



SWEDISH
ENVIRONMENTAL
PROTECTION
AGENCY

PM
2026-05-28

Åsa Weinholt
Tel: +46106981502
asa.weinholt
@naturvardsverket.se

Ärendenummer
NV-25-058297

Fördjupande analys – incitament för permanenta upptag på EU-nivå

I detta PM fördjupar och vidareutvecklar Naturvårdsverket tidigare analys av incitament för permanenta upptag i EU:s klimatramverk. Fokus ligger på hur behovet av permanenta upptag kan utvecklas mot 2040, vilka styrmedel och finansieringslösningar som kan behövas för att möjliggöra en bred teknikportfölj samt hur permanenta upptag kan integreras i EU ETS på ett sätt som värnar miljöintegriteten och samtidigt skapar tillräckliga incitament för investeringar. Analysen utgör en delredovisning i Naturvårdsverkets regeringsuppdrag *Analys av förslag till klimatåtgärder på EU-nivå 2026–2027*. I projektgruppen för framtagandet av denna PM har ingått Jens Månsson, Viktor Löfvenberg, Tobias Persson och Åsa Weinholt (projektledare).

Naturvårdsverkets slutsatser i korthet:

- EU bör besluta om ett separat mål för permanenta upptag till 2040 för att skapa investeringssäkerhet och möjliggöra en gradvis uppskalning.
- Inledningsvis bör fokus ligga på teknikstimulans och uppskalning. EU bör därför överväga att inrätta en Carbon Bank eller motsvarande fond med upphandlingsfunktion, finansierad genom auktionsintäkter och/eller fleråriga budgetåtaganden, för att skapa investeringssäkerhet och stödja en bred teknikportfölj.
- Auktionsintäkter från EU ETS är viktiga men sannolikt inte tillräckliga. Flera finansieringskällor kommer att behövas, inklusive budgetmedel från EU och medlemsstaterna samt auktionsintäkter från ETS 2.
- Utifrån en like-for-like-princip bör endast negativa enheter från bio-CCS och DACCS kunna användas för att kompensera för kvarvarande utsläpp i EU ETS, och möjligtvis ETS2, medan negativa enheter från andra tekniker skulle kunna kompensera för kvarvarande utsläpp i exempelvis jordbrukssektorn.
- En integrering i EU ETS måste ge tillräckliga incitament för investeringar med bibehållen miljöintegritet. Permanenta upptag bör omfattas av tydliga volymbegränsningar och höga krav på permanens, mätbarhet och verifiering. Miljöintegriteten kan säkerställas antingen genom integrering inom taket eller genom motsvarande justering av LRF om upptag tillåts utöver taket.

- Kompletterande styrmedel behövs både initialt och på längre sikt. Omvända auktioner, differenskontrakt (CCfD) och nationella stödssystem bedöms behövas för att stödja dyrare tekniker och möjliggöra nettonegativa utsläpp efter 2050.
- Ett separat EU-gemensamt system för permanenta upptag kan bli aktuellt på längre sikt, men kräver ytterligare analys av kostnader, acceptans och risk för koldioxidläckage.

Sammanfattning

EU behöver skala upp permanenta upptag till 2040

Permanent upptag, såsom bio-CCS och DACCS, bedöms vara en förutsättning för att Parisavtalets mål ska kunna realiseras och för att EU ska nå sina långsiktiga klimatmål, inklusive klimatneutralitet till 2050 och nettonegativa utsläpp därefter. Upptagen behövs för att kompensera för kvarvarande utsläpp som är mycket svåra att helt eliminera, både inom och utanför EU ETS, samt för att möjliggöra nettonegativa utsläpp efter 2050. I kommissionens scenarier bedöms EU behöva omkring 75 miljoner ton permanenta upptag till 2040 och drygt 100 miljoner ton till 2050. Samtidigt saknas i dag tydliga incitament, mål och tillräcklig finansiering för permanenta upptag inom EU, vilket riskerar att fördröja och försvåra utvecklingen.

Separata och långsiktiga mål för permanenta upptag behövs

Naturvårdsverket bedömer att EU bör överväga att införa ett separat mål för permanenta upptag till 2040 för att skapa investeringssäkerhet och möjliggöra en gradvis uppskalning av teknikerna. Målet skulle kunna vara bindande eller indikativt, men bör ligga nära kommissionens mer ambitiösa scenarier. Utan tillräcklig uppskalning till 2040 riskerar EU att öka beroendet av osäkra nettoupptag inom LULUCF och EU kan då behöva genomföra en snabbare och mer kostsam uppskalning, i ett läge där efterfrågan på kolatomer väntas öka inom exempelvis flyg, sjöfart och industri.

Ställningstagandet om ett separat mål för permanenta upptag har stärkts i och med överenskommelsen om att sänka ambitionsnivån i EU ETS inom ramen för EU:s klimatmål till 2040, eftersom lägre utsläppspriser riskerar att försvaga incitamenten för permanenta upptag. Naturvårdsverket bedömer att målet initialt bör fastställas på EU-nivå, medan ansvar mellan medlemsstater mer ändamålsenligt kan fördelas genom finansieringsmål eftersom permanenta upptag är en samhällsnytta som utgör en kollektiv skyldighet.

Betydande finansieringsbehov kräver flera finansieringskällor

Finansieringsbehovet för permanenta upptag bedöms vara betydande och öka över tid. För att möjliggöra omkring 5 miljoner ton permanenta upptag till 2030 uppskattas investeringsbehovet till cirka 2,6–6,1 miljarder euro. Till 2040 bedöms det totala behovet kunna uppgå till omkring 60–135 miljarder euro, beroende på teknikval och kostnadsutveckling. Kostnaderna bedöms vara högre vid större inslag av bio-CCS och DACCS, medan teknikportföljer med exempelvis biokol innebär lägre kostnader men också lägre permanens.

Samtidigt indikerar nya uppskattningar att osäkerheterna kring kostnader och potential kan vara större än vad som tidigare har antagits.

Naturvårdsverket bedömer att auktionsintäkter från EU ETS kan utgöra en viktig finansieringskälla, exempelvis genom att delar av intäkterna öronmärks för permanenta upptag. Samtidigt visar våra beräkningar att det är osäkert om dessa intäkter kommer att vara tillräckliga på längre sikt, dels eftersom de årliga auktionsintäkterna kan understiga det årliga finansieringsbehovet, dels eftersom ETS-priset kan vara lägre än kostnaden för de dyraste teknikerna. Dessutom behöver intäkterna även bidra till omställningen inom andra sektorer, såsom industri, sjöfart och flyg. Sammantaget bedöms ETS-intäkter vara en viktig men sannolikt inte tillräcklig finansieringskälla.

Samtidigt bedöms inte alla tekniker för permanenta upptag behöva finansieras genom eller integreras i EU ETS. Flera finansieringsströmmar kan motiveras av att svårminskade utsläpp inte enbart finns inom EU ETS, utan även inom delar av ETS 2 och jordbrukssektorn. Utifrån en like-for-like-princip bör främst bio-CCS och DACCS kopplas till EU ETS och möjligtvis ETS 2, eftersom dessa tekniker möjliggör en permanent lagring som i hög grad motsvarar fossila utsläpps varaktighet. Andra tekniker, såsom biokol, enhanced weathering och mineralisering, där permanensen är mer osäker, skulle kunna användas för att kompensera för kvarvarande utsläpp i jordbrukssektorn. Ytterligare finansiering skulle således kunna skapas genom att använda delar av auktionsintäkterna även från ETS 2 eller genom att fördela ansvar mellan medlemsstater i form av finansieringsmål för upptag.

Initialt, redan innan 2030, bör EU inrätta en fond eller en så kallad Carbon Bank med upphandlingsfunktion, finansierad genom auktionsintäkter och/eller fleråriga åtaganden från EU-budgeten, för att stödja marknadsutvecklingen och skapa investeringssäkerhet. En sådan modell kan bidra till att stödja en bred teknikportfölj och minska risken att enbart de billigaste teknikerna utvecklas i ett tidigt skede. En EU-samordnad köparklubb skulle dessutom kunna samla privat efterfrågan och möjliggöra gemensamma inköp då frivilligmarknaden kan utgöra ett viktigt komplement till offentlig finansiering, särskilt i tidiga skeden, förutsatt att offentlig och privat finansiering samordnas så att de förstärker snarare än tränger undan varandra.

Integrering i EU ETS kräver avvägningar mellan miljöintegritet och incitament för permanenta upptag

Kommissionen utreder framför allt tre alternativ för hur permanenta upptag kan integreras i EU ETS: (1) inom det befintliga utsläppstaket, (2) utöver taket, eller (3) genom en offentlig aktör, exempelvis en så kallad Carbon Bank, som upphandlar permanenta upptag som sedan kan tillföras utsläppshandelssystemet vid behov, exempelvis genom marknadsstabilitetsreserven.

Valet av modell kommer att få betydelse för både miljöintegriteten i EU ETS och för incitamenten att investera i permanenta upptag. En integrering inom taket där de negativa enheterna växlas in genom att en ordinarie utsläppsrätt annulleras när en negativ enhet skapas säkerställer miljöintegriteten i EU ETS eftersom det inte krävs några justeringar av den linjära reduktionsfaktorn. Samtidigt ger detta sannolikt en svagare efterfråga på permanenta upptag än i ett alternativ där enheter tillåts utöver taket eftersom det alternativet skapar mer av en separat efterfrågan på permanenta upptag genom att de tillför mer flexibilitet

och ökar det totala utbudet, vilket innebär att enheter från permanenta upptag kan efterfrågas även när det är billigare att minska utsläppen.

En integrering av permanenta upptag utöver utsläppstaket kan således skapa starkare incitament för investeringar i permanenta upptag, men behöver samtidigt utformas så att dessa enheter inte tränger undan utsläppsminskningar inom EU ETS. Om kommissionen exempelvis väljer att sänka LRF till 3,25 (vilket ligger i linje med scenario 3 i konsekvensanalysen) skulle LRF behöva justeras till 3,61 om 75 miljoner ton permanenta upptag ska tillåtas. En sådan justering gör att miljöintegriteten i EU ETS kan behållas.

Naturvårdsverket bedömer att en modell där en offentlig aktör (en Carbon Bank) kan ha flera fördelar, givet att det tydliggörs hur mycket finansiering som ska avsättas och att det införs tydliga volymbegränsningar till EU ETS. Om en sådan institution ges mandat att aktivt stötta teknikutveckling för en bred portfölj av tekniker kan en sådan modell skapa tydliga investeringssignaler och bättre förutsättningar att skala upp permanenta upptag utan att enbart de billigaste teknikerna gynnas i ett tidigt skede. Samtidigt förutsätter detta tydlig regelstyrning och förutsägbara kriterier för när de permanenta upptagen kan tillföras systemet. Utan sådana regler finns en risk att användningen av permanenta upptag påverkas av kortsiktig och politisk styrning som kan göra systemet mindre förutsägbart och skapa osäkerhet för investeringar. Med ett ändamålsenligt mandat kan denna modell även vara mer förenlig med EU:s långsiktiga behov av permanenta upptag eftersom den skapar förutsättningar att skala upp större volymer än vad EU ETS ensamt efterfrågar. Det kan vara viktigt både för att hantera kvarvarande utsläpp i sektorer utanför EU ETS och för att möjliggöra nettonegativa utsläpp på sikt.

Kompletterande styrmedel behövs initialt, men även på längre sikt

Om permanenta upptag integreras i EU ETS utan kompletterande styrmedel eller institutioner med mandat att stödja teknikutveckling finns en risk att endast de billigaste teknikerna gynnas, medan dyrare tekniker, såsom DACCS, inte ges tillräckliga incitament. Detta kan skapa ett successivt tryck att inkludera upptag med kortare lagringstid eller större osäkerheter kring mätning och permanens för att säkerställa tillräckliga volymer, vilket riskerar att urholka miljöintegriteten och försvaga omställningstrycket i industrin.

Naturvårdsverket bedömer därför att en integrering av permanenta upptag i EU ETS behöver kombineras med tydlig regelstyrning kring permanens, volymer och kriterier för integration, samt kompletterande styrmedel, exempelvis omvända auktioner, differenskontrakt (CCfD) eller nationella stödssystem.

På sikt kommer även de permanenta upptagen behövas också för att uppnå nettonegativa utsläpp. Om EU ETS skulle tillhandahålla incitament och finansiering för EU:s totala behov av permanenta upptag, skulle detta innebära en orealistisk och orättvis börda för de verksamhetsutövare i EU ETS som har restutsläpp. På sikt kommer därmed andra, kompletterande finansieringslösningar att behövas.

Att införa ett separat system för permanenta upptag, exempelvis i form av en kvotplikt på EU-nivå, skulle kunna skapa en förutsägbar efterfrågan och bidra till tidig etablering av tekniker samtidigt som incitamenten för utsläppsminskningar bibehålls. Samtidigt talar flera faktorer för att ett sådant

system bör införas först på längre sikt, när teknikutvecklingen har kommit längre. Det behövs dessutom ytterligare analys av kostnader, acceptans och risk för koldioxidläckage innan ett sådant system införs.

1. Inledning

Permanent upptag, så som bio-CCS och DACCS, bedöms vara en förutsättning för att Parisavtalets mål ska kunna realiseras och för att EU ska nå sitt klimatneutralitetsmål till 2050 och nettonegativa utsläpp därefter. Samtidigt saknas det idag både incitament och mål för permanenta upptag inom EU. Naturvårdsverket har tidigare analyserat hur sådana incitament kan skapas för att nå den målnivå kommissionen rekommenderade 2024, dvs. minst 90 procent minskade växthusgasutsläpp till 2040.¹ Sedan dess har dock förutsättningarna förändrats något och EU:s klimatlag medger numera att upp till 5 procent internationella krediter får användas för att uppnå 2040-målet. Därutöver slår klimatlagen fast att permanenta upptag ska kunna användas för att kompensera utsläpp som är särskilt svåra att minska inom EU ETS². Revideringen av klimatlagen har också gjort det tydligt att nuvarande utvecklingsbana för EU ETS ska ses över i syfte att möjliggöra en begränsad mängd utsläpp efter 2039. Många av de slutsatser som Naturvårdsverket presenterade i sin tidigare analys är fortsatt aktuella, trots ovanstående förändringar, men delar av analysen behöver revideras i ljuset av de nya förutsättningarna. Syftet med detta PM är därför att analysera konsekvenserna av de nya förutsättningarna, inklusive kostnadsuppskattningar, finansieringsbehov och möjliga policyalternativ på sikt.

I juli 2026 ska kommissionen rapportera hur incitament för investeringar i permanenta upptag kan skapas genom en integrering i EU ETS. Indikationer från kommissionen tyder på att tre alternativa utformningar utreds. I detta PM analyserar vi effekterna av respektive alternativ med fokus på hur de påverkar miljöintegriteten, de totala utsläppen inom EU ETS samt systemets förmåga att skapa incitament för permanenta upptag.

Inledningsvis sammanfattas Naturvårdsverkets tidigare bedömningar och utgångspunkter för analysen.

1.1. Utgångspunkter för analysen och frågor som utvecklas i detta PM

Våra bedömningar av styrmedel utgår från deras förmåga att möjliggöra en utbyggnad av permanenta upptag inom en bred teknikportfölj, samtidigt som miljöintegriteten upprätthålls. Det innebär att styrmedel behöver främja permanenta upptag utan att leda till ohållbart uttag av biomassa eller försvaga incitamenten för utsläppsminskningar. Bedömningarna omfattar även styrmedlens förenlighet med målen om nettonoll och nettonegativa utsläpp, deras kostnadseffektivitet och genomförbarhet, inklusive statsfinansiella effekter, politisk acceptans och relevans för svenska förutsättningar.

Naturvårdsverket har i tidigare analyser bedömt att separata målnivåer för permanenta upptag är nödvändiga för att möjliggöra verkningsfulla styrmedel och en gradvis uppskalning av teknikerna. En sådan uppdelning tydliggör hur stor del av klimatmålen som ska nås genom utsläppsminskningar respektive permanenta upptag, exempelvis bio-CCS, DACCS eller naturbaserade nettoupptag inom LULUCF. Det klargör samtidigt att utsläppen i princip alla sektorer behöver närma sig noll till 2050 och att utrymmet för att kompensera

¹ Skrivelse - *Analys av incitament och bokföring av permanenta upptag i EU till 2040*

² Förordning 2026/667.

kvarvarande utsläpp är begränsat. I tidigare analyser bedömdes behovet av permanenta upptag uppgå till 25–75 miljoner ton CO₂ år 2040, samtidigt som EU bör fastställa mål även för 2050 och därefter för nettonegativa utsläpp.

Att utforma ändamålsenliga styrmedel för permanenta upptag är komplext eftersom flera mål behöver uppnås samtidigt. Styrmedel behöver mobilisera finansiering på kort sikt, främja en diversifierad teknikportfölj med höga hållbarhetskrav och skapa långsiktig förutsägbarhet för investeringar, samtidigt som incitamenten för utsläppsminskningar bibehålls.

Då de flesta tekniker fortfarande är relativt omogna har Naturvårdsverket tidigare bedömt att styrmedel behöver utvecklas stegvis³. Före 2030 bör fokus främst ligga på teknikspecifika stöd som möjliggör lärande, kostnadsreduktioner och utbyggnad av fullskaledemonstrationsprojekt längs hela värdekedjan, avskiljning, transport och lagring.

Naturvårdsverket har tidigare bedömt att en integrering i EU ETS inte på egen hand kan ge tillräckliga incitament för att främja en bred portfölj av tekniker⁴. För merparten av de aktuella teknikerna bedöms åtgärdskostnaderna överstiga priset på utsläppsrätter och utan kompletterande stöd kommer framför allt de billigaste teknikerna att gynnas. Eftersom vår bedömning är att samtliga tekniker kommer att behövas för att nå de långsiktiga målen ser vi dessutom betydande risker kopplade till ett ohållbart uttag av biomassa om enbart de billigaste alternativen premieras. Naturvårdsverket har därför förordat det vi benämner en indirekt integrering i EU ETS under perioden 2030–2040, där utsläppsrätter eller auktionsintäkter används för att finansiera permanenta upptag. På så sätt bibehålls incitamenten för utsläppsminskningar inom EU ETS samtidigt som enheter från permanenta upptag kan sparas för framtida behov och användas för att kompensera för kvarvarande utsläpp, även i sektorer utanför EU ETS.

Vi bedömer vidare att Sverige, åtminstone initialt, bör verka för styrmedel som beaktar teknisk mognad och kostnadsnivåer, snarare än att ensidigt fokusera på att minimera de kortsiktiga kostnaderna för permanenta upptag. Annars riskerar bio-CCS i Sverige att bli mindre konkurrenskraftigt jämfört med billigare alternativ, såsom CCS vid uppgradering av biogas och biokol (förutsatt att detta klassas som permanent upptag), där andra länder har större potential. Ett sådant angreppssätt skulle dessutom gynna Sverige genom att skapa bättre förutsättningar för inhemsk uppskalning av bio-CCS och säkerställa att styrmedlen stödjer tekniker som är strategiskt viktiga i ett längre tidsperspektiv.

Naturvårdsverket utesluter således inte att permanenta upptag används för efterlevnad i EU ETS, men har bedömt att det bör vänta. Detta motiveras dels av att potentialen för permanenta upptag är begränsad och därför i första hand bör användas för att hantera utsläpp som är mycket svåra att helt minska (så kallat residualutsläpp), dels av behovet att spara upptag för att möjliggöra nettonegativa utsläpp på längre sikt.

Mot denna bakgrund fördjupar detta PM tidigare analyser och utvecklar särskilt följande frågor:

³ [Skrivelse - Analys av incitament och bokföring av permanenta upptag i EU till 2040](#)

⁴ Ibid

- **Potential och mål för permanenta upptag (kapitel 2)** – effekter av att tillåta upp till 5 procent internationella krediter för att nå minst 90 procent utsläppsminskning till 2040 samt utvecklad diskussion om potential och mål för permanenta upptag.
- **Styrmedel i en första uppskalningsfas (kapitel 3)** – vilka styrmedel som kan vara lämpliga för att möjliggöra en bred teknikportfölj för permanenta upptag och hur dessa kan behöva utvecklas över tid.
- **Finansieringsbehov och finansieringskällor (kapitel 4)** – hur stort finansieringsbehovet i EU kan tänkas vara för att nå nödvändiga volymer permanenta upptag till 2030 respektive 2040, samt hur detta förhåller sig till möjliga auktionsintäkter från EU ETS.
- **Alternativa modeller för integrering i EU ETS (kapitel 5)** – en fördjupad analys av tre modeller som kommissionen har indikerat som utgångspunkter för sitt arbete: (1) integrering genom offentlig aktör utöver taket, (2) integrering genom verksamhetsutövare utöver taket och (3) direkt integrering inom taket enligt principen ”en in – en ut”.
- **Alternativa styrmedel (kapitel 6)** – för- och nackdelar med andra styrmedelsalternativ, såsom kvotsystem, separata handelssystem för permanenta upptag och nationella mål, mot bakgrund av osäkerheten kring framtida behov av permanenta upptag och målet om nettonegativa utsläpp.

1.2. Teknikspår som inkluderas i analysen

I vår tidigare analys fokuserade vi främst på olika former av bio-CCS och DACCS, men även biokol inkluderades i viss utsträckning då det har framförts av vissa aktörer att denna teknik åtminstone delvis bör kunna klassas som permanent och potentiellt kunna integreras i EU ETS.

Det är fortsatt oklart i vilken utsträckning biokol kan klassas som ett permanent upptag. Enligt IPCC Refinement rapport ifrån 2019 appendix 4⁵ uppnår 80 procent av biokolet en permanens på över 100 år om det tillverkas genom pyrolys på över 450 grader. Enligt den delegerade akten 2026/285 till CRCF förordningen (EU) 2024/3012 så ska permanensen för biokolen beräknas utifrån standardiserade formler baserat på provtagning av biokolen. Det är alltså inte 100 procent av biokolen som produceras som kommer att räknas som permanent kolinlagring. Detta skapar en betydande osäkerhet kring biokolets faktiska potential som permanent upptag.

Mot denna bakgrund, och med hänsyn till att det redan finns detaljerade övervakningsregler inom CRCF samt att biokol ofta produceras i småskalig verksamhet, är det mycket som talar för att biokol inte kommer att inkluderas i EU ETS. Detta eftersom det inte finns något behov av att inkludera biokol i ETS för att det ska omfattas av krav på övervakning. ETS är dessutom i första hand utformat för större punktutsläpp och innebär en administrativ börda som kan vara oproportionerlig för mindre aktörer. Skulle det ändå bli så bör de övervakningsregler som redan etablerats genom CRCF även gälla för övervakningen inom ETS för att harmonisera regelverken.

⁵ IPCC. (2019). *Appendix 4: Method for Estimating the Change in Mineral Soil Organic Carbon Stocks from Biochar Amendments: Basis for Future Methodological Development*. In *2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*, Volume 4.

I denna rapport inkluderar vi även andra tekniker, såsom enhanced rock weathering (ERW) och direct ocean capture (DOC), då EU sannolikt kommer att behöva skapa incitament för en bred portfölj av tekniker för upptag med olika grad av permanens för att nå klimatneutralitet, vilket gör det relevantt att inkludera flera teknikspår när vi analyserar kostnader och finansieringsbehov. Samtidigt innebär detta inte att samtliga tekniker nödvändigtvis bör integreras i EU ETS, i det fall permanenta upptag inkluderas i systemet. Det skulle t.ex. vara mer logiskt utifrån en s.k. *like-for-like-princip*⁶, vilket Naturvårdsverket förordar, att biokol snarast kompenseras för utsläpp som är svåra att minska i jordbrukssektorn.

⁶ Att utsläpp bör kompenseras med andra utsläppsminskningar eller upptag med likvärdig permanens och mätosäkerhet.

2. En låg ambitionsnivå till 2040 kan riskera EU:s långsiktiga mål

Kommissionen har ännu inte föreslagit något separat mål för permanenta upptag. Deras långsiktiga scenarier indikerar dock att EU behöver skala upp dessa tekniker så att det avskiljs och lagras över 100 miljoner ton atmosfärisk och biogen koldioxid årligen 2050. I samtliga scenarier överstiger dock de kvarvarande utsläppen mängden permanenta upptag som faller ut, vilket innebär att nettoupptag inom LULUCF-sektorn förväntas bära en betydande del av bördan för att uppnå klimatneutralitet. Kommissionens bedömningar indikerar att det finns kvar 400–500 miljoner ton utsläpp år 2050 som behöver täckas av upptag, både permanenta och naturliga. Givet de osäkerheter som präglar LULUCF-sektorn finns det en risk att EU inte når de långsiktiga målen om inte de permanenta upptagen skalas upp i tillräcklig omfattning. Osäkerheten i LULUCF innebär att det faktiska behovet av permanenta upptag i realiteten kan bli över 200 miljoner ton år 2050 om EU med stor säkerhet ska nå sitt mål om klimatneutralitet.

EU:s beslut att tillåta upp till 5 procent internationella krediter för att nå minst 90 procents utsläppsminskning till 2040 innebär i praktiken att utsläppsbanan kan hamna närmare kommissionens scenario S2 än det mer ambitiösa scenario S3. I scenario S2 uppgår de permanenta upptagen till cirka 49 miljoner ton per år 2040, jämfört med omkring 75 miljoner ton i scenario S3. Ett mål i den lägre delen av detta intervall innebär att uppskalningen av permanenta upptag måste accelerera kraftigt efter 2040, under en period då efterfrågan på kolatomer samtidigt förväntas öka snabbt inom flyg, sjöfart och industri. Carbon gap har dragit samma slutsatser och menar att en utveckling i linje med S2 förstärker beroendet av osäkra nettoupptag i LULUCF samt av kostsamma och tekniskt omogna DACCS-lösningar. Högre ambitionsnivåer för permanenta upptag till 2040, i linje med eller nära scenario S3, bedöms i stället skapa bättre förutsättningar för gradvis uppskalning, lägre systemrisker och ökad investerings säkerhet.

Tabell 1. Permanenta och naturliga upptag i EU kommissionens scenarier

	2030	2040				2050			
		S1	S2	S3	LIFE	S1	S2	S3	LIFE
Total Removals (MtCO₂-eq)	-314	-222 [-222 to -380]	-365 [-262 to -423]	-391 [-290 to -450]	-387 [-270 to -437]	-462 [-334 to -525]	-447 [-318 to -510]	-447 [-319 to -509]	-428 [-274 to -476]
Net LULUCF sink (MtCO ₂ -eq)	-310	-218 [-218 to -376]	-316 [-213 to -374]	-317 [-215 to -376]	-360 [-243 to -410]	-341 [-213 to -403]	-332 [-202 to -394]	-333 [-206 to -396]	-389 [-234 to - 436]
Industrial Removals (MtCO ₂)	-4	-4	-49	-75	-27	-121	-115	-114	-40
BECCS	-4	-4	-34	-33	-27	-58	-59	-56	-37
DACCS	0	0	-15	-42	0	-63	-56	-57	-3

Source: PRIMES, GLOBIOM.

I scenario S3 står DACCS för en relativt stor andel av de permanenta upptagen (22 miljoner ton) medan mängden bio-CCS begränsas till följd av antaganden om begränsad tillgång till hållbar biomassa. I praktiken är dock kostnaderna för DACCS avsevärt högre än för bio-CCS, vilket gör det osäkert om de DACCS-volymer som ingår i kommissionens modellering kan realiseras. Mycket talar för att bio-CCS kommer att stå för en större mängd permanenta upptag än vad

kommissionens modeller indikerar. Det talar för att ett mål till 2040 behöver utformas inom ett intervall som inte driver fram ett ohållbart uttag av biomassa och att styrmedel utvecklas därefter.

EU:s klimatpolitiska råd (ESAB-CC) bedömer att behovet av permanenta upptag till 2040 kan variera kraftigt beroende på utsläppsutvecklingen, i ett spann om cirka 46–214 miljoner ton koldioxidekvivalenter. Samtidigt framhålls att det finns risker med att förlita sig för mycket på en stor volym permanenta upptag, bland annat kopplat till teknisk uppskalning, kostnader samt begränsad tillgång till hållbar biomassa och potentiella målkonflikter inom markanvändningen⁷.

Känslighetsanalyser gjorda av Carbon gap indikerar att EU kommer att behöva ha minst 100 miljoner ton permanenta upptag till 2040, även under de mest ambitiösa scenarierna för utsläppsminskningar. Scenarier där utsläppen inte minskar lika mycket kräver upp till 280 miljoner ton permanenta upptag till 2040.⁸ Skillnaden kan till stor del förklaras av att Carbon gaps modellering inkluderar en bredare portfölj av tekniker för permanenta upptag där även biokol och ERW inkluderas. Dessutom beaktar analyserna risken att utsläppen inte minskar i den utsträckning som målen kräver, vilket ökar behovet av kompensation genom permanenta upptag.

Ett ytterligare scenario som analyseras är att nettoupptaget inom LULUCF-sektorn blir lägre än vad kommissionen modellerar. I ett sådant fall uppstår ett ännu större behov av permanenta upptag för att nå klimatmålen.

2.1. Den tekniska potentialen är stor men den samhällsekonomiskt lönsamma potentialen är starkt beroende av andra politiska vägval

Den tekniska potentialen är betydligt större än vad som anges i kommissionens och Carbon Gaps bedömningar. En förklaring är att stora mängder atmosfärisk och biogen koldioxid antas användas för produktion av e-bränslen, genom DACC eller bio-CCU, framför allt för flyg- och sjöfartssektorerna. Även kemiindustrins omställning förutsätter tillgång till biogena kolatomer. Den samhällsekonomiskt effektiva potentialen för permanenta upptag är därmed i hög grad beroende av hur efterfrågan på kolatomer utvecklas i andra sektorer.

I (ESAB-CC):s rapport presenterade de följande potentialbedömningar för respektive teknikspår (se tabell 2), men poängterade samtidigt att dessa potentialbedömningar sällan tar hänsyn till möjlig konkurrens eller målkonflikter med andra metoder och markanvändningar.⁹ Potentialen för biokol kommer exempelvis att konkurrera med potentialen för BECCS, och vice versa.

⁷ Se exempelvis European Scientific Advisory Board on Climate Change (ESAB-CC), 2024, *Scaling up carbon dioxide removals – Recommendations for navigating opportunities and risks in the EU*. Samt 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*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.

⁸ Carbon Gap, 2025. *Divide to Deliver: Why 2040 Separate Targets for Carbon Removal Are Feasible and Necessary to Reach EU Net-Zero – Technical Analysis*

⁹ European Scientific Advisory Board on Climate Change (ESAB-CC), 2024, *Scaling up carbon dioxide removals – Recommendations for navigating opportunities and risks in the EU*.

Tabell 2. Potential för permanenta upptag 2050

Teknikspår	Årlig potential 2050 uttryckt i Mt CO ₂
Biokol	70–200
BEECS	150–250
DACCS	20–60
Enhanced rock weathering	50–200
Direct Ocean Capture (DOC)	Saknas uppskattningar

Lägre tillväxt i flyg och sjöfart, snabbare effektivisering eller alternativa tekniska lösningar kan frigöra betydande mängder kolatomer för lagring. Omvänt innebär en utveckling med hög efterfrågan på e-bränslen att ambitionsnivåerna för permanenta upptag antingen måste justeras nedåt eller realiseras till avsevärt högre kostnader.

Den samhällsekonomiskt lönsamma potentialen för permanenta upptag avgörs även av hur politiken utformas och vilka styrmedel som EU inför. Om styrningen tillåter omfattande användning av permanenta upptag för att kompensera för utsläpp riskerar efterfrågan på kolatomer för lagring att öka, samtidigt som incitamenten att ställa om till fossilfria bränslen försvagas. Omvänt kan styrmedel som inblandningskrav eller begränsningar av användningen av permanenta upptag styra kolatomer mot bränsleproduktion i stället för lagring.

Ett talande exempel är om permanenta upptag integreras i EU ETS. I ett sådant system kommer aktörer, exempelvis inom flyget, att välja mellan att använda dyrare e-bränslen (SAF/e-SAF) eller att fortsätta använda fossila bränslen och i stället kompensera utsläppen med enheter från permanenta upptag. Därmed riskerar priset på sådana enheter att fungera som ett "mjukt pristak" för e-bränslen¹⁰.

Naturvårdsverkets bedömning

Naturvårdsverket bedömer fortsatt att EU bör överväga att införa ett separat mål för permanenta upptag till 2040 inom det klimatpolitiska ramverket, trots osäkerheter kring potentialen. Om de permanenta upptagen inte skalas upp i tillräcklig omfattning till 2040 riskerar EU att öka sitt beroende av osäkra nettoupptag i LULUCF-sektorn, vilket kan riskera de långsiktiga klimatmålen. En låg ambitionsnivå till 2040 skulle dessutom sannolikt kräva en kraftig och mer kostsam uppskalning efter 2040. Målet bör utformas som ett minimimål för permanenta upptag totalt (dvs. alla teknologier) och syfta till att skapa investeringssäkerhet och en utvecklingsbana som är förenlig med EU:s långsiktiga mål.

Mot bakgrund av kopplingen till EU ETS bedömer vi att behovet av ett separat mål för permanenta upptag är extra viktigt om ambitionsnivån i EU ETS sänks mycket efter 2030, då det skulle få prisdämpande effekter som minskar incitamenten för permanenta upptag från bio-CCS och DACCS. Om de permanenta upptagen kommer in i EU ETS skulle målet kunna formuleras som ett volymbaserat minimummål eller som ett finansieringsmål i regelverket

¹⁰ [Analys av luftfarten inom EU ETS till 2040](#)

(exempelvis genom att ange hur stor del av auktionsintäkterna som ska avsättas för permanenta upptag).

Samtidigt råder betydande osäkerheter kring den långsiktiga potentialen för permanenta upptag, vilket talar för att målnivåer kan behöva utvecklas stegvis. Det är också viktigt att antaganden om flyg, sjöfart och användningen av e-bränslen analyseras integrerat med mål och styrmedel för permanenta upptag. Utan en sådan samlad analys finns en risk att både potentialen för permanenta upptag och möjligheterna att nå de långsiktiga klimatmålen överskattas, eller att politiken bygger på kombinationer av antaganden som inte är samhällsekonomiskt motiverade.

Ett separat minimimål till 2040 skulle kunna ge en tydlig signal till investerare och skapa förutsättningar för att EU och medlemsstaterna inför styrmedel som möjliggör en sådan utveckling, vilket i sin tur kan attrahera riskkapital till teknikutveckling och investeringar.

Alternativt kan EU överväga att formulera målet som indikativt, för att visa på en önskad riktning och ambitionsnivå. Ett sådant mål skulle inte vara bindande men kan fungera som referenspunkt för styrmedel och åtgärder, samtidigt som det lämnar utrymme för justeringar kopplat till de osäkerheter som finns. Målet bör ligga nära de mer ambitiösa scenarierna för att möjliggöra en gradvis och kostnadseffektiv uppskalning.

Naturvårdsverket bedömer att det initialt finns fördelar med att inte fördela kvantitativa mål för permanenta upptag mellan medlemsstaterna, och att målet bör ligga på EU-nivå. Kostnaderna och potentialen för olika tekniker varierar kraftigt mellan länder, och teknikerna befinner sig fortfarande i ett tidigt utvecklingskede. En nationell fördelning riskerar därför att leda till ineffektiva investeringar och motverka en kostnadseffektiv uppskalning på EU-nivå. Ett gemensamt EU-perspektiv, där upptag kan utvecklas där förutsättningarna är bäst, bedöms därför skapa bättre förutsättningar för att nå både klimatmålen och en effektiv teknikutveckling.

Ett sådant angreppssätt är dessutom mer förenligt med EU:s långsiktiga klimatmål. EU:s klimatstyrmedel för utsläppsminskningar bygger i stor utsträckning på principen om att förorenaren betalar (*polluter pays*), där aktörer betalar för sina utsläpp och inom EU ETS ges en begränsad rätt att släppa ut. Permanenta upptag skiljer sig från detta genom att de skapar en samhällsnytta i form av negativa utsläpp, en positiv externalitet, som kommer hela samhället till del. Att skapa permanenta upptag kan därför i högre grad ses som en kollektiv skyldighet snarare än en individuell rättighet kopplad till fortsatta utsläpp. Naturvårdsverket bedömer därmed att det kan vara mer ändamålsenligt att fördela ansvar mellan medlemsstater i form av finansieringsmål snarare än kvantitativa upptagsmål.

3. Analys av alternativ för ett EU-gemensamt inköpsprogram i den inledande fasen

Flera analysinstitut delar Naturvårdsverkets bedömning att styrmedel initialt bör ligga på att mobilisera finansiering på EU-nivå redan till 2030, samt på att stödja teknikutveckling av hela värdekedjan, från avskiljning till transport och lagring, och bygga upp regelverk kring mätning, rapportering och verifiering¹¹.

Mot denna bakgrund har kommissionen analyserat olika alternativ för ett EU-gemensamt inköpsprogram för permanenta upptag under perioden 2025–2030 (se tabell 3 för en översikt och jämförelse mellan alternativen)¹². I analysen identifieras sju policyalternativ som skiljer sig åt vad gäller mandat, finansiering och institutionell utformning, och som bedöms vara olika lämpliga beroende på utvecklingsfas. För att möjliggöra jämförelser presenterar kommissionen dem som separata policyalternativ, men framhåller att de kan kombineras.

Kommissionens rapport visar, genom konkreta policyförslag, att privat finansiering genom frivilligmarknaden är viktig. Efterfrågan från frivilligmarknaden är dock begränsad, osäker och koncentrerad till ett fåtal aktörer. I sin nuvarande form är den inte tillräcklig för att möjliggöra den storskaliga utbyggnad av koldioxidupptag som krävs för att nå EU:s klimatmål. Rapporten konstaterar därför att offentliga styrmedel och finansiering behövs för att minska risker, skapa förutsägbarhet och möjliggöra uppskalning. En kombination av privat och offentlig finansiering bedöms vara avgörande, eftersom investeringsbehoven är stora och intäkterna fortfarande är osäkra.

En slutsats är att det behövs ökad samordning mellan privat och offentlig finansiering. Utan samordning riskerar olika finansieringskällor att ställa olika krav och skapa motstridiga incitament, exempelvis om de har olika krav på additionalitet, tidshorisont och leverans, kvalitet, riskfördelning osv. vilket kan öka osäkerheten och försvåra för investeringar. För kapitalintensiva projekt krävs ofta flera finansieringskällor, exempelvis intäkter från frivilligmarknaden i kombination med offentliga stöd eller riskdelningsinstrument. Om dessa inte är utformade för att fungera tillsammans kan projekt ha svårt att bli av, trots att finansiering i princip finns tillgänglig.

¹¹ Se bland Carbon Gap, 2025. *Balancing demand incentives with climate integrity: Carbon Gap's views on integrating carbon removals into the EU ETS*. och Sultani, D. med flera, 2024. *Sequencing Carbon Dioxide Removal into the EU ETS*. CESifo Working Paper No. 11173.

¹² European Commission, 2025. *An EU purchasing programme for permanent carbon removals: Assessment of policy options and recommendations for short-term policy design*.

Tabell 3. Alternativ för EU-gemensamma inköpsprogram perioden 2025-2030.

	Mandat/syfte	inköpsmetod	Finansiering	Institutionell struktur
EU-samordnad inköpsklubb	Medelstort anskaffa CDR utveckla marknaden	Upphandling i konkurrens Omvänd auktion Fast pris	Främst privat finansiering (företag som köper CDR). EU står för driftskostnader och startkapital.	Offentlig-privat partnerskap i form av en finansiell fond som förvaltas av en offentlig bank (t.ex. EIB). Medelstor autonomi Medelstor kapacitet
EU fond för upptag	Medelstort Anskaffa CDR utveckla marknaden	Alla möjliga, Upphandling i konkurrens Omvänd auktion Fast pris CCfD	Egen budget, finansierad genom fleråriga EU- budgetåtagand en	Offentlig, myndighet inrymd i befintlig EU- institution (t.ex. innovationsfon den) eller bank (t.ex. EIB). Medelstor autonomi Medelstor kapacitet
Centraliserad EU-upphandling	Begränsat fokus på upphandling av CDR	Alla möjliga (utom eget kapital)	Årliga bidrag från EU:s och medlemsstater nas budgetar (pay-as-you- go)	Offentlig, inrymd i befintlig EU- institution Begränsad autonomi Begränsad kapacitet
Investeringsinstrument	Medelstort anskaffa CDR utveckla marknaden	Alla, särskilt aktieinvesteringar	Initial kapitalisering från den offentliga budgeten, multiplicerad genom partnerskap med privata investerare.	Offentlig, oberoende finansieringsfo nd inom befintlig EU- institution (EIB) Hög autonomi Hög kapacitet
Oberoende stiftelse	Medelstort anskaffa CDR utveckla marknaden	Alla inköpsmetoder möjliga (utom eget kapital)	Årliga bidrag från privata företag och EU:s och medlemsstater nas budgetar	Privat ideell fristående oberoende institution Hög autonomi Måttlig kapacitet

Centralbank för koldioxid	Mycket bred: anskaffa CDR	Alla möjliga (utom aktier)	Egna resurser (utsläppsrätter/ integration)	Offentlig, fristående, oberoende institution
	utveckla marknaden för utsläppsminskningar			Hög autonomi
	förvalta marknaden för CDR			Hög kapacitet
Regelbaserad mekanism	Mycket snäv	Regelbaserad strategi, genom schablonavgifter eller omvända auktioner	Årligt bidrag från EU:s budget	Offentlig, mekanism som drivs av statlig myndighet
	Anskaffa CDR			Begränsad autonomi
	förvaltning enligt strikta regler			Begränsad kapacitet

I rapporten drar författarna slutsatsen att de olika alternativen är mer eller mindre lämpliga för olika tidshorisonter, eftersom behovet av ett inköpsprogram förändras över tid.

På kort sikt (2025–2030) framhålls behovet av enkla och snabbt genomförbara åtgärder, med fokus på teknikutveckling. Kommissionen pekar här på en EU-fond för upptag som huvudalternativ, kompletterad med inslag från en centraliserad upphandlingsfunktion och en EU-samordnad köparklubb. De listar fler fördelar med denna lösning, bland annat att den kan inrymmas i befintliga institutioner och därmed inrättas relativt snabbt. I rapporten argumenterar de även för att fonden initialt bör ha ett relativt brett mandat att upphandla permanenta enheter och aktivt stödja marknadsutvecklingen. Finansieringen föreslås baseras på fleråriga åtaganden från EU-budgeten, vilket bedöms ge stabilitet och handlingsutrymme över tid, med möjlighet till alternativa finansieringskällor på längre sikt.

För att underlätta ökad och samordnad finansiering lyfter rapporten även fördelar med att inkludera inslag från en EU-samordnad köparklubb, vars uppgift skulle vara att samla privat efterfrågan på permanenta enheter och möjliggöra gemensamma inköp. Därutöver bedöms fonden kunna integrera funktioner från en centraliserad EU-upphandlingsplattform, där EU och medlemsstaterna ger plattformen i uppdrag att upphandla upptagsenheter i stället för att varje medlemsstat agerar separat. En centraliserad upphandlingsplattform bedöms kunna samla finansiering, skapa stordriftsfördelar, sänka transaktionskostnader, öka transparensen och bidra till mer förutsägbar efterfrågan.

På medellång sikt (2030–2040) bedöms behovet av marknadsutveckling vara större än under den inledande perioden. Vid en ETS-integration bedömer de att en centralbank för koldioxid kan vara ett lämpligt alternativ. Utöver upphandling skulle den kunna stödja teknikutveckling och marknadsuppbyggnad, inklusive storskaliga anläggningar, samt successivt stimulera kostnadseffektiv koldioxidavskiljning. Finansieringen skulle kunna komma från öronmärkning av

auktionsintäkter i ETS. Samtidigt innebär modellens höga etablerings- och driftskostnader, liksom dess institutionella och politiska komplexitet, att den endast framstår som motiverad vid en faktisk integration av permanenta upptag i ETS. I ett sådant scenario bedöms modellen vara väl anpassad, givet dess mandat att förvalta både ETS och marknaden för permanenta upptag. Eventuella beslut om ETS-integration måste dock prioritera ETS-systemets funktion, vilket innebär att effekter på marknaden för permanenta upptag blir sekundära och kräver en separat bedömning i relation till andra alternativ.

Om ingen ETS-integration planeras bedöms en EU-fond för upptag som det mest ändamålsenliga alternativet. Den innebär lägre kostnader och mindre institutionell komplexitet, samtidigt som den kan skapa en stabil och långsiktig efterfrågan på CDR-marknaden.

På lång sikt (2040 och framåt) behöver ett inköpsprogram anpassas till EU:s bredare klimatpolitiska ramverk och till hur ansvaret för upptag fördelas, dvs. om det förblir offentligt eller överförs till aktörer med kvarvarande utsläpp, exempelvis genom kvotplikter eller direkt integrering i EU ETS. I avsaknad av en strategisk inriktning för denna period är det svårt att rekommendera enskilda alternativ. Givet EU:s ambition att nå nettonegativa utsläpp bedöms dock ett inköpsprogram kunna spela en roll även efter 2050. I det perspektivet blir det ännu tydligare att det finns ett starkt behov av att EU på sikt fattar beslut om ett nettonegativt mål för perioden efter 2050. Ett sådant mål kan bidra till ökad tydlighet i vägen framåt och ge långsiktighet i valet av policyinstrument redan i ett tidigt skede.

Naturvårdsverkets bedömning

Naturvårdsverket är positiva till att EU-kommissionen har låtit utreda alternativ för inköpsprogram på EU-nivå redan innan 2030. Naturvårdsverket delar slutsatsen att ett sådant program inledningsvis bör fokusera på teknikutveckling, för att på sikt inriktas mot marknadsutveckling och kostnadseffektivitet. Inledningsvis kan institutionen ges ett relativt avgränsat mandat, men samtidigt kan ett bredare mandat också vara lämpligt då det skulle ge institutionen bättre förutsättningar att arbeta strategiskt med sina inköp och successivt anpassa både upphandlingsmetoder och teknikportfölj i takt med att tekniken mognar och kunskapsläget förbättras. Detta bedöms i sin tur skapa bättre förutsättningar för kostnadsminskningar över tid samt för att skala upp utbudet i takt med efterfrågan. Med ett alltför snävt mandat ser vi en risk för att alltför stort fokus läggs på kostnadseffektivitet, dvs. att upphandla en stor mängd enheter till så låg kostnad som möjligt. En fördel med ett snävt mandat är dock att det troligtvis går snabbare och är enklare att genomföra.

Det allra bredaste mandatet för ett inköpsprogram skulle vara att gå utöver inköp av permanenta upptag och förvaltning av marknaden till att även hantera de permanenta upptagens roll som en del av EU:s bredare klimatpolitik, exempelvis genom att hantera likviditet och prisnivåer i EU ETS med hjälp av permanenta upptag, eller att optimera mängden enheter i ett separat kvotsystem. Vår bedömning är att det kan vara en önskvärd roll för ett inköpsprogram i senare faser av utvecklingen av klimatpolitiken.

I kommissionens konsultrapport diskuteras möjligheten att använda auktionsintäkter från EU ETS för att finansiera upptagen. Naturvårdsverkets

bedömning är att detta borde vara applicerbart för flera av de alternativ som lyfts fram i rapporten och där offentlig finansiering kommer att spela en viktig roll. Det skulle exempelvis kunna tydliggöras att medlemsstaterna bör avsätta en viss del av auktionsintäkterna för att finansiera permanenta upptag. Detta skulle kunna bidra till att skapa en mer stabil och förutsägbar finansiering.

Vi noterar även att det läggs stort fokus på att samordna privat och offentlig finansiering, vilket vi bedömer som positivt. Vår bedömning är att det framför allt krävs offentliga styrmedel och finansiering för att nå de långsiktiga klimatmålen, men att frivilligmarknaden fyller en viktig funktion genom sitt bidrag till finansieringen, särskilt i tidiga skeden.

Ökad samordning på EU-nivå för att säkerställa att offentliga medel används för att förstärka, snarare än tränga undan, privat kapital (och att privat finansiering kan komplettera offentliga insatser) bedöms därför som viktigt att prioritera inledningsvis.

4. Finansieringsbehovet till 2030 och 2040

I den här delen analyserar vi storleken på det totala finansieringsbehovet av permanenta upptag i EU till 2030 respektive 2040. Inledningsvis redogör vi för hur stor del av nuvarande stöd som kan användas för permanenta upptag. Därefter diskuterar vi kostnaderna för olika tekniker och hur de totala kostnaderna, dvs. finansieringsbehovet, varierar givet olika antaganden om portföljstrategi.

4.1. En mycket liten andel av nuvarande stöd på EU-nivå kan användas för att stötta permanenta upptag

Carbon Gaps sammanställning¹³ visar att EU under perioden 2020–2023 har avsatt cirka 657 miljoner euro till program som explicit stödjer metoder för koldioxidupptag, främst genom Horisont Europa, Innovationsfonden och närliggande utlysningar. Detta motsvarar endast en mycket liten andel, mindre än 0,1 procent av EU:s prognosticerade budget för klimatåtgärder under perioden 2021–2027.

Mycket av den finansiering som kan ges till forskning och innovation för nya tekniker på klimatområdet är dessutom i huvudsak inriktad mot tekniker med låg teknisk mognadsgrad (TRL), såsom grundforskning, konceptutveckling och småskaliga övergångssteg. Innovationsfonden och liknande fonder är främst utformade för stora demonstrationsanläggningar och de första kommersiella anläggningarna av sitt slag.

Det innebär att det finns ett tydligt glapp i finansieringen i de mellanliggande utvecklingsstegen (TRL 6–8), där tekniker behöver valideras i pilotskala, tillståndprocesser genomföras, leverantörskedjor etableras och privat kapital mobiliseras för första gången. Detta skede har återkommande identifierats som underfinansierat, både internt av EU och i externa studier.¹⁴

De aktuella teknikerna befinner sig idag på olika tekniska mognadsnivåer. Biokol och DACCS har nått relativt hög teknisk mognad (TRL 6–7 respektive TRL 6), medan Bio-CCS ligger något lägre (TRL 5–6). Samtidigt befinner sig tekniker som enhanced rock weathering (ERW) och direct ocean capture (DOC) i betydligt tidigare utvecklingsfaser (TRL 3–4 respektive TRL 1–2). Detta visar att det finns ett behov av ytterligare, eller åtminstone mer differentierad, finansiering för att möta teknikernas varierande behov längs hela innovationskedjan.

4.2. Kostnaderna för olika teknikspår är sannolikt högre och mer varierande än i tidigare analys

Kostnaden för avskiljning och geologisk lagring av koldioxid varierar kraftigt mellan olika teknikspår för permanenta upptag och osäkerheterna är stora. Kostnaderna för biokol bedöms vara lägst. Som vi har diskuterat i avsnitt 1.2 är det dock endast en andel av det producerade biokolet som kan tillgodoräknas som permanent kolinlagring.

¹³ Carbon Gap, 2025. *Rising to the challenge: Funding CDR research, development & innovation for a net zero competitive EU.*

¹⁴ Ibid.

Avskiljning vid uppgradering av biogas bedöms vara billigare än bio-CCS vid massa- och pappersbruk samt vid kraftvärmeverk. En central förklaring till kostnadsskillnaderna är koldioxidens koncentration.¹⁵ För kostnadseffektiva bio-CCS-projekt utgör investeringar, transport och lagring samt driftkostnader vardera ungefär en tredjedel av totalkostnaden, där energi är den dominerande posten inom drift.

Nya uppskattningar indikerar att kostnaderna kan vara högre och att osäkerheterna sannolikt är större än vad som tidigare har antagits. I en konsultrapport framtagen på uppdrag av EU-kommissionen¹⁶ presenteras uppdaterade kostnadsbedömningar för olika tekniker för permanenta upptag. Där bedöms exempelvis kostnaderna för DACCS ligga i spannet 462–1256 euro/ton, se tabell 4 nedan.

Tabell 4. Översikt av kostnadsuppskattningar per teknologi¹⁷

Teknik	Dagens kostnad EUR/tCO ₂	Uppskattad kostnad 2030 EUR/tCO ₂	Uppskattad kostnad 2035 EUR/tCO ₂
Biokol	83–251	66–215	50–175
BECCS	172–314	167–261	163–228
Övrig BioCCS	55–692	44–305	37–170
DACCS	462–1256	288–567	201–402
In-situ mineralisering	168–747	132–141	113–122
Ex-situ mineralisering	232–747	195–400	172–350
Enhanced rock weathering	94–740	94–250	92–200
Havsbaserad CDR	38–302	Ingen data	Ingen data

4.3. Finansieringsbehovet på kort- och medellång sikt kommer att bero på vilken portföljstrategi EU väljer

De totala kostnaderna, och därmed finansieringsbehovet, för att nå den volym permanenta upptag som krävs till 2040, beror i hög grad på vilken portföljstrategi EU väljer, dvs. inköpsmixen av enheter från olika upptagstekniker.

Om fokus ligger på att minimera kostnaderna på kort sikt kommer portföljen sannolikt att domineras av ett fåtal billiga tekniker (främst biokol), se figur 1, alternativ 2. Detta kan vara en kostnadseffektiv strategi på kort sikt, men riskerar att begränsa möjligheten att skala upp andra tekniker på längre sikt. Om målet i stället är att bygga upp flera tekniker och marknader över tid krävs en bredare portfölj, där investeringar sprids jämnt mellan många olika lösningar (se alternativ 1). Det kan innebära högre kostnader på kort sikt, men bättre

¹⁵ Vid biogasuppgradering är koncentrationen mycket hög, jämfört med cirka 8–15 procent vid biomassaförbränning och 0,04 procent i luft. Låga koncentrationer innebär högre energibehov och därmed högre kostnader, vilket gör DACCS särskilt känsligt för elpriser.

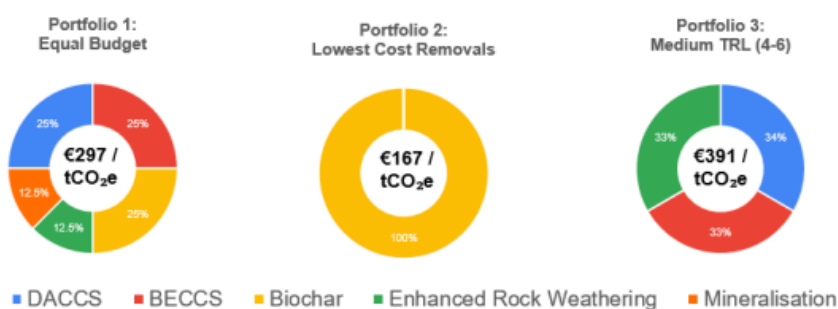
¹⁶ European Commission, 2025. *An EU purchasing programme for permanent carbon removals: Assessment of policy options and recommendations for short-term policy design.*

¹⁷ Witteveen et al., 2025. *Carbon removals in the EU – Review of current carbon removal projects and early-stage financing*, European Commission (DG CLIMA).

förutsättningar för långsiktig uppskalning. Ett tredje alternativ är att rikta insatser mot specifika tekniker med medelhög teknisk mognadsgrad, såsom DACCS och bio-CCS (se alternativ 3). Alternativ 3 ligger närmast det som åtminstone initialt kan bli kopplat till EU ETS eftersom det rör sig om permanenta upptag med störst likheter i termer av permanens och mätosäkerhet med den verksamhet som idag finns i EU ETS, även om det är tveksamt om enhanced rock weathering passar in här eftersom det för denna teknik finns större problem med mätning, rapportering och verifiering.

Figur 1. CDR portföljer och genomsnittliga kostnader för dessa

Figure 3: Overview of three selected CDR portfolios for the purchasing programme in terms of portfolio shares by technology and average costs of the portfolio (own compilation)



Figur hämtad från European Commission, Directorate-General for Climate Action & Ecologic Institute. *An EU purchasing programme for permanent carbon removals: Assessment of policy options and recommendations for short-term policy design* (Publications Office of the European Union, 2025), ISBN 978-92-68-31118-9, DOI 10.2834/8212975.

Finansieringsbehovet till 2030

Som figur 1 visar varierar kostnaden per lagrat ton koldioxid kraftigt beroende på strategi, från cirka 83–251 euro per ton koldioxidekvivalent i en lågkostnadsportfölj till 230–563 euro per ton koldioxidekvivalent i en portfölj med fokus på mindre mogna tekniker. Samtidigt är osäkerheterna stora i alla alternativ.¹⁸

Kommissionen har i meddelandet om hållbara kolcykler angett att EU bör ha som ambition att permanent avskilja och lagra 5 miljoner ton koldioxidekvivalenter årligen 2030.¹⁹ Baserat på genomsnittliga kostnadsberäkningar uppskattas investeringsbehovet till 2030 för att avskilja och lagra 5 miljoner ton koldioxidekvivalenter årligen uppgå till 2,6–6,1 miljarder

¹⁸ European Commission, 2025. *An EU purchasing programme for permanent carbon removals: Assessment of policy options and recommendations for short-term policy design*.

¹⁹ European Commission, 2021. *Sustainable Carbon Cycles*, COM(2021) 800 final, 15 december 2021.

euro²⁰, där den övre gränsen representerar en portfölj som enbart investerar i tekniker med medelhög TRL (4–6).²¹

Naturvårdsverket har tidigare bedömt att EU bör fokusera på en bred portfölj av tekniker och bedömningen kvarstår. Samtidigt är det viktigt att notera att utbudet i nuläget är begränsat och att det på kort sikt, under 2026 och 2027 kommer att vara svårt att handla upp exempelvis Bio-CCS och DACCS-enheter. Stockholm Exergis anläggning förväntas exempelvis inte börja fånga in koldioxid före 2028. Av de permanenta CDR-teknikerna är det endast biokol som för närvarande finns tillgängligt i stor skala inom EU, med producenter i flera medlemsstater²²

Finansieringsbehovet till 2040

Om vi antar att kostnaden för de olika portföljerna minskar med cirka 30 procent till 2040 till följd av teknikutveckling (se tabell 5), vilket ligger i linje med uppskattningar Concito har gjort för bland annat biokol och DACCS²³, så uppgår kostnaden för att nå 75 miljoner ton permanenta upptag till 2040 till cirka 60–135 miljarder euro (se tabell 6). Det är dock viktigt att betona att kostnaderna för bio-CCS sannolikt inte minskar lika mycket som kostnaderna för biokol och DACCS. Antagandet om en generell kostnadsminskning på 30 procent används här enbart i illustrativt syfte för att ge en indikation på storleksordningen på EU:s finansieringsbehov. Uppskattningen är förenad med mycket stora osäkerheter och ska inte ses som en prognos för kostnaderna.

Tabell 5. Mängd och kostnad av permanenta upptag.

År	Mängd CO2 i miljoner ton	Kostnad per ton - portfölj 1	Kostnad per ton - portfölj 2	Kostnad per ton - portfölj 3
2030	4	297,00 €	167,00 €	391,00 €
2031	11,1	288,09 €	161,99 €	379,27 €
2032	18,2	279,18 €	156,98 €	367,54 €
2033	25,3	270,27 €	151,97 €	355,81 €
2034	32,4	261,36 €	146,96 €	344,08 €
2035	39,5	252,45 €	141,95 €	332,35 €
2036	46,6	243,54 €	136,94 €	320,62 €
2037	53,7	234,63 €	131,93 €	308,89 €
2038	60,8	225,72 €	126,92 €	297,16 €
2039	67,9	216,81 €	121,91 €	285,43 €
2040	75	207,90 €	116,90 €	273,70 €

Vi utgår från en linjär uppskalning från 4-75 mton mellan 2030-2040. Kostnaderna antas minska med 30% under perioden.

²⁰ European Commission, 2025. *An EU purchasing programme for permanent carbon removals: Assessment of policy options and recommendations for short-term policy design.*

²¹ Om prisosäkerheten beaktas blir intervallet större: till exempel varierar den investering som krävs för att uppnå målet genom den medelstora TRL-portföljen mellan 2,5 och 8,7 miljarder euro.

²² European Biochar Certification (2025) EBC Producer webbsida [EBC Producer](#) hämtad 2026-02-16

²³ CONCITO, 2024. *Modelling a Removal Compliance System in the EU.*

Tabell 6. Totala kostnaden per år och portfölj

År	Kostnad per år portfölj 1 (milj EUR)	Kostnad per år portfölj 2 (milj EUR)	Kostnad per år portfölj 3 (milj EUR)
2030	1 188 €	668 €	1 564 €
2031	3 198 €	1 798 €	4 210 €
2032	5 081 €	2 857 €	6 689 €
2033	6 838 €	3 845 €	9 002 €
2034	8 468 €	4 762 €	11 148 €
2035	9 972 €	5 607 €	13 128 €
2036	11 349 €	6 381 €	14 941 €
2037	12 600 €	7 085 €	16 587 €
2038	13 724 €	7 717 €	18 067 €
2039	14 721 €	8 278 €	19 381 €
2040	15 593 €	8 768 €	20 528 €
Summa totalt (milj EUR)	102 731 €	57 764 €	135 245 €

I ovanstående tabell utgår vi från de mängder och summor som illustreras i tabell 5 för att få fram de totala kostnaderna per portfölj och år fram till och med 2040, för att sedan summera den totala kostnaden för respektive portfölj för hela perioden.

EU:s finansieringsgap

Ovan beräknade finansieringsbehov kan sättas i relation till den möjliga finansieringen via auktionsintäkter från EU ETS. I tabell 7 redovisas ett antal antaganden om prisnivåer för utsläppsrätter perioden 2031–2034 och perioden 2035–2040. Dessa ligger till grund för våra uppskattningar av framtida auktionsintäkter. Antagandena omfattar ett lägre prisscenario på 95 euro per utsläppsrätt under perioden 2031–2034 och 120 euro under perioden 2035–2040, samt ett högre scenario på 150 respektive 200 euro. För mer information om de antaganden som är gjorda här se avsnitt 6 i Naturvårdsverkets analys (2026) ”*Utvecklingen av ETS post 2030 – taket, flexibilitet, fri tilldelning, riktmärken och användning av auktionsintäkter*”.

Tabell 7. Antagande om pris på utsläppsrätter

Pris EUA	2031–2034	2035–2040
Låg (EUR)	95	120
Hög (EUR)	150	200

I tabell 8 redovisas grovt beräknade auktionsintäkter från EU ETS under perioden 2031–2040, baserat på dessa prisantaganden och ett successivt minskande antal auktionerade utsläppsrätter. Tabellen visar att de totala auktionsintäkterna kan uppgå till omkring 277 miljarder euro i det lägre scenariot och cirka 450 miljarder euro i det högre scenariot under perioden. Intäkterna minskar dock successivt över tid, från cirka 41–65 miljarder euro år

2031 till omkring 11–18 miljarder euro år 2040, till följd av att mängden auktionerade utsläppsrätter antas minska i takt med skärpt klimatambition.

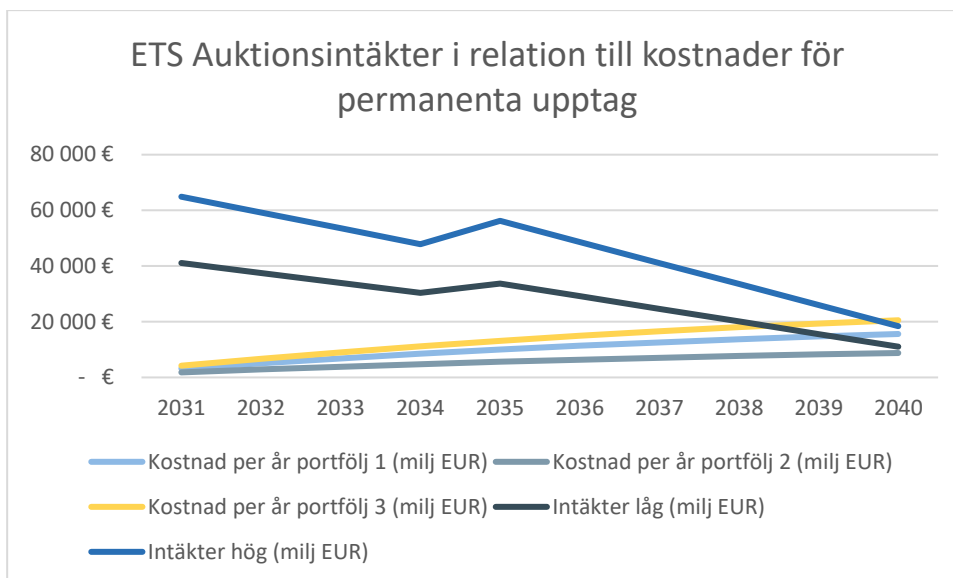
Samtidigt bör resultaten tolkas med försiktighet. Prisnivåerna för utsläppsrätter är förenade med betydande osäkerheter och ska inte ses som prognoser, utan som exempel för att belysa möjliga utvecklingsbanor. För mer information om de antaganden som ligger till grund för beräkningarna, se avsnitt 6 i rapporten *Utvecklingen av ETS post 2030 – taket, flexibilitet, fri tilldelning, riktmärken och användning av auktionsintäkter*.

Tabell 8. Grovt beräknade auktionsintäkter ifrån ETS 2031–2040

EU	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	Tot
Tot auktionering (milj EUA)	433	395	357	319	281	243	206	168	130	92	2 623
Intäkter låg (milj EUR)	41 100	37 505	33 910	30 315	33 752	29 211	24 670	20 129	15 588	11 047	277
Intäkter hög (milj EUR)	64 895	59 219	53 543	47 866	56 253	48 685	41 116	33 548	25 979	18 411	449
											516

En viktig slutsats är att auktionsintäkterna i vissa perioder kan understiga det årliga finansieringsbehovet för permanenta upptag redan före 2040 (se figur 2). Exemplet utgår dock från ett relativt lågt antagande om prisutvecklingen för utsläppsrätter i kombination med en teknikportfölj med höga åtgärds kostnader. Samtidigt överstiger de kumulativa auktionsintäkterna i det lägre scenariot (cirka 277 miljarder euro) det samlade uppskattade finansieringsbehovet för permanenta upptag. Detta innebär att medel i princip skulle kunna avsättas under år med relativt höga intäkter och lägre finansieringsbehov för att användas i senare skeden när kostnaderna ökar. Utfallet förbättras ytterligare vid högre priser på utsläppsrätter.²⁴

²⁴ Hacket i kurvan mellan 2034 och 2035 gällande auktionsintäkter beror på att vi antagit ett högre pris under perioden 2035–2040 än under den föregående perioden 2031–2035.



Figur 2 Auktionsintäkter i relation till kostnader för permanenta upptag

Vi kan också utläsa från tabellerna ovan att utsläppsrättspriset, som i ett högre scenario antas till 200 euro per ton under perioden 2035–2040, understiger portföljpriset för de dyrare portföljerna (207–275 euro per ton). Skulle denna skillnad realiseras och bestå ända till 2040 innebär det att endast de billigare teknikerna skulle premieras vid en integrering i EU ETS. Det kommer alltså inte finnas någon marknad för exempelvis DACCS. Här kommer därför ytterligare styrmedel behövas om man vill att samtliga tekniker ska bidra. Det hade kunnat vara i form av ytterligare subventioner av de dyraste teknikerna eller någon form av växelkurs/kvotplikt där varje negativ kredit som genereras måste bestå av en viss andel DACCS.

Utöver detta kan det krävas investeringar i koldioxidinfrastruktur upp till 23 miljarder euro till 2050²⁵. Det är dock viktigt att påpeka att denna infrastruktur inte enbart är tänkt att transportera koldioxid för permanenta upptag utan även fossil koldioxid för vanlig CCS samt eventuell CCU. Idag finns möjlighet att söka finansieringsstöd genom så kallade Project for common interest och Project for mutual interest²⁶. Flera projekt har redan beviljats stöd²⁷. I oktober 2025 hade redan över 900 miljoner euro investerats i 28 olika projekt²⁸. Det finns dock fortsatt ett stort behov av ytterligare investeringar i infrastruktur för transport av koldioxid inom EU för att säkra möjligheten att lagra permanenta upptag.

²⁵ European Commission Joint Research Centre (2024). *Shaping the Future CO₂ Transport Network for Europe: The Evolution of the Extent and the Investment Requirements of a Trans-European Network for Capture, Transport and Storage of CO₂*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.

²⁶ European Commission (2023). *Projects of Common Interest (PCI) and Projects of Mutual Interest (PMI)*. Brussels: European Commission.

²⁷ European Commission (2024). *Towards an Ambitious Industrial Carbon Management for the EU* (Communication from the Commission). Brussels: European Commission.

²⁸ European Climate, Infrastructure and Environment Executive Agency (2025). *CEF Energy: Connecting Europe through CO₂ Infrastructure*. Brussels: CINEA.

Men permanenta upptag behöver inte bara kopplas till EU ETS

Som vi redan berört ligger det närmast till hands att koppla bio-CCS och DACCS till EU ETS eftersom det finns stora likheter med de verksamheter som finns i systemet. Utifrån en *like-for-like*-princip framstår det som naturligt att utsläpp inom EU ETS i första hand balanseras genom permanenta upptag med liknande egenskaper och hög grad av permanens.

Samtidigt behöver inte alla tekniker för permanenta upptag finansieras genom eller integreras i EU ETS. Ytterligare incitament för investeringar skulle exempelvis kunna skapas genom att använda delar av auktionsintäkterna från ETS 2 för att finansiera permanenta upptag eller genom att låta medlemsstaterna finansiera permanenta upptag. Ett annat alternativ vore att koppla finansiering eller volymer av permanenta upptag till s.k. *key performance indicators* (KPI:er) till medlemsstaternas åtaganden inom EU:s klimatramverk efter 2030. Utifrån en *like-for-like*-princip framstår följande kopplingar som särskilt naturliga:

- EU ETS och ETS 2 används för att skapa incitament för bio-CCS och DACCS.
- Åtaganden för MS används för att skapa incitament för biokol, enhanced rock weathering och mineralisering.

Att skapa flera finansieringsströmmar för permanenta upptag kan motiveras av att svårminskade utsläpp inte enbart finns inom EU ETS, utan även inom delar av ETS 2 och inte minst inom jordbrukssektorn. Möjligheterna att utveckla en sådan modell skulle sannolikt stärkas om permanenta upptag hanteras i en egen pelare i EU:s klimatramverk, vilket också ingår i diskussionerna om klimatramverket efter 2030 och mot 2040.

Naturvårdsverkets bedömning

Endast en mycket begränsad andel av dagens EU-finansiering är riktad till fonder som kan stötta utveckling av tekniker för permanenta upptag (0,1 procent). Samtidigt är finansieringsbehovet är betydande och väntas öka kraftigt över tid. För att åstadkomma cirka 5 miljoner ton permanenta upptag till 2030 uppskattas investeringsbehovet uppgå till cirka 2,6–6,1 miljarder euro. På längre sikt, till 2040, kan det totala finansieringsbehovet uppgå till i storleksordningen 60–135 miljarder euro, beroende på vilka tekniker som ingår i portföljen och hur kostnaderna utvecklas.

Naturvårdsverket har tidigare bedömt att auktionsintäkter från EU ETS kan utgöra en viktig finansieringskälla för permanenta upptag, en bedömning som kvarstår. Samtidigt behöver hänsyn tas till att EU på längre sikt kan komma att behöva generera så stora volymer permanenta upptag att de årliga kostnaderna överstiger de årliga auktionsintäkterna, särskilt i takt med att utsläppstaket inom EU ETS minskar. Det finns dessutom en risk att ETS-priset understiger de dyraste teknikerna för att generera permanenta upptag. Hänsyn behöver därför tas till detta när en finansieringslösning tas fram så att den även på längre sikt kan stödja samtliga tekniker oberoende av ETS-prisets utveckling från ett år till ett annat, oavsett om negativa enheter från permanenta upptag inkluderas i EU ETS eller inte.

Det kan dock ifrågasättas huruvida det är realistiskt att en stor andel av intäkterna skulle avsättas för detta ändamål, då intäkterna i praktiken även

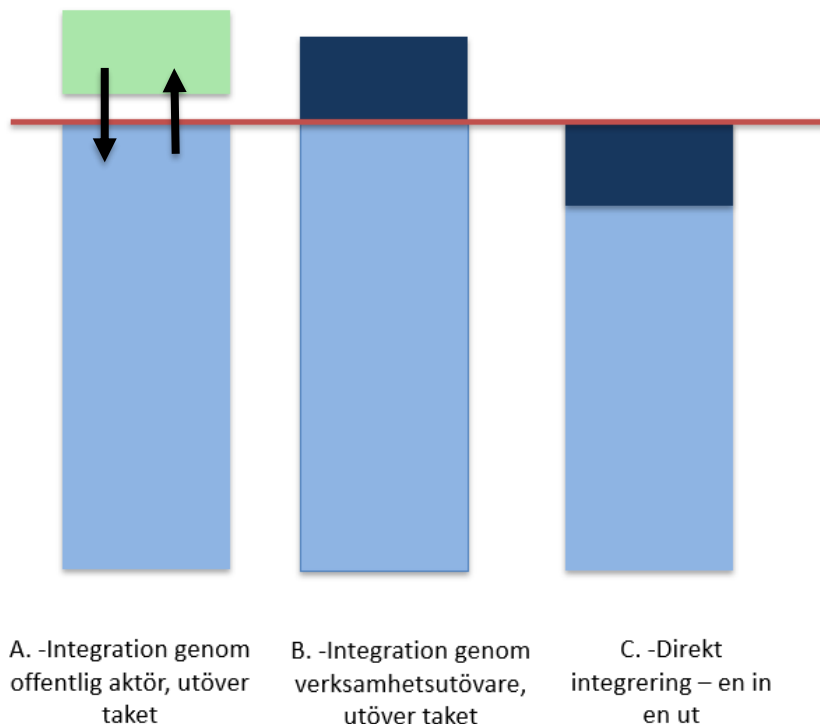
behöver användas för att stödja omställningen i andra sektorer, såsom industri, sjöfart och flyg.

Mot denna bakgrund bedömer Naturvårdsverket att ytterligare finansieringskällor kommer att behövas. Detta kan också motiveras av *like-for-like*-principen då denna kan motivera att finansieringen av bio-CCS och DACCS kopplas till EU ETS och ETS 2 medan andra tekniker som rör permanenta upptag snarare bör kopplas till medlemsstaters åtaganden post 2030.

5. Analys av alternativ för en integrering av permanenta upptag i EU ETS

I följande avsnitt fördjupar vi analysen av en integrering av permanenta upptag i EU ETS. Vår bedömning, givet att EU:s klimatlag nu fastslår att enheter från permanenta upptag ska kunna användas i EU ETS, och indikationer från EU-kommissionen, är att det framför allt är följande alternativ som diskuteras.

- Integration genom offentlig aktör, utöver taket
- Integration genom verksamhetsutövare, utöver taket
- Direkt integrering – en in en ut



Figur 3 Alternativa integrationer i ETS

Integration genom offentlig aktör utöver taket

Vår tolkning är att det här alternativet innebär att en offentlig aktör (t.ex. en Carbon bank) köper in enheter från permanenta upptag centralt. Dessa enheter kan sedan tillföras EU ETS, utöver beslutat tak, för att balansera kvarvarande utsläpp eller för att hantera likviditetsproblem och pristoppar, antingen genom att det görs justeringar av den linjära reduktionsfaktorn (LRF) eller genom att utsläppsrätter tillförs via marknadsstabilitetsreserven (MSR). Det här alternativet innebär att de negativa enheterna även skulle kunna användas för att kompensera för utsläpp i sektorer utanför EU ETS (alternativ A i figur 3).

Integration genom verksamhetsutövare utanför taket

Det här alternativet bedöms vara mer likt hur CDM fungerade under perioden 2008–2020. När CDM-krediter tilläts inom EU ETS innebar det i praktiken att

det beslutade utsläppstaket utvidgades i takt med att nya krediter tillfördes systemet, vilket ökade det totala utsläppsutrymmet. Det var en orsak till att ett stort överskott av utsläppsrätter byggdes upp under perioden, vilket bidrog till låga priser och svagare omställningsincitament i systemet. CDM-krediterna skapades utanför själva handelssystemet och aktörerna inom EU ETS kunde därefter köpa krediter från externa projekt och använda dem för compliance. Här skulle dock enheterna potentiellt kunna skapas både utanför och inom EU ETS (alternativ B i figur X).

Direkt integrering – en in en ut

Det tredje alternativet tolkas som att enheterna från permanenta upptag skapas och används inom EU ETS, det innebär att Bio-CCS- och DACCS-anläggningar behöver omfattas av EU ETS, inklusive anläggningar som i dag omfattas av 95-procentsundantaget. Verifierade nettoupptag mäts då via MRV-system och det utfärdas negativa enheter inom registret som kan användas för compliance. En sådan lösning ligger mycket nära hur UK har valt att inkludera negativa enheter i sitt nationella utsläppshandelssystem. De negativa enheterna växlas sedan inom det beslutade taket så att en ordinarie utsläppsrätt annulleras när en negativ enhet skapas (alternativ C i figur 3).

5.1. Hur permanenta upptag integreras påverkar miljöintegriteten i EU ETS

De kumulativa bruttoutsläppen i EU ETS kommer att påverkas av om de permanenta upptagen tillåts utöver eller inom taket. Det har även betydelse hur stora volymer permanenta upptag som tillåts samt när och i vilken takt enheterna introduceras i systemet. Utformningen av dessa parametrar kan få stor betydelse för miljöintegriteten och på vilket sätt EU:s mål till 2040 uppnås. Exempelvis kan enheter för permanenta upptag skapas under en längre period för att bara användas/avräknas när EU ska nå punktmålet 2040. Det kan ge utrymme för en lägre ambition i EU ETS med alltför höga bruttoutsläpp kvar i systemet utan att kapacitet för nödvändiga årliga permanenta upptag har skapats.

Nedan analyserar vi effekterna på miljöintegriteten och de totala utsläppen inom EU ETS, givet olika antaganden om utformningen, inklusive justeringar av LRF. I analysen antar vi att det kommer att introduceras volymbegränsningar kopplat till de permanenta upptagen och att dessa volymer introduceras successivt upp till en maximal nivå 2040. Som utgångspunkt används kommissionens scenario S3 och våra tidigare beräkningar.²⁹

Effekter av att tillåta negativa enheter utöver utsläppstaket

I nuläget är den linjära reduktionsfaktorn (LRF) 4,4 procent och om den reduktionstakten behålls kommer nyttigivningen att upphöra 2039/2040. Enligt kommissionens scenario 3 kvarstår dock 160 miljoner ton utsläpp 2040 från de sektorer som i nuläget omfattas av EU ETS. Scenarierna indikerar att utsläppen behöver minska med 3,25 procent per år perioden 2031–2040, dvs. i en lägre takt än till 2030. I kommissionens scenario S3 antas även 75 miljoner ton permanenta upptag behövas till 2040.

²⁹ [Analys av Kommissionens meddelande Att säkra vår framtid – Europas](#)

Om man inte justerar LRF när enheter från permanenta upptag tillåts utöver taket ökar det totala utsläppsutrymmet (S3 NE i tabellen nedan) jämfört med grundscenariot S3, vilket ger en ökad flexibilitet för de anläggningar som omfattas av systemet. Det kommer troligtvis att skapas en viss efterfrågan på de permanenta upptagen via EU ETS, framför allt för de tekniker med lägst kostnader så som CCS vid uppgradering av biogas. Dyrare tekniker, såsom bio-CCS i kraftvärme eller DACCS, behöver sannolikt kompletterande stöd för att bli lönsamma under en stor del av 2030-talet. Däremot skulle det få en negativ effekt på miljöintegriteten och en prisdämpande effekt i EU ETS. Denna ambitionssänkning behöver då kompenseras genom ytterligare utsläppsminskningar i andra sektorer. Enligt kommissionens modellering innebär detta att kraven på utsläppsminskningar utanför EU ETS behöver öka i motsvarande grad som det ökade utsläppsutrymmet inom systemet.

Genom att justera LRF med hänsyn till införandet av permanenta upptag kan denna effekt dock motverkas, genom att utsläppstaket stramas åt i motsvarande utsträckning. Om 75 miljoner ton upptag tillåts tillföras EU ETS utöver taket behöver LRF vara högre än 3,25 procent om samma mängd bruttoutsläpp ska tillåtas. Våra beräkningar visar att det motsvarar en LRF på 3,61 procent. Effekten blir att det totala utbudet av utsläppsrätter minskar relativt ett scenario utan justering, vilket gör att andra sektorer inte behöver minska sina utsläpp mer än vad kommissionens modellering anger och bidrar även till att motverka den prisdämpande effekt som uppstår när ytterligare enheter tillförs systemet.

Genom att justera LRF så att den blir högre än i grundscenariot (3,61 jämfört med 3,25) kan miljöintegriteten i stort sett bevaras, eftersom risken minskar för att utsläppsminskningar i EU ETS trängs undan av permanenta upptag. Därmed minskar också behovet av att andra sektorer kompenserar för ett ökat utsläppsutrymme inom systemet.

Om det däremot inte skapas permanenta upptag i den omfattning som antas, 75 miljoner ton, innebär en högre LRF att det faktiska utsläppsutrymmet blir lägre än i grundscenariot. Detta kan i sin tur leda till högre priser i EU ETS och skärpta krav på utsläppsminskningar inom de sektorer som omfattas av systemet.

Ett alternativ är att behålla nuvarande LRF på 4,4 procent, jämfört med ett scenario där LRF sänks skulle detta innebära ett betydligt högre omställningstryck inom EU ETS. Allt annat lika skulle utsläppsrättspriserna bli högre och efterfrågan på permanenta upptag för att hantera kvarvarande utsläpp öka.

Ett högre omställningstryck i EU ETS skulle dessutom kunna skapa utrymme för betydligt större volymer permanenta upptag än de cirka 75 miljoner ton som antas i scenario S3. Våra beräkningar indikerar att upp till omkring 160 miljoner ton permanenta upptag potentiellt skulle kunna tillåtas utan att miljöintegriteten försämras jämfört med ett scenario där LRF sänks. Det skulle också minska behovet av strikta volymbegränsningar för permanenta upptag, eftersom systemets ambition fortsatt hålls hög genom en oförändrad LRF.

Samtidigt innebär alternativet högre kostnader och ett större omställningstryck för de verksamheter som omfattas av EU ETS. Det förutsätter också att tillräckliga volymer permanenta upptag faktiskt kan skalas upp i tid, vilket sannolikt kräver omfattande kompletterande styrmedel och investeringar under 2030-talet.

Integrering inom det beslutade utsläppstaket

Ett alternativ till att tillåta ett inflöde av enheter från permanenta upptag utöver det beslutade utsläppstaket är att göra en integrering inom taket. Det sker då genom en slags växling där ”traditionella” utsläppsrätter annulleras i takt med att utsläppsrätter från permanenta koldioxidupptag skapas och kommer ut på marknaden. Eftersom varje upptagsenhet måste ersätta en traditionell utsläppsrätt sker ingen ökning av det totala utsläppsutrymmet och på så sätt behålls miljöintegriteten i systemet.

En fördel med att integrera permanenta upptag inom taket är att en sådan utformning bättre hanterar osäkerheten kring hur stora volymer permanenta upptag som faktiskt kommer att levereras under 2030-talet. Till skillnad från alternativet ovan krävs inga justeringar av LRF utifrån osäkra antaganden om framtida volymer av permanenta upptag. Därmed minskar risken för att utsläppstaket blir stramare än avsett om de permanenta upptagen inte realiserar i den omfattning som antagits vid utformningen av systemet.

Jämfört med alternativet där upptag tillåts utöver taket kan dock behovet av kompletterande styrmedel bli något större om målet inte bara är att bevara miljöintegriteten i EU ETS, utan också att snabbt skala upp marknaden för permanenta upptag. Efterfrågan på permanenta upptag blir sannolikt något svagare än i alternativet där enheter tillåts utöver taket eftersom det alternativet skapar mer av en separat efterfrågan på permanenta upptag genom att de tillför mer flexibilitet och ökar det totala utbudet, vilket innebär att enheter från permanenta upptag kan efterfrågas även när det är billigare att minska utsläppen.

För- och nackdelar med integration genom en Carbon bank

En Carbon bank skulle, om den utformas med ett mandat att förvalta både ETS-marknaden och marknaden för permanenta upptag, kunna fylla flera funktioner. Utöver att finansiera och upphandla enheter från permanenta upptag skulle en sådan institution kunna stödja teknikutveckling och marknadsuppbyggnad, inklusive investeringar i storskaliga anläggningar, för att successivt stimulera en kostnadseffektiv användning av permanenta upptag. Finansieringen skulle exempelvis kunna ske genom öronmärkning av auktionsintäkter från EU ETS, men sannolikt behöva kompletteras med andra finansieringskällor.

En fördel är att den på så sätt kan skapa förutsättningar för teknikutveckling och bidra till att skala upp en bredare portfölj av tekniker än vad marknaden på egen hand skulle leverera. Samtidigt kan den skapa förutsättningar att nå de volymer permanenta upptag som kommer att behövas för att nå nettonegativa utsläpp, utöver den efterfrågan som uppstår inom EU ETS.

Samtidigt kan en sådan modell innebära institutionell och politisk komplexitet samt potentiellt höga etablerings- och driftskostnader³⁰. En sådan institution skulle potentiellt kunna få ett stort inflytande över när och i vilken omfattning ytterligare utsläppsutrymme tillförs systemet, exempelvis genom marknadsstabilitetsreserven (MSR). För att begränsa risken för kortsiktiga politiska ingripanden och säkerställa fortsatt förutsägbarhet behöver ett sådant

³⁰ European Commission, 2025. *An EU purchasing programme for permanent carbon removals: Assessment of policy options and recommendations for short-term policy design.*

system därför utformas med hög grad av regelstyrning, transparens och tydliga volym- eller finansieringsbegränsningar.

Scenarier för LRF med och utan negativa enheter

I tabellen nedan visar vi exempel på LRF med och utan olika typer av integrering av enheter för permanenta upptag (negativa enheter). För att systemet ska vara budgetneutralt om negativa enheter tillåts för överlämning (jmf S3 linjär), behöver antingen taket sänkas om enheterna tillåts utöver taket (S3 taksänk.) eller att enheterna tillåts inom det bestämda taket med inväxling (S3 inväxl.).

Tabell 9. Scenarier för LRF med och utan negativa enheter

Scenario	Utan negativa enheter			Med negativa enheter		
	S3 linjärt	Forsatt 4,4	S3 just. först 2035	S3 taksänk.	S3 +NE	S3 inväxl.
LRF (%)	3,25	4,4	4,4 resp. 2,1	3,61	3,25 (2,9)	3,25
Utgivna EUA 2040 (milj)	162	0	162	87	162	87-162
Negativa enheter (NE) 2040	0	0	0	75	75	0-75
EUA + NE 2040	162	0	162	162	237	162
Mål 2040 vs 2005	92,4	100	92,4	96	92,4 (89)	92,4
Budget EUA 31-40	4603	3380	4013	4190	4603	
Total budget 31-40	4603	3380	4013	4603	5016	4603

I tabellen antar vi att negativa enheter tillåts för överlämning i linjärt stigande grad från 2031 till den maximala begränsningen 2040.

Naturvårdsverkets bedömning

Naturvårdsverket bedömer att permanenta upptag på sikt kommer att behöva användas inom EU ETS för att kompensera för utsläpp som är mycket svåra att helt eliminera. Det talar för att incitament för permanenta upptag (främst bio-CCS och DACCS) successivt bör skapas genom handelssystemet.

I vår promemoria *Utvecklingen av ETS post 2030 – taket, flexibilitet, fri tilldelning, riktmärken och användning av auktionsintäkter* gör vi bedömningen att det centrala är att EU ETS bevarar sin förmåga att skapa långsiktig investeringssäkerhet och att systemet förblir tillräckligt ambitiöst för att skapa incitament för industrin att ställa om. Utifrån detta bör det primära målet vara att säkerställa ett högt omställningstryck i systemet. De permanenta upptagen bör i första hand ses som en flexibilitet för att hantera kvarvarande utsläpp, för att skapa acceptans för en fortsatt ambitiös LRF och för att minska behovet av att integrera internationella krediter i systemet.

Utifrån ett perspektiv som utgår från att skapa incitament för permanenta upptag vore det mest ändamålsenligt att behålla den linjära reduktionsfaktorn på 4,4 procent, vilket skulle innebära att inga nya utsläppsrätter tillförs EU ETS efter 2039. Allt annat lika skulle detta bidra till att hålla priserna i systemet på en hög nivå och skapa ett stort behov av att kompensera kvarvarande utsläpp med permanenta upptag. Ett sådant alternativ bedöms dock inte vara särskilt realistiskt eftersom EU:s klimatlag anger att det ska finnas ett utsläppsutrymme kvar i EU ETS även efter 2040.

I andra hand bedömer Naturvårdsverket att en modell där en offentlig aktör (en Carbon bank) förvärvar permanenta upptag utöver taket kan ha stora fördelar givet att det tydliggörs hur mycket finansiering som ska avsättas och/eller att det

införs tydliga volymbegränsningar. Om en sådan institution ges mandat att aktivt stötta teknikutveckling för en bred portfölj av tekniker kan en sådan modell skapa tydliga investeringssignaler och bättre förutsättningar att skala upp permanenta upptag utan att enbart de billigaste teknikerna gynnas i ett tidigt skede. Volym- och finansieringsbegränsningar skulle också skapa en möjlighet att balansera nyttan med permanenta upptag med att biomassan och el har stor nytta för andra delar av omställningen. Samtidigt förutsätter detta tydlig regelstyrning och förutsägbara kriterier för när de permanenta upptagen kan tillföras systemet, exempelvis via MSR. Utan sådana regler finns en risk att användningen av permanenta upptag påverkas av kortsiktig och politisk styrning som kan göra systemet mindre förutsägbart och skapa osäkerhet för investeringar. Med ett ändamålsenligt mandat kan denna modell även vara mer förenlig med EU:s långsiktiga behov av permanenta upptag eftersom den skapar förutsättningar att skala upp större volymer än vad EU ETS ensamt efterfrågar. Det kan vara viktigt både för att hantera kvarvarande utsläpp i sektorer utanför EU ETS och för att möjliggöra nettonegativa utsläpp på sikt.

I det fall kommissionen går vidare med ett alternativ utan en Carbon bank samtidigt som LRF sänks från nuvarande nivå på 4,4 procent (i vår analys har vi utgått vi från exemplet 3,25 som ligger i linje med kommissionens scenario S3) bedömer Naturvårdsverket att det ur miljöintegritetsskäl kan finnas fördelar med att tillåta en viss mängd permanenta upptag inom det beslutade taket. En sådan lösning minskar risken för att osäkra antaganden om framtida upptagsvolymer byggs in i LRF. Samtidigt bedöms det alternativet ge svagare incitament för permanenta upptag och kommer sannolikt att kräva mer kompletterande styrmedel för att möjliggöra en snabb uppskalning av teknikerna.

Om de permanenta upptagen i stället tillåts utöver taket, samtidigt som LRF sänks, bedömer Naturvårdsverket att integreringen av permanenta upptag behöver utformas så att miljöintegriteten i EU ETS upprätthålls genom att justera LRF med motsvarande mängd. Detta minskar risken för att permanenta upptag tränger undan utsläppsminskningar i EU ETS och begränsar behovet av ytterligare utsläppsminskningar i andra sektorer för att kompensera för det utökade utsläppsutrymmet.

Oavsett vilken modell kommissionen väljer bedömer Naturvårdsverket att en integrering av permanenta upptag behöver kompletteras med andra styrmedel, såsom differenskontrakt (CCfD) eller nationella stödsystem. ETS-priset bedöms på egen hand ha svårt att motivera investeringar i de dyrare teknikerna, särskilt om LRF sänks.

Behovet av kompletterande styrmedel bedöms vara särskilt viktigt i alternativ där permanenta upptag integreras i EU ETS utan en Carbon bank eller annan institution med mandat att stötta teknikutveckling inom en bred teknikportfölj. Utan sådana kompletterande incitament finns en risk att det successivt uppstår ett tryck att bredda definitionen av vilka upptag som tillåts i systemet för att säkerställa tillräckliga volymer upptag. Det kan leda till att tekniker med kortare lagringstid och större osäkerheter kring mätning och permanens inkluderas, vilket riskerar att gradvis urholka miljöintegriteten.

En sådan utveckling riskerar också att skapa en inlåsning i mindre ambitiösa lösningar, där investeringar styrs mot tekniker som är tillräckligt billiga för att konkurrera inom EU ETS men som inte bidrar till den långsiktiga utvecklingen

av robusta permanenta upptag i den omfattning som krävs för nettonegativa utsläpp. Samtidigt kan det minska omställningstrycket på basindustrin och fördröja investeringar mot mycket låga utsläppsnivåer, vilket riskerar att försvåra uppfyllandet av EU:s långsiktiga klimatmål.

6. På sikt behövs kompletterande instrument för att ta EU till nettonegativa utsläpp

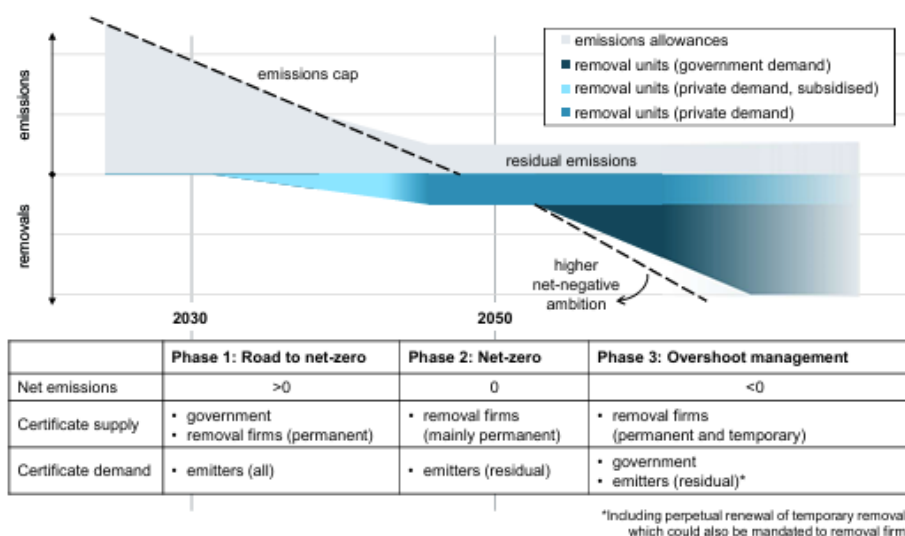
Mycket talar som sagt för att EU-kommissionen främst tittar på lösningar som innebär att permanenta upptag integreras i EU ETS. Men permanenta upptag behövs också för att uppnå nettonegativa utsläpp efter 2050.

Ett sätt att lösa det genom en integrering i EU ETS, är att så småningom införa en växelkurs, dvs att ett ton restutsläpp i EU ETS ska kräva två eller flera ton permanenta upptag. Eftersom restutsläppen minskar över tid och behovet av permanenta upptag ökar, skulle växelkursen dock behöva öka exponentiellt. Om EU ETS skulle tillhandahålla incitament och finansiering för EU:s totala behov av permanenta upptag, skulle detta innebära en orealistisk och orättvis börda för de verksamhetsutövare i EU ETS som har restutsläpp. Ovanstående problematik talar för att det kommer behövas kompletterande policyinstrument för att skala upp teknikerna i den omfattning som krävs för att nå nettonegativa utsläpp efter 2050 om EU går vidare med en direkt integrering.

Denna problematik illustreras även i modellresultat från CESifo³¹ (se figur 4). I dessa scenarier står verksamhetsutövare inom EU ETS initialt för kostnaderna för permanenta upptag motsvarande sina residualutsläpp. I takt med att utsläppen minskar och EU rör sig mot nettonegativa utsläpp efter 2050 uppstår dock ett finansieringsgap, eftersom behovet av permanenta upptag överstiger kvarvarande utsläpp i systemet.

Detta innebär att finansieringsansvaret i ökande grad behöver bäras av offentliga medel, exempelvis via statsbudgetar. Samtidigt minskar intäkterna från auktionering av utsläppsrätter i takt med att utsläppstaket sänks, vilket ytterligare begränsar möjligheten att finansiera permanenta upptag inom EU ETS. Sammantaget pekar detta på att EU ETS, även vid en integration av permanenta upptag, inte kan förväntas bära hela finansieringsansvaret på lång sikt.

³¹ Darius et al. (2024). Sequencing Carbon Dioxide Removal into the EU ETS. SSRN Electronic Journal. 10.2139/ssrn.4875550.



Figur 4 Möjlig utveckling av EU ETS med permanenta upptag (CESifo Working Paper no. 11173)

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. 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.

Ett förslag som har diskuterats av IVL är att införa ett separat system där skyldigheten att skapa permanenta upptag läggs på medlemsstatsnivå. Ett sådant system kan omfatta flera tekniker, med separata mål för respektive teknikspår. Det primära ansvaret för att uppfylla dessa mål åläggs EU:s medlemsstater och kan finansieras genom intäkter från försäljning av utsläppsrätter inom EU ETS och ETS 2. För att bredda finansieringsbasen kan medlemsstaterna även välja att föra vidare kostnaderna till andra aktörer, såsom importörer av fossila bränslen, energikonsumenter, industrin eller hushållen. Införandet av ett sådant system skulle innebära att bristen på utsläppsrätter i EU ETS behöver hanteras på annat sätt, exempelvis genom att revidera den linjära reduktionsfaktorn så att utsläppstaket inte går mot noll år 2039. I stället skulle ett begränsat antal utsläppsrätter tilldelas deltagarna i linje med vad som är tekniskt och ekonomiskt möjligt att minska.³²

Flera analysinstitut har även presenterat förslag på separata handelssystem för permanenta upptag där skyldigheten läggs på aktörer som omfattas av EU ETS

³² Se Lars Zetterberg (IVL Svenska Miljöinstitutet), *An EU Removals Target and Trading System (RTTS) for Carbon Dioxide*, IVL Rapport C10061, 30 maj 2025, Stockholm: IVL Svenska Miljöinstitutet, 2025, <https://ivl.diva-portal.org/smash/get/diva2:1962407/FULLTEXT01.pdf>

och ETS 2 eller en bredare bas av företag³³. Carbon gap har exempelvis utrett ett antal alternativ för vilka som skulle kunna omfattas av ett sådant system:

- Alternativ 1 – verksamheter som omfattas av EU ETS och ETS 2,
- Alternativ 2 – utöver EU ETS och ETS 2 utvidgas alternativet till att inkludera icke-koldioxidutsläpp (ej från skog- och mark) och
- Alternativ 3 – lägger en skyldighet på ekonomin i stort (även företag utanför ETS) utifrån principen om betalningsförmåga, dvs inte baserat på mängden utsläpp.

Samtliga alternativ bygger 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. De aktörer som omfattas behöver då täcka en viss andel av sina verifierade utsläpp med permanenta koldioxidupptag, alternativt att uppfylla en skyldighet kopplad till företagets finansiella resultat. Kraven skulle successivt behöva skärpas över tid och på sikt överstiga 100 procent av utsläppen för att nå EU:s långsiktiga mål om nettonegativa utsläpp.

Alla alternativ kan inrättas som separata system, men alternativ 1 och alternativ 2 kan också utformas som ett underordnat system inom ETS. Tekniskt sett skulle detta kunna utgöra en variant av ETS-integration. I rapporten nämns även andra potentiella alternativ för utformningen av ett separat *removal trading system*, RTS, till exempel att basera det på historiska utsläpp eller rikta in sig på olje- och gasproducenter.

Naturvårdsverkets bedömning

Vi ser att upptag snarast bör ses som en skyldighet när utsläppen ska bli nettonoll och därefter nå nettonegativa utsläpp. Detta innebär i sig att klimatpolitiken alltmer kommer att handla om vem som ska finansiera i stället för vem som har rätt att släppa ut växthusgaser. På längre sikt blir därför frågan vilket ansvar enskilda verksamheter med kvarvarande utsläpp har för att finansiera dessa upptag respektive vilket ansvar enskilda medlemsstater har för finansieringen. Själva styrmedlet som skapar incitament för upptag kan med fördel hamna på EU-nivå då detta gynnar kostnadseffektiviteten.

Ett separat system för RTS där skyldigheten läggs på företag, utformat som en slags kvotplikt, skulle kunna leverera en årligen ökande volym permanenta upptag och skapa en tydlig och förutsägbar efterfrågesignal. Detta skulle kunna bidra till tidig etablering av permanenta upptagstekniker. En tydlig åtskillnad mellan utsläpp och upptag redan från början skulle också förbättra transparensen kring brutto- respektive nettoutsläpp och bidra till att behålla incitamenten för utsläppsminskningar.

Samtidigt finns det ett antal begränsningar som talar för att införandet av ett sådant system bör vänta. Aktörer inom systemet skulle sannolikt prioritera de

³³ Se Carbon Market Watch, *A Co-Created Proposal for an EU Permanent Carbon Dioxide Removal Development and Delivery Framework* (3 december 2025), Carbon Market Watch, https://carbonmarketwatch.org/wp-content/uploads/2025/12/2025_A-co-created-proposal-for-an-EU-Permanent-Carbon-Dioxide-Removal-.pdf och Carbon Gap Ltd., *Modelling a Removal Compliance System in the EU: Technical Foundations and Analysis* (Carbon Gap Ltd, 2025),

mest kostnadseffektiva lösningarna, vilket innebär att systemet i sig inte nödvändigtvis driver den teknikutveckling eller den bredd av tekniker som krävs för att nå de långsiktiga klimatmålen. Det finns också en risk att utbudet av permanenta upptag växer för långsamt, särskilt i ett tidigt skede. Därför kan kompletterande styrmedel, såsom omvända auktioner eller andra riktade stöd, behövas för att bygga upp utbudet, innan ett RTS kan starta.

Införandet av ett RTS skulle dessutom innebära ökade kostnader för de aktörer som omfattas. För verksamheter inom utsläppshandeln skulle detta tillkomma utöver befintliga kostnader inom EU ETS, vilket kan leda till en ”dubbel börda”, vilket skulle kunna påverka acceptansen för ett sådant system i en tid då utsläppsrättspriserna väntas stiga. En sådan effekt skulle delvis kunna dämpas på sikt genom att systemen kopplas samman på något sätt då flera verksamheter inom EU ETS kommer att behöva kompensera för utsläpp som är svåra att helt få bort.

Samtidigt är det osäkert om ett system där verksamhetsutövarna åläggs en skyldighet att leverera permanenta upptag faktiskt skulle leda till högre efterlevnadskostnader totalt sett. I takt med att skyldigheten, och därmed kostnaden, för permanenta upptag ökar, förväntas företagen samtidigt minska sina utsläpp. Detta innebär att behovet av utsläppsminskande åtgärder och kostnaderna minskar, vilket kan leda till att de totala efterlevnadskostnaderna förblir i stort sett oförändrade. Men frågan behöver analyseras mer i detalj, framför allt risken för koldioxidläckage och acceptansfrågan.