock viktigt att skapa ett tekniskt lärande och det kan därför vara motiverat att DACCS utvecklas men att det hamnar inom det intervall som anges av EU:s klimatvetenskapliga råd, dvs. 0–7 MtonCO₂ till 2040.

²⁸ För att korrekt kunna utvärdera kostnaderna för bio-CCS kommer det enligt Smith m.fl. (2016) behövas 5–10 stora demonstrationsprojekt. Ith m.fl. (2016): Biophysical and economic limits to negative CO₂ emissions. *Nature Climate Change*, 6(1), p.42.

3. Analys av styrmedel för permanenta upptag

De klimatstyrmedel som har införts på EU-nivå för att minska växthusgasutsläppen bygger i stor utsträckning på ”polluter pays” principen, dvs. att den som släpper ut ska stå för kostnaden. I och med att man infört kostnader för att släppa ut, genom utsläppshandeln, har man också givit aktörerna rättigheter (utsläppsätter) att släppa ut. Att fånga in och lagra biogen och/eller atmosfärisk koldioxid innebär i stället en nytta för samhället, en s.k. positiv externalitet som tillfaller alla. Att skapa permanenta upptag kan således ses som en kollektiv skyldighet. Det finns på så sätt starka skäl för att låta staten subventionera den typen av åtgärder. Det går även att argumentera för att de som släpper ut ska vara med och finansiera den typen av åtgärder, för att kompensera för de utsläpp som bedöms vara svåra att helt minska (s.k. residualutsläpp).

Utifrån att det går att motivera att olika aktörer kan ha ett ansvar för att finansiera permanenta upptag har vi identifierat ett antal alternativ för hur incitament skulle kunna skapas på EU-nivå, flera av dessa diskuteras nu både av medlemsstater och analysinstitut. I EU är det dock framför allt alternativ kopplade till EU ETS som diskuteras (alternativ 1–4 i listan nedan). Detta följer av att EU kommissionen senast den 31 juli 2026 ska rapportera hur negativa utsläpp skulle kunna redovisas och omfattas av utsläppshandeln på ett sätt som inte ersätter utsläppsminskningar.²⁹

I detta avsnitt belyser vi sex olika alternativ för hur en större efterfrågan kan skapas för permanenta upptag:

- 1) Direkt integrering i EU ETS utan restriktioner.
- 2) Direkt integrering i EU ETS med restriktioner och bevarande av tak: taket på utsläpp i ETS säkerställs och en maximal mängd enheter från permanenta upptag tillåts.
- 3) Indirekt integrering i EU ETS med prismekanism: prismekanism som säkerställer tillräckliga incitament för permanenta upptag, samt samma restriktioner som i alternativ 2.
- 4) Indirekt integrering i EU ETS genom omvända auktioner: oberoende organ organiserar auktioner som finansieras av auktionsintäkter från ETS
- 5) Kvotplikt på permanenta upptag
- 6) Nationella åtaganden

Alternativen analyseras utifrån ett antal kriterier, dessa kriterier bygger i sin tur på flera underliggande indikatorer (se tabell 2).

²⁹ Utöver det ska kommissionen i kommande översyner även analysera CBAMs inverkan på risken för koldioxidläckage och effekter för exporten (senast 2028), bedöma möjligheten att inkludera förbränningsanläggningar av kommunalt avfall i EU:s utsläppshandelssystem (senast juli 2026), i syfte att inkludera dem fullt ut från 2028²⁹ samt bedöma möjligheten att integrera sektorerna som omfattas av ETS2 i ETS1 (senast oktober 2031).

Tabell 2. Kriterier och indikator för analysen av styrmedel för permanenta upptag

Kriterium	Indikator	Beskrivning
Incitament för permanenta upptag	Utbyggnad av permanenta upptag	Styrmedlets förmåga att skapa en utbyggnad av permanenta upptag i EU.
Ekologisk hållbarhet och risk för inlåsning i teknikspår	Bevarande av incitamenten för utsläppsminskningar	Styrmedlets förmåga att inte minska trycket på utsläppsminskningar. En utbyggnad av permanenta upptag risker att leda till att insatser för att minska utsläpp inte genomförs eller skjuts på framtiden.
	Risk för negativa effekter på LULUCF	Styrmedlets förmåga att inte skapa incitament till utbyggnad av permanenta upptag som riskerar att leda till en mindre kolsänka.
	Risk för inlåsning av bioenergin i teknikspår	Styrmedlets förmåga att inte skapa incitament som leder till att utbudet av biogena kolatomer påverkas i sådan grad att klimatomställningen försvåras negativt och ha negativa samhällskostnader.
	Samstämmighet med klimatmålen	Styrmedlets förmåga att bidra till nettonoll och nettonegativa utsläpp.
Kostnadseffektivitet	Enhetligt pris	Styrmedlets förmåga att skapa ett enhetligt pris för utsläppsminskande åtgärder och permanenta upptag.
	Innovationshöjande effekt – Teknikfrämjande och efterfrågestimulerande	Styrmedlets förmåga att skapa incitament till teknikutveckling och lärande som möjliggör lägre kostnader för permanenta upptag.
Genomförbarhet	Administrativ börda	Styrmedlets kostnader för att implementera och genomföra för stat respektive företag
	Statsfinansiella effekter	Styrmedlets påverkan på statsbudgeten.
	Politisk acceptans	Styrmedlets förutsättningar att vara förenligt med flera länders prioriteringar, ambitioner och komparativa fördelar. Denna indikator är dock känslig för omvärldsförändringar.
Konsekvenser för Sverige	Överensstämmelse med svenska komparativa fördelar	Styrmedlets överensstämmelse med svenska komparativa fördelar respektive nackdelar.

För varje alternativ beskriver vi olika för- och nackdelar utifrån dessa kriterier och indikatorer (se avsnitt 3.2–3.7). Alternativet med nationella åtaganden är dock inte analyserat i detalj eftersom detta alternativ bedöms vara aktuellt först efter 2040. För indikatorn politisk acceptans och konsekvenser för Sverige beskriver vi konsekvenserna samlat i egna avsnitt (se avsnitt 3.8 respektive 3.9).

Det behöver beaktas att de alternativa styrmedel som vi har analyserat kommer att ha olika för- respektive nackdelar beroende på när i tid de införs, och att de inte nödvändigtvis utgör alternativ till varandra utan att vissa kan vara mer lämpliga i olika faser. Vi gör detta mer tydligt i vår sammanfattande bedömning (se avsnitt 3.10).

Utifrån analysen i kapitel 2 ser vi också ett behov av teknikutveckling, lärande, och en inledande efterfrågan på permanenta upptag. Detta är ett viktigt första steg för att styrmedel som skapar en större efterfrågan på permanenta upptag ska kunna utformas och fungera effektivt. Vi inleder därför analysen med att diskutera hur staten kan bidra till denna första del.

3.1 Styrmedel med syfte att skapa teknisk utveckling, lärande och en initial efterfrågan

Redan idag finns det flera länder som har styrmedel som syftar till att skapa lärande och teknisk utveckling för bio-CCS och DACCS. Industrikivet i Sverige har finansierat flera projekt och aktörer. Den första omgången omvända auktioner i Sverige har i realiteten också detta syfte även om styrmedlets egentliga syfte är att minska nettoutsläppen av koldioxid så att Sverige kan nå de långsiktiga klimatmålen med nettonollutsläpp av växthusgaser senast 2045, för att sedan uppnå nettonegativa utsläpp.

Även Danmark har genomfört omvända auktioner inom ramarna för NECCS-fonden. Syftet med denna fond är primärt att stödja utvecklingen och implementeringen av teknik för CCS, med särskilt fokus på biogena källor. NECCS-fonden fungerar som ett instrument för att stärka Danmarks position som föregångare inom CCS-teknologi och bidrar samtidigt till att skapa ekonomiska incitament för företag att investera i koldioxidinfångning och lagring.

EU:s Innovationsfond kan stödja utvecklingen av bio-CCS och DACCS genom ekonomiska stöd till projekt som är av betydande vikt för klimatmålen. Detta inkluderar storskaliga demonstrationsprojekt. Detta gäller inte bara avskiljningen utan även infrastruktur för transport och lagring av koldioxid i syfte att utveckla hela värdekedjan. Även Horizon Europe kan finansiera projekt om permanenta upptag.

I samband med kommissionens meddelande om ett nytt klimatmål till 2040 presenterade de även en strategi för industriella koldioxidupptag (ICM-strategin). Strategin betonar behovet av åtgärder och incitament längs hela värdekedjan (infångning, lagring, transport) och föreslår åtgärder för att främja investeringar i bio-CCS, DACCS, bio-CCU och DACC fram till 2030 och därefter. Strategin nämner EU ETS som ett incitamentsverktyg men pekar på behovet av ytterligare finansiering. Bland annat föreslås att Innovationsfondens auktionsplattform kan användas för att stödja projekt via nationella budgetar. Andra möjliga finansieringskällor som nämns är Fonden för ett sammanlänkat Europa, InvestEU-

fonden och faciliteten för återhämtning och resiliens. Många av de förslag på åtgärder som presenteras i ICM-strategin är beskrivna i generella termer och kommer att behöva konkretiseras i närtid.

3.1.1 Insatser och styrmedel behöver stärkas i EU

Permanent upptag kommer med mycket stor sannolikhet vara en förutsättning för EU ska nå sina klimatmål om nettonollutsläpp till senast 2050 och därefter ha nettonegativa utsläpp. Detta är ett starkt skäl till att EU också behöver stärka insatserna och införa styrmedel för lärande och teknisk utveckling av permanent upptag av koldioxid de kommande åren.

Initialt bör inriktningen vara på att säkerställa att ett antal demonstrationsprojekt för hela värdekedjan för bio-CCS och DACCS realiserar. Det är dock osäkert om tillräckligt många stora demonstrationsprojekt faktiskt kommer hinna realiserar inom den tidsramen. För att stimulera en sådan utveckling behövs det mer riktade pengar mot bio-CCS och DACCS inom EU:s innovationsfond. I detta bör det ingå att finansiera omvända auktioner eller genomföra upphandling av projekt som visar på hela värdekedjan för bio-CCS och DACCS redan till 2030.

Det kan övervägas att även göra permanenta upptag till s.k. EU projekt av gemensamt intresse (IPCEI³⁰) eller skapa ett liknande initiativ. Syftet med IPCEI är att stödja storskaliga, strategiska projekt som ska bidra till unionens långsiktiga mål för innovation, ekonomi och miljö. Bland de aktuella IPCEI-områdena finns satsningar på vätgas och batteriteknik. Exempel på IPCEI projekt är Hy2Tech som fokuserar på hela vätgasvärdekedjan, från produktion till användning, och Hy2Infra som är inriktat på vätgasinfrastruktur, inklusive storskaliga elektrolysörer, pipelines och lagringsanläggningar. En viktig del av IPCEI är att samla flera medlemsstater och företag som arbetar tillsammans för att skapa synergier. Ett liknande gemensamt lärande skulle vara värdefullt för permanenta upptag.

Åtminstone de kommande åren kommer sannolikt den s.k. frivilligmarknaden för permanenta upptag ha betydelse för flera bio-CCS- och DACCS-projekt. Flera företag, inte minst stora IT-företag, har redan idag valt att köpa koldioxidupptagskrediter från projekt för att kompensera för egna utsläpp eller utsläpp i sina leverantörskedjor. En del av ett gemensamt lärande skulle vara att förstå hur olika EU-regelverk kan försvåra för permanenta upptag, t.ex. hur frivilligmarknaden hotas av EU:s direktiv om miljöpåståenden som är under förhandling.

³⁰ Important Projects of Common European Interest.

3.2 Direkt integrering i EU-ETS utan restriktioner

Det första alternativet vi analyserar är en direkt integrering av permanenta upptag i det befintliga EU ETS, utan några typer av volymbegränsningar, det alternativet har adresserats i flera rapporter.³¹

En direkt integrering av permanenta upptag i EU ETS utan några begränsningar tillåter att rapporterade utsläpp kan täckas av en obegränsad mängd utsläppsrätter från permanenta upptag och traditionella utsläppsrätter (EUA:er). Utsläppsrätterna från permanenta upptag skulle även kunna säljas vidare på andrahandsmarknaden till någon annan verksamhetsutövare inom EU ETS. Traditionella utsläppsrätter och utsläppsrätter från permanenta upptag skulle på så sätt vara fullt utbytbara och ha samma efterlevnadsvärde, och var och en av dem skulle ge möjligheten att släppa ut 1 ton koldioxidekvivalenter. Detta är ett alternativ som förespråkas av flera aktörer inom vissa sektorer inom EU ETS eller av aktörer som vill bevara funktionaliteten i EU ETS även när utsläppen närmar sig noll (se avsnitt 1.1.1).

En direkt integrering skulle kunna göras på flera sätt men vi antar i analysen att utsläppsrätterna från upptag kommer att utfärdas till verksamhetsutövare *efter* att koldioxidavskiljningen har verifierats och rapporterats. På så sätt skapas incitament för verksamhetsutövaren att slutföra hela värdekedjan, dvs. att koldioxiden avskiljs, transporteras och lagras.

3.2.1 Skapas tillräckliga incitament för permanenta upptag?

Huruvida det skapas tillräckliga incitament för permanenta koldioxidupptag i enlighet med de nivåer som bedöms krävas till 2040 och 2050 kommer delvis att bero på hur priserna i EU ETS utvecklas, men även av förväntade åtgärds kostnader för permanenta koldioxidupptag och andra hinder eller marknadsmisslyckanden. Givet de priser som anges i kommissionens modelleringar och nuvarande kunskapsläge om åtgärds kostnaderna är det troligt att vissa incitament skapas vid en direkt integrering genom att det signalerar att det kommer att finnas en efterfrågan. Men det är först när priset i EU ETS överstiger kostnaderna som det blir lönsamt att generera och sälja utsläppsrätter från permanenta upptag. Eftersom det inte finns någon begränsning skulle det på längre sikt sannolikt kunna genereras en omfattande uppbyggnad av vissa permanenta upptagstekniker. Samtidigt kommer ett ökat utbud av utsläppsrätter att ha en dämpande effekt på priserna vilket skulle kunna minska incitamenten något.

Vår bedömning är att de första utsläppsrätterna som kommer in i systemet kommer att vara CCS vid uppgradering av biogas (såvida t.ex. biokol inte bedöms vara permanent upptag), då dessa bedöms ha lägre åtgärds kostnader än övriga alternativ

³¹ Se exempelvis Sultani et al. (2024), UK ETS authority (2024), Ecologic Institute (2023), Oxera (2022), Burke & Gambhir (2022), ICAP (2021), and Rickels et al. (2021), Levin, F (2024)

i nuläget. Annan biogen CCS, t.ex. från biomassa i kraftvärmeverk, kommer däremot sannolikt att dröja såvida inte priset på utsläppsrätter stiger mer än förväntat eller att kostnaderna för dessa anläggningar minskar ordentligt. Eftersom DACCS kostar ännu mer gäller denna bedömning även dessa teknologier.

Detta innebär att en direkt integrering av permanenta upptag i EU ETS kommer att ställa krav på kompletterande stöd för att investeringar i de flesta teknikerna för permanenta upptag ska kunna bli lönsamma under en stor del av 2030-talet. En direkt integrering i EU ETS utan annat stöd bedöms därmed inte kunna resultera i de permanenta upptag som man ser i kommissions S3 scenario som leder till en 90 procentig reduktion till 2040, detta gäller särskilt DACCS men även flera bio-CCS alternativ. Det kan även noteras att det finns andra bedömningar³² som får en stor mängd biogen CCS till 2040. Detta är dock ett resultat av att man antar att kostnaderna för dessa teknologier är lägre än de man ser idag.

3.2.2 Klimat- och miljöhållbarhet

Bevarande av incitamenten för utsläppsminskning

En direkt integrering av utsläppsrätter från permanenta upptag utan restriktioner innebär att bruttoutsläppstaket i EU ETS ökar i takt med att utsläppsrätter från permanenta upptag kommer in i systemet. Billiga permanenta upptag kan därmed komma in på 2030-talet och minska trycket på att genomföra utsläppsminskande åtgärder. Verksamhet inom EU ETS kan därmed öka sina utsläpp genom att ersätta utsläppsminskningar med utsläppsrätter även från koldioxidupptag. Detta problem förstärks väsentligt om biokol bedöms vara ett permanent upptag och om kompletterande styrmedel, t.ex. de svenska omvända auktionerna, tillåts för att göra dyrare permanenta upptag lönsamma.

Detta alternativ bedöms således inte vara förenligt med EU kommissionens uppdrag om att föreslå hur permanenta upptag kan introduceras i EU ETS utan att påverka incitamenten för utsläppsminskningar.

Risk för negativa effekter på LULUCF

Att tillåta en obegränsad mängd permanenta negativa utsläpp skulle sannolikt leda till en relativt hög utbyggnad av CCS från uppgradering av biogas, viss Bio-CCS, men i princip ingen utbyggnad av permanenta upptag från DACCS.

Detta alternativ riskerar att leda till en ökad import av biomassa till EU. Även om denna import förväntas uppfylla hållbarhetskrav enligt förnybartdirektivet riskerar detta indirekt påverka markanvändningen utanför EU eftersom den totala efterfrågan kommer att öka.

Det i sin tur riskerar att ge en högre volym Bio-CCS än vad kommissionens modelleringar bedömer är ett hållbart uttag av biomassa, allt annat lika³³, om det

³² Hänvisa till Concitorapporten

³³ Dvs givet att den mängd biomassa som används för andra ändamål (exempelvis bio-CCU till flyg och sjöfart eller delar av industrin) antas falla ut i enlighet med kommissionens scenarier.

inte införs strikta hållbarhetskrav eller någon typ av prissättning som tar hänsyn till externa negativa effekter kopplat till biologisk mångfald och effekter på kolsänkan i LULUCF vid biomassaanvändning. Risken går dock inte att eliminera fullt ut i praktiken eftersom det alltid kommer vara ekonomiskt lukrativt att inte följa regelverken samtidigt som det är oerhört kostsamt att övervaka systemet i sin helhet.

Risk för inlåsning av bioenergin i teknikspår

Att tillåta en obegränsad mängd enheter från permanenta upptag i EU ETS kan också förväntas skapa en högre betalningsvilja för att bevara bioråvara i stora punktkällor. Detta gäller inte minst kraftvärmeverk då dess ägare många gånger har andra utsläppskällor som behöver minskas.

Detta alternativ riskerar därmed leda till att mer bioråvara hamnar i stora punktkällor inom EU ETS, vilket kan försvåra för andra sektorer omställning, särskilt sjöfart, flyg och petrokemiindustrin.

Samstämmighet med klimatmålen

Detta alternativ skulle som mest leda till att de sektorer som omfattas av EU ETS når nettonoll till 2050, det vill säga efterfrågan kommer enbart att drivas av de sektorer inom EU ETS som kommer att ha kvarvarande utsläpp 2050. Detta alternativ skulle därmed inte skapa permanenta upptag som kan kompensera för utsläpp i exempelvis jordbrukssektorn eller andra sektorer i ETS 2 som eventuellt kan komma att ha kvarvarande utsläpp (om det inte sker en sammanslagning av EU ETS 1 och EU ETS 2 under 2030-talet).

Det skulle inte heller skapas incitament för nettonegativa utsläpp efter 2050, om det inte utformas ett tak som ställer ytterligare krav på de aktörer som fortfarande har utsläpp kvar 2050, som gör att de behöver kompensera för mer än vad de släpper ut (någon slags växelkurs). En sådan växelkurs skulle dock troligen behöva växa ganska snabbt och därmed generera en stor kostnad för verksamhet med residualutsläpp.

En obegränsad användning av permanenta negativa utsläpp i EU ETS kan förväntas innebära att det kommer att bli samhällsekonomiskt dyrare att nå EU:s klimatpolitiska mål om nettonollutsläpp till senast 2050 och därefter nettonegativa utsläpp. Det följer av att alla ”hållbara” permanenta negativa utsläpp riskerar att hamna i EU ETS sektorn fast det kan vara minst lika svårt att minska utsläppen i delar av ESR sektorn.

3.2.3 Kostnadseffektivitet

Under antagandet att utsläpp och upptag bör prissättas på samma sätt skulle en direkt integrering av permanenta koldioxidupptag i EU ETS, kunna vara ett kostnadseffektivt sätt att skapa incitament för permanenta negativa utsläpp där

priset på utsläppsrätterna säkerställer en kostnadseffektiv implementering där de billigaste åtgärderna genomförs först.³⁴

Alternativet i sig skulle dock inte vara tillräckligt för att ge nettonegativa utsläpp efter 2050, om inte ett tak för nettonegativa utsläpp utformas med ytterligare skyldigheter. Ytterligare strategier och åtgärder skulle behöva införas för att nå det långsiktiga målet om nettonegativa utsläpp.

En direkt integrering utan begränsningar ger dessutom inga starka incitament för lärande och teknisk utveckling av dyrare teknologier, särskilt DACCS, för permanenta upptag. Alternativet är mer lämpat för kommersialisering av redan mogen teknik där det räcker med ekonomiska incitament för kommersialisering.

3.2.4 Genomförbarhet

Administrativ börda

Genomförandet av detta alternativ kommer att kräva vissa förändringar som kan generera kostnader för såväl myndigheter som verksamhetsutövare. Detta rör bland annat administration kopplat till rapportering och verifiering av att biomassans hållbarhet samt övervakning som säkerställer att varaktigheten och mätbarheten hos permanenta upptag bedöms motsvara den övervakning som är kopplad till utsläpp. Jämfört med övriga alternativ, med kopplingar till EU ETS, är detta alternativ något enklare ur ett administrativt perspektiv.

Statsfinansiella effekter

En obegränsad integrering av permanenta koldioxidupptag i EU:s utsläppshandelssystem skulle kunna få offentligfinansiella konsekvenser. Detta beror på att medlemsstaternas auktionsintäkter riskerar att minska jämfört med om ingen integrering sker. Minskningen skulle främst orsakas av en prisstagnationseffekt, eftersom införandet av utsläppsrätter från permanenta koldioxidupptag ökar det totala utbudet av utsläppsrätter. För vissa medlemsstater skulle dock den negativa effekten på auktionsintäkterna kunna lindras genom att länderna kan minska annan offentlig finansiering som används för att stödja permanenta koldioxidupptag.

3.3 Direkt integrering i EU ETS med restriktioner och bevarande av tak

För att hantera de risker som en direkt integrering utan restriktioner kan få på incitamenten att minska utsläppen och de negativa hållbarhetseffekter som kan uppstå, finns det även de som diskuterar och föreslår att det behöver införas vissa

³⁴ Som vi har noterat i avsnitt 2.1 finns det dock inte någon konsensus kring begreppet permanent och de tekniker som idag betraktas som permanenta bedöms enbart delvis kunna kompensera för den temperaturhöjande effekten från fossila CO₂-utsläpp.

restriktioner³⁵. I detta alternativ antas att de permanenta upptagen begränsas och att vi behåller taket i EU ETS. Det sker genom att ”traditionella” utsläppsrätter annulleras i takt med att utsläppsrätter från permanenta koldioxidupptag skapas och kommer ut på marknaden³⁶.

3.3.1 Skapas tillräckliga incitament för permanenta upptag?

En direkt integrering med restriktioner har generellt samma förutsättningar att skapa incitament för permanenta upptag som alternativet utan restriktioner. Även i det här alternativet är incitamenten beroende av hur priserna i EU ETS utvecklas och av kostnadsutvecklingen på de tekniker som kan generera permanent negativa utsläpp.

Detta innebär att en direkt integrering i ETS med de restriktioner som antas i detta alternativ inte förväntas kunna resultera i de permanenta upptag som man ser i kommissions S3 scenario som leder till en 90 procentig reduktion till 2040.

3.3.2 Klimat- och miljöhållbarhet

Bevarande av incitamenten för utsläppsminskning

Om taket inte justeras när permanent upptag tillförs EU ETS kommer incitamenten för utsläppsminskningar kvarstå. Om EU ETS inte lyckas skapa tillräckliga incitament för permanenta upptag kommer det inte påverka utvecklingen inom EU ETS, vilket är en stor fördel jämfört med en direkt integrering utan begränsningar.

Samtidigt kommer det troligtvis att finnas ett större behov av att sänka den linjära reduktionsfaktorn i det här alternativet, jämfört med alternativet utan restriktioner, vilket skulle sänka takten på utsläppsminskningarna i EU ETS något. Men givet att det finns en tydlighet om när taket ska gå mot noll och givet att en sådan ”ambitionssänkning” i EU ETS kompenseras av ambitionshöjningar eller ökade krav på utsläppsminskningar i andra sektorer behöver det inte få alltför negativa konsekvenser för utsläppsutvecklingen i EU totalt sett.

Risk för negativa effekter på LULUCF

Syftet med att införa volymbegränsningar av hur mycket permanenta upptag som kan tillföras EU ETS är bland annat att minska risken för negativa effekter på sänkan inom LULUCF. Risken för negativa effekter på LULUCF bör därmed vara lägre i detta alternativ, jämfört med alternativet utan begränsningar. Huruvida en volymbegränsning lyckas minimera den risken kommer dock vara avhängigt vilken

³⁵ Liknande alternativ diskuteras exempelvis av Concito (2024) och UK ETS authority (2024).

³⁶ Ett annat alternativ är de verksamheter som rapporterar permanenta upptag får ekonomisk kompensation i stället för utsläppsrätter, i likhet med hur prismekanismen inom CBAM fungerar (där CBAM certifikatpriset jämförs med EU ETS priset). På detta sätt undkommer man behovet av kontinuerlig takjustering. Detta skulle i praktiken innebära att utsläppsrätterna auktioneras som vanligt, men att man använder intäkterna från de auktionerade utsläppsrätterna och betalar ut en monetär kompensation. Till skillnad ifrån ovanstående där utsläppsrätterna utfärdas till verksamhetsutövaren för att sedan tas bort ifrån auktioneringsandelen.

nivå på volymbegränsningen det beslutas om, men även av hur andra incitament utvecklas, exempelvis styrmedel rörande CCU eller biodrivmedel. I Concitos modelleringar kan även det här alternativet ge en högre utbyggnad av Bio-CCS än vad EU-kommissionens modelleringar menar utgör en hållbar användning av biomassa, då priset i EU ETS inte bedöms skapa tillräckliga incitament för DACCS,³⁷ men som vi har påpekat tidigare är deras kostnadsuppskattningar osäkra.

Genom att begränsa kvantiteten permanenta upptag som tillåts komma in i EU ETS minskar också risken att markanvändningen indirekt påverkas genom en ökad import av biomassa till EU jämfört med tidigare alternativ.

Risk för inlåsning av bioenergin i teknikspår

Ett annat syfte med att inför volymbegränsningar är att minska risken för att bioenergin låses fast i stora punktkällor som lämpar sig för koldioxidavskiljning. Risken för inlåsnings är därmed lägre i detta alternativ.

Samstämmighet med klimatmålen

En kvantitativ restriktion på hur mycket enheter från permanenta upptag som tillåts i EU ETS skapar ett tydligare utrymme för att permanenta upptag också ska kunna användas för att kompensera för residualutsläpp i andra sektorer och för att skapa nettonegativa utsläpp. Förutsatt att det införs en kombination av styrmedel ligger detta alternativ därmed närmre de långsiktiga mål som finns i EU:s klimatlag.

3.3.3 Kostnadseffektivitet

Resonemangen kring kostnadseffektivitet skiljer sig inte särskilt mycket från tidigare alternativ. Precis som för en direkt integrering utan begränsningar är det i detta alternativ troligt att de initiala incitamenten i början kommer att vara för svaga för att lönsamhet i bio-CCS och DACCS ska kunna skapas, om det inte införs kompletterande styrmedel, exempelvis differenskontrakt för koldioxid (Carbon Contact for Difference, CCfD).

3.3.4 Genomförbarhet

Administrativ börda

Den administrativa bördan kan förväntas vara något större än för alternativ 1 med en direkt integrering utan begränsningar. Systemet blir något mer komplext vilket skapar extra kostnader. Den största komplexiteten kan komma av kvantitativa begränsningar eftersom det förutsätter ytterligare informationskrav och kontrollbehov.

Statsfinansiella effekter

Detta alternativ kan få negativa statsfinansiella effekter eftersom medlemsländernas intäkter från auktionerna av utsläppsrätter kan minska. Detta

³⁷ Concito, *The Balancing Act: Risks and Benefits of Integrating Permanent Carbon Removals into the Climate Policy Framework*, publicerad 2024.

följer av att bevarandet av taket i ETS innebär att färre utsläppsrätter finns på marknaden när de ersätts med enheter för permanenta upptag. Jämfört med alternativ 1 skulle dock priserna kunna bli något högre, vilket skulle kunna väga upp den effekten. Samtidigt, som vi har påtalat tidigare, kommer det förmodligen behöva göras större förändringar av den linjära reduktionsfaktorn i det här alternativet och det i sig kommer förmodligen att ha en prisdämpande effekt.

En kvantitativ begränsning på hur mycket permanenta upptag som får komma in i EU ETS kommer också begränsa effekten på de statsfinansiella effekterna givet att den linjära reduktionsfaktorn inte ändras.

3.4 Indirekt integrering i EU ETS med prismekanism

Ett alternativ är en indirekt integrering i EU ETS, inspirerat av hur flyget hanteras i EU ETS. Under perioden 2024–2030 avsätts upp till 20 miljoner utsläppsrätter för att inrätta en kompensationsmekanism där kommersiella flygoperatörer ersätts för prisskillnaden mellan vissa utpekade hållbara bränslen och fossilt jetbränsle enligt artikel 3c.6 i det ändrade utsläppshandelsdirektivet.³⁸ Ersättningen ges i form av utsläppsrätter som tas ifrån auktionsandelen. Hur stor andel av prisskillnaden som ersätts beror bland annat på vilken slags hållbart bränsle som använts, exempelvis ersätts 70 procent av prisskillnaden för avancerade biobränslen.³⁹

På samma sätt hade man kunnat tänka sig att en pott utsläppsrätter avsätts från auktioneringen och delas ut till de verksamheter som rapporterar negativa utsläpp i sin utsläppsrapport inom EU ETS. Detta innebär att utsläppstaket kan bevaras intakt samtidigt som det skapas incitament för verksamhetsutövare att generera permanenta upptag.

En prismekanism kan också göras teknikspezifisk eftersom den bygger på prisskillnaden mellan kostnaden för permanenta upptag och priset på utsläppsrätter. Exempelvis kan upptag från DACCS, som är en dyrare teknik, generera mer utsläppsrätter jämfört med bio-CCS. Antingen kan denna skillnad i kompensation regleras direkt i EU ETS-direktivet eller som ett förordnande till EU kommissionen att årligen utvärdera hur mycket respektive teknik ska få i kompensation. Att bestämma lämplig kompensationsnivå för de olika teknikerna är förmodligen svårare än i fallet med flygbränslen. Det beror på att marknaden och tekniken fortfarande är relativt outvecklad och att kostnaderna är svårbedömda.

³⁸ Direktiv (EU) 2023/958 om ändringar av direktiv 2003/87/EG vad gäller luftfartens bidrag till unionens mål om minskade utsläpp från hela ekonomin och det lämpliga genomförandet av en global marknadsbaserad åtgärd.

³⁹ i enlighet med artikel 2.34 i Europaparlamentet och rådets direktiv (EU) 2018/2001 av den 11 december 2018 om främjande av användningen av energi från förnybara energikällor. EU-kommissionen ska utvärdera kompensationsmekanismen och rapportera till Europaparlamentet och rådet senast 2027. I utvärderingen ska kommissionen överväga om mekanismen ska förlängas till 2035 och i så fall återkomma med ett lagförslag.

3.4.1 Skapas tillräckliga incitament för permanenta upptag?

Mekanismen kan utformas på ett sådant sätt att den genererar incitament till permanent upptag då den tar hänsyn till både ETS-priset och kostnaderna för att generera permanenta upptag. Denna prishänsyn kan antingen ske löpande så som FEETS (Fuels Eligible for ETS support) alternativt att kompensationsnivån fastställs av kommissionen. Om det finns ett tillräckligt bra beslutsunderlag för åtgärdskostnaderna för olika tekniker för permanenta upptag inför att en sådan kompensationsnivå fastställs kan denna mekanism skapa tillräckliga incitament för permanenta upptag. Detta alternativ har därmed stora likheter med differenskontrakt (CCFD).

3.4.2 Klimat- och miljöhållbarhet

Bevarande av incitamenten för utsläppsminskning

En fördel med att avsätta en förutbestämd andel utsläppsrätter för permanenta upptag från den totala auktionsandelen är att taket inom EU ETS inte behöver justeras. Incitamenten för utsläppsminskningar inom EU ETS kommer därför att bestå precis som innan införandet. Men precis som i en direkt integrering där taket hålls intakt (se avsnitt 3.3) kommer alternativet sannolikt att kräva vissa justeringar av den linjära reduktionsfaktorn.

Risk för negativa effekter på LULUCF

En fördel med denna form av mekanism är att utsläppsrätter i förväg avsätts, därmed kommer samtliga aktörer att känna till potentialen för kompensationen och det kommer på så sätt inte genereras fler enheter från permanenta upptag än vad som är önskvärt enligt de målbanor som kommissionen publicerat i sin 2040 kommunikation⁴⁰.

Genom att begränsa kvantiteten permanenta upptag som tillåts komma in i EU ETS minskar också risken för att markanvändningssektorn indirekt påverkas genom en ökad import av biomassa till EU jämfört med en direkt integrering utan begränsningar.

När mängden utsläppsrätter som ska avsättas till detta beslutas så bör man ta hänsyn till de volymer permanenta upptag som bedöms behövas till 2040 för att nå den av kommissionen rekommenderade målnivån⁴¹, samt mängden tillgänglig hållbar biomassa för CCS inom EU, men även beakta att det finns en möjlighet att importera biomassa ifrån andra jurisdiktioner till EU förutsatt att dessa uppfyller hållbarhetskraven i förnybartdirektivet.

⁴⁰ *European Commission, February 2024 Towards an ambitious Industrial Carbon Management for the EU.*

⁴¹ *European Commission, February 2024 Towards an ambitious Industrial Carbon Management for the EU.*

Risk för inlåsning av bioenergin i teknikspår

Om en för stor andel utsläppsrätter avsätts för denna kompensationsmekanism alternativt att kompensationsnivåerna är allt för generösa så kan detta leda till att en för stor andel biomassa låses fast för användning inom kraft och värmesektorn i stället för att gå till andra industrier som behöver använda bioråvaran för att ställa om. Det finns dock möjlighet att justera kompensationsnivåerna och minska den risken, givet att det införs tydliga regler för uppföljning och översyner,

Samstämmighet med klimatmålen

För att säkerställa att denna mekanism fungerar på ett önskvärt sätt, och skapar tillräckliga incitament för att nå den volym EU-kommissionen bedömer behövs till 2040, bör mekanismen utvärderas med jämna mellanrum på samma sätt som den existerande mekanismen för hållbara flygbränslen

För att alternativet ska vara förenligt med att permanenta upptag främst bör användas för att nå nettonoll till 2050 och EU:s långsiktiga mål om nettonegativa utsläpp kommer det att krävas förändringar av mekanismen, att den på sikt övergår i en direkt integrering med någon slags restriktion eller ersätts med något annat styrmedel.

3.4.3 Kostnadseffektivitet

På grund av att det fortfarande finns osäkerhet om åtgärdskostnaderna för olika tekniker finns det en risk för att detta alternativ, åtminstone initialt, *inte* kommer att vara lika kostnadseffektivt som exempelvis en indirekt integrering med omvända auktioner (av avsnitt 3.5), då det kan vara svårt att besluta om en ersättningsnivå som fullt ut speglar marginalkostnaderna för en specifik anläggning. Men om det införs återkommande översyner av ersättningsnivån kan man komma att nå en hög grad av ekonomisk effektivitet allt eftersom.

Kompensationsnivån kan antingen vara densamma för alla verksamheter som väljer att generera permanenta upptag, eller så differentieras kompensationsnivån utifrån respektive teknik. Fördelen med en differentierad kompensationsmekanism är att den kan skapa incitament för att tidigt etablera tekniker som annars (med hjälp av enbart ett ETS-pris) inte hade etablerats förrän närmare 2040–2050, exempelvis DACCS. På så sätt så kan man främja teknikutvecklingen inom flera områden. Man behöver inte avsätta stora mängder utsläppsrätter för detta, men genom att anpassa kompensationen kan det driva på teknikutvecklingen, i takt med att kostnaderna sjunker bör kompensationen justeras. En annan fördel med en differentierad kompensationsnivå är att större överkompensationer kan undvikas, t.ex. bio-CCS får en ersättning som krävs för att DACCS ska efterfrågas.

3.4.4 Genomförbarhet

Möjligheterna att genomföra en prismekanism för permanenta upptag i ETS bedöms som goda då det redan finns en liknande mekanism i systemet. Eftersom utsläppsrätterna tas från auktionsandelen kommer prismekanismen varken påverka eller påverkas av tilldelningen av utsläppsrätter. Det innebär att de inte kommer

vara beroende av justeringar av riktmärken, och kommer inte heller påverka hur utsläppsrätter fördelas mellan olika branscher. Det innebär också att de utsläppsrätter som avsätts för permanenta upptag inte kommer att påverkas av den s.k. ”cross sector adjustment factor” eller av den linjära reduktionsfaktorn utan i stället helt vara beroende av hur mycket permanenta upptag som rapporteras och att tillräckligt många utsläppsrätter avsätts för mekanismen.

Administrativ börda

Verksamhetsutövarna som genererar enheter från permanenta upptag kommer behöva rapportera och verifiera upptag inom ramen för den årliga utsläppsrapporteringen inom EU ETS. Detta bedöms därför inte utgöra en stor ökad administrativ börda. Däremot kommer kommissionen att behöva fastställa kompensationsnivåer, antingen löpande eller inför varje handelsperiod/tilldelningsperiod. Detta bedöms öka den administrativa bördan något men kommer med största sannolikhet inte skilja sig speciellt mycket från hur nuvarande mekanism för hållbara flygbränslen hanteras.

Statsfinansiella effekter

Förslaget kommer att minska auktionsintäkterna från utsläppshandeln. Sveriges andel av dessa intäkter är dock relativt liten – 2023 uppgick den endast till 1,1 procent av de totala auktionsintäkterna⁴². Detta innebär att de statsfinansiella effekterna skulle vara relativt begränsade för Sveriges. Samtidigt har Sverige en betydande potential att generera permanenta koldioxidupptag genom bio-CCS, vilket skulle kunna leda till att en stor del av kompensationen tillfaller svenska verksamheter. Detta minskar sannolikt behovet av nationella stöd.

Utfallet kommer dock vara beroende av hur mycket utsläppsrätter som avsätts och hur mekanismen konstrueras, dvs. hur många utsläppsrätter som ett ton permanenta upptag från uppgradering av biogas, bio-CCS och DACCS ska kompenseras med.⁴³

Man kan även tänka sig att man har fler typer av kompensationsnivåer än vad som nämns ovan, till exempel en för biokol eller en för infångad koldioxid ifrån uppgradering av biogas.

3.5 Indirekt integrering i EU ETS genom omvända auktioner

Ett annat alternativ är att permanenta upptag integreras indirekt i EU ETS genom att intäkter från auktionering av utsläppsrätter (och från CBAM) används för att

⁴² [Statistik och uppföljning](#).

⁴³ Om man på förtyd definierar kompensationsnivåerna för respektive teknik så kan man också extrapolera den totala mängden permanenta upptag som man hoppas kunna generera. Men om man i stället väljer att detta ska justeras årligen så kommer man på förtyd kunna säga hur många utsläppsrätter som avsätts, och i så fall ge kommissionen i uppdrag att med hjälp av den möjliga potten så ska ett visst negativt utsläppsmål nås inom respektive teknik (BioCCS respektive DACCS).

finansiera permanenta upptag via ett system likt det vi har i Sverige för omvända auktioner av bio-CCS.

Omvända auktioner har potential att skapa en effektiv tillfällig marknadsplats med en köpare (staten) och många potentiella säljare (budgivare). Auktioner kan utformas på olika sätt och det har varit ett vanligt styrmedel inom energiområdet de senaste decennierna. Från 1990 och framåt har en serie omvända auktioner för att öka utbudet av fossilfri el genomförts i Storbritannien. Auktionerna sänkte marginalkostnaderna för förnybar el och styrmedlet har bedömts vara relativt kostnadseffektivt.⁴⁴ I början av 2000-talet följde Brasilien det brittiska exemplet och ersatte inmatningstariffer med omvända auktioner för att stimulera förnybar kraftproduktion.⁴⁵ Men det finns också exempel på mindre effektiva system för omvända auktioner, där utfallet har påverkats av kontraktsbrott och vinnarens förbannelse, dvs. när de vinnande buden är för låga för att finansiera kostnaderna för investeringen.⁴⁶

Genom att låta auktionsintäkterna från EU ETS bidra med finansiering av omvända auktioner för permanenta upptag, kan det beskrivas som en indirekt integrering. Flera studier har lyft fram att detta alternativ förutsätter en oberoende part som genomför auktionerna⁴⁷, det kan till exempel vara inom ramarna för en fortsättning av innovationsfonden eller genom en s.k. europeisk centralbank för koldioxid. För analysen av detta alternativ har ett snävt mandat antagits, där institutionens roll är att fungera som mellanhand mellan aktörer med permanenta koldioxidupptag och EU ETS. Dess primära roll är att upphandla permanenta upptag genom omvända auktion och placera dem i en pott i syfte att EU ska uppnå sina klimatmål till 2040 och där efter. Den inköpande institutionen skulle därmed ha till uppgift att informera marknadsaktörerna om de förväntade volymerna av koldioxidupptag som ska läggas till poolen under auktionsrundorna. Institutionen skulle även övervaka de kvantiteter och typer av koldioxidupptag som levereras samt bedriva tillsyn för att säkerställa att krav efterlevs.

Institutionen kan även få ett bredare mandat där den kan få uppgift att konvertera hela eller delar av de permanenta upptagen i potten till utsläppsrätter som blir tillgängliga i EU ETS. Detta kan ske genom tekniskspecifika mål som fastställs av de politiska beslutsfattarna som en del av revideringen av EU ETS-direktivet eller

⁴⁴ Mitchell C (2000) The England and wales non-fossil fuel obligation: history and lessons. *Annu Rev Energy Env* 25(1):285–312. Butler L, Neuhofer K (2008) Comparison of feed-in tariff, quota and auction mechanisms to support wind power development. *Renew Energy* 33(8):1854–1867. del Río P, Linares P (2014) Back to the future? Rethinking auctions for renewable electricity support. *Renew Sustain Energy Rev* 35:42–56.

⁴⁵ Losekann L, Marrero GA, Ramos-Real FJ, de Almeida ELF (2013) Efficient power generating portfolio in Brazil: conciliating cost, emissions and risk. *Energy Policy* 62:301–314.

⁴⁶ Kreiss J, Ehrhart K-M, Haufe M-C (2017) Appropriate design of auctions for renewable energy support—Prequalifications and penalties. *Energy Policy* 101:512–520. Buckman G, Sibley J, Ward M (2019) The large-scale feed-in tariff reverse auction scheme in the Australian Capital Territory 2012, to 2016. *Renew Energy* 132:176–185. Lundberg L (2019) Auctions for all? Reviewing the German wind power auctions in 2017. *Energy Policy* 128:449–458.

⁴⁷ Se exempelvis Rickels et. Al (2022), Carbon Gap (2024), Fridahl (2022)

genom att utgöra en reglerad marknadsstabiliserande reserv för EU ETS. Dessa bredare mandat analyseras inte närmare i denna rapport.

Institutionen som genomför de omvända auktionerna bör ha i uppdrag att bara upphandla permanenta upptag som är certifierade enligt CRCF. Ett syfte med auktionerna bör vara att stimulera lärande och utveckling av en skalekonomi för olika teknologier. Detta innebär att separata auktioner behöver ske för olika teknikspår, t.ex. CCS för uppgradering av biogas, bio-CCS och DACCS. Detta skulle även gälla för biokol om det bedöms vara ett permanent upptag. Separata auktioner kan även motiveras av att det minskar risken för överkompensation genom att billigare tekniker för permanenta upptag (t.ex. bio-CCS) kan få kompensation på en nivå för dyrare alternativ (t.ex. DACCS).⁴⁸ Idealt bör auktionerna bara skapa lönsamhet för den enskilda investeringen. Detta innebär att omvända auktioner blir relativt likt modeller för ett så kallat differenskontrakt för koldioxid (CCfD), se även alternativ med prismekanism (avsnitt 3.4).

3.5.1 Skapas tillräckliga incitament för permanenta upptag?

Omvända auktioner kan utformas på ett sådant sätt att de genererar en kostnadseffektiv utbyggnad av permanenta upptag. Genom att genomföra separata omvända auktioner för uppgradering av biogas, bio-CCS och DACCS kan incitament skapas för respektive teknikspår. Potentiellt kan även bio-CCS med mindre hållbarhetsrisker premieras.

3.5.2 Klimat- och miljöhållbarhet

Bevarande av incitamenten för utsläppsminskning

Alternativet bygger på att vi får en strikt åtskillnad mellan upptag och utsläpp av växthusgaser. Om omvända auktioner används för att skapa en pool med enheter från permanenta upptag som främst syftar till att nå nettonegativa utsläpp kommer det inte att få några negativa effekter på incitamenten för att minska utsläppen. Som redan nämnts kan det dock krävas viss flexibilitet mellan upptag och utsläpp, vilket skulle innebära att incitamenten för utsläppsminskningar skulle minska något, men om dessa flexibiliteter utformas så att de främst tar hänsyn till behovet av att kompensera för residualutsläpp så minskar den risken.

Risk för negativa effekter på LULUCF

En stor fördel med omvända auktioner är att det i stor utsträckning finns möjligheter att på för hand identifiera hur stora kvantiteter bio-CCS, avskiljning av koldioxid från uppgradering av biogas samt DACCS som tillåts finansieras av de omvända auktionerna. På så sätt går det att i relativt stor detalj reglera volymerna genom att tillämpa olika begränsningar som tar hänsyn till mängden tillgänglig

⁴⁸ Utformandet av en aktion har stor betydelse för resultatet, risk för överkompensation kan även skapas på andra sätt. Omvända auktioner för permanenta upptag i EU behöver därför analyseras i detalj.

hållbar biomassa för Bio-CCS, i enlighet med kommissionens modellerade nivåer, och minska risken för att negativa effekter på nettoupptaget i LULUCF-sektorn.

Risk för inlåsning av bioenergin i teknikspår

Genom att omvända auktioner möjliggör tekniskspecifika krav och begränsningar är det även möjligt att ta hänsyn till risken att bioenergin låses in i teknikspår som försvårar för utsläppsminskningar i andra sektorer. Omvända auktioner kan t.ex. inriktas mot verksamheter där denna risk bedöms som liten. Som konstaterats i kapitel 2 är det svårt att bedöma riskerna idag men att det över tid kan förväntas bli enklare. Genom omvända auktioner kan man ganska enkelt ta hänsyn till ny kunskap genom att införa nya krav eller begränsningar. Detta behöver vara transparent och inte påverka de anbud som redan beviljats medel genom auktioner.

Samstämmighet med klimatmålen

Detta alternativ är helt i överensstämmelse med att EU ska nå nettonollutsläpp till 2050 och nettonegativa utsläpp där efter. Detta följer av att alternativet innebär att det finns en stor flexibilitet kopplat till att kunna bokföra enheter för permanenta upptag och kompensera för residualutsläpp i flera sektorer, jämfört med de alternativ där enheterna integreras direkt i EU ETS1. Givet att dessa flexibiliteter inte blir alltför generösa kan enheterna även användas efter 2050 och bidra till nettonegativa utsläpp.

3.5.3 Kostnadseffektivitet

En fördel med omvända auktioner jämfört med indirekt integrering med prismetanism är att staten inte behöver bedöma kostnaderna för de olika teknikerna som ger permanenta upptag. Vid omvända auktioner lägger verksamhetsutövare bud i konkurrens med varandra vilket tvingar fram låga kostnader för staten såvida inte antalet budgivare är för begränsat eller att det skapas en kartellbildning.

Omvända auktioner ger i idealfallet en ersättning som ligger nära den marginella produktionskostnaden. Detta innebär att auktioner är särskilt intressanta att överväga i situationer där staten saknar detaljerad kunskap om produktionskostnaderna och har svårt att fastställa en lämplig premie. Det rör sig således om en situation där det råder informationsasymmetri, dvs. att företaget har ett informationsövertag över regleraren.⁴⁹ Detta är situationen för bio-CCS och DACCS.

Välfungerande omvända auktioner karakteriseras av att det finns ganska många möjliga investerare och att transaktionskostnaderna inte är stora. Bio-CCS och DACCS är emellertid projekt med både höga investerings- och löpande kostnader samtidigt som det åtminstone i Sverige finns ett begränsat antal potentiella investeringar.

⁴⁹ Liu P (2021) Balancing cost effectiveness and incentive properties in conservation auctions: experimental evidence from three multi-award reverse auction mechanisms. *Environ Resour Econ* 78(3):417–451.

Initialt bör nog inte kraven på de aktörer som avser delta i auktionerna vara alltför högt ställda, då antalet potentiella budgivare är relativt begränsat och teknikerna omogna.⁵⁰ Även om strikta och ambitiösa krav för att delta i en omvänd auktion kan motverka oseriösa bud riskerar detta att underminera effektiviteten.

En konsekvens av att bio-CCS och DACCS har höga investerings- och löpande kostnader är att det är svårt att initialt specificera volymer för omvända auktioner. Detta blir mindre problematiskt om auktionsförrättaren inte har ett fixt tak för volymerna utan kan justera dessa, det är exempelvis fallet i det australienska systemet med koldioxidkreditenheter där auktionsförrättaren har en total budget som omfattar ett obestämt antal på varandra följande auktioner i syfte att maximera effekten av budgetanslaget.

Flera av de problem som kan negativt påverka konstandseffektiviteten av omvända auktioner för permanent upptag minskar om det geografiska området som omfattas av auktionerna blir större. Detta talar för att ett EU-gemensamt system för omvända auktioner är mer ekonomiskt effektivt än om auktioner genomförs i varje enskilt medlemsland. För att öka antalet budgivare kan det åtminstone i en inledningsfas vara motiverat med kapacitetsuppbyggnad, t.ex. bidrag till genomförbarhetsstudier till potentiella budgivare. Om resultaten från dessa genomförbarhetsstudier återkopplas till staten kan dessutom informationsasymmetrin minska.

Innovationshöjande effekt – Teknikfrämjande och efterfrågestimulerande

Omvända auktioner kan designas för att vara både teknikfrämjande och efterfrågestimulerande. För att omvända auktioner ska kunna bli effektiva behöver det dock finnas ett tydligt syfte. När det gäller bio-CCS och DACCS är det till exempel viktigt att avgöra om det primära syftet är att skapa en marknad för teknikerna där det kan skapas lärande och skalfördelar som leder till sänkta kostnader eller om syftet är att skapa permanenta upptag. Detta val är avgörande för hur omvända auktioner ska designas, t.ex. kan flexibilitet i designen äventyra att ett mål för permanenta negativa utsläpp uppnås till ett visst år medan det kan vara positivt för att skapa tekniskt lärande. Samtidigt kommer syftet med omvända auktioner för bio-CCS och DACCS förändras över tid. Initialt, i och med att tekniken inte är mogen, bör syftet vara att skapa tekniskt lärande som möjliggör att teknikerna kan bli billigare. Över tid, när tekniken är mogen, kommer dock syftet förändras till att skapa permanent negativa utsläpp.

⁵⁰ Fridahl, M., K., Möllersten, L., Lundberg, W., Rickels (2024). Potential and goal conflicts in reverse auction design for bioenergy with carbon capture and storage (BECCS). *Environmental Sciences Europe* 36(146).

3.5.4 Genomförbarhet

Finansiering av omvända auktioner kan komma från både staten och privata aktörer. Indirekt kan de finansieras genom EU ETS, exempelvis genom auktionsintäkterna från EU ETS och intäkter från CBAM.

Idag går 4,5 procent av intäkterna från utsläppsrätterna inom EU ETS till de gemensamma innovations- och moderniseringsfonderna. Resterande intäkter från auktioneringen av utsläppsrätter (cirka 95,5 procent) tillfaller medlemsstaterna, med rekommendationen att minst hälften ska användas för klimat- och energiåtgärder. Av de 4,5 procenten som hamnar i EU fonder tillfaller 2,5 procent innovationsfonden. Under perioden 2021–2030 motsvarar detta cirka 450 miljoner utsläppsrätter. Hur mycket pengar detta kommer att generera går inte att exakt bedöma eftersom det beror på priset på utsläppsrätter, men det rör sig troligen om mer än 35 miljarder euro för hela perioden.

Det går idag inte att bedöma hur intäkterna för auktioner av utsläppsrätter kommer att utvecklas mellan 2030 och 2040 och ställa detta i relation till det stöd som behöver ges till permanenta upptag.

Det finns ganska starka skäl för att inte minska incitamenten för att minska utsläppen av växthusgaser på bekostnad av att det behövs ökade incitament för ökat permanent upptag av växthusgaser från atmosfären. Detta talar för att eventuella medel från auktionering av utsläppsrätter till omvända auktioner för CCS på uppgradering av biogas, bio-CCS och DACCS bör komma från de intäkter som idag hamnar hos medlemsländerna och den del som idag inte behöver användas för åtgärder som syftar till minskade utsläpp.

3.5.5 Administrativ börda

Att etablera och driva en oberoende institution som genomför omvända auktioner kommer att innebära höga statliga administrativa kostnader jämfört med övriga alternativ. Det rör sig om en betydande administrativ komplexitet och att staten har ett tydligare ansvar för att aktörer som beviljas medel efterlever krav. Den större komplexiteten innebär också att genomförandet kan bli långsammare jämfört med en direkt integration, inte minst orsakas detta av behovet av institutionell uppbyggnad och politiska överenskommelser. Genom att utnyttja befintliga strukturer som innovationsfonden kan betydelsen av detta minska.

De administrativa kostnaderna för såväl stat som verksamheter skulle bli extra höga om en de omvända auktionerna finansieras genom en kvotplikt. Det skulle innebära att ett helt nytt system skulle behöva etableras.

Det tenderar att vara relativt administrativt betungande för verksamhetsutövare att delta i omvända auktioner. Det behövs ofta ett omfattande arbete redan innan bud läggs utan att det finns några garantier om utfallet.

Verksamhetsutövarna som genererar de negativa utsläppen kommer behöva rapportera och verifiera sina negativa utsläpp inom ramen för den årliga utsläppsrapporeringen inom EU ETS. Detta bedöms därför inte utgöra en stor ökad administrativ börda.

Statsfinansiella effekter

Om omvända auktioner finansieras genom att medel tas från medlemsstaternas auktionsintäkter från traditionella utsläppsrätter skapas statsfinansiella effekter på ett liknande sätt som för alternativet med en indirekt integrering av permanenta upptag genom en prismetanisk mekanism (se avsnitt 3.4).

3.6 Kvotplikt på permanenta upptag

Ytterligare ett alternativ som diskuteras i litteraturen är möjligheten att införa en kvotplikt i sektorer eller verksamheter där det är svårt att minska utsläppen.⁵¹ Genom kvotplikter uppställs kvantitativa krav, ofta i form av inblandning av visst material eller vissa ämnen med någon önskvärd egenskap, på innehållet i produkter.⁵² I det här fallet skulle det innebära att vissa företag behöver köpa enheter från permanenta upptag motsvarande en andel av deras utsläpp av växthusgaser.

Kvotplikter på nationell nivå kan vara problematiskt eftersom det riskerar att påverka rätten till fri rörlighet för varor och tjänster inom EU och därmed strida mot primärrätten.⁵³ Ett införande av kvotplikt inom EU är därmed att föredra.

En kvotplikt skulle kunna implementeras på till exempel en 1-till-1-basis, vilket innebär att utsläppet av 1 ton koldioxid kräver ett köp av 1 ton negativa utsläpp från bio-CCS eller DACCS. Det skulle behöva gälla när bara utsläpp som är mycket svåra att minska återstår. Över tid skulle dessutom kvoten förändras så att 1 ton utsläpp kräver mer än 1 ton permanenta upptag. Detta skulle skapa incitament för att minska även utsläpp som är svåra samt uppnå nettonegativa utsläpp.

Om detta alternativ införs innan bara utsläpp som är mycket svåra att minska återstår skulle kvoten kunna vara lägre, exempelvis att 1 ton utsläpp kräver att man köper 0,5 ton permanenta upptag. Denna kvot skulle sedan kunna öka till det bedöms att bara utsläpp som är mycket svåra att minska återstår. Om kvotplikten skulle införas i början av 2030-talet så kommer utsläppen att vara höga och antalet verksamheter som kan vara med och dela på kostnaden kommer att vara fler.

En svårighet är att bedöma vilka sektorer som bör omfattas av en sådan kvotplikt, men det skulle kunna riktas mot de sektorer som vi idag bedömer kommer att ha svårt att fullt ut minska sina utsläpp. För att en kvotplikt inte ska bli alltför administrativt betungande bör dock antalet aktörer som träffas av den begränsas,

⁵¹ Se exempelvis SNS Analys 98, Mot nettonollutsläpp – hur kan koldioxidavskiljning bidra? 2023.

⁵² Elcertifikatsystemet är ett exempel på en kvotplikt där en viss andel av elproduktionen ska bestå av el från vissa bestämda typer av elproduktionsanläggningar. Reduktionsplikten för drivmedel är ett annat exempel som tvingar fram inblandning av biodrivmedel så att en viss utsläppsreduktion, mätt i livscykelutsläpp av växthusgaser, kan uppnås. Inom EU kommer det att införas en kvotplikt för återvunnen råvara i PET-flaskor i enlighet med EU:s engångsplastdirektiv och för batterier enligt EU:s batteriförordning. Kvotplikter föreslås också i Europeiska kommissionens förslag till förordning om förpackningar och förpackningsavfall och förordningen om cirkulära fordon.

⁵³ Artikel 28 i fördraget om Europeiska unionens funktionssätt.

exempelvis till aktörer som omfattas av EU ETS 1 och EU ETS 2. Det är mer tveksamt om det bör införas på jordbrukare då antalet aktörer som bedriver jordbruksverksamhet är väldigt många. Det är dessutom i nuläget svårt att kvantifiera utsläpp av metan och lustgas på anläggningsnivå.

Carbon gap har presenterat en liknande idé inom ramen för vad de kallar för Removal Trading System (RTS), dvs. ett separat handelssystem för permanenta upptag. Systemet bygger i stor utsträckning på idén om att vissa verksamheter skulle åläggas en skyldighet att avlägsna koldioxid som innebär att de behöver köpa enheter från permanenta upptag från en reglerad marknad, antingen direkt från en central myndighet/institution eller genom att handla med andra företag, och att den skyldigheten växer över tid. Den slutliga rapporten kommer att presenteras juni 2025.

Sannolikt skulle något annat typ av styrmedel behöva införas innan kvotplikten inrättas (exempelvis omvända auktioner), då kvotplikten delvis förutsätter att det finns enheter från permanenta upptag att köpa innan systemet träder i kraft. Detta alternativ behöver analyseras mer i detalj.

3.6.1 Skapas tillräckliga incitament för permanenta upptag?

En kvotplikt för permanenta upptag på verksamhet som ger upphov till utsläpp av växthusgaser skulle skapa incitament för investeringar i permanenta upptag. En kvotplikt kan också ta hänsyn till att de olika teknikspåren för permanenta upptag har nått olika tekniskt mognad och innebär olika hållbarhetsrisker. Detta skulle kunna åstadkommas genom att värdera de olika teknologierna olika, exempelvis genom att fastställa att 1 enhet negativa utsläpp från DACCS berättigar till 2 enheter permanenta upptag i kvotplikten. En sådan värdering av olika teknikspår skulle behöva förändras med tiden.

3.6.2 Klimat- och miljöhållbarhet

Bevarande av incitamenten för utsläppsminskning

En fördel med en kvotplikt är att utsläppsminskningar och upptag hålls helt separerade, vilket minimerar risken för att incitamenten att minska utsläppen minskar.

Risk för negativa effekter på LULUCF

En fördel med en kvotplikt är att det i viss utsträckning finns möjligheter att på för hand identifiera hur stora kvantiteter bio-CCS, avskiljning av koldioxid från uppgradering av biogas samt DACCS som kommer att skapas. Detta gäller särskilt om de olika teknikspåren värderas olika (se avsnitt 3.6.1). Valet av kvoter kan därmed i viss utsträckning ta hänsyn till mängden tillgänglig hållbar biomassa för Bio-CCS, i enlighet med kommissionens modellerade nivåer, och minska risken för att negativa effekter på nettoupptaget i LULUCF-sektorn.

Risk för inlåsning av bioenergin i teknikspår

En kvotplikt kan i begränsad utsträckning beakta risken för att bioenergin låses in i teknikspår såvida inte de olika tekniskspåren värderas olika. Genom att värdera bioenergi med hög hållbarhetsrisk kan risken för inlåsnings i sådan alternativ minska. Sker inte detta är det bara nivån på kvotplikten som kan hantera risken för inlåsningsar.

Samstämmighet med klimatmålen

Genom att kvotplikten kan skalas upp succesivt finns det möjlighet att låta den överstiga ett 1:1 förhållande, så att verksamheter som har kvarvarande utsläpp efter 2050 tvingas kompensera dessa med en större mängd permanenta upptag, kan en kvotplikt bli förenligt med EU:s långsiktiga mål om att nå nettonegativa utsläpp. Däremot skulle det sannolikt vara svårt att lägga hela den finansieringsbördan på verksamheter med kvarvarande utsläpp, vilket talar för att kvotplikten på sikt skulle behöva kompletteras och /eller ersättas med en annan mekanism (se avsnitt 3.7).

3.6.3 Kostnadseffektivitet

En kvotplikt är ett marknadsdrivet styrmedel som skapar kostnadsminskningar genom att de kvotpliktiga aktörerna fritt kan välja de billigaste lösningarna för att uppfylla kvoten. En kvotplikt kan dock initialt ha en något lägre konstandseffektivitet är en indirekt integrering av permanenta upptag med omvända auktioner. Detta är en konsekvens av att kostnaden för permanenta upptag idag är osäkra och svåra att bedöma. Omvända auktioner kan hantera detta genom att de syftar till att hitta lägsta kostnaden för ett givet teknikspår. Genom att värdera teknikspår olika i en kvotplikt kan dessa skillnader minska.

Kvotplikt fungerar generellt bäst för mogna teknologier där kostnadsspridningen mellan aktörer är liten. I en sådan situation kan kvotplikten skapa en stabil efterfrågan på permanenta upptag och därmed ge tydliga incitament för investeringar.

3.6.4 Genomförbarhet

Administrativ börda

Generellt sett är den administrativa bördan för kvotpliktsystem lägre än för omvända auktioner. Med ett kvotpliktsystem har staten initialt en administrativ börda med att utforma systemet. När det väl är på plats handlar det för staten framför allt om övervakning och tillsyn samt uppföljningar som kan innebära att mindre justeringar av systemet. Precis som för övriga alternativ kommer det finnas en administrativ börda för företag som har permanenta upptag eftersom de behöver visa att de permanenta upptagen uppfyller krav i regleringen, t.ex. CRCF.

Statsfinansiella effekter

De statsfinansiella effekterna skulle vara mycket små då hela idén om en kvotplikt bygger på att verksamheterna tilldelas en skyldighet att köpa en viss mängd permanenta upptag, kostnaden faller således på enskilda verksamheter.

3.7 Nationella åtaganden och handel med permanenta upptag

Ett alternativ som vi har diskuterat men som inte har analyserats av andra aktörer i nuläget är möjligheten att införa nationella åtaganden. Precis som att länderna idag har nationella åtaganden för att minska utsläppen i ESR, skulle det kunna införas en skyldighet att bidra till permanenta upptag. Vi ser framför allt att det kan (eller bör) diskuteras när vi närmar oss 2050 eftersom det finns en logik i att låta medlemsstaterna ta ett större ansvar för att EU ska nå nettonegativa utsläpp efter 2050 och att det kan vara svårt att få de så kallade residualutsläpparna att acceptera att de ska kompensera för *mer* än sina kvarvarande utsläpp.

Det innebär inte nödvändigtvis att medlemsstater bör (eller kan) ha ett lika stort åtagande/stå för lika mycket finansiering eftersom förutsättningarna mellan länderna skiljer sig åt. På samma sätt som att medlemsstaternas åtaganden mot ESR är differentierade, utifrån BNP/capita, kan det finnas skäl för differentierade åtaganden även här.

Denna differentiering kan även behöva ta hänsyn till att potentialen för bio-CCS och DACCS skiljer sig åt mellan länder. Den största producenten av bioenergi är Tyskland, följt av Frankrike, och Sverige. I relation till existerande totala nationella utsläpp är dock potentialen för bio-CCS störst i Sverige, följt av Estland och Finland. Det går även att argumentera för att en differentiering skulle behöva ta hänsyn till länders residualutsläpp såvida det inte finns andra regelverk som gör att verksamheter med residualutsläpp på annat sätt är med att finansiera permanenta upptag.

Vi bedömer dock att det inledningsvis kommer att vara mer kostnadseffektivt att skapa incitament för permanenta upptag med EU-övergripande styrmedel, jämfört med att EU beslutar om nationella åtaganden för permanenta upptag där länderna själva ansvarar för att ta fram styrmedel. Styrmedel på EU-nivå skapar bättre förutsättningar för att investeringar och insatser görs där vi får mest upptag för pengarna.

Kostnaderna för permanenta upptag förväntas även under en längre period vara högre än för utsläppsminskande åtgärder och om styrmedel inrättas på nationell nivå kommer priserna sannolikt att skilja sig åt mellan medlemsländerna. Det bedöms därför vara mer kostnadseffektivt om de permanenta upptagen kan skapas där det är billigast inom EU i stället för att varje medlemsland ska generera en viss mängd själva.

Länderna kommer dessutom ha mycket olika förutsättningar, inte minst olika stor potential för att genomföra åtgärder, och det är mycket troligt att det behöver finnas en stor flexibilitet där handel av permanenta upptag mellan länder tillåts. I jämförelse med andra alternativ kan nationella åtaganden dessutom förväntas innebära högre administrativa kostnader eftersom varje land behöver bygga upp egna stödssystem.

EU har också sammantaget en bättre förmåga att se behovet av att skapa incitament för flera typer av tekniker, och utforma tekniks specifika stöd, medan enskilda länder kan vilja styra utvecklingen mot en specifik teknik som är gynnsam för det enskilda landet.

Inom ramarna för denna analys har det inte varit möjligt att närmare belysa olika former av differentiering av permanenta upptag mellan medlemsstater, det kräver ytterligare analys. Vår bedömning är dessutom att det är få aktörer som ser nationella åtaganden som ett alternativ för att skapa incitament i nuläget.

3.8 Politisk acceptans

En viktig del av bedömningen av de olika styrmedelsalternativen för permanenta upptag som finns i detta kapitel är den politiska acceptansen. Generellt sett bedöms olika alternativ som rör direkt eller indirekt integrering i EU ETS ha en större acceptans eftersom det relaterar till vad EU kommissionen förväntas presentera. Att få igenom ett alternativ till detta kan förväntas förutsätta att ett tydligt förslag presenteras som dessutom har stöd från andra länder.

På Climate Change committee mötet den 17 april 2024⁵⁴, läste först kommissionen upp ett anförande där de tryckte på vikten av att inkludera permanenta upptag i en EU gemensam policy innan 2030. Kommissionen lyfte vikten av att följande mål uppnås;

- 1) permanenta upptag ska kompensera residualutsläpp för att sedan bidra till nettonegativa utsläpp,
- 2) det behöver skapas incitament både för uppskalning av industriella och naturbaserade lösningar, och
- 3) dubbelräkning ska undvikas.

Även Norge, Finland, Sverige, Danmark, Tyskland och Nederländerna läste upp egna anföranden där de tryckte på vikten av tydlig reglering innan 2030.

Danmark har publicerat sin position⁵⁵ som bygger på att de vill se en direkt integrering i EU ETS så snart som möjligt. De anser att marknadsstabiliseringsreserven initialt kan motverka att utsläppstaket påverkas av den mängd negativa utsläpp som genereras fram till och med ungefär 2040 då de permanenta upptagen i stället kan användas för att kompensera för residualutsläppen. En nackdel med detta förslag är att det sannolikt inte kommer att skapa tillräckligt stora mängder permanenta upptag 2030–2040, och att det framför allt är de billigaste teknikerna som ges tillräckliga incitament. Det saknas dessutom förslag kopplat till att EU behöver skapa incitament för nettonegativa utsläpp efter 2050, dvs. förslaget tar oss enbart till nettonoll. En tidig direkt integrering skulle dock gynna Danmark

⁵⁴ där den uppdaterade Kommissionens genomförandeförordning (EU) 2020/1208 av den 7 augusti 2020 om struktur, format, inlämningsförfaranden och granskning gällande medlemsstaternas rapportering av information antogs.

⁵⁵ [EUU, Alm.del - 2023-24 - Bilag 756: Positionspapir vedrørende integrering permanent CDR in the EU ETS](#)

eftersom de har relativt stor potential för CCS på uppgradering av biogas, och för biokol om det skulle klassas som ett permanent upptag, dvs. de tekniskspår som anses kunna hamna i prisparitet med priset på utsläppsrätter i EU ETS först.

Utöver detta har även Danmark tillsammans med Nederländerna skrivit ett gemensamt Non-paper till kommissionen där de lyfter behovet av att skapa incitament för Bio-CCS och DACCS. De lyfter tydligt fram vikten av att dessa incitament inte ska påverka incitamenten för utsläppsminskningar. De lyfter fram att kommissionen bör analysera en direkt integration i EU ETS där enheter från permanenta upptag kan genereras i systemet, och att motsvarande EUA:er annulleras i efterhand, dvs. en justering som innebär att taket bibehålls (likt det alternativ som vi diskuterar i avsnitt 3.3). De anser även att kommissionen bör analysera alternativet att låta auktionsintäkter från EU ETS användas för omvända auktioner, eller möjligheten att kombinera dessa.

Storbritannien har publicerat en ”consultation overview” angående hur permanenta upptag kan hanteras inom UK ETS. De alternativ som förespråkas i den analysen är takjustering efter att de permanenta upptagen inkluderas, dvs. även det i linje med alternativet med direkt integrering med volymbegränsningar och bevarande av utsläppstak i denna analys.

Sammanfattningsvis förefaller det som att incitament för permanenta upptag är en viktig fråga för de flesta länderna i norra Europa. Samtliga ser EU ETS som en möjlighet till att skapa incitament för permanenta upptag, men samtidigt lyfter länderna också behovet av skyddsåtgärder som ser till att det totala taket i EU ETS inte påverkas på ett sätt som minskar omställningstrycket i de sektorer som omfattas av systemet. Detta talar för att det i nuläget finns viss acceptans för en direkt integrering med restriktioner och bevarande av taket eller någon form av indirekt integrering i EU ETS, men som vi har påtalat tidigare pågår det analyser av andra alternativ som kan bli aktuella.

Vi noterar även att enskilda länder har påbörjat arbetet med att formulera nettonegativa mål, Tyskland avser exempelvis ta fram förslag på det inom ramen för den långsiktiga strategi för negativa utsläpp som de arbetar med,⁵⁶. Danmarks regeringen har i regeringsunderlaget från 2022 redan föreslagit ett nettonegativt klimatmål på 110 procent reduktion jämfört med 1990 års nivåer till 2050⁵⁷. Om liknande diskussioner skulle påbörjas även på EU-nivå kan det få påverkan på vilka styrmedel som kan komma att behövas för att skapa den typen av incitament, dvs ännu större volymer, och andra alternativ kommer då sannolikt att bli aktuella.

⁵⁶ BMWK - Langfriststrategie Negativemissionen zum Umgang mit unvermeidbaren Restemissionen (LNe)

⁵⁷ Regeringsgrundlag 2022 - Statsministeriet

3.9 Konsekvenser för Sverige

Sverige har goda förutsättningar för bio-CCS från större punktkällor (se avsnitt 2.4). I ett europeiskt perspektiv finns det också bra förutsättningar för utbyggnad av förnybar elproduktion vilket trots ett alltmer integrerat europeiskt elnät kan förväntas leda till lägre elpriser och en komparativ fördel för investeringar i DACCS i Sverige. I jämförelse med många andra länder ligger dessutom Sverige långt framme när det gäller utvecklingen och kommersialisering av teknik för permanenta upptag, inte minst genomförandet av omvända auktioner för bio-CCS.

De samhällsekonomiska konsekvenserna för Sverige av permanenta upptag är svåra att bedöma. Detta beror på att det är svårt att bedöma risken för att bioenergin låses in i större punktkällor som är lämpliga för avskiljning och istället för att handla i andra sektorer som är i beroende av biogena kolatomer. Detta innebär att permanenta upptag riskerar att indirekt försvåra för utsläppsminskande åtgärder. Ytterst handlar det för Sverige, precis som för EU, om att balansera olika risker och möjligheter. Det handlar om att skapa en lagom mängd permanenta upptag samtidigt som man inte försämrar förutsättningarna för utsläppsminskningar i verksamhet med högt förädlingsvärde.

Ytterst handlar det för Sverige, precis som för EU, om att balansera olika risker och möjligheter. Det handlar om att skapa en lagom mängd permanenta upptag samtidigt som man inte försämrar förutsättningarna för utsläppsminskningar inom andra sektorer som är i behov av bioråvara eller biogen CO₂ för omställningen, som flyg, sjöfart och petrokemiindustrin. Detta innebär att volymen permanenta upptag kan behöva begränsas även utifrån ett svenskt samhällsekonomiskt perspektiv.

3.9.1 Valet av styrmedel och dess utformning påverkar konsekvenserna

Valet av styrmedel i EU och inte minst styrmedlens konkreta utformning kan få olika konsekvenser för Sverige. Vi bedömer att Sverige åtminstone initialt bör förorda styrmedel som tar hänsyn till den tekniska mognaden och kostnadsbilden. Risken är annars att bio-CCS i Sverige inte blir konkurrenskraftigt eftersom det finns billigare alternativ såsom biogas och biokol där andra länder har större potential. För Sverige skulle det därför vara bra om de initiala styrmedlen inte utgår från att minimera de kortsiktiga kostnaderna för permanenta upptag utan att det skapas incitament som tar hänsyn till teknologiernas mognad och kostnader, t.ex. genom en indirekt integrering i EU ETS med teknikspecifika omvända auktioner eller en prismekanism. Objektivt kan detta motiveras av att syftet initialt behöver vara att skapa en teknisk utveckling och påbörja en kommersialisering av permanenta upptag från flera tekniska alternativ.

Omkring 2040 kan dock DACCS, som bedöms vara en dyrare teknologi för permanenta upptag, behöva kommersialiseras i större omfattning. DACCS skulle därmed kunna bli marginalprissättande vilket innebär att ägare av bio-CCS skulle

kunna erhålla ekonomisk övervinst (producer surplus) vid en direkt integrering i EU ETS. Det är dock svårt att bedöma om och när detta kommer att ske.

Sverige kommer att kunna bidra med kunskap

Sverige är ett av de medlemsländer i EU som ligger långt fram när det gäller utvecklingen av teknik och kommersialisering av permanenta upptag. Den kunskap som skapas genom detta arbete kommer att vara av stor vikt för den gemensamma utvecklingen inom EU, inte minst gäller detta kunskap från omvända auktioner. Sverige bör vara aktivt i EU för att sprida denna kunskap, inte minst i utformandet av ett regelverk för permanenta upptag i EU. En del av detta kommer att vara att säkerställa förenlighet med de svenska omvända auktionerna och EU:s primärrätt.

3.10 Sammanfattande bedömning – styrmedel för permanenta upptag

Det alternativ som diskuteras allra mest i nuläget är hur en integrering av permanenta upptag i EU ETS skulle kunna göras utan att minska incitamenten för utsläppsreducerande åtgärder och investeringar.

En övergripande bedömning för en direktintegrering av permanenta upptag i EU ETS är att detta bör vara regelstyrd och utgå ifrån att incitamenten för utsläpmsminskande åtgärder ska bevaras. Det kan t.ex. vara en regel som bygger på att priset på utsläppsrätter under en längre period behöver motsvara priset på permanenta upptag från bio-CCS på kraftvärmeverk eller DACCS för att direktintegrering ska ske. Detta kan förväntas ske först fram emot 2040. En konsekvens av detta är att en direkt integrering av permanenta upptag i EU ETS åtminstone behöver vänta till denna tidpunkt. Att en direkt integrering ska ske kan dock fastställas tidigare för att ge investerings säkerhet, t.ex. i ETS-direktivet och/eller i en strategi för upptag av växthusgaser.

En annan övergripande bedömning är att indirekt integrering av permanenta upptag i EU ETS kan behövas tidigare, dels för att skapa innovationshöjande incitament, dels för att skapa enheter av permanenta upptag som kan sparas till den fas där bara utsläpp som är mycket svåra att minska kvarstår. Ett starkt skäl för det senare är att vi bedömer att potentialen för permanenta upptag kommer att vara mindre än mängden utsläpp som är mycket svåra att minska. Dessutom behöver hänsyn tas till att permanenta upptag kommer att behövas för att skapa nettonegativa utsläpp efter 2050. Detta innebär att en eventuell direkt integrering i EU ETS bör vara kvantitativt begränsad och ske med stor försiktighet.

De olika styrmedelsalternativ som analyserats i detta kapitel har därmed olika styrkor och svagheter beroende på i vilken fas (se figur 1) det handlar om.

I den första fasen behövs lärande och teknisk utveckling efterfrågan på permanenta upptag

Initialt ser vi att det finns ett behov av styrmedel där det primära syftet är att skapa lärande och teknisk utveckling genom utbyggnad av ett antal

fullskaledemonstrationsprojekt för hela värdekedjan, dvs. avskiljning, transport och lagring. Detta lärande behövs även för att kunna identifiera och hantera eventuella juridiska svårigheter. Först när detta lärande har skapats bör styrmedel med syfte att skapa en större efterfrågan på permanenta upptag genomföras. Statligt stöd till denna utveckling kan motiveras av att forskning och innovation är en kollektiv nytta.

I ett första skede är det därmed viktigt att mobilisera finansiering och undersöka ytterligare EU-finansieringsverktyg. Samtidigt måste man undvika att försvaga stödet till annan teknik som är avgörande för att åstadkomma djupgående och snabba utsläppsminskningar och som ges stöd inom ramen för Innovationsfonden. Detta talar för att finansieringen behöver komma från intäkterna från auktionering av utsläppsrätter, som idag tillfaller medlemsstaterna, eller genom omprioritering inom existerande EU budget. Syftet med denna finansiering skulle vara att stötta ett 10-tal fullskaleanläggningar för hela värdekedjan av bio-CCS och DACCS i EU. Kostnaden för ett sådant stöd, fram till 2030, behöver dock inte bli så hög, ungefär 4–7 miljarder euro per år.

Efter 2030 kan en större efterfråga på permanenta upptag börja skapas. Syftet med detta är att skapa skalfördelar som leder till att kostnaderna för permanenta upptag minskar ytterligare och att skapa förutsättningar för att permanenta upptag ska kunna bidra till ett övergripande 2040-mål och kompensera för kvarvarande utsläpp under 2040-talet. Som redan nämnts bedömer vi att permanenta upptag bör sparas under en stor del av 2030-talet för att sedan användas för att kompensera för utsläpp som är mycket svåra att minska.

Denna större efterfrågan kan skapas genom en *indirekt* integrering i EU ETS. Det kan till exempel ske genom att en del av de auktionsintäkter från EU ETS som idag går till medlemsländerna används för att finansiera ett EU-övergripande program för omvända auktioner. Detta kan ske genom att pengar avsätts från auktioneringen av utsläppsrätter från ETS men även genom intäkter från CBAM.

I den andra fasen behöver permanenta upptag användas för att kompensera för utsläpp som är mycket svåra att minska

I den andra fasen kommer permanenta upptag i större sträckning behövas för att kompensera för utsläpp som är mycket svåra att minska, s.k. residualutsläpp, i jordbruket, ETS1, och eventuellt även ETS2. Det kan inte heller uteslutas att permanenta upptag kommer att behövas för att mål i LULUCF ska kunna uppnås.

I den här fasen kan en direkt integrering i EU ETS vara aktuell. Detta innebär att verksamheter inom EU-ETS kan ersätta utsläppsminskningar med utsläppsrätter från permanenta upptag. Vår analys belyser behovet av att införliva skyddsåtgärder och specifika restriktioner för permanenta upptag om de integreras direkt i EU ETS, för att säkerställa systemets miljöintegritet.

I den tredje fasen, efter 2050, behöver det finnas mål och incitament för nettonegativa utsläpp

I den tredje fasen kommer permanenta upptag i större utsträckning behövas för att också generera negativa utsläpp. En förutsättning för att skapa incitament för nettonegativa utsläpp kommer förmodligen vara att EU så småningom lägger fram konkreta förslag på mål som sträcker sig bortom 2050. Ett sådant arbete har påbörjats i Tyskland som nu arbetar med att ta fram en långsiktig strategi för negativa utsläpp där de avser föreslå ett mål till 2060 som fastställer mängden nettonegativa utsläpp. I Danmark har regeringen lagt fram ett förslag om ett uppdaterat mål till 2050 som innebär att utsläppen ska minska med 110 procent.

En direkt integrering i EU ETS eller en kvotplikt skulle kunna skapa incitament för nettonegativa utsläpp efter 2050 om verksamheter behöver kompensera för *mer* än vad de släpper ut genom någon slags växelkurs eller om all verksamhet i EU ETS får åtaganden om permanenta upptag.

Det är dock mer logiskt att medlemsländerna tar ett större ansvar för att skapa negativa utsläpp och kompensera för historiska utsläpp i det här skedet, dvs. att en skyldighet att fånga in koldioxid från atmosfären inrättas på medlemsstatsnivå. Hur en sådan skyldighet skulle kunna fördelas mellan medlemsstaterna kräver ytterligare analys.

En strategi kan skapa bättre investeringsförutsättningar

Eftersom vi ser ett behov av att styrmedel för permanenta upptag utvecklas över tid och investeringar i permanenta upptag har lång livslängd kommer det att bli viktigt att visa upp en långsiktighet i den politiska inriktningen. Vissa aktörer har uttryckt att det finns ett behov av att ta fram en utvecklad/specifik strategi som fokuserar på upptag av koldioxid, både permanenta och naturliga.⁵⁸ Vi delar den uppfattningen och bedömer att det vore bra om EU kommissionen kunde ta fram en strategi som bland annat konkretiserar målnivåer både för permanenta och naturliga upptag till 2040 och 2050. I en sådan strategi behöver kommissionen även tydliggöra hur incitament ska kunna skapas och hur investeringar ska finansieras. En sådan strategi borde rimligtvis även adressera den potentiella konkurrens som finns mellan användning och lagring av koldioxiden från avskiljning från uppgradering av biogas, stora punktutsläpp från bioenergi och DACC. I en sådan strategi borde även de naturliga upptagen i LULUCF-sektorn ingå, målnivåer och förslag på hur incitament till åtgärder ska skapas för att kunna bibehålla, stärka och skapa en resilient kolsänka på lång sikt.

⁵⁸ Carbon Gap, *Envisioning a Carbon Removal Strategy for Europe*, 2023.

4. Bokföring av permanenta upptag mot målen

I tidigare avsnitt har vi diskuterat olika alternativ för att skapa incitament för permanenta upptag. I det här kapitlet diskuterar vi hur eventuella enheter från permanenta upptag skulle kunna kopplas till EU:s pelare för klimatpolitiken, dvs. hur bokföringen mot målen skulle kunna se ut givet olika vägval. En viktig utgångspunkt för denna analys är att det inte behöver finnas en direkt koppling mellan hur incitament för permanenta upptag skapas och hur de bokförs. Detta innebär t.ex. att finansieringen för permanenta upptag skulle kunna komma från EU ETS men att enheterna bokförs i en annan pelare. Samtidigt kan valet av var permanenta upptag ska bokföras ha betydelse för hur incitament kan skapas och vice versa. Delvis har vi därför redan berört frågor som rör bokföring i kapitel 3 när olika styrmedel analyserats, särskilt kopplat till indikatorn om samstämmighet med EU:s långsiktiga klimatmål.

Idag sker bokföring av utsläpp och upptag mot tre pelare: EU:s system för handel med utsläppsrätter (ETS1) och ansvarsfördelningsförordningen (Effort Sharing Regulation, ESR), medan naturliga upptag bokförs enligt förordningen för markanvändning, förändrad markanvändning och skogsbruk (LULUCF). I nuvarande regelverk saknas det tydlighet kring hur permanenta upptag ska bokföras.

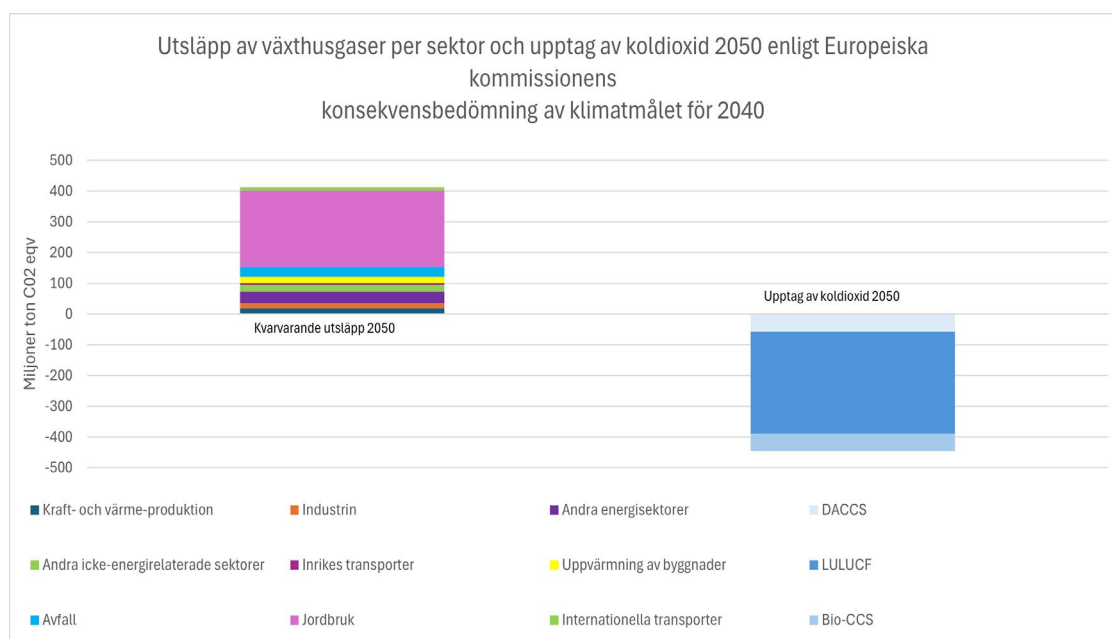
Det är dock inte givet hur EU:s klimatramverk kommer att se ut efter 2030. Det finns sedan tidigare en diskussion om att integrera jordbrukssektorn, som idag är en del av ESR, med LULUCF-sektorn och skapa en AFOLU-sektor (Agriculture, Forestry and Other Land Use). EU kommissionen förväntas också under 2028 återkomma med en första utvärdering av en eventuell integrering av EU ETS1 och ETS2. Sammantaget innebär detta att det i detalj är svårt att avgöra vilka alternativ för bokföring mot målen som kommer att finnas efter 2030. I det här kapitlet resonerar vi därmed mer om viktiga principer för en bokföring av permanenta upptag. Vi har därför valt att fokusera på viktiga principer för hur permanenta upptag bör bokföras (se avsnitt 4.2).

Som vi har konstaterat på flera ställen i rapporten bör enheter från permanenta upptag främst användas för att nå EU:s långsiktiga mål om nettonollutsläpp 2050 och nettonegativa utsläpp därefter. Det innebär att de permanenta enheterna, innan 2050, främst bör kompensera för utsläpp i sektorer där det är mycket svårt att helt minska utsläppen. Exakt vilka dessa sektorer kommer att vara när vi närmar oss 2050 är svårt att säga idag, däremot kan vi få viss information om det från kommissionens senaste scenarier. Eftersom detta har betydelse för valet av bokföring av permanent upptag inleder vi analysen med en beskrivning av detta.

4.1.1 Vilka sektorer bedöms ha kvarvarande utsläpp 2040 och 2050

I kommissionens senaste scenarier minskar de totala utsläppen till 2040 med 85 procent (brutto) och med 92 procent till 2050, om vi exkluderar både naturliga (LULUCF) och permanenta upptag. Modelleringen visar att det återstår cirka 400 miljoner ton växthusgasutsläpp 2050, dessa utsläpp domineras av jordbrukssektorn, men även industrin, sektorn för uppvärmning av byggnader, avfallshantering samt transportsektorn kommer ha vissa utsläpp kvar (se figur 5 nedan).

Figur 5. Kvarvarande utsläpp av växthusgaser per sektor och upptag av koldioxid 2050 enligt kommissionens scenarier i konsekvensanalysen för 2040-målet, uttryckt i miljoner ton CO2 ekvivalenter.



Källa: European Commission Impact Assessment Report SWD (2024) 63 final

4.2 Viktiga principer för bokföring av permanenta upptag

Vi kan således konstatera att även 2050 när EU ska nå nettonollutsläpp av växthusgaser finns det troligen kvar utsläpp i flera sektorer. Detta har implikationer för hur permanenta upptag bör bokföras. Vi har identifierat två principer och en tumregel som är centrala för val av bokföring av permanenta upptag.

Princip 1 – flexibilitet behöver möjliggöras

Vi bedömer att bokföringen bör utgå ifrån att permanenta upptag ska kunna bidra till nettonegativa utsläpp och kompensera för utsläpp som är mycket svåra att minska, s.k. residualutsläpp.

Flexibiliteter kan även behövas för att skapa acceptans för höga ambitionsnivåer till 2040 i övriga pelare. Möjligheten att kunna använda permanenta upptag för att

balansera svårigheter med måluppfyllelse i LULUCF skulle exempelvis kunna vara avgörande för enskilda länders vilja att anta ambitiösa mål för LULUCF-sektorn, med tanke på de osäkerheter som finns. Samtidigt finns det en viss koppling mellan skogsavverkningsnivåer och potentialen för exempelvis bio-CCS som kan tala emot en sådan flexibilitet.

Framtiden för ESR är osäker och vi vet ännu inte om ESR kommer att göras om helt och ersättas med något annat. Det kan finnas behov av viss flexibilitet med ETS2, även om de kvarvarande utsläppen där bedöms vara små. Mer parten av de kvarvarande utsläppen kommer dock att finnas i jordbrukssektorn.

En viss del permanenta upptag kommer även att behövas i EU ETS och eventuellt kan även permanenta upptag behövas för att generera en marknadsstabiliserande reserv i EU ETS. Permanenta upptag kan därmed få flera syften i klimatpolitiken.

En slutsats och princip för bokföring av permanenta upptag är därmed att flexibilitet behöver möjliggöras.

Princip 2 – möjligheten att spara enheter från permanenta upptag

Tidigare i rapporten har vi konstaterat att mängden utsläpp är mycket svåra att minska kan vara större än den årliga mängden permanenta upptag på 2040-talet. Utifrån detta bedömer vi att permanenta upptag som skapas under åtminstone stora delar av 2030-talet behöver sparas för senare användning.

En slutsats och princip för bokföring av permanenta upptag initialt är därmed att den ska möjliggöra att permanenta upptag kan sparas under 2030-talet.

Grundregel – "like-for-like"

Enligt den s.k. "like-for-like"-principen bör kvarvarande utsläpp kompenseras med permanenta upptag som har samma varaktighet som de utsläpp de avser att kompensera för. Detta innebär att kvarvarande fossila utsläpp, som har en långvarig påverkan på temperaturen, bör kompenseras med permanenta upptag med motsvarande varaktighet. Däremot kan utsläpp med en mer kortvarig temperaturhöjande effekt, såsom de som orsakas av förändringar i markanvändning eller kortlivade växthusgaser från jordbrukssektorn, kompenseras med negativa kolupptag som erbjuder mindre varaktig lagring, exempelvis kolinlagring inom skogs- och marksektorn (LULUCF). Vi bedömer att like-to-like bör vara en grundregel för valet av bokföring och möjligheten till flexibilitet. En annan fördel med denna princip är att mätosäkerheten är den samma för utsläpp som upptag inom respektive sektor. Industriella permanenta upptag kan övervakas med låg mätosäkerhet, medan kolupptag i LULUCF sektorn har en högre osäkerhet.

4.3 Mycket talar för bokföring i en egen pelare

Hur permanenta upptag ska bokföras är beroende av hur styrmedel för permanenta upptag utformas. Det är därför viktigt att bokföring finns med i förhandlingar om

styrmedel. Vår bedömning är att principerna i föregående avsnitt bör vara vägledande för detta.

Mycket talar för att permanenta upptag bör hamna i en egen pelare i EU:s klimatpolitik utifrån principerna och grundregeln. Genom att skapa en egen pelare för permanenta upptag kan vi säkerställa att dessa enheter inte bokförs i sektorer som har stora möjligheter att minska sina utsläpp, och att de framför allt används för att kompensera för kvarvarande utsläpp i sektorer som inte har möjlighet att minska sina utsläpp fullt ut. En egen pelare skulle även möjliggöra att enheter för permanenta upptag sparas initialt för att möjliggöra ett större utbud när det bara återstår utsläpp som är mycket svåra att minska. En egen pelare bedöms även vara mest förenligt med det långsiktiga målet om att nå nettonegativa utsläpp.

En egen pelare för permanenta upptag skulle även möjliggöra att man i första hand följer like-för-like-grundregeln men även att permanenta upptag kan behöva täcka upp för andra sektorer om det verkligen visar sig behövas, till exempel genom att ett förändrat klimat gör att upptaget utvecklas sämre än förväntat. En egen pelare för permanenta upptag skulle också vara förenligt med att permanenta upptag kan användas i en marknadsstabiliseringsreserv för ETS om detta behövs.

Det är dock inte uteslutet att permanenta upptag bokförs i andra pelare. Detta beror dock väldigt mycket på hur mål och styrmedel utformas, exempelvis hur utsläppsbanan i EU ETS kommer att utvecklas efter 2030. I vissa scenarier kan det därför vara ett alternativ att bokföra permanenta upptag i andra pelare men detta går inte avgöra innan det finns en tydligare uppfattning om hur EU:s klimatpolitiska kommer att utvecklas till 2040.