



**NET
ZERO
CITIES**
SGA2-NZC

Finansiering av koldioxidavskiljning, - användning och -lagring (CCUS)

Det svenska exemplet

Författare: Sandun Randoombage (SEI) och Fedra
Vanhuyse (SEI)



Funded by
the European Union

Ansvarsfriskrivning

Innehållet i denna rapport återspeglar endast författarnas åsikter. Europeiska kommissionen ansvarar inte för hur informationen i rapporten används.

Dokumentinformation

Bidragsavtalsnummer	101139652
Projektets titel	SPECIFIKT BIDRAGSAVTAL NR 2 FÖR ATT SKALA UPP PLATTFORMEN CITIES MISSION
Projektförkortning	SGA2-NZC
Projektets startdatum	1 januari 2024
Relaterat arbetspaket	WP02
Relaterade uppgifter	Uppgift 2.2
Ledande organisation	
Inlämnat av	SEI
Granskat av	SEI:s kollegiala granskning (intern dubbelblind granskning)
Inlämningsdatum	
Spridningsnivå	Offentlig

Finansiering av koldioxidavskiljning, -användning och -lagring (CCUS): det svenska exemplet

Författare

Sandun Randombage och Fedra Vanhuyse

Tack

Finansierat av NetZeroCities och C-Sink

Författarnas bidrag

SR: konceptualisering, metodik, datainsamling och analys, författande av originalutkast

FV: konceptualisering, metodik, formell analys, författande av det ursprungliga utkastet, anskaffning av finansiering, projektledning

Innehållsförteckning

Ansvarsfriskrivning	2
Dokumentinformation	2
Sammanfattning	5
1 Inledning	6
Figur 1. Visualisering av CCUS vid	7
2 Sveriges CCUS	8
2.1 Översikt över CCUS-projekten	8
2.2 Från genomförbarhetsstudier till genomförande	9
2.3 Fokus på efterförbränning	10
2.4 Utvärdering av transport- och lagringsalternativ	10
2.4.1 Transport på land och till sjöss	11
2.4.2 Tillfällig och permanent lagring	11
3 Kostnader för CCUS	12
3.1 Avskiljningskostnad	12
3.2 Transport- och lagringskostnad	13
3.2.1 Transportkostnader	13
3.2.2 Lagringskostnader	13
3.3 Total kostnad för infångad CO ₂	14
4 Finansiering	15
4.1 Offentlig finansiering	15
4.2 Stimulering av privata investeringar	16
4.2.1 Garantifacilitet	16
4.2.2 Intäktsgenerering	17
4.3 Senaste utvecklingen	18
4.3.1 Integrering av permanenta och icke-permanenta CDR i EU:s utsläppshandelssystem	18
4.3.2 Industrial Decarbonization Bank och koldioxidkontrakt för skillnader	18
4.3.3 Försäkringsbolag	18
Ruta 1: Ett exempel – Stockholm Exergi	19
5 Slutsats	20
6 Tabeller och figurer	21
Tabell 1. Databas över IEA-projekt	21
Figur 2. Länder med CCUS-projekt	21
Figur 3. Antal projekt som inleds per år, uppdelat efter tekniktyp	22
Tabell 2. Typ av projekt	22
Figur 4. Forsknings- och innovationsorganisationer	22
Figur 5. Platser för ” ”	23
Figur 6. s kapacitet för koldioxidavskiljning _{CO₂}	24
Figur 7. Projektets tidsplan	25
Tabell 3. Avskiljningstekniker	25
Tabell 4. Anslutningsportar	26
Figur 8. Förvaringsplatser och anslutningspunkter	26

Tabell 5.	Kostnad för utvinning – CAPEX (värdena anges i miljoner euro)	27
Tabell 6.	Kostnad för avskiljning – OPEX (värden i EUR/tCO ₂)	27
Tabell 7.	Transport- och lagringskostnad (värden i EUR/tCO ₂)	27
Tabell 8.	Total kostnad för avskiljning	27
Figur 9.	Jämförelse av avskiljningskostnader för	28
Tabell 9.	Finansiering genom subventioner (värden i EUR, växelkurs 1 EUR = 11 SEK)	28
Figur 10.	Jämförelse av totalkostnader	28
Figur 11.	Finansieringsstruktur – Stockholm Exergi	29
Figur 12.	Sammanfattning av finansieringsalternativ	30
7	Referenser	31
Kompletterande material		40
Bilaga A: Projektlista		40
Bilaga B: Permanenta lagringsplatser		42

Sammanfattning

Sverige positionerar gradvis avskiljning, användning och lagring av koldioxid (CCUS) som en viktig pelare i sin långsiktiga klimatstrategi. CCUS-teknik, som avskiljer koldioxid från industriella källor eller atmosfären för permanent lagring eller användning, anses allmänt vara avgörande för att uppnå nettonollutsläpp. Globalt har över 1 000 CCUS-projekt tillkännagivits, vilket speglar en växande brådska att uppfylla Parisavtalets mål på 1,5 °C.

I Sverige har 73 CCUS-relaterade initiativ fått stöd mellan 2009 och 2025, omfattande forskning och utveckling (FoU), genomförbarhetsstudier, pilotprojekt och kommersiella satsningar i ett tidigt skede. Ändå är det endast en, Stockholm Exergis anläggning för bioenergi med koldioxidavskiljning och lagring (BECCS), som har nått ett slutgiltigt investeringsbeslut och gått in i byggfasen.

Trots denna utveckling är införandet av CCUS fortfarande fragmenterat. De flesta projekten befinner sig i planerings- eller genomförbarhetsfasen, och kostnaderna utgör fortfarande ett avgörande hinder. De totala CCUS-kostnaderna i Sverige uppskattas till mellan 114 och 205 euro per ton koldioxid, och i vissa fall överstiger de 300 euro. Dessa varierar beroende på avskiljningsteknik, transportsätt, mellanlagring och avstånd till havsbaserade kolsänkor. Medan aminsolventer och hett kaliumkarbonat är kommersiellt mogna kan nya alternativ som joniska vätskor komma att sänka kostnaderna i framtiden, men de befinner sig för närvarande fortfarande på en låg mognadsnivå.

Offentlig finansiering – cirka 2,4 miljarder euro från Energimyndigheten och EU:s innovationsfond – har varit avgörande men stöder främst utveckling i ett tidigt skede. Utbyggnaden i kommersiell skala står inför ett betydande finansieringsgap. Privata investeringar begränsas av höga kapitalkostnader, långa ledtider och osäkerhet kring framtida koldioxidpriser.

Stockholm Exergis finansieringsmodell visar på en genomförbar väg framåt. Genom att kombinera offentliga bidrag, långsiktiga avtal om köp av koldioxidavskiljning med företagskunder som Microsoft samt lån från Europeiska investeringsbanken och Nordiska investeringsbanken har projektet säkrat den finansiella bärkraft som krävs för att vara bankbar. Denna kombinerade strategi visar att kommersiell CCUS är möjlig med starkt politiskt stöd och förutsägbara intäkter.

CCUS kommer att vara avgörande för att minska koldioxidutsläppen i Sveriges svårreducerade sektorer, däribland elproduktion, raffinaderier och processindustrin. Med rätt politisk mix kan Sverige bli en nordisk ledare inom negativa utsläpp och därmed bidra inte bara till nationella klimatmål utan även till de europeiska insatserna för att minska koldioxidutsläppen.

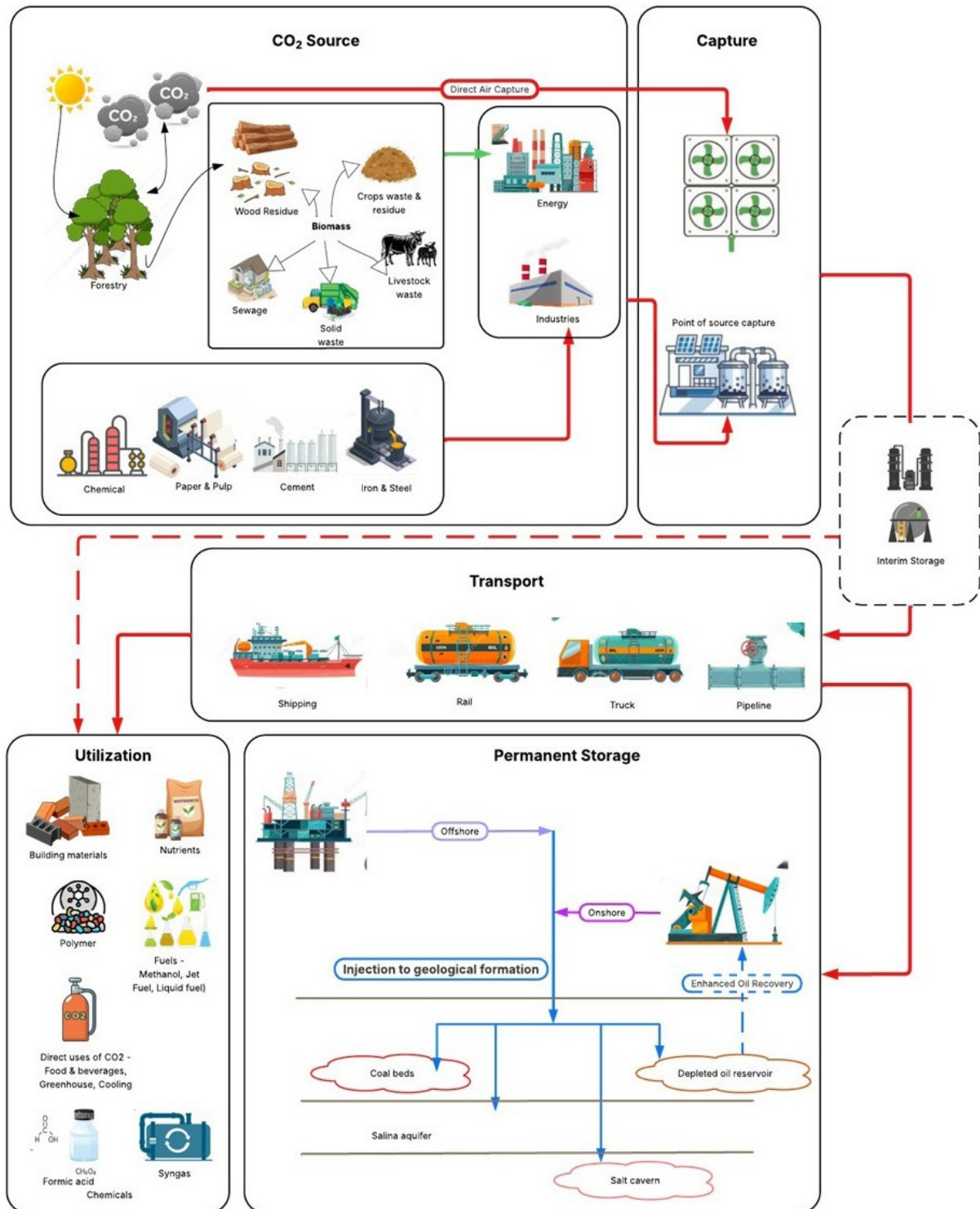
1 Inledning

I och med införandet av målet i Parisavtalet att *begränsa den antropogena globala genomsnittliga uppvärmningen till väl under 2 °C över förindustriella nivåer och att sträva efter att begränsa uppvärmningen till 1,5 °C över förindustriella nivåer* (FN, 2015) har lösningar för koldioxidavskiljning (CDR) fått stor uppmärksamhet (Gasser m.fl., 2015; M. Smith Stephen et al., 2024). Koldioxidavskiljning, -användning och -lagring (CCUS) är en sådan lösning: den avskiljer koldioxid (CO₂) från industriella processer (direkt från utsläppskällan) eller från atmosfären och använder den sedan antingen som en produkt eller lagrar den avskilda koldioxiden permanent i djupa geologiska formationer (Prado & Mac Dowell, 2023). Koldioxid kan avskiljas vid tre olika tidpunkter: före förbränning, efter förbränning och genom oxybränsleförbränning (Hekmatmehr m.fl., 2024). Varje avskiljningsalternativ innefattar en rad olika tekniker, vilka befinner sig på olika mognadsnivåer (Barlow m.fl., 2025; Hekmatmehr m.fl., 2024).

I grund och botten förhindrar CCUS att koldioxidutsläpp släpps ut i atmosfären under industriella processer, vilket erbjuder en metod för att minska koldioxidutsläppen i sektorer där det är svårt att minska utsläppen (figur 1).¹ Studier har visat att det spelar en avgörande roll i sektorer med få alternativa åtgärder för utsläppsminskning, däribland energirefinerier och industrier såsom cement-, järn-, stål- och kemikalieindustrin (IEA, 2023). Enbart energisektorn beräknas släppa ut cirka 600 gigaton (GT) koldioxid mellan 2023 och 2050 (IEA, 2023). Tre avgörande faktorer påverkar vilken CCUS-teknik som är lämplig för en viss bransch: 1) källan till CO₂-utsläppen, 2) rökgasens sammansättning och 3) de förhållanden under vilka rökgasen hanteras (Hekmatmehr et al., 2024). Två CCUS-lösningar, bioenergi-CCS (BECCS) och direkt luftavskiljning med koldioxidlagring (DACCS), betraktas som nya CDR-tekniker med en medelhög teknisk mognadsgrad, hög utsläppsminskningspotential och förmågan att lagra avskild koldioxid i mer än 3 000 år (M. Smith Stephen et al., 2024). DACCS fångar upp koldioxid direkt från atmosfären och är särskilt lämpligt för att hantera utsläpp som släpps ut diffust och för vilka det inte är möjligt att lokalisera en direkt uppsamlingspunkt – till exempel koldioxid som släpps ut inom transport- och jordbrukssektorerna. En översikt över området av Minx m.fl. (2018) visar att även om BECCS dominerar forskningen och den politiska debatten är det viktigt att överväga andra lösningar, däribland DACCS, för att gardera sig mot teknisk och ekologisk osäkerhet.

I juni 2025 hade 1 017 CCUS-projekt föreslagits eller utvecklats globalt, varav 95 % har inletts sedan 2015 (IEA, 2025). Endast 6 % av dessa är nära att tas i drift, och de är främst belägna i Nordamerika (tabell 1/figur 2). I Europa har Storbritannien initierat flest CCUS-projekt (n=105). Utmaningarna med att etablera CCUS-anläggningar rör bland annat teknikmognadsgraden (TRL) och planeringstillstånd (Babin m.fl., 2021; Buck, 2019; Chen m.fl., 2019). Projekten har också utvecklats isolerat på grund av projektuppgifternas känsliga natur och den hårda konkurrensen om begränsade finansieringsmedel. Denna brist på transparens har hindrat kollektivt lärande (Ritala m.fl., 2015). Finansieringsmodeller och styrningsramar erkänns i allt högre grad som centrala för genomförbarheten av CCUS-utbyggnaden (Rogge & Johnstone, 2017). Nyare forskare placerar CCUS inom den bredare ramen för uppdragsorienterad innovation (Mazzucato & Semieniuk, 2018), där riktade offentliga investeringar spelar en katalytisk roll för att forma nya industriella utvecklingsbanor. Denna inramning är särskilt framträdande i länder som Sverige, där avkarbonisering av industrin både är ett nationellt mål och en källa till konkurrensfördelar (Zetterberg m.fl., 2021). För att möjliggöra en ansvarsfull och effektiv uppskalning av CCUS betonar exempelvis Fajardy m.fl. (2019) vikten av rigorösa livscykelanalyser, transparent kostnadsberäkning och regionsspecifika politiska ramverk. Dessa överväganden är avgörande i Sverige, där CCUS positioneras som en hörnsten i nettonollstrategin.

¹ Vi är medvetna om att framställningen av koldioxidavskiljning som en neutral teknisk lösning har kritiserats kraftigt (Carton m.fl., 2020). Dessa tekniker är historiskt förknippade med berättelser om teknikoptimism, och deras införande väcker frågor om rättvisa mellan generationerna, politiskt ansvar och allmän legitimitet.



Figur 1. Visualisering av CCUS

Källa: Inspirerad av (Makepa & Chihobo, 2025) och (Mertens m.fl., 2024)

Med denna rapport strävar vi efter att övervinna några av dessa hinder genom att ge en inblick i de ekonomiska förutsättningarna för CCUS; vi undersöker projektfinansiering, den offentliga och privata finansieringens roll samt intäktsmodeller. Vi fokuserar på Sverige, eftersom det finns 73 CCUS-relaterade initiativ inom olika sektorer och på olika tekniska mognadsnivåer (Energimyndigheten, 2025a; IEA, 2025)². Dessa omfattar kommersiella projekt, forsknings- och utvecklingsprojekt samt pilot- och demonstrationsprojekt mellan 2009 och 2025. En innehållsanalysmetod tillämpades för att extrahera och kategorisera finansiella och ekonomiska insikter från varje rapport (Krippendorff, 2004). Först extraherade vi projektuppgifter från Energimyndighetens databas med hjälp av följande nyckelord: koldioxidavskiljning och lagring, CCS, koldioxidavskiljning och användning, CCU, koldioxidavskiljning, lagring och användning, CCUS, BECCS samt koldioxidavskiljning, på både engelska och svenska. Därefter analyserade vi genomförbarhetsrapporter och projektinformation som publicerats av respektive projekt för att extrahera data om avskiljningstekniker, tekniska specifikationer, energiportföljer, kostnadsstrukturer, transportlösningar, lagringslösningar, finansieringsalternativ och föreslagna affärsmodeller.

Vidare användes en jämförande metod mellan olika fall för att identifiera mönster och skillnader mellan projekten (Rihoux & Lobe, 2009). Utöver Energimyndighetens databas använde vi CCUS-projektdatabaser från IEA, Global CCS Institute och Clean Air Taskforce (CATF) för att identifiera en bredare uppsättning projekt världen över, inklusive transport- och lagringsprojekt. Därefter jämförde vi vissa av dessa projekt med svenska projekt för att belysa viktiga frågor rörande teknik, kostnadsstrukturer, finansiering och affärsmodeller.

Denna rapport är uppbyggd enligt följande. Avsnitt 2 ger en översikt över CCUS-projekt i Sverige; där redogörs för de berörda branscherna, projektens tidsplaner, geografisk fördelning, kapacitet för CO₂-avskiljning, använd teknik, transportsystem samt lagringsmetoder och -platser. I avsnitt 3 analyserar och jämför vi kapital- och driftkostnader (CAPEX och OPEX) för utvalda projekt. Avsnitt 4 innehåller en fördjupad diskussion om finansieringsstrukturer, där bidrag från den offentliga och privata sektorn, finansieringsmekanismer, finansiella riskbedömningar, framtida ekonomisk bärkraft och potentiella intäktsströmmar granskas. Avsnitt 5 sammanfattar de viktigaste slutsatserna och ger rekommendationer för att förbättra den ekonomiska bärkraften hos CCUS-projekt i Sverige.

2 Sveriges CCUS

2.1 Översikt över CCUS-projekten

Hittills har minst 73 projekt för koldioxidavskiljning genomförts på 30 olika platser i Sverige (se kompletterande data, figurerna 2–8 och tabellerna 1–9). Antalet projekt har ökat betydligt under året. Nästan hälften av projekten (n=37) är inriktade på forskning och innovation och koncentrerar sig främst på processoptimering och energieffektivitet. Genomförbarhetsstudier (n=23) täcker ett brett spektrum av sektorer. De återstående 13 projekten syftar till införande i kommersiell skala.

Cirka 40 aktörer från industrin, inom avfallssektorn (n=13), energisektorn (n=10), transport och lagring (3), vätgas- och kemikalieindustrin (n=3), cementindustrin (n=1) samt pappers- och massaindustrin (n=1), har genomfört dessa projekt, ofta i samarbete med akademiska och vetenskapliga institutioner, varav 12 deltog regelbundet. CCUS inom bioenergiesektorn verkar vara mycket genomförbart i Sverige: biomassa står för cirka 60 % av den producerade förnybara energin, varav 80 % härrör från fast biomassa och avfall och

2 IEA:s databas innehåller endast 20 CCUS-projekt i Sverige. Vi kontrollerade om de 20 fall som IEA identifierat finns med i energimyndighetens databas. Tillägg gjordes för att uppnå en fullständig datauppsättning på 73 projekt.

restprodukter (IEA Bioenergy, 2024). Avfallsförbränning stod för 80 % av utsläppen inom sektorn år 2023, medan el- och fjärrvärmesektorn stod för 9 % av Sveriges totala utsläpp år 2023 (Naturvårdsverket, 2025a). Andra EU-länder, såsom Frankrike och Tyskland, har fler CCUS-projekt inom cementsektorn, medan Norge är mer aktivt inom sektorerna för kemikalier, vätgas, järn och stål samt transport och lagring.

De flesta CCUS-projekten i Sverige är koncentrerade till de centrala och södra regionerna. Endast ett fåtal projekt har utvecklats i norr, på orter som Boden, Skellefteå, Umeå och Sundsvall. Västra Götalands län har åtta projekt, varav fyra är belägna kring Göteborgs hamn. I Skåne ligger tre av de fyra projekten nära Malmös hamn. Heidelberg har utvecklat sitt projekt på Gotland, där företagets cementfabrik är belägen. Företaget har också direkt tillgång till Östersjön. Hamntillgång för transport av CO₂ är av strategisk betydelse: direkt tillgång till en hamn ger en betydande konkurrensfördel med tanke på de väsentligt lägre kostnaderna för transport och mellanlagring. Dessutom skapar koncentrationen av projekt nära varandra möjligheter till gemensam infrastruktur, vilket ytterligare sänker kostnaderna och förbättrar den operativa effektiviteten (se avsnitt 2.4 om transport och lagring).

Avskilningskapaciteten hos de 27 CCUS-projekten³ varierar avsevärt. Heidelberg Cement har den största planerade kapaciteten, med målet att avskilja cirka 1,8 miljoner ton CO₂ per år. Om projektet lyckas skulle det kunna minska Sveriges totala CO₂-utsläpp med 4 % (Heidelberg Materials, 2024). Det näst största projektet, som drivs av Stora Enso inom massa- och papperssektorn, har som mål att avskilja cirka 1 miljon ton CO₂ per år. Företagen inom energisektorn, såsom Stockholm Exergi, Sysav, Mälarenrgi, Plagazi, Söderenergi, Preem, Perstorp och E.ON, planerar att avskilja mellan 400 000 och 800 000 ton CO₂ per år.

2.2 Från genomförbarhetsstudier till genomförande

Trots ett växande intresse och omfattande planering har Sverige ännu inte etablerat ett fullt fungerande, storskaligt kommersiellt CCUS-projekt. År 2025 blev Stockholm Exergi, med sina BECCS-planer, det första företaget som fattade ett slutgiltigt investeringsbeslut (FID) och påbörjade byggandet.⁴ Andra föregångare är Sysav i Malmö, Söderenergi i Stockholm, Öresundskraft i Helsingborg och Heidelberg Cement på Gotland.⁵ Dessa fem projekt har potential att avskilja cirka 3,7 megaton (MT) koldioxid fram till 2030. Alla projekt befinner sig nu i fasen för att fatta FID (Energimyndigheten, 2025b). Sammantaget tog det dessa pionjärer nästan sex år att fatta sina investeringsbeslut. Ytterligare fyra år förväntas gå innan projekten är fullt driftklara.⁶ Ytterligare tio genomförbarhetsstudier och projekt i kommersiell skala pågår fortfarande. Mälarenrgi genomförde till exempel sin inledande genomförbarhetsstudie mellan 2020 och 2021, vilken bekräftade potentialen för CCUS-implementering (Allmyr et al., 2021). En mer detaljerad genomförbarhetsstudie följde 2023, med planer på att etablera en pilot- och demonstrationsanläggning i november 2024 och driva den i tre månader (Mälarenrgi Press, 2024). Testresultaten och slutsatserna har dock ännu inte publicerats. På samma sätt genomförde Umeå Energi sin genomförbarhetsstudie mellan 2021 och 2023; den

3 Exklusive infrastrukturrelaterade projekt, inställda projekt samt forsknings- och innovationsprojekt (Fol).

4 Sedan företaget först erhöll finansiering 2019 har det genomgått flera faser av Fol-studier, genomförbarhetsstudier samt pilot- och demonstrationsprojekt.

5 Sysav nämns av Energimyndigheten 2020, liksom Söderenergi 2020. Öresundskraft och Heidelberg Cement beviljades finansiering från och med 2021.

6 Som Anderson och Peters (2016) varnar för har det omfattande beroendet av negativa utsläpp i klimatmodellering skapat en politisk risk, som gör det möjligt för regeringar att skjuta upp kortsiktiga utsläppsminskningsåtgärder samtidigt som de satsar på framtida teknisk implementering. Detta understryker behovet av en kritisk utvärdering av vad CCUS realistiskt sett kan åstadkomma inom en given tidsram.

Företaget identifierade potentialen för införande av bio-CCS men lyfte också fram olösta tekniska och ekonomiska utmaningar (Umeå Energi AB m.fl., 2023). Sundsvall Energi väntar också på det slutgiltiga investeringsbeslutet (FID) senast 2025 (Borglund, 2024). Den inledande genomförbarhetsstudien visade dock ett övergripande negativt nettonuvärde för projektet (Lindberg & Durakovic, 2022). Boden Energi, som är verksamt i Sveriges nordligaste region, har identifierat betydande politiska och marknadsrelaterade risker. Företaget drog slutsatsen att CCS fortfarande är en högriskinvestering och väntar på att andra större aktörer ska visa på lönsamhet (Unger m.fl., 2022).

Vattenfall AB:s Hyskies-projekt beviljades finansiering 2023 för att producera elektrohållbart flygbränsle (eSAF). Inledningsvis samarbetade man med Shell, men Shell avbröt samarbetet, och senare meddelade Vattenfall AB att marknaden för eSAF mognade långsammare än väntat. Detta påverkade även Vattenfalls planerade CCU-projekt i Uppsala (Vattenfall Media Relations, 2025). Projektet AIR initierades gemensamt av Perstorp och Uniper år 2022. Resultatet av genomförbarhetsstudien stämde dock inte helt överens med Unipers förväntade affärsmodell, och Uniper beslutade att dra sig ur projektet år 2024; Perstorp fortsätter att utveckla det (EU, 2025b).

Vår analys av projektens mognadsgrad understryker den långsamma men målmedvetna utvecklingen av CCUS-projekt i Sverige. Även om många genomförbarhetsstudier generellt sett pekar på att det är tekniskt möjligt att genomföra CCUS-projekt, visar de också på betydande finansiella, regleringsmässiga och marknadsmässiga osäkerheter, vilket bromsar investeringsbesluten.

2.3 Ett fokus på efterförbränning

De flesta projekt har inriktat sig på efterförbränningstekniker, däribland absorptionstekniker såsom aminbaserade lösningsmedel (aminer), hett kaliumkarbonat (HPC), kylad ammoniakprocess (CAP) och joniska vätskor som alternativ för avskiljning. Amin- och HPC-teknikerna är för närvarande de mest utvecklade alternativen: båda klassificeras som att de har nått teknikmognadsnivå 9 – det vill säga att de är redo för normal kommersiell drift (Bukar & Asif, 2024).

Stockholm Exergi, Sveriges ledande BECCS-projekt, valde HPC som sin avskiljningsteknik, liksom Soderenergi. Amintekniken har dock blivit det föredragna alternativet tack vare sin energieffektivitet och sina tidigare framgångar vid användning världen över, bland annat i Tyskland, Japan, USA, Storbritannien och Brasilien (Hekmatmehr et al., 2024). Därför rekommenderar många genomförbarhetsstudier denna teknik framför HPC- och CAP-teknikerna. Genomförbarhetsstudier från Falu Energi, Skövde Energi, Sysav, Vattenfall och Katarinfors rekommenderade att amintekniken skulle utvärderas som den mest lämpliga (KKAB & Klimpo, 2023). Nordkalk planerade däremot att använda Aqualung-membranteknik (TRL 8), som kräver mindre utrymme och låga investeringar, har en gynnsam energibalans och medför lägre driftskostnader (Aqualung, 2021; Nordkalk, 2023). De övriga projekten rekommenderade ytterligare tekniska undersökningar (Allmyr m.fl., 2021). Projekten handlade främst om energieffektivitet, teknisk mognad och möjligheten att implementera tekniken i befintliga anläggningar (KKAB & Klimpo, 2023).

2.4 Bedömning av transport- och lagringsalternativ

Transport och lagring är avgörande komponenter i CCUS-värdekedjan och påverkar i hög grad både den totala projektkostnaden och den ekonomiska genomförbarheten. Avståndet till hamnen eller lagringshubben, tillgängligheten till olika transportsätt och förekomsten av tillräcklig infrastruktur är de viktigaste faktorerna som beaktas i

genomförbarhetsstudierna (KKAB & Klimpo, 2023).⁷ Vår analys visar att transport- och lagringskostnaderna i Sverige står för cirka 30–45 % av den totala genomsnittskostnaden för att avskilja ett ton CO₂ i CCUS-projekt.

2.4.1 Land- och sjötransporter

När det gäller landtransport är väg, järnväg och rörledningar de alternativ som oftast diskuteras.

- Vägtransport med lastbilar erbjuder flexibilitet men väcker farhågor om utsläpp från dieseldrivna lastbilsflottor, vilket skulle påverka nettoutsläppsminskningarna negativt. Elektrifierade lastbilsflottor börjar dyka upp men har fortfarande begränsad kapacitet (Allmyr et al., 2021). Eftersom koldioxid CO₂ dessutom enligt lag klassificeras som farligt gods får det inte transporteras genom tunnlar, vilket kräver alternativa rutter (Allmyr et al., 2021).
- Elektrifierad järnvägstransport släpper däremot ut mindre koldioxid och har ett omfattande nätverk, men de CO₂-vagnar som för närvarande finns tillgängliga är konstruerade för ett tryck på 15 bar och en temperatur på -25 °C, vilket kan kräva anpassning för hamn- och lagringsbehov (KKAB & Klimpo, 2023).
- Rörledningar anses därför allmänt vara det mest kostnadseffektiva alternativet för transport i stor skala; när de väl är byggda medför de betydligt lägre driftskostnader (Lindblom m.fl., 2024). De innebär dock stora kapitalinvesteringar, komplexa tillståndprocesser och noggranna överväganden kring sträckningen (Lindblom m.fl., 2024). Rörledningar byggs utifrån den form som koldioxiden CO₂ har – flytande, gasformig eller superkritisk – vilka alla kräver olika tryck- och temperaturintervall. Deras genomförbarhet är starkt kopplad till stordriftsfördelar och utvecklingen av gemensamma infrastrukturnätverk (KKAB & Klimpo, 2023).
- Sjötransport spelar en avgörande roll eftersom de flesta permanenta lagringsplatserna är belägna i Nordsjön (Lindblom m.fl., 2024). Eftersom transport av CO₂ via havet är något nytt finns det ännu ingen tillräcklig fartygsflotta för att transportera CO₂ i bulk (DNV, 2025a). Att placera avskiljningsanläggningar i hamnområden erbjuder en strategisk fördel, eftersom det möjliggör direkt transport av CO₂ till permanenta lagringsplatser. Däremot står anläggningar som ligger längre inåt landet inför större logistiska utmaningar och kostnader i samband med ytterligare transportbehov.

2.4.2 Tillfällig och permanent lagring

Lagring krävs vid flera tillfällen under CCUS-processerna, bland annat i avskiljningsanläggningar och hamnar.

Storleken och typen av mellanlagring beror på de dagliga avskiljningsmängderna och förväntade transportfrekvenser (KKAB & Klimpo, 2023). I databasen fann vi 17 hamnplatser som beaktats i olika genomförbarhetsstudier: hamnarna i Stockholm, Göteborg, Malmö och Gävle är belägna på de mest framträdande platserna. Västerås och Norrköping ligger i inlandet och erbjuder enkel tillgång till Mälarenergi, E.ON och Tekniska Verken. E.ON påpekade att kostnadsbesparingar kan uppnås om Norrköpings hamn utvecklas till en CO₂-knutpunkt med deltagande även från andra aktörer (Corke et al., 2023). Vissa projekt har egna hamnar – till exempel Preem i Lysekils hamn (Preem överväger även Göteborg som en potentiell hamn) och Heidelberg i Slite. Det finns också planer på att utveckla Göteborg och Malmö till CO₂-knutpunkter. Vi fann att

⁷ att CO₂-transporter är vanliga inom livsmedels- och dryckesindustrin; CCUS kräver dock relativt sett större resurser för transporter (KKAB & Klimpo, 2023).

tre projekt för gemensam infrastruktur, initierade genom branschsamarbeten i hamnarna i Stockholm, Göteborg och Malmö:

1. Genomförbarhetsstudien för Stockholmsprojektet, projektet NICE, har genomförts i samarbete med Stockholm Exergi, Söderenergi, Vattenfall, Heidelberg, Nordkalk och Plagazi. Projektet befinner sig i FID-fasen och förväntas underlätta hantering och transport av cirka 9 miljoner ton avskild koldioxid per år (Boman m.fl., 2024).
2. Göteborgsprojektet, kallat CinfraCap, har initierats av Nordan Energi i samarbete med Göteborgs hamn, Preem, St1 och Renova (Jannasch et al., 2022). Det förväntas lagra cirka 4 MT CO_2 för vidare transport. Den nuvarande fasen av detta projekt (fas 3) kommer att slutföras 2026 (Jannasch m.fl., 2022).
3. Det tredje infrastrukturprojektet, CNetSS – Malmö CO_2 -hub i Malmö, är ett samarbete mellan Sysav, Copenhagen Malmö, E.ON, Nordan Energi och Uniper. Det förväntas underlätta transporten av cirka 1,3 MT avskilt CO_2 årligen (Energimyndigheten, 2025b; Nordan Energi, 2022).

Cirka 20 permanenta lagringsplatser i Nordsjön, bland annat i Norge, Danmark, Storbritannien och Island, är tillgängliga för Sverige (Lockwood, 2023). Tre projekt är för närvarande under uppbyggnad: Northern Lights i Norge, NED i Storbritannien och Greensand i Danmark. De flesta genomförbarhetsstudierna inriktar sig på Northern Lights i Norge. Vissa genomförbarhetsstudier överväger lagring på land. Sverige undersöker även lagring i södra Östersjön (CNetSS-projektet); dock förhindrar Helsingforskonventionen för närvarande detta (Konventionen om skydd av den marina miljön i Östersjöområdet (Helsingforskonventionen), 1992).

3 Kostnader för CCUS

Kostnaden för CCUS består av en kombination av kapitalutgifter (CAPEX), det vill säga investeringskostnader för att bygga anläggningen och infrastrukturen, och driftutgifter (OPEX), såsom underhåll, transport och lagringsavgifter. Enhetskostnaden kan här uttryckas som kostnaden per infångad CO_2 (den totala årliga kostnaden för CCUS dividerad med den infångade mängden CO_2) eller kostnaden per undvikna CO_2 (den totala årliga kostnaden för infångning dividerad med den infångade mängden CO_2 minus utsläpp som uppstått under processen) (Barlow et al., 2025). De flesta genomförbarhetsstudierna använder kostnaden för infångad koldioxid eftersom exakta utsläppsdata för att beräkna kostnaden för undvikna koldioxidutsläpp saknas.

3.1 Kostnad för avskiljning

Valet av CCUS-teknik påverkar energibehovet och kapaciteten för CO_2 -avskiljning och är därför en avgörande faktor för både investeringskostnader och driftskostnader (ZEP, 2011). I databasen fann vi flera genomförbarhetsstudier som jämför två till tre tekniker utifrån tekniska och kostnadsmässiga analyser (tabell 5).

Aminer kräver en genomsnittlig investeringskostnad (CAPEX) på cirka 64–101 miljoner euro och HPC kräver cirka 70–104 miljoner euro. HPC är en mer kapitalintensiv teknik eftersom den kräver fler instrument och processer än aminer. Till exempel kräver HPC en kompressor för separationsprocessen av koldioxid CO_2 , vilket ökar projektets investeringskostnad (CAPEX) (Baskaran et al., 2024). Tekniken med joniska vätskor kräver lägre CAPEX på 32–50 miljoner euro. TRL för de joniska vätskorna ligger dock mellan 4 och 5, dvs. i utvecklingsstadiet. Följaktligen är kostnaden för denna teknik mer osäker än för andra tekniker (KKAB &

Klimpo, 2023). En annan teknik som ofta övervägs är CAP, som däremot har den högst uppskattade CAPEX, mellan 103–183 miljoner euro. Denna teknik har en TRL på 6–7.

Den viktigaste faktorn för OPEX är energibehovet. Aminer, särskilt monoetanolamin (MEA) och HPC, kräver mer el än joniska vätskor (Hekmatmehr et al., 2024).

I datasetet ligger den genomsnittliga kostnaden för avskiljning av HPC på cirka 28–46 euro per ton $\text{CO}_2(\text{tCO}_2)$, medan den för aminer ligger mellan 44–61 euro/ tCO_2 . Även om HPC kräver mer el än aminer är driftskostnaden för HPC lägre än för aminer, eftersom HPC kräver mindre ånga och genererar mer högkvalitativ fjärrvärme under processen än aminer gör (Baskaran et al., 2024). Joniska vätskor kräver lägre energiförbrukning än andra tekniker och medför därför lägre driftskostnader (OPEX) på i genomsnitt 26–29 euro/ CO_2 . Aminbaserade CCUS-projekt i USA medförde en genomsnittlig kostnad på cirka 50 euro/ CO_2 , medan kostnaden för joniska vätskor uppgick till cirka 35 euro/ CO_2 (Hekmatmehr et al., 2024). Vissa studier har dock visat att driftskostnaden för ett aminbaserat CCUS-system i Sydkorea ligger på cirka 35 euro/ CO_2 (Baskaran m.fl., 2024).

3.2 Transport- och lagringskostnader

3.2.1 Transportkostnader

Plats, transportsätt, lastvolym och avstånd till den permanenta lagringsplatsen är de viktigaste kostnadsdrivande faktorerna. Med tanke på Sveriges välutvecklade järnvägsnät har de svenska projekten främst diskuterat järnvägstransport. Kostnaderna uppskattas i genomsnitt till 22–33 euro/ t CO_2 . Vägtransport med lastbilar uppskattas till mellan 13 och 26 euro/ t CO_2 .

Sjöfart och rörledningstransport medför lägre kostnader jämfört med lastbilar och tåg eftersom de drivs med större skalfördelar (Friedmann m.fl., 2020; E. Smith m.fl., 2021). Sjöfartskostnaderna ligger vanligtvis mellan 14–21 euro/ tCO_2 och rörledningkostnaderna uppgår till cirka 3–9 euro/ tCO_2 . Båda alternativen är dock relativt kapitalintensiva och medför större regelbörda (E. Smith m.fl., 2021). Vissa studier hävdar att lastbils- och tågtransport är lämpliga för småskaliga CCUS-projekt och att rörledningar och sjöfart är nödvändiga för en storskalig implementering av CCUS (E. Smith m.fl., 2021). Global CCS Institute (GCCSI) påpekade i sin rapport om transportkostnader att kostnaden för rörledningar på land uppgår till cirka 1,5–5 euro/ tCO_2 medan kostnaden för rörledningar till havs uppgår till cirka 3,5–9,5 euro/ tCO_2 (ZEP, 2011). IEA anger kostnader på cirka 1,7–11 euro/ tCO_2 för rörledningar på land (IEA, 2021). Vidare beror sjöfartskostnaderna på fartygens transportkapacitet och avståndet, med kostnader som varierar mellan 11–16 euro/ tCO_2 (ZEP, 2011). För att bygga 1 kilometer rörledning krävs 1 miljon euro. Ett specialbyggt CO_2 -transportfartyg (7^{500} m^3) kostar cirka 50 miljoner euro (Clarksons & CCSA, 2024).

3.2.2 Lagringskostnader

Behovet av tillfällig lagring beror på anläggningens storlek, den dagliga CO_2 -avskiljningshastigheten och transportarrangemangen. Hamnhanteringsavgifter för tillfällig lagring och lastning till fartygen utgör ytterligare kostnader. Tillfällig lagring kostar cirka 4–6 euro/ tCO_2 utöver en investeringskostnad på mellan 3 och 5 miljoner euro.

I de flesta genomförbarhetsstudierna antogs ett referenspris på 11 euro/ tCO_2 som hamnhanteringsavgift. Kostnaderna för permanent lagring varierar mellan 20–50 euro/ tCO_2 för projekten i vårt dataset. Andra studier

har visat att kostnaderna varierar mellan_{10–20} euro/tCO₂ (IEA, 2021; ZEP, 2011); uppskattade lagringskostnader på cirka_{9–20} euro/tCO₂ för CCUS-anläggningar i USA (Baskaran m.fl., 2024).

3.3 Total kostnad för avskild koldioxid

Baserat på tillgängliga data om CCUS-projekt i Sverige ligger den genomsnittliga totalkostnaden för CCUS på cirka_{114–205} euro/tCO₂. Den lägsta publicerade kostnaden var₈₅ euro/tCO₂ och den högsta kostnaden var₃₀₀ euro/tCO₂. Den totala investeringen beräknas uppgå till cirka 124–1 300 miljoner euro.

Många studier, branschrapporter och CCUS-projekt från andra länder har publicerat jämförbara kostnadsberäkningar. Dessa kostnader varierar dock avsevärt beroende på avskiljningstekniken, industrisektorn, de geologiska förhållandena på projektplatsen och andra kontextspecifika faktorer. Följaktligen uppvisar CCUS-projekt ett brett spektrum av kostnadsresultat (P. Smith m.fl., 2016). WBA rapporterade till exempel att kostnaderna för BECCS vid förbränningsanläggningar kan variera mellan₇₄ och ₂₄₄ euro/tCO₂, medan kostnaderna vid tillämpningar inom bioetanolproduktion, massafabriker och andra industrier med höga CO₂-koncentrationer kan ligga mellan 74 och 147 euro/tCO₂ (IEA, 2021; WBA, 2024). En tysk studie rapporterade kostnader på mellan_{70–150} euro/tCO₂ för avskiljning av CO₂ och transport via rörledning till lagring till havs (CDRMare, 2023). DNV uppskattade kostnaderna till mellan₈₅ och ₂₅₅ euro/tCO₂ för projekt som avskiljer koldioxid från källor med låg koncentration, i ett värsta fall-scenari (DNV, 2025b). Akademiska uppskattningar ligger mellan_{127–297} euro/tCO₂ (P. Smith m.fl., 2016). Det billigaste CCUS-projektet vi hittade är Moomba-projektet i Australien. Med tanke på dess läge nära en lagringsplats på land har kostnaden för koldioxidavskiljning uppskattats till så lågt som₂₅ euro/tCO₂ (Jacobs, 2024).

Kostnadsuppskattningarna för BECCS varierar kraftigt, och Fuss m.fl. (2018) rapporterar ett intervall på _{85–170} euro/tCO₂ beroende på typ av biomassa, logistik i försörjningskedjan och avskiljningseffektivitet. Betydande kostnadsbesparingar i BECCS-system kan uppnås genom integration med befintliga fjärrvärmenät och samlokalisering med biomassarika industrikluster (Bui m.fl., 2018). Sådana synergier är särskilt relevanta i det svenska sammanhanget, där kraftvärmeverk skulle kunna hysa BECCS-system med minimal ytterligare infrastruktur. Zetterberg m.fl. (2021) uppskattar till exempel att BECCS-kostnaderna i Sverige uppgår till cirka 90,9–118,18 euro per ton, beroende på platsspecifika förhållanden och tillgång till transportinfrastruktur. Zhang m.fl. (2020) visar dock att dessa kostnader kan minskas avsevärt genom användning av inhemsk biomassa och samlokalisering med fjärrvärme- och kraftvärmeverk. Deras rumsligt explicita modellering belyser att utnyttjande av inhemska försörjningskedjor och strategisk placering av BECCS-anläggningar kan minska kapital- och transportkostnaderna, vilket därmed gör en nationell utbyggnad mer genomförbar och kostnadseffektiv. Kostnaderna tar dock inte nödvändigtvis hänsyn till externa effekter såsom konkurrens om mark och vatten, vilket kan höja den effektiva samhällskostnaden för utbyggnaden avsevärt (Fuss m.fl., 2018). Fajardy och Dowell (2017) varnar också för att kostnadsbaserade bedömningar kan underskatta riskerna i samband med resursineffektivitet. I vissa konfigurationer kan BECCS-system till och med leda till nettopositiva utsläpp om biomassatillförseln uppströms och energiförlusterna nedströms inte hanteras noggrant. De rekommenderar därför att kostnadsberäkningsmodellerna integrerar livscykelanalyser för att säkerställa klimatverkan.

4 Finansiering

På grund av de höga investeringskostnaderna, de höga driftskostnaderna och osäkerheten kring uppskattningarna (se avsnitt 3) ifrågasätts ofta den ekonomiska lönsamheten hos CCUS (Honegger & Reiner, 2018; Singh m.fl., 2019). Även om politiska åtgärder och bidrag har använts (se avsnitt 4.1) saknas fortfarande konsekventa strategier för marknadsutveckling (Kivimaa & Kern, 2016). En konkret marknad med förutsägbara intäktsströmmar och tydligt definierade tillgångar, finansieringsbara avtal och förpliktelser samt väl definierade regelverk är avgörande för att skapa gynnsamma signaler på efterfrågesidan, bygga förtroende och locka privata investerare till CCUS-branschen (EU-CLIMA, 2025a).⁸ Detta stämmer överens med övergångsstudier som lyfter fram att nya tekniker, utan samordnad politik, finansiering och infrastruktur, har svårt att ta sig över "dödens dal" (Markard et al., 2012). CCUS är inget undantag och kräver nya hybridstyrningsmekanismer såsom riskdelningsinstrument, reglerade avtalsavtal och offentliga garantier för att kunna skalas upp (Zetterberg et al., 2021). Enligt Nemet m.fl. (2018) kräver finansieringen av CCUS ett stegvist innovationssystem som kombinerar tidig FoU-finansiering, bidrag till pilotdemonstrationer och långsiktiga avtalsgarantier. Detta tillvägagångssätt speglar det historiska stödet till förnybar energi, vars kostnader vanligtvis har sjunkit efter ihållande offentligt stöd över olika teknikmognadsnivåer (TRL).

Nedan ger vi först en översikt över den offentliga finansiering som beviljats i Sverige, följt av en inblick i hur privata aktörer kan stödja finansieringen av CCUS-projekt. Vi redogör också i detalj för hur Stockholm Exergi har finansierat sin anläggning.

4.1 Offentlig finansiering

Sverige har etablerat ett stödjande institutionellt ramverk för CCUS. Energimyndigheten fungerar som det nationella centrumet för CCS och underlättar samarbetet mellan näringslivet och myndigheterna (Energimyndigheten, 2025c). Myndigheten har undertecknat ett bilateralt avtal med Norge för att möjliggöra export av avskild koldioxid CO₂, vilket hanterar de begränsningar som Londonprotokollet inför för gränsöverskridande transport av koldioxid CO₂ (Energimyndigheten, 2025c; Protokoll till konventionen om förebyggande av havsförorening genom dumpning av avfall och annat material, 2009). Man har även undertecknat ett samförståndsavtal med Schweiz för att undersöka möjligheten att handla med negativa utsläpp mellan de två länderna (Energimyndigheten, 2025c). Dessutom undersöks möjligheten att införa en lag om nettonollindustri för att underlätta injektionskapaciteten för CO₂-lagring (Energimyndigheten, 2025c).

Vår analys visar att Sverige har mobiliserat en betydande volym offentliga medel för att stödja den tidiga utvecklingen av CCUS. Totalt har cirka 2,4 miljarder euro beviljats till olika projekt, både genom nationella och EU-organ:

- Energimyndigheten har beviljat cirka 2 miljarder euro till 88 CCUS-initiativ genom sitt program "Industri-språng" och paket för omvända auktioner (Energimyndigheten, 2025b). I en omvänd auktion för CCUS eller koldioxidavskiljning erbjuder staten eller en offentlig myndighet att köpa en viss volym av CO₂-minskningar eller -avskiljningar, och intresserade leverantörer (som BECCS-operatörer eller DACF-företag) lämnar in anbud där de anger det lägsta pris till vilket de är villiga att leverera dessa minskningar. Det huvudsakliga statliga stödprogrammet har avsatt 3,22 miljarder euro via systemet med omvända auktioner för att särskilt stödja BECCS-projekt. Programmet kommer att täcka den operativa

⁸ En expertgrupp (som bestod av experter från EU, EIB, EIF och relaterade branscher) under ledning av EU:s generaldirektorat för klimatåtgärder diskuterade potentialen för kommersialisering av CCUS och för att öppna upp för prisvärda och mångsidiga finansieringsalternativ (EU-CLIMA, n.d., 2025a, 2025b).

kostnaderna för CCUS-projekten under 15 år (Energimyndigheten, 2025c). Stödet omfattar endast biogent CCS; den biomassa som används i processen ska komma från hållbara källor; avskiljningskapaciteten ska vara mer än 50 000 tCO₂ ; och projektet ska vara kostnadseffektivt (Energimyndigheten, 2024), eller ligga mellan 110–200 euro/tCO₂ (Energimyndigheten, 2025c). Industry Leap är det andra stödprogrammet som erbjuds genom Energimyndigheten; det stöder forskning, genomförbarhetsstudier samt pilot- och demonstrationsprojekt, inklusive CCUS (Energimyndigheten, 2025c).

- Naturvårdsverket beviljade cirka 15 miljoner euro till två CCUS-projekt genom sitt Klimatklivet-program. Totalt har verket beviljat cirka 1,7 miljarder euro till nära 27 500 projekt relaterade till CCUS, biokol och andra CDR-tekniker (Naturvårdsverket, 2025b).
- EU:s innovationsfond beviljade cirka 433 miljoner euro i bidrag till fem svenska CCUS-projekt.
- Även andra länder avsätter betydande medel till CCUS-projekt. Danmark har till exempel avsatt 3,75 miljarder euro till ett system med omvänd auktion och har redan beviljat cirka 33 miljoner euro (Energistyrelsen, 2024). EUDP, en dansk myndighet, har finansierat CCUS-projekt i Danmark med cirka 43 miljoner euro (EUDP, 2025). Norge avsatte cirka 240 miljoner euro år 2024 till CCUS-projekt (CCUS Norway, 2024). Tyskland har utvecklat ett bidragssystem på 5 miljarder euro, varav man redan har beviljat 2,8 miljarder euro (gasworld, 2025; Klimaschutz, 2024). Nederländerna avsatte 13 miljarder euro år 2022 till sin SDE++-fond och har beviljat cirka 2,1 miljarder euro (IEA, 2022). Österrike anslog cirka 5 miljarder euro till RTI Pact för att stödja forskning och utveckling av klimatprojekt, inklusive CCUS (Carbon Gap, 2025). Storbritannien anslog cirka 28 miljarder euro år 2025 till CCUS-projekt (Department for Energy Security and Net Zero, 2025).

Trots dessa betydande finansieringsprogram kvarstår ett stort finansieringsgap. Enligt datauppsättningen erhåller forsknings- och utvecklingsprojekt mellan 70–100 % av sina budgetar i form av bidrag, medan genomförbarhetsstudier och projekt i kommersiell skala har finansierats i mycket mindre utsträckning, vilket endast täcker 8–64 % av deras totala budgetar (Energimyndigheten, 2025b). Detta lämnar ett gap på mellan 36–92 %. Många hävdar att den nuvarande politiken fortfarande i första hand är en "technology push"; den förlitar sig på CAPEX-subventioner och forsknings- och utvecklingsbidrag snarare än på "market pull"-mekanismer, vilket skulle skapa en stabil efterfrågan på koldioxidavskiljning (Olfe-Kräutlein m.fl., 2021; Von Stechow m.fl., 2011). Utan åtgärder på efterfrågesidan förblir det svårt att attrahera långsiktig privat finansiering och nå ett fullgott kommersialiseringsstadium (Oluleye & Ofori-Atta, 2025; Thielges m.fl., 2022).

4.2 Att stimulera privata investeringar

4.2.1 Garantifacilitet

Garantifaciliteter har beskrivits som avgörande för tillgången till privat skuldfinansiering (EU-CLIMA, 2025a). EU har sitt InvestEU-program, som tillhandahåller en budgetgaranti för sina genomförandepartner, nämligen Europeiska investeringsbanken (EIB) och andra nationella och internationella finansinstitut. Dessa institutioner lånar i sin tur ut, investerar eller ställer garantier för projekt som inte har lätt tillgång till finansiering (EU, 2025c).

4.2.2 Intäktsgenerering

Långsiktiga avtal om avtagande av koldioxid CO_2 spelar en nyckelroll för att säkerställa stabila intäktsströmmar och ge tillgång till skuldfinansiering till rimliga kostnader. Alternativen omfattar:

- **Koldioxidkrediter.** En koldioxidkredit är en samlingsbeteckning för en handelbar enhet som motsvarar 1 ton koldioxidekvivalenter (CO_2e) som antingen har undvikits (t.ex. genom att förhindra avskogning), minskats (t.ex. genom övergång till förnybar energi) eller avlägsnats (t.ex. genom DACC eller BECCS). De är ett viktigt verktyg på både frivilliga och regleringsbaserade koldioxidmarknader, såsom EU:s utsläppshandelssystem (EU-ETS), som används för att kompensera för utsläpp eller uppfylla lagstadgade skyldigheter. EU-ETS är världens största koldioxidmarknad och en hörnsten i EU:s klimatpolitik. Syftet är att kostnadseffektivt minska utsläppen av växthusgaser genom att sätta ett pris på koldioxid via ett tak-och-handel-system. I ett utsläppstak- och handelssystem fastställer tillsynsmyndigheterna ett totalt utsläppstak och utfärdar ett motsvarande antal utsläppsrätter, var och en motsvarande en ton koldioxidekvivalent (tCO_2e). Inom EU-ETS minskar utbudet av utsläppsrätter årligen och beräknas fasas ut senast 2057 (Rickels et al., 2020). I slutet av varje efterlevnadsperiod måste företagen lämna in utsläppsrätter som motsvarar deras verifierade utsläpp, där överskott av utsläppsrätter kan handlas och underskott kräver ytterligare inköp (Rickels et al., 2020; Övervakning och rapportering av växthusgasutsläpp enligt Europaparlamentets och rådets direktiv 2003/87/EG och om ändring av kommissionens förordning (EU) nr 601/2012, 2018). Artikel 12.3a i EU ETS-direktivet (direktiv 2003/87/EG, ändrat genom direktiv 2009/29/EG) undantar infångad och permanent lagrad CO_2 från kravet på inlämning av utsläppsrätter. Detta incitament gäller främst utsläpp från fossila bränslen, där CCS förhindrar ytterligare utsläpp av CO_2 . Däremot erkänns inte CCS från biogena källor på samma sätt, trots att det kan ge negativa nettoutsläpp (Europaparlamentets och rådets direktiv 2009/29/EG av den 23 april 2009 om ändring av direktiv 2003/87/EG i syfte att förbättra och utvidga gemenskapens system för handel med utsläppsrätter för växthusgaser (text av betydelse för EES), 2009; System för handel med utsläppsrätter för växthusgaser inom gemenskapen och om ändring av rådets direktiv 96/61/EG, 2003). Höglund (2020) beskriver konkreta vägar för företag och privatpersoner att finansiera negativa utsläpp på ett ansvarsfullt sätt, med betoning på förskottsköp av upptag, oberoende verifiering och långsiktiga avtal för att säkerställa beständighet och additionalitet.
- **Avtal om certifikat för koldioxidavskiljning med privata företag.** Ett certifikat för koldioxidavskiljning motsvarar en permanent avskiljning av 1 ton CO_2 från atmosfären, vanligtvis genom tekniska eller naturbaserade CDR-tekniker. Förutom Stockholm Exergi (se ruta 1) har Söderenergi och Fabege undertecknat en avsiktsförklaring om att sälja sin CDR till Fabege, vilket säkerställer en potentiell intäktsström med start 2030 (Söderenergi, 2025). Ett schweiziskt startup-företag, Climeworks, har tagit in över 850 miljoner euro i kapitalfinansiering för sina DACCS-projekt och ingått flera avtal om avtagande av CDR med SAP Software Solutions, NYK Line, British Airways, TikTok och TWO DRIFTERS Rum, vilket visar vikten av branschsamarbete (Climeworks, 2025). EU:s certifieringsramverk för koldioxidavskiljning (CRCF) tillhandahåller ett frivilligt certifieringssystem för permanent koldioxidavskiljning (CDR) av atmosfärisk och biogen koldioxid (Geologisk lagring av koldioxid och ändring av rådets direktiv 85/337/EEG, Europaparlamentets och rådets direktiv 2000/60/EG, 2001/80/EG, 2004/35/EG, 2006/12/EG, 2008/1/EG och förordning (EG) nr 1013/2006, 2009).
- **Skatteincitament,** såsom den amerikanska skattelättnaden enligt avsnitt 45Q, som ger 85 USD/ton för geologisk lagring och 60 USD/ton för CO_2 -användning (t.ex. förbättrad oljeutvinning). Utvecklare kan sälja dessa krediter till tredje part (skattekapitalinvestorer), vilket skapar finansiering i förskott.

Fajardy m.fl. (2019) varnar för att offentliga finansieringsmekanismer för CDR-certifikat måste vara tydligt kopplade till verifierade resultat. Subventioner och upphandlingskontrakt bör vara villkorade av strikta mekanismer för övervakning, rapportering och verifiering (MRV) för att undvika rent-seeking och säkerställa kostnadseffektivitet.

4.3 Senaste utvecklingen

Med tanke på marknadens betydelse pågår flera initiativ, såsom integreringen av permanent och icke-permanent CDR i EU:s utsläppshandelssystem (EU-ETS), utvecklingen av Industrial Decarbonization Bank och främjandet av koldioxidkontrakt för differens (CCfD). Det finns också i allt högre grad roller för nya aktörer, såsom försäkringsbolag.

4.3.1 Integrering av permanenta och icke-permanenta CDR i EU:s utsläppshandelssystem

EU undersöker för närvarande hur man kan integrera CRCF-certifierade CDR i EU-ETS-systemet (Blanchard, 2025). Detta kommer att bidra till att säkerställa CDR:s trovärdighet och kvalitet genom att undvika greenwashing och tillhandahålla verifierbara utsläppsminskningar (Carbon Market Watch, 2025). Det kommer också att underlätta investeringar genom att skapa förtroende bland investerare (Makarchuk, 2025; Sultani m.fl., 2024). Dessutom överväger EU att redovisa icke-permanenta CDR inom EU-ETS. Till skillnad från permanenta CDR måste icke-permanenta CDR, såsom koldioxidavskiljning och -användning (CCU), lämna in sina utsläppsrätter. Detta ger företag, såsom avfallsförbränningsföretag, för få incitament att integrera CCU med CCS (Vermeulen m.fl., 2025).

4.3.2 Industrial Decarbonization Bank och koldioxidkontrakt för differens

I februari 2025 införde EU "Clean Industrial Deal" för att stödja konkurrenskraft och motståndskraft samtidigt som avkarboniseringen av industrierna i Europa påskyndas (EU, 2025a). Man föreslog en Industrial Decarbonization Bank (IDB) med en finansiering på 100 miljarder euro från Europeiska innovationsfonden, intäkter från EU-ETS och en revidering av Invest EU (EU, 2025a). Det viktigaste finansiella instrumentet är koldioxidkontraktet för differens (CCfD). CCfD:er erbjuder en garanterad och stabil intäkt för investerare. Om det avtalade priset i avtalet är lägre än marknadspriset på koldioxid betalar staten ut skillnaden. Omvänt, om det avtalade priset är högre, måste projektet betala tillbaka skillnaden till staten (Murfet, 2025; Richstein & Neuhoff, 2022). Investerare får därmed ett garanterat koldioxidpris, och investeringen blir mindre riskfylld (Richstein & Neuhoff, 2022). CCfD:er kan också sänka koldioxidpriserna och ge tillgång till rimlig skuldfinansiering (Richstein & Neuhoff, 2022). För närvarande har ett fåtal europeiska länder, däribland Tyskland (klimatskyddsavtalet), Nederländerna (SDE++), Frankrike (Contract for Difference), Danmark (CCUS-fonden) och Storbritannien (Industrial Carbon Capture Contracts), infört CCfD-baserade stödsystem för CCUS (Murfet, 2025).

4.3.3 Försäkringsbolag

Försäkringsbolag skulle också kunna minska riskerna i CCUS-projekt och ge tillgång till överkomliga finansieringskällor. Global CCS Institute fann att försäkringsbolag skulle kunna täcka en rad olika typer av risker, däribland läckage, tekniska, politiska och regleringsmässiga risker, tillgångarnas skick samt volatilitet i koldioxidpriset (Smith, 2025). Läckage av infångad CO₂ tillbaka till atmosfären skulle till exempel kunna leda till avbrott i verksamheten

(Noussia et al., 2022). En försäkring skulle kunna minska den finansiella risken och därmed öka investerarnas förtroende (Smith, 2025).

Flera företag, däribland Ironshore, Marsh, Parhelion, Swiss Re och Zurich Insurance, har försäkrat CCUS (IEAGHG, 2024). Det största problemet för dessa försäkringsgivare är dock tillgången på tillräckliga kvantifierbara data för att uppskatta risker och förluster (Noussia et al., 2022; Smith, 2025).

Ruta 1: Ett exempel – Stockholm Exergi

Stockholm Exergi är den första BECCS-anläggningen i kommersiell skala som fått ett slutgiltigt investeringsbeslut (FID), och byggandet inleddes 2025. Den förväntade totala investeringen uppgår till cirka 1,3 miljarder euro (Stockholm Exergi, 2025a). Anläggningen ägs gemensamt av Stockholms stad (50 %) och Ankhiale (50 %) (Stockholm Exergi, 2025a). Anläggningen har ett fjärrvärmesystem på cirka 3 000 km som försörjer cirka 800 000 kunder i Stockholm. År 2024 redovisade den en vinst före skatt på 45 miljoner euro. Den har kreditbetyget BBB+ från S&P (Stockholm Exergi, 2025a). Sedan 2019 har Stockholm Exergi investerat cirka 3 miljoner euro i forskning, utveckling och genomförbarhetsstudier. Företaget beviljades cirka 1,1 miljoner euro genom Energimyndigheten (Energimyndigheten, 2025b).

För att finansiera sin BECCS-anläggning använder Stockholm Exergi en kombination av offentlig finansiering, ett långsiktigt avtal om avtagande och skuldfinansiering.

När det gäller kapital beviljades företaget 180 miljoner euro från EU:s innovationsfond (Energimyndigheten, 2025b). EIB beviljade företaget ett lån på 260 miljoner euro, vilket var deras första CCUS-finansiering (EIB, 2025). Nordiska investeringsbanken (NIB) beviljade dem ett 10-årigt lån på 176 miljoner euro (NIB, 2025). Om anläggningen dessutom uppfyller kraven i deras ramverk för gröna obligationer kan de utnyttja finansiering via gröna obligationer (Stockholm Exergi, 2024). DC Advisory och ICECAPITAL utsågs till finansiella rådgivare för Stockholm Exergi och rekommenderade att finansieringen skulle ske genom en kombination av banklån och överstatliga lån (DC Advisory, 2025).

För att täcka driftskostnaderna (OPEX) har Stockholm Exergi säkrat ett kontrakt genom en omvänd auktion på över 2 miljarder euro från Energimyndigheten för perioden 2028–2042 (Energimyndigheten, 2025b). Företaget har dessutom ingått ett avtal med Microsoft och Frontier om försäljning av permanenta CDR-certifikat. De har åtagit sig att leverera

5,8 miljoner ton infångad koldioxid CO_2 till Microsoft, medan man tillsammans med Frontier ska leverera permanenta CDR-certifikat till ett värde av 50 miljoner euro (Stockholm Exergi, 2025b).

Denna flerskiktade finansieringsmodell, som kombinerar offentlig finansiering, säkra intäktsströmmar från avtalsgarantier och olika skuldinstrument, gjorde det möjligt för Stockholm Exergi att övervinna de initiala hindren för bankfinansiering. Den visade också att långsiktiga avtal om koldioxidavskiljning kan skapa förutsägbara kassaflöden, vilket gör projektet mer attraktivt för långivare och investerare.

5 Slutsats

Sverige har gjort stadiga men gradvisa framsteg i utvecklingen av CCUS som en del av sin bredare strategi för utfasning av fossila bränslen. Sedan de första forskningsinitiativen 2009 har landet finansierat minst 73 CCUS-relaterade projekt, allt från forskning i tidiga skeden till genomförbarhetsstudier och ett begränsat antal utvecklingsprojekt i kommersiell skala. Det mest avancerade projektet, Stockholm Exergis BECCS-anläggning, visar att det är möjligt att uppnå finansierbarhet genom blandfinansiering, där offentlig finansiering, långsiktiga avtalsavtal och överstatliga lån kombineras.

Den övergripande takten i utbyggnaden är dock fortfarande långsam på grund av osäkerheter av teknisk, ekonomisk och marknadsmässig karaktär. Endast ett projekt har nått ett slutgiltigt investeringsbeslut (FID) och påbörjat byggandet; övriga befinner sig fortfarande i planerings-, genomförbarhets- eller tidiga utvecklingsfaser. Högre drifts- och kapitalkostnader, begränsad infrastruktur, osäkra intäktsmodeller och svaga marknadssignaler är några av de viktigaste hindren inom CCUS-branschen. Utnyttjandeprojekt står inför större utmaningar på grund av att marknaden för utnyttjandeprodukter är omogen och att icke-permanent CDR inte erkänns i tillräcklig utsträckning.

Trots dessa utmaningar kommer CCUS att spela en avgörande roll i Sveriges väg mot en djupgående utfasning av fossila bränslen, särskilt för sektorer där utsläppsminskningar är svåra att åstadkomma, såsom energi, raffinaderier och andra industrier (cement, järn och stål, massa och papper). Sverige har en unik fördel inom bioenergibaserad CCUS (BECCS) tack vare landets starka profil inom förnybar energi. År 2022 stod förnybar energi för 67 % av Sveriges slutliga energiförbrukning, där biomassa bidrog med 60 % av produktionen av förnybar energi. Detta utgör en solid grund för BECCS-projekt, som kan uppnå negativa utsläpp genom att avskilja biogent koldioxid CO_2 från bioenergi- och avfallsförbränningsanläggningar. Delad infrastruktur och klusterbildning av projekt minskar transport- och lagringskostnaderna avsevärt. Förbättrade mekanismer för riskdelning är avgörande för att minska de upplevda projektrisken. Detta kan uppnås genom robusta garantiprogram och försäkringssystem. Statligt stödda garantier är avgörande för att locka privata långivare till högrisksektorer med stor osäkerhet genom att dela de finansiella riskerna, vilket därmed möjliggör tillgång till finansiering till lägre kostnad. Parallellt med detta skulle skräddarsydda försäkringsprodukter för CCUS, som täcker läckage samt drifts- och regleringsrisker, göra investeringarna ännu säkrare. För att standardisera sådana försäkringslösningar krävs förbättrad datainsamling från pilotprojekt för att möjliggöra mer exakta riskbedömningar och överkomlig täckning (Smith, 2025).

Riktade marknadspolitiska åtgärder behövs för att stödja produkter för CO_2 -användning. Till exempel är eSAF-marknaden fortfarande omogen, och många projekt är fortfarande ekonomiskt olönsamma. Dessutom finns det inget etablerat ramverk för att identifiera, mäta och redovisa icke-permanenta koldioxidavskiljningar som genereras av CCU-projekt. Det finns ett akut behov av politiska reformer och marknadsinriktade studier för att åtgärda dessa brister, förbättra marknadens mognad och identifiera framväxande trender för produkter för CO_2 -användning (Vermeulen m.fl., 2025).

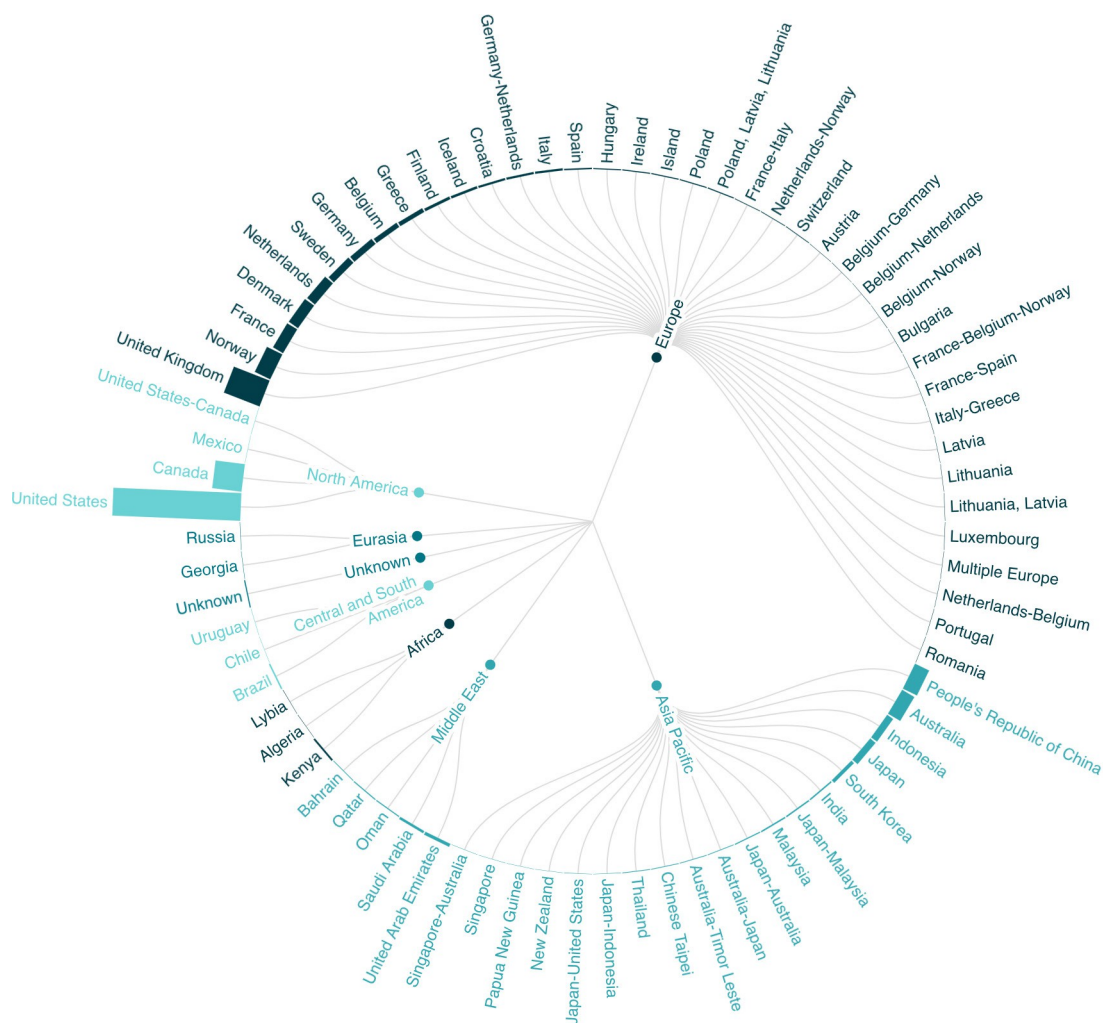
Modeller från Rueda et al. (2021) visar dock att utsläppsminskningssvågar som i hög grad bygger på BECCS utsätter länderna för stor kostnadsvolatilitet och teknisk inlåsning. Kostnadseffektiva och motståndskraftiga vägar innebär att man balanserar BECCS med andra CDR-alternativ, såsom DAC och skogsplantering. Därför bör den svenska klimatstrategin upprätthålla flexibiliteten i portföljen snarare än att enbart fokusera på storskalig utbyggnad av BECCS.

6 Tabeller och figurer

Region	Cancelled	Operational	Planned	Under construction	Total
Africa	1		5	1	7
South America		1	5		6
Europe	25	9	331	19	384
Middle East		3	17	4	24
North America	28	31	353	22	434
Asia Pacific	4	18	128	10	160
Unknown			2		2
Total	58	62	841	56	1017

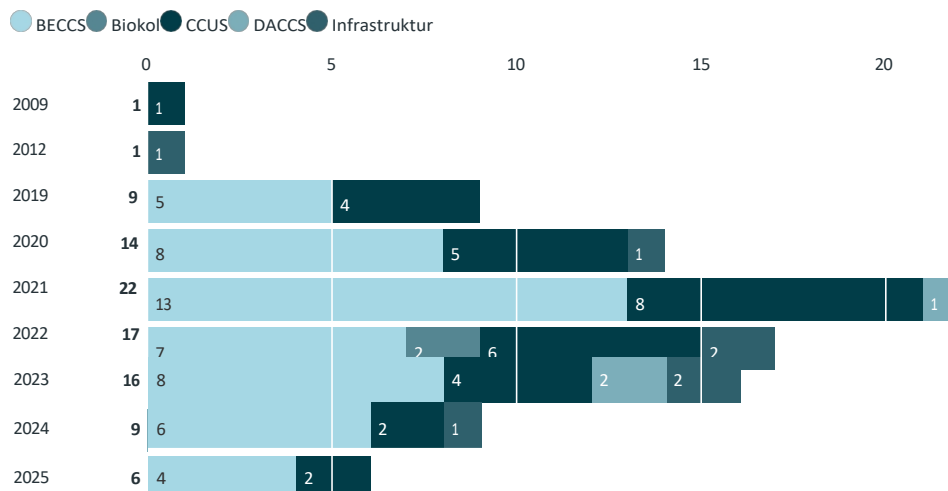
Tabell 1. Databas över IEA-projekt

Källa: IEA:s CCUS-databas, 2025



Figur 2. Länder med CCUS-projekt

Källa: IEA:s CCUS-databas, 2025



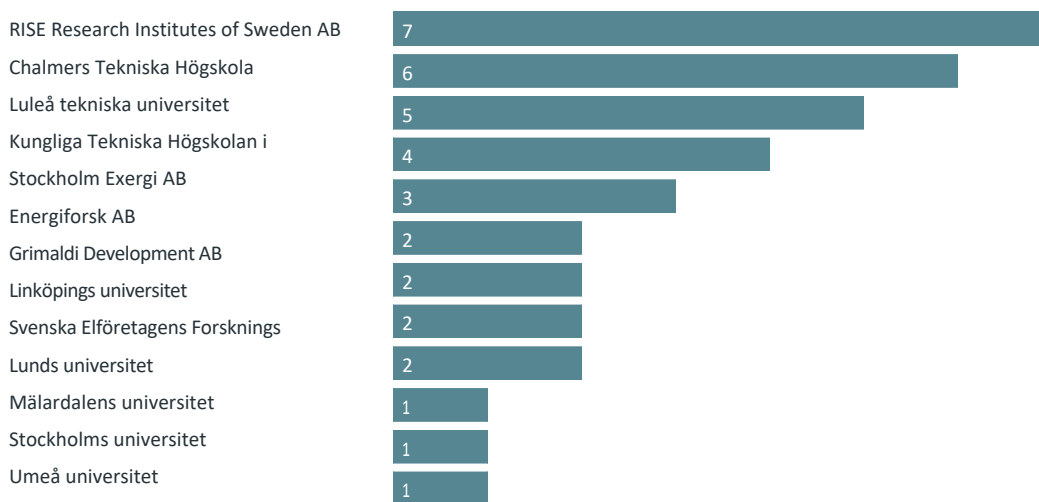
Figur 3. Antal påbörjade projekt per år efter tekniktyp

Källa: Energimyndighetens projektdatabas, 2025

Project Type	Number of Projects
Commercial	13
Feasibility Study	23
Research & Innovation	37

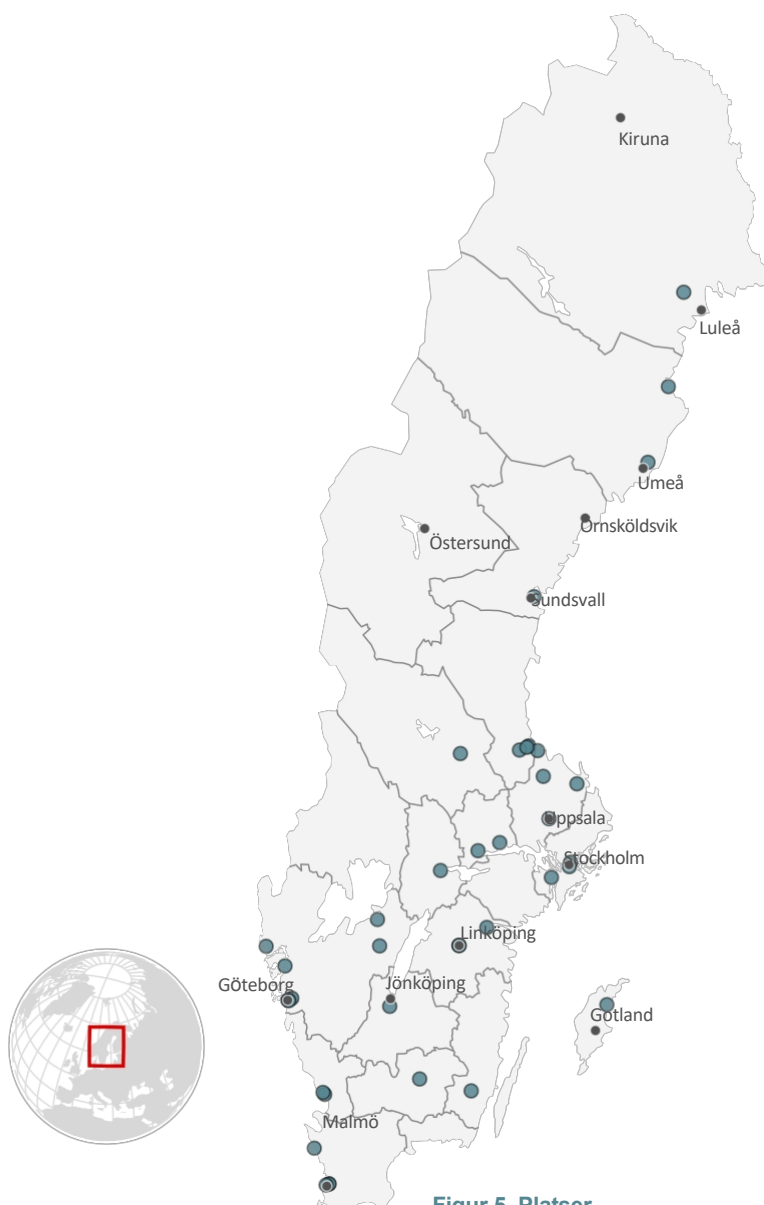
Tabell 2. Typ av projekt

Källa: Energimyndighetens projektdatabas, 2025



Figur 4. Forsknings- och innovationsorganisationer

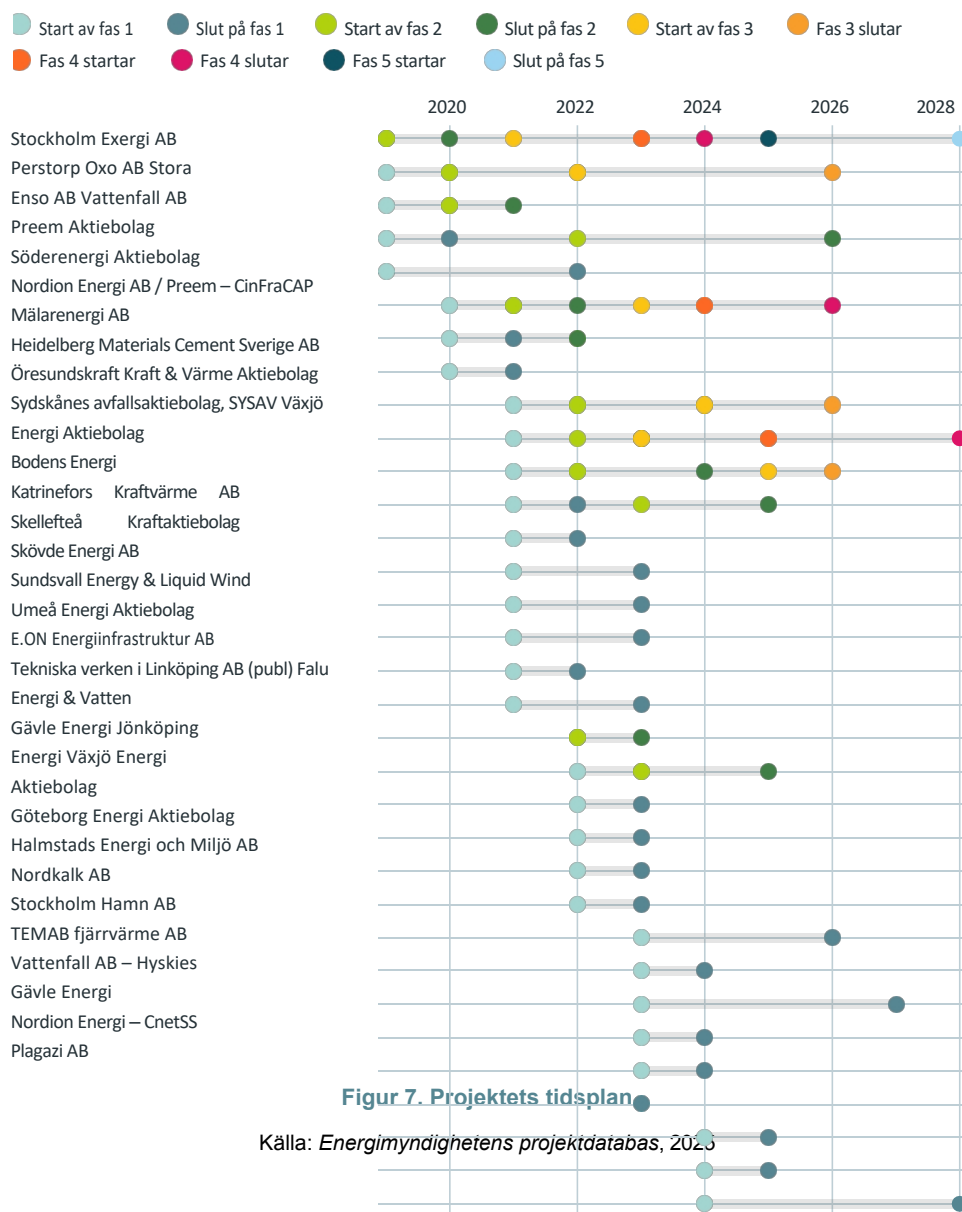
Källa: Energimyndighetens projektdatabas, 2025



Figur 5. Platser

Källa: Energimyndighetens projektdatabas, 2025





Teknik	Projekt	TRL
Aminbaserade lösningsmedel	25	9
Varmt kaliumkarbonat (HPC)	25	9
Kylprocess med ammoniak (CAP)	11	6 – 7
Joniska vätskor	2	4–5
Aqualung-membran	1	8–9

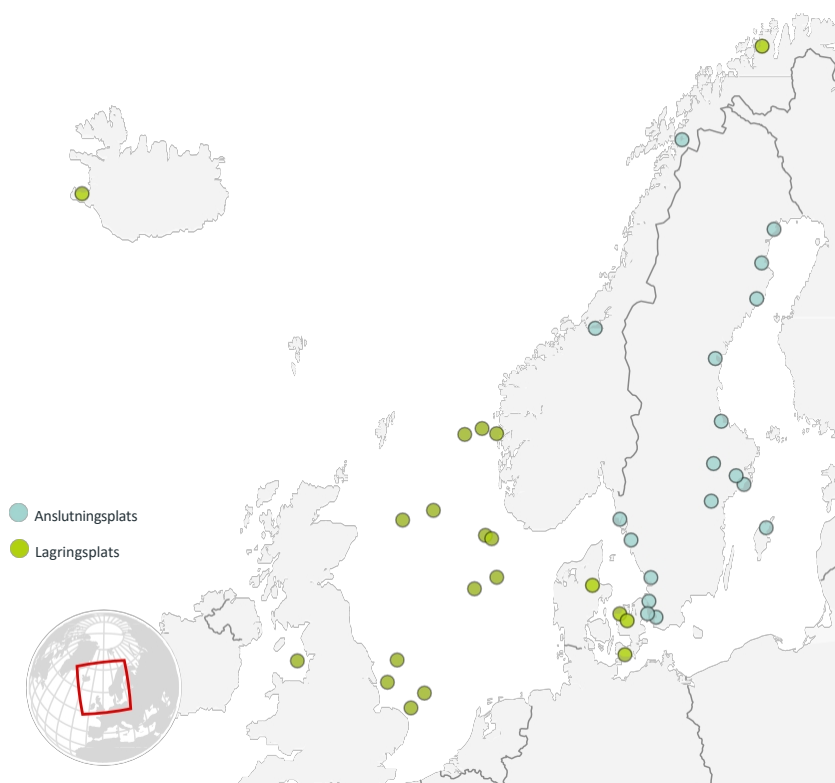
Tabell 3. Avskiljningstekniker

Källa: *Energimyndighetens projektdatabas, 2025*

	Port	Country	Projects ▾
1	Göteborg	Sweden	7
2	Malmö	Sweden	5
3	Gävle	Sweden	5
4	Stockholm Norvik	Sweden	5
5	Norrköping	Sweden	2
6	Narvik	Norway	1
7	Helsingborg	Sweden	1
8	Trondheim	Norway	1
9	Umeå	Sweden	1
10	Södertälje	Sweden	1
11	Västerås	Sweden	1
12	Halmstad	Sweden	1
13	Luleå	Sweden	1
14	Slite	Sweden	1
15	Lysekil	Sweden	1
16	Skellefteå	Sweden	1
17	Sundsvall	Sweden	1

Tabell 4. Anslutningsportar

Källa: Energimyndighetens projektdatabas, 2025



Figur 8. Lagringsplatser och anslutningspunkter

Källa: (Clean Air Taskforce Database, [Europe Carbon Capture Project Map](#))

Technology	No. of projects	Average	Lowest	Highest
<i>Amine-based solvents</i>				
MEA	9	64,43-101,6	32.6	221
CESAR1	1	59	-	-
PSA/CRY	1	259	-	-
<i>Hot potassium carbonate</i>				
HPC FS	7	70,27-04.8	32	130
HPC ES	2	60-148,5	60	194
<i>Ionic liquids</i>	2	32,1-50	25.7	69.5
<i>Chilled ammonia process</i>	6	103-183,4	64	307
Overall		65,9-133,6	-	-

Tabell 5. Kostnad för avskiljning – CAPEX
(värdena anges i miljoner euro)

Technology	No. of projects	Average	Lowest	Highest
<i>Amine-based solvents</i>				
MEA	9	44,79 -61,79	15.5	85
CESAR1	1	50-78		
PSA/CRY	1	0	-	-
<i>Hot potassium carbonate</i>				
HPC FS	7	28,57-46,4	13	98.5
HPC ES	2	15-39	11	86
<i>Ionic liquids</i>	2	26,8-29	27	29.6
<i>Chilled ammonia process</i>	6	30-51	16	65
Overall		32,5-50,9	-	-

Tabell 6. Kostnad för avskiljning – OPEX
(värden i EUR/tCO₂)

Category	Average	Lowest	Highest
<i>Storage</i>			
Temporary storage	4,1-6,28	3	10
Permanent storage	25	20	50
Port	11	0	0
<i>Transport</i>			
Truck	13-26	12	22
Train	22,5-33	7	65
Ship	14,2-21,6	7	55
Pipeline	3,7-9	1.5	15
Total transport cost	51-64	33	77

Tabell 7. Transport- och lagringskostnader
(värden i EUR/tCO₂)

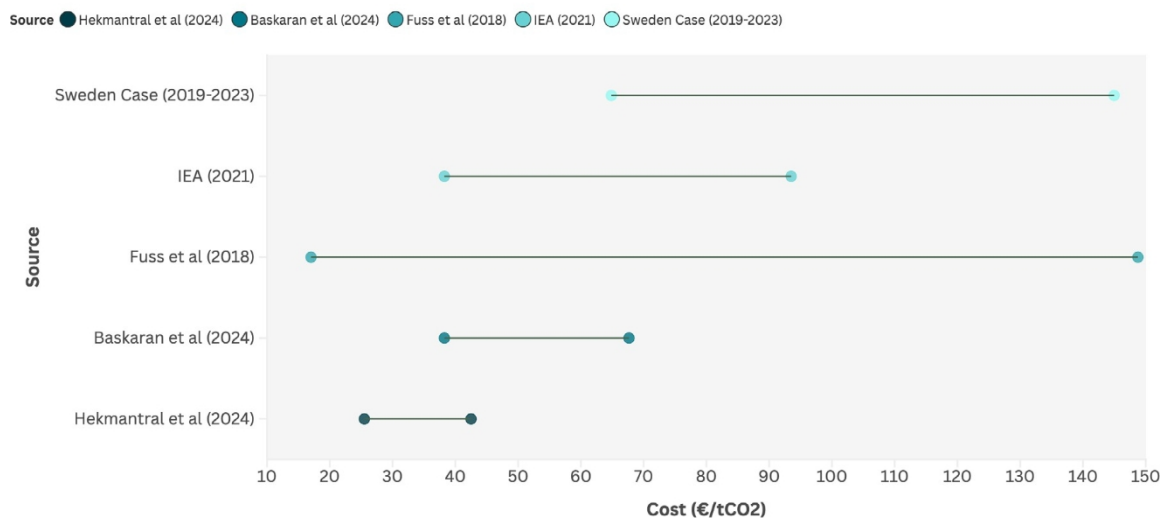
Total cost of capture		
Average	€/tCO ₂	114.70 - 205.30
Lowest	€/tCO ₂	85
Highest	€/tCO ₂	300
Investment	MEUR	124 - 1300

Tabell 8. Total kostnad för avskiljning

Källa: Energimyndighetens projektdatabas (2025)

Växelkurs: 1 EUR = 10 SEK

Capture cost comparison

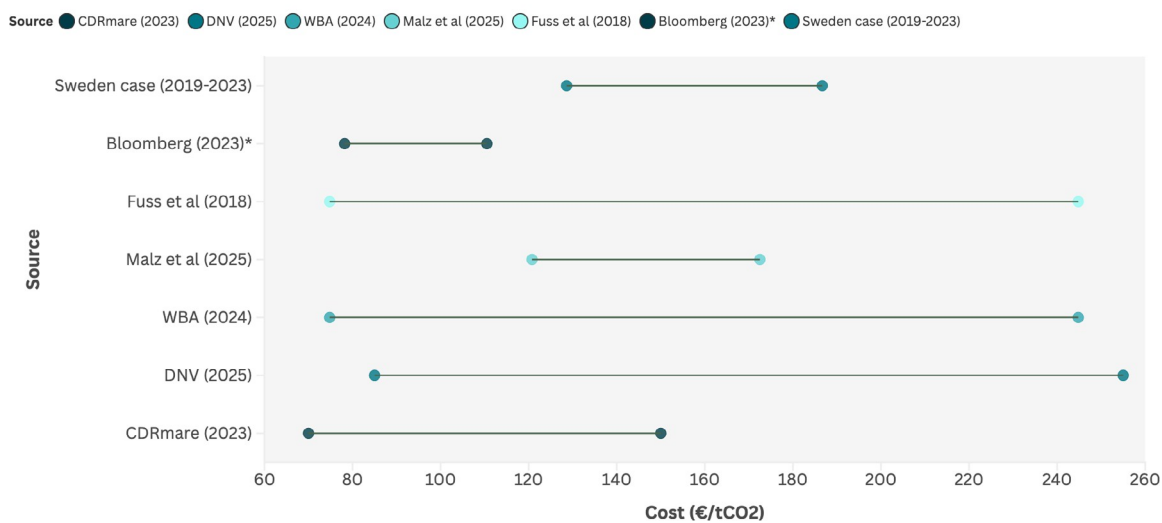


Figur 9. Jämförelse av kostnader för avskiljning

Funder	Projects	Grant	Total project cost
Energy Agency	88	1,960,169,068	2,203,884,005
Innovation Fund	5	433,515,343	450,841,981
Klimatklivet	2	15,145,455	92,787,879
Total		2,408,829,865	2,747,513,864

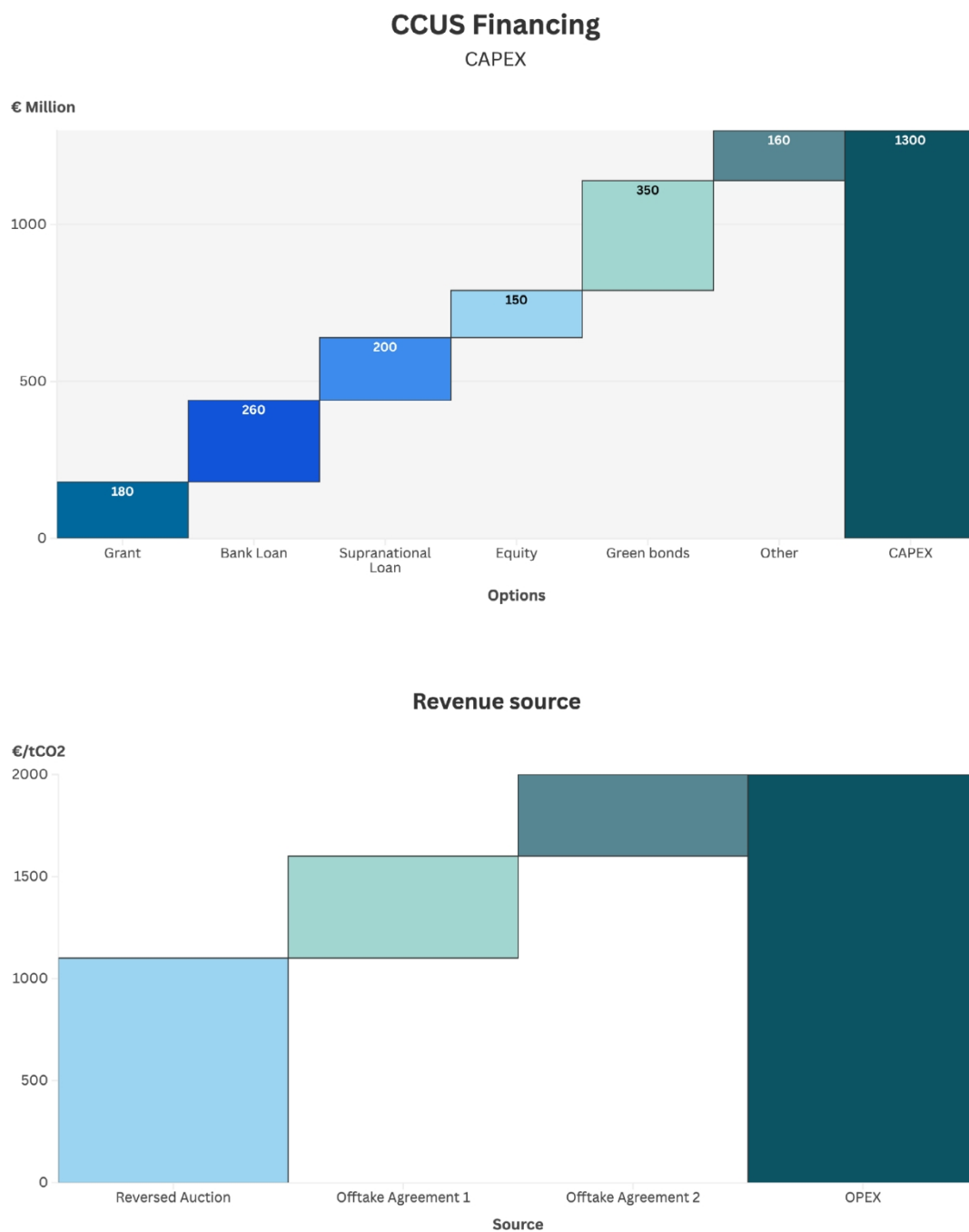
Tabell 9. Finansiering genom subventioner (värden i EUR, växelkurs 1 EUR = 11 SEK)

Total cost comparison



Figur 10. Jämförelse av totalkostnader

Källa: Energimyndighetens projektdatabas (2025), Bloomberg (2023), Fuss et al. (2018), Malz et al. (2025), WBA (2024), DNV (2025), CDRmare (2023).

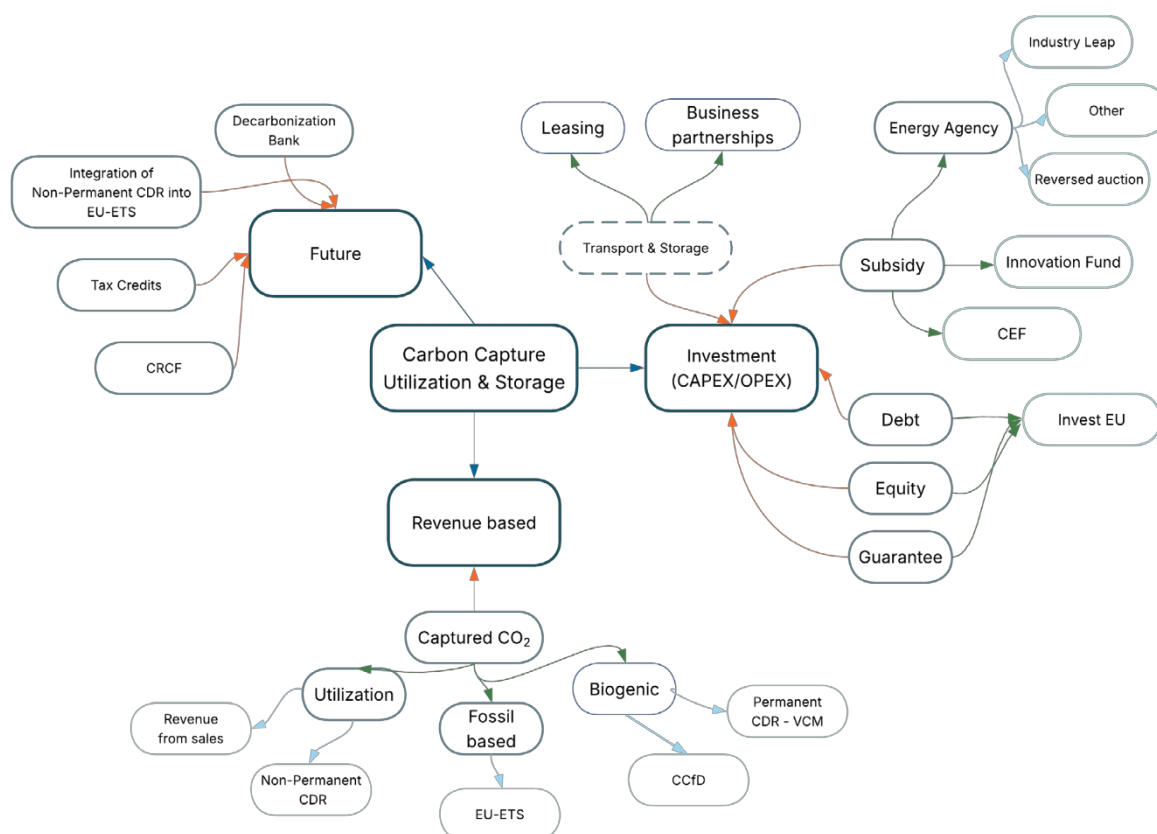


*Bloomberg anger kostnader för CCS-anläggningar i närheten av lagringsplatser; för andra platser kan kostnaderna vara 2 till 4 gånger högre.

Figur 11. Finansieringsstruktur – Stockholm Exergi

Källa: *Stockholm Exergi*, 2025, www.stockholmexergi.se.

Gröna obligationer, övrigt och intäktsfinansiering är hypotetiska värden som används för att illustrera diagrammet.



Figur 12. Sammanfattning av finansieringsalternativ

Källa: Energimyndighetens projektdatabas, 2025; EU-CLIMA, o.d., 2025a, 2025b

7 Referenser

Allmyr, M., Tunberg, P., Ekström, S., Jones, M., Rödén, M., Augustsson, O., & Karthikeyan, T. L. (2021). *Genomförbarhetsstudie om CCS vid Mälarenergis kraftvärmeverk i Västerås* (s. 1–60). Mälarenergi AB, BluCarbon Solutions, Energimyndigheten.

Anderson, K., & Peters, G. (2016). Problemet med negativa utsläpp. *Science*, 354(6309), 182–183. <https://doi.org/10.1126/science.aah4567>

Aqualung. (15 juni 2021). *Tekniken bakom Aqualung: Aqualung Carbon Capture*. Aqualung. <https://aqualung-cc.com/technology/>

Babin, A., Vaneckhaute, C., & Iliuta, M. C. (2021). Potential och utmaningar för bioenergi med koldioxidavskiljning och -lagring som en koldioxidnegativ energikälla: En översiktsartikel. *Biomass and Bioenergy*, 146, 105968. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2021.105968>

Barlow, H., Shahi, S., & Kearns, D. (2025). *Framsteg inom CCS-teknik och kostnader* (s. 1–66). Global CCS Institute. <https://www.globalccsinstitute.com/wp-content/uploads/2025/01/Advancements-in-CCS-Technologies-and-Costs-Report-2025.pdf>

Baskaran, D., Saravanan, P., Nagarajan, L., & Byun, H.-S. (2024). En översikt över tekniker för avskiljning, lagring och användning av koldioxid: Teknisk mognad, storskalig demonstration och kostnad. *Chemical Engineering Journal*, 491, 151998. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2024.151998>

Blanchard, M. (2025). *Utsläppshandelssystem och industriell koldioxidhantering: En jämförande analys av fem jurisdiktioner* (s. 1–20). Global CCS Institute.

Boman, F., Santén, V., Westerberg, J., Lindberg, U., Djurberg, R., Algell, J., Borgh, M. E., Kilicaslan, S., Kärnebro, Å., Kjärstad, J., Johansson, C. H., Rensfeldt, A., Wahlström, U., Höök, A., & Balata, D. (2024). *Norvik Infrastructure CCS East Sweden – Projektfas 2 – fördjupad förstudie* (s. 1–251) [Utarbetad för Stockholm Hamn AB]. Aenigma AB; RISE; Stockholm Hamn AB. <https://www.stockholmshamn.se/siteassets/om-oss/resultatrapport-nice-2024-04-15.pdf>

Borglund, A.-S. (2024). Därför vill Sundsvall Energi satsa på ny kraftvärme. *Tidningen Energi*. <https://www.energi.se/artiklar/2024/oktober/darfor-vill-sundsvall-energi-satsa-pa-ny-kraftvarme/>

Buck, H. J. (2019). Utmaningar och möjligheter med bioenergi med koldioxidavskiljning och lagring (BECCS) för samhällen. *Current Sustainable/Renewable Energy Reports*, 6(4), 124–130. <https://doi.org/10.1007/s40518-019-00139-y>

Bui, M., Fajardy, M., & Mac Dowell, N. (2018). Bioenergi med koldioxidavskiljning och lagring (BECCS): Möjligheter till prestandaförbättring. *Fuel*, 213, 164–175. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2017.10.100>

Bukar, A. M., & Asif, M. (2024). Bedömning av teknikmognadsgraden för tekniker för koldioxidavskiljning och -lagring. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 200, 114578. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2024.114578>

Carbon Gap. (2025). *Koldioxidavskiljning i Österrike: Översikt över nationell politik*. Carbon Gap: Policy Tracker. <https://tracker.carbongap.org/regional-analysis/national/austria/>

Carbon Market Watch. (2 juni 2025). Metoderna inom Carbon Certification Removal Framework (CRCF) hör till de av lägst kvalitet – analys. *Carbon Market Watch*. <https://carbonmarketwatch.org/2025/06/02/carbon-certification-removal-framework-crcf-methodologies-among-lowest-quality-analysis/>

Carton, W., Asiyanbi, A., Beck, S., Buck, H. J., & Lund, J. F. (2020). Negativa utsläpp och den långa historien om koldioxidavskiljning. *WIREs Climate Change*, 11(6), e671. <https://doi.org/10.1002/wcc.671>

CCUS Norway. (2024). *CCUS Norway om det föreslagna statsbudgetförslaget för 2024*. CCUS Norway. <https://ccusnorway.no/news/ccus-norway-about-the-national-budget-proposed-for-2024>

CDRmare. (2023). *Policy Brief, Möjligheter och hinder för marin geologisk CO₂-lagring*. CDRmare. <https://doi.org/10.3289/cdrmare.15>

Chen, T.-L., Hsu, H.-M., Pan, S.-Y., & Chiang, P.-C. (2019). Framsteg och utmaningar vid införandet av en mekanism för koldioxidkompensation för en koldioxidsnål ekonomi: Erfarenheter från Taiwan. *Journal of Cleaner Production*, 239, 117860. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.117860>

Clarksons & CCSA. (2024). *Clarksons/CCSA-rapport om uppdaterade kostnader för CO₂-transport till sjöss*. CCS Association.

Climeworks. (2 juli 2025). *Climeworks samlar in 162 miljoner USD för att skala upp tekniken*. Climeworks. <https://climeworks.com/press-release/climeworks-raises-usd-162m-to-scale-up-technology>

Konventionen om skydd av den marina miljön i Östersjöområdet (Helsingforskonventionen) (1992). https://helcom.fi/wp-content/uploads/2019/06/Helsinki-Convention_July-2014.pdf

Corke, E., Ziesig, R., Eriksson, C. B., Lind, F., Israelsson, M., Norström, U., Samuelsson, J., & Jones, M. (2023). *Genomförandestudie av bio-CCS vid värme- och kraftverken i Åby och Händelö* (s. 1–23). E.ON Energiinfrastruktur AB, Captimise, Energimyndigheten.

DC Advisory. (27 mars 2025). *DC Advisory agerar rådgivare åt Stockholm Exergi och dess aktieägare i samband med en investering på 13 miljarder SEK och skuldfinansiering av företagets BECCS-anläggning*. DC Advisory. <https://www.dcadvisory.com/news-deals-insights/deal-announcements/dc-advisory-advises-stockholm-exergi-and-its-aktieagare-om-sin-investering-pa-13-miljarder-kronor-och-skuldfinansieringen-av-sin-beccs-anlaggning/>

Department for Energy Security and Net Zero. (2025). *UK carbon capture, usage and storage (CCUS)*. GOV.UK. <https://www.gov.uk/government/collections/uk-carbon-capture-usage-and-storage-ccus>

Europaparlamentets och rådets direktiv 2009/29/EG av den 23 april 2009 om ändring av direktiv 2003/87/EG i syfte att förbättra och utvidga gemenskapens system för handel med utsläppsrätter för växthusgaser (text av betydelse för EES), 2009/29/EG, EP, CONSIL, 140 EUT L (2009). <http://data.europa.eu/eli/dir/2009/29/oj/eng>

DNV. (2025a). *CO₂-sjöfart*. DNV. <https://www.dnv.com/focus-areas/ccs/carbon-shipping/> DNV. (2025b).

Utsikter för energiomställningen – CCS fram till 2050 (s. 1–72). DNV.

EIB. (2025). *Sverige: EIB finansierar banbrytande anläggning för koldioxidavskiljning i Stockholm*. Europeiska investeringsbanken. <https://www.eib.org/en/press/all/2025-172-eib-finance-ground-breaking-carbon-anlaggning-i-stockholm>

Energimyndigheten. (2025a). *CCS – avskiljning och lagring av koldioxid*. CCS – carbon capture and storage. <https://www.energimyndigheten.se/klimat/ccs/>

Energimyndigheten. (2025b). *Energimyndighetens projektdatabas* [Databas]. Energimyndigheten. <https://www.energimyndigheten.se/forskning-och-innovation/projektdatabas/?AdvancedSearch=False&SimpleQueryText=CCS>

Energimyndigheten. (2025c). *Nationellt centrum för CCS*. Energimyndigheten. <https://www.energimyndigheten.se/en/sustainability/carbon-capture-and-storage/national-centre-for-ccs/>

Energistyrelsen. (28 november 2024). *CCS-upphandlingar och annan finansiering för utveckling av CCS* | Energistyrelsen. <https://ens.dk/en/supply-and-consumption/ccs-tenders-and-other-funding-ccs-utveckling>

EU. (2025a). *Clean Industrial Deal* [Text]. Europeiska kommissionen. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_25_550

EU. (2025b). *EU:s portal för finansiering och upphandlingar*. EU:s portal för finansiering och upphandlingar. <https://ec.europa.eu/info/funding-tenders/opportunities/portal/screen/opportunities/projects-details/43089234/101085939/INNOVFUND?order=DESC&pageNumber=1&pageSize=10&sortBy=relevance&keywords=Project%20Air>

EU. (2025c, 24 juli). *InvestEU*. InvestEU. https://investeu.europa.eu/index_en

EU-CLIMA (Direktör). (u.å.). *EU-CLIMA: Vol. Permanent removals* [Videoinspelning]. Hämtad 17 juli 2025 från https://climate.ec.europa.eu/citizens-stakeholders/events/carbon-removal-expert-group-meeting-permanent-removals-2025-07-10_en

EU-CLIMA (direktör). (2025a, 26 mars). *EU-CLIMA: Vol. Permanent removals and carbon storage in buildings* [Videoinspelning]. https://climate.ec.europa.eu/citizens-stakeholders/events/eu-carbon-möte-med-expertgruppen-för-permanent-koldioxidavskiljning-och-koldioxidlagring-i-byggnader-2025-03-26_en

EU-CLIMA (direktör). (2025b, 21 maj). *EU-CLIMA: Vol. Perspektiv på ett inköpsprogram för CRCF* [Videoinspelning]. https://climate.ec.europa.eu/citizens-stakeholders/events/workshop-perspektiv-inköpsprogram-crcf-permanent-koldioxidavskiljningskrediter-2025-05-21_en

EUDP. (2025). *Projektgalleri* | EUDP. <https://eudp.dk/en/projektgalleri>

Fajardy, M., & Dowell, N. M. (2017). Kan BECCS åstadkomma hållbara och resurseffektiva negativa utsläpp? *Energy & Environmental Science*, 10(6), 1389–1426. <https://doi.org/10.1039/C7EE00465F>

Fajardy, M., Patrizio, P., Daggash, H. A., & Mac Dowell, N. (2019). Negativa utsläpp: Prioriteringar för forskning och utformning av politik. *Frontiers in Climate*, 1. <https://doi.org/10.3389/fclim.2019.00006>

- Friedmann, S. J., Zapantis, A., Page, B., Consoli, C., Fan, Z., Havercroft, I., Liu, H., Ochu, E., Raji, N., Rassool, D., Sheerazi, H., & Townsend, A. (2020). *NET-ZERO AND GEOSPHERIC RETURN: ÅTGÄRDER IDAG FÖR 2030 OCH DÄREFTER* (s. 1–55). Columbia SIPA Center on Global Energy Policy; Global CCS Institute.
- Fuss, S., Lamb, W., Callaghan, M., Hilaire, J., Creutzig, F., Amann, T., Beringer, T., de Oliveira Garcia, W., Hartmann, J., Khanna, T., Luderer, G., Nemeth, G., Rogelj, J., Smith, P., Vicente, J., Wilcox, J., Dominguez, M., & Minx, J. (2018). Negative emissions – Del 2: Kostnader, potential och bieffekter. *Environmental Research Letters*, 13, 063002. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aabf9f>
- Gasser, T., Guivarch, C., Tachiiri, K., Jones, C. D., & Ciais, P. (2015). Negative emissions är fysiskt nödvändiga för att hålla den globala uppvärmningen under 2 °C. *Nature Communications*, 6(1), 7958. <https://doi.org/10.1038/ncomms8958>
- gasworld. (25 mars 2025). *Europa anslår 5 miljarder euro till Tyskland för vätgas och CCUS*. Gasworld. https://www.gasworld.com/story/europe-allocates-e5bn-to-germany-for-hydrogen-and-ccus/2153479_article/
- Heidelberg Materials. (2024). *Slite CCS*. Slite CCS. <https://www.sliteccs.se/en>
- Hekmatmehr, H., Esmaili, A., Pourmahdi, M., Atashrouz, S., Abedi, A., Ali Abuswer, M., Nedeljkovic, D., Latifi, M., Farag, S., & Mohaddespour, A. (2024). Tekniker för koldioxidavskiljning: En översikt över teknikens mognadsgrad. *Fuel*, 363, 130898. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2024.130898>
- Höglund, R. (2020). *Att ta bort koldioxid nu: Hur kan företag och privatpersoner finansiera teknik för negativa utsläpp på ett säkert och effektivt sätt för att bidra till att lösa klimatkrisen?* <https://oxfamlibrary.openrepository.com/handle/10546/621034>
- Honegger, M., & Reiner, D. (2018). Den politiska ekonomin bakom teknik för negativa utsläpp: Konsekvenser för utformningen av internationell politik. *Climate Policy*, 18(3), 306–321. <https://doi.org/10.1080/14693062.2017.1413322>
- IEA. (17 februari 2021). *Är koldioxidavskiljning för dyrt? – Analys*. IEA. <https://www.iea.org/commentaries/is-carbon-capture-too-expensive>
- IEA. (2022). *SDE++-stödfonden för CCS-projekt – Policyer*. IEA. https://www.iea.org/policies/13920_sde-subsidy-fund-for-ccs-projects
- IEA. (2023). *Net Zero Roadmap: En global väg för att hålla 1,5 °C-målet inom räckhåll – Uppdatering 2023* (s. 1–226). Internationella energimyndigheten.
- IEA. (2025). *Produkter*. IEA. <https://www.iea.org/account/licence/products>
- IEA Bioenergy. (2024). *Landsrapport Sverige* (s. 1–30). Internationella energimyndigheten. https://www.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/2024/12/CountryReport2024_Sweden_final.pdf
- IEAGHG. (2024). *Försäkringsskydd för koldioxidlagringsprojekt*. IEA:s forsknings- och utvecklingsprogram för växthusgaser. <https://doi.org/10.62849/2024-tr04>

Jacobs, T. (17 oktober 2024). *Santos rapporterar att koldioxidlagring pågår vid Moomba-anläggningen i Australiens outback*. JPT. <https://jpt.spe.org/santos-reports-carbon-storage-is-underway-at-moomba-anlaggning-i-australiens-outback>

Jannasch, A.-K., Angelbratt, A., & Axelsson, E. (2022). *Genomförbarhetsstudie – CinfraCap* (s. 1–25). Nordian Energi, Göteborg Energi, Göteborgs hamn, Preem, St1, Renova, Energimyndigheten.

Kivimaa, P., & Kern, F. (2016). Kreativ förstörelse eller bara stöd till nischer? Kombinationer av innovationspolitik för hållbarhetsomställningar. *Research Policy*, 45(1), 205–217. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2015.09.008>

KKAB & Klimpo. (2023). *Genomförbarhetsstudie – Katrinefors Kraft* (s. 1–105). Katrinefors Kraft AB, Klimpo, Energimyndigheten.

Klimaschutz, B.-B. för W. och. (2024). *Habeck överlämnar de första klimatavtalen: 15 omställningsprojekt kan starta*. <https://www.bundeswirtschaftsministerium.de/Redaktion/DE/Pressemitteilungen/2024/10/20241015-habeck-uebergibt-erste-klimaschutzvertraege.html> Krippendorff, K. (2004).

Innehållsanalys: En introduktion till dess metodik (2:a uppl., [nyutgåva]). Sage Publ.

Lindberg, J., & Durakovic, E. (2022). *AP 1 Koldioxidbudget, kostnads-nyttoanalys av CCS* (s. 1–25). Sweco, Sundvall Energi AB.

Lindblom, K., Stålnacke, H., Strand, A., Snell, I., Vikström, T., Tegelund, J.-E., Jones, M., Nordenström, J., Rödén, M., Augustsson, O., Nordlund, H., Karthikeyan, T. L., Lund, H., Andersson, V., Steinberg, E., & Sträng, J. (2024). *BioCCS i det smarta energisystemet i Falun* (s. 1–112). Falu Energi och vatten AB, Klimpo, Energimyndigheten.

Lockwood. (4 juli 2023). *Var ska Europa lagra sin koldioxid?* Clean Air Task Force. <https://www.catf.us/2023/07/var-kommer-europa-att-lagra-sitt-koldioxid/>

Makarchuk, S. (2025). *Det nya europeiska ramverket för frivillig certifiering av koldioxidavskiljning*. CERHA HEMPEL Rechtsanwältte GmbH. <https://www.cerhahempel.com/blog/esg-forum/the-new-european-voluntary-certification-framework-for-carbon-removal>

Makepa, D. C., & Chihobo, C. H. (2025). Hållbara vägar för produktion och användning av biomassa vid koldioxidavskiljning och -lagring – En översikt. *Biomass Conversion and Biorefinery*, 15(8), 11397–11419. <https://doi.org/10.1007/s13399-024-06010-5>

Mälarenergi Press. (2024). *Start i november: Mälarenergi testar koldioxidinfångning på kraftvärmeverket | Mälarenergi*. Mälarenergi. <https://via.tt.se/pressmeddelande/3646708/start-i-november-malarenergi-testar-koldioxidinfangning-pa-kraftvarmeverket?publisherId=3236664&lang=sv>

Markard, J., Raven, R., & Truffer, B. (2012). Hållbarhetsomställningar: Ett framväxande forskningsområde och dess framtidsutsikter. *Research Policy*, 41(6), 955–967. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2012.02.013>

Mazzucato, M., & Semieniuk, G. (2018). Finansiering av förnybar energi: Vem finansierar vad och varför det är viktigt. *Technological Forecasting and Social Change*, 127, 8–22. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.05.021>

Mertens, J., Breyer, C., Belmans, R., Gendron, C., Geoffron, P., Fischer, C., Fornel, E. D., Lester, R., Nicholas, K. A., Miranda, P. E. V. de, Palhol, S., Verwee, P., Sala, O., Webber, M., & Debackere, K. (2024). Utvärdering av koldioxidavskiljning: Integrering av teknisk potential med miljö-, sociala och styrningskriterier samt lagringens varaktighet. *iScience*, 27(12). <https://doi.org/10.1016/j.isci.2024.111418>

Minx, J., Lamb, W., Callaghan, M., Fuss, S., Hilaire, J., Creutzig, F., Amann, T., Beringer, T., de Oliveira Garcia, W., Hartmann, J., Khanna, T., Lenzi, D., Luderer, G., Nemet, G., Rogelj, J., Smith, P., Vicente Vicente, J., Wilcox, J., & Dominguez, M. (2018). Negativa utsläpp: Del 1 – forskningslandskap och sammanfattning. *Environmental Research Letters*, 13, 063001. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aabf9b>

Murfet, C. (2025). *Carbon-Contracts-for-Differences-in-Europe-Global-CCS-Institute* (s. 1–8). Global CCS Institute. <https://www.globalccsinstitute.com/wp-content/uploads/2025/07/Carbon-Contracts-for-skillnader-i-Europa-Global-CCS-Institute.pdf>

Naturvårdverket. (2025a). *El och fjärrvärme, utsläpp av växthusgaser*. Data och statistik – Klimat. <https://www.naturvardsverket.se/data-och-statistik/klimat/vaxthusgaser-utslapp-fran-el-och-fjarrvarme/>

Naturvårdverket. (2025b). *Klimatklivet*. <https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/klimatomstallningen/klimatklivet/>

Nemet, G. F., Callaghan, M. W., Creutzig, F., Fuss, S., Hartmann, J., Hilaire, J., Lamb, W. F., Minx, J. C., Rogers, S., & Smith, P. (2018). Negative emissions—Part 3: Innovation and upscaling. *Environmental Research Letters*, 13(6). <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aabff4>

NIB. (2025). *Stockholm Exergi Holding AB (Sverige) – Lån – Nordiska Investeringsbanken*. Nordiska Investeringsbanken. <https://www.nib.int/loan/stockholm-exergi-holding-ab-72936/>

Nordian Energi. (2022). *Malmö CO2 Hub*. <https://nordionenergi.se/projekt/koldioxidinfangning/malmo-co2-hub>

Nordkalk. (22 juni 2023). SigmaRoc installerar sin första koldioxiduppsamlingsmodul på Nordkalks anläggning i Köping. *Nordkalk*. <https://nordkalk.se/sigmaroc-installerar-sin-forsta-koldioxiduppsamlingsmodul-pa-nordkalks-anlaggning-i-koping/>

Noussia, K., Caine, C., & Richardson, W. (2022). Europeiska reglerings- och försäkringsaspekter av koldioxidavskiljning och -lagring. *European Energy and Environmental Law Review*, 31(nr 6), 383–393. <https://doi.org/10.54648/eelr2022024>

Olfe-Kräutlein, B., Strunge, T., & Chanin, A. (2021). Push eller Pull? Politiska hinder och incitament för utveckling och tillämpning av CO₂-användning, särskilt CO₂-mineralisering. *Frontiers in Energy Research*, 9. <https://doi.org/10.3389/fenrg.2021.742709>

Oluleye, G., & Ofori-Atta, C. (2025). Kan regional eller global efterfrågan från raffinaderier, som drivs av politiska åtgärder, göra CCUS ekonomiskt lönsamt? *Konferenshandlingar från den 17:e konferensen om teknik för kontroll av växthusgaser (GHGT-17), 20–24 oktober 2024*. GHGT 17. <https://doi.org/10.2139/ssrn.5075805>

Prado, A., & Mac Dowell, N. (2023). Kostnaden för permanent koldioxidavskiljning. *Joule*, 7(4), 700–712. <https://doi.org/10.1016/j.joule.2023.03.006>

Protokoll till konventionen om förebyggande av havsförorening genom dumpning av avfall och annat material., 92-532 (2009). <https://doi.org/10.5040/9781509955572.0023>

Richstein, J. C., & Neuhoﬀ, K. (2022). Koldioxidkontrakt för skillnader: Hur kan man minska riskerna med innovativa investeringar för en koldioxidsnål industri? *iScience*, 25(8), 104700. <https://doi.org/10.1016/j.isci.2022.104700>

Rickels, W., Proelß, A., Geden, O., Burhenne, J., & Fridahl, M. (2020). Framtiden för handel med (negativa) utsläpp i Europeiska unionen. *Kiel Working Paper*, 2164, 1–17.

Rihoux, B., & Lobe, B. (2009). Argument för kvalitativ jämförande analys (QCA): Att stärka möjligheterna till djupgående jämförelser mellan fall. I D. Byrne & C. Ragin, *The SAGE Handbook of Case-Based Methods* (s. 222–242). SAGE Publications Ltd. <https://doi.org/10.4135/9781446249413.n13>

Ritala, P., Olander, H., Michailova, S., & Husted, K. (2015). Kunskapsdelning, kunskapsläckage och relativ innovationsprestanda: En empirisk studie. *Technovation*, 35, 22–31. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2014.07.011>

Rogge, K. S., & Johnstone, P. (2017). En undersökning av utfasningspolitikens roll för omställningen till koldioxidsnål energi: Fallet med den tyska *Energiewende*. *Energy Research & Social Science*, 33, 128–137. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2017.10.004>

Rueda, O., Mogollón, J. M., Tukker, A., & Scherer, L. (2021). Portföljer med teknik för negativa utsläpp för att uppnå 1,5 °C-målet. *Global Environmental Change*, 67, 102238. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2021.102238>

System för handel med utsläppsrätter för växthusgaser inom gemenskapen och om ändring av rådets direktiv 96/61/EG och 2003/87/EG, CONSIL, EP, 275 EUT L (2003). <http://data.europa.eu/eli/dir/2003/87/oj/eng>

Singh, S. P., Hao, P., Liu, X., Wei, C., Xu, W. Q., Wei, N., Li, X., Lu, H., & Ku, A. Y. (2019). Storskalig kostnadseffektiv CO₂-avskiljning är möjlig senast 2030. *Joule*, 3(9), 2154–2164. <https://doi.org/10.1016/j.joule.2019.08.014>

Smith, B. (2025). *Försäkring för koldioxidavskiljning och -lagring – Marknadsläget* (s. 1–11). Global CCS Institute.

Smith, E., Morris, J., Kheshgi, H., Teletzke, G., Herzog, H., & Paltsev, S. (2021). Kostnaden för CO₂-transport och -lagring i globala integrerade utvärderingsmodeller. *International Journal of Greenhouse Gas Control*, 109, 103367. <https://doi.org/10.1016/j.ijggc.2021.103367>

Smith, M., Stephen, Oliver Geden, Lamb, W. F., Gidden, M., Nemet, G. F., Minx, J. C., Buck, H., Burke, J., Cox, E., Edwards, M., R., Fuss, S., Johnstone, I., Müller-Hansen, F., Pongratz, J., S. Probst, B., Schenuit, F., Schulte, I., & Vaughan, N. (2024). *The State of Carbon Dioxide Removal—2:a upplagan*. OSF. <https://osf.io/f85qj/>

Smith, P., Davis, S. J., Creutzig, F., Fuss, S., Minx, J., Gabrielle, B., Kato, E., Jackson, R. B., Cowie, A., Kriegler, E., Van Vuuren, D. P., Rogelj, J., Ciais, P., Milne, J., Canadell, J. G., McCollum, D., Peters, G., Andrew, R., Krey, V., ... Yongsung, C. (2016). Biofysiska och ekonomiska begränsningar för negativa koldioxidutsläpp. *Nature Climate Change*, 6(1), 42–50. <https://doi.org/10.1038/nclimate2870>

Söderenergi. (2025). *Söderenergi och Fabege undertecknar en avsiktsförklaring om negativa utsläpp*. Söderenergi. <https://www.soderenergi.se/nyheter/soderenergi-och-fabege-signerar-avsiktsforklaring-for-negativa-utslapp/>

Stockholm Exergi. (2024). *Green-Bond-Report-2024_spreads*. Stockholm Exergi. https://www.stockholmexergi.se/content/uploads/2025/05/Green-Bond-Report-2024_spreads.pdf

Stockholm Exergi. (2025a). *Årsredovisning_2024_för_utskrift*. Stockholm Exergi. https://www.stockholmexergi.se/arsredovisning-2024/files/PDF/Arsredovisning_2024_for_utskrift.pdf

Stockholm Exergi. (2025b). *Stockholm Exergi utökar banbrytande avtal om minusutsläpp med Microsoft – Stockholm Exergi*. Stockholm Exergi. <https://www.stockholmexergi.se/nyheter/stockholm-exergi-utokar-banbrytande-avtal-om-minusutslapp-med-microsoft/>

Sultani, D., Osorio, S., Günther, C., Pahle, M., Sievert, K., Schmidt, T., Steffen, B., & Edenhofer, O. (2024). Införande av koldioxidavskiljning i EU:s utsläppshandelssystem (EU ETS). *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4875550>

Sverige: Auktion för svensk biogen CCS, statligt stöd SA.107009 (2024/N) (2024). https://ec.europa.eu/competition/state_aid/cases1/202451/SA_107009_141.pdf

Övervakning och rapportering av växthusgasutsläpp enligt direktiv 2003/87/EG från Europaparlamentet och rådet samt om ändring av kommissionens förordning (EU) nr 601/2012, Pub. L. nr (EU) 2018/2066, 1 (2018).

Geologisk lagring av koldioxid och om ändring av rådets direktiv 85/337/EEG, Europaparlamentets och rådets direktiv 2000/60/EG, 2001/80/EG, 2004/35/EG, 2006/12/EG, 2008/1/EG samt förordning (EG) nr 1013/2006, Pub. L. nr 2009/31/EG, 114 (2009). <http://data.europa.eu/eli/dir/2009/31/oj/eng>

Thielges, S., Olfe-Kräutlein, B., Rees, A., Jahn, J., Sick, V., & Quitzow, R. (2022). Engagerade i att genomföra CCU? En jämförelse av den politiska mixen i USA och EU. *Frontiers in Climate*, 4. <https://doi.org/10.3389/fclim.2022.943387>

Umeå Energi AB, INAB och Kvarken Ports. (2023). *Hamnnära BioCCS vid norrlands knutpunkt – Slutrapport* (s. 1–29). Umeå Energi AB.

FN. (2015). *Parisavtalet* (s. 2). Förenta nationerna. https://unfccc.int/sites/default/files/english_paris_agreement.pdf

Unger, R., Pettersson, K., Fredriksson, M., Unger, K., Hästesko, C., Berg, F., Runevad, L., Widman, D., Eriksson, M., Widén, K. och Bjurman, M. (2022). *Förstudie om CCS vid Boden Energis kraftvärmeverk* (s. 1–40). Boden Energi AB, Klimatpositivt & Kolsänkor AB.

Vattenfall Media Relations. (2025). *En tveksam marknad för elektrobränsle inom flygindustrin*. Vattenfall. <https://group.vattenfall.com/press-and-media/newsroom/2024/hesitant-electrofuel-market-for-the-flygindustrin>

Vermeulen, H., Lockwood, T., & Lawaetz, R. (2025). *Rätt prissättning: Att redovisa icke-permanent CCU samtidigt som EU:s utsläppshandelssystem skyddas* (s. 1–28). Clean Air Taskforce; CONCITO.

Von Stechow, C., Watson, J., & Praetorius, B. (2011). Policyincitament för teknik för koldioxidavskiljning och -lagring i Europa: En kvalitativ multikriterieanalys. *Global Environmental Change*, 21(2), 346–357. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2011.01.011>

WBA. (2024). *Bioenergi med koldioxidavskiljning och -lagring (BECCS) – WBA:s faktablad* (s. 1–19). World Bioenergy Association. https://www.worldbioenergy.org/uploads/240909_BECCS.pdf

ZEP. (2011). *Kostnader för koldioxidavskiljning, transport och lagring*. Zero Emission Platform. <https://www.globalccsinstitute.com/archive/hub/publications/17011/costs-co2-capture-transport-and-storage.pdf>

Zetterberg, L., Johnsson, F., & Möllersten, K. (2021). Incitament för BECCS – en svensk fallstudie. *Frontiers in Climate*, 3. <https://doi.org/10.3389/fclim.2021.685227>

Zhang, D., Bui, M., Fajardy, M., Patrizio, P., Kraxner, F., & Dowell, N. M. (2020). Att frigöra potentialen hos BECCS med inhemska biomassakällor på nationell nivå. *Sustainable Energy & Fuels*, 4(1), 226–253. <https://doi.org/10.1039/C9SE00609E>

Bilaga A: Projektlista

40

Företag finansieringskällor	Projekt	Bidragsbelopp	Bidragsår	Bidragskategori	Bidragsstatus	Plats	Teknikbransch	Förväntad CO ₂ -minskning	Finansierad av	Bidragets andel av projektets totala kostnad		Övriga
		SEK									SEK	
Bodens Energi		997 800	2021	Kommersiellt	Slutfört	Boden	BECCS	Avfall till energi	100 000 Energimyndigheten	50%	1 995 600,00	997 800,00
E.ON Energinfrastruktur AB		575 000	2022	Genomförbarhetsstudie	Slutfört	Åby	BECCS	Avfall till energi	800 000 Energimyndigheten	50%	1 150 000,00	575 000,00
E.ON Energinfrastruktur AB		835 000	2022	Genomförbarhetsstudie	Slutfört	Malmö	BECCS	Bioenergi	800 000 Energimyndigheten	50%	1 670 000,00	835 000,00
Falu Energi & Vatten	Smarter Falun	2 486 500	2022	Genomförbarhetsstudie	Slutfört	Falun	BECCS	Avfall till energi	140 000 Energimyndigheten	50%	4 973 000,00	2 486 500,00
Future Eco North Sweden AB		11 197 973	2022	Genomförbarhetsstudie	Pågår	Harads	Biokol	Akademi / Övrigt	Energimyndigheten	70%	15 997 104,29	4 799 131,29
Gävle Energi & Billrud		9 200 000	2024	Genomförbarhetsstudie	Pågår	Gävle	BECCS	Bioenergi	150 000 Energimyndigheten – Industriverket	50%	18 400 000,00	9 200 000,00
Gävle Energi		2 755 819	2022	Genomförbarhetsstudie	Slutfört	Gävle Hamn	CCUS	Bioenergi	Energimyndigheten	50%	5 511 638,00	2 755 819,00
Göteborgs Energi Aktiebolag	CinFraCap	11 222 000	2023	Kommersiellt	Pågår	Göteborg	Infrastruktur	Bioenergi	100 000 Energimyndigheten – Industriverket	40%	28 055 000,00	16 833 000,00
Halmstads Energi och Miljö AB		3 850 000	2023	Genomförbarhetsstudie	Slutfört	Halmstad	BECCS	Bioenergi	170 000 Energimyndigheten	50%	7 700 000,00	3 850 000,00
Heidelberg Materials Cement Sverige AB	Slite	12 666 747	2021	Genomförbarhetsstudie	Slutfört	Gotland	CCUS	Cement och betong	Energimyndigheten	50%	25 333 494,00	12 666 747,00
Heidelberg Materials Cement Sverige AB	Slite	51 682 850	2022	Genomförbarhetsstudie	Slutfört	Gotland	CCUS	Cement och betong	Energimyndigheten	50%	103 365 700,00	51 682 850,00
Heidelberg Materials Cement Sverige AB	Slite	238 234 896	2024	Kommersiellt	Pågår	Gotland	CCUS	Cement och betong	1 800 000 Energimyndigheten	50%	476 469 792,00	238 234 896,00
Jönköping Energi		2 911 500	2022	Genomförbarhetsstudie	Slutfört	Jönköping	BECCS	Avfall till energi	270 000 Energimyndigheten – Industriverket	50%	5 823 000,00	2 911 500,00
Katrinefors Kraftvärme AB		1 554 500	2021	Genomförbarhetsstudie	Slutfört	Mariefstad	BECCS	Avfall till energi	120 000 Energimyndigheten	50%	3 109 000,00	1 554 500,00
Mälaren Energi AB		447 500	Genomförbarhetsstudie 2020	Slutfört	Västerås	BECCS	Avfall till energi	450 000 Energimyndigheten	50%	895 000,00	447 500,00	
Nordbex AB		-	2023	Genomförbarhetsstudie	Pågår	Nybro	BECCS	Bioenergi	200 000 Övrigt			
Nordon Energi AB	CinFraCap	2 700 000	2022	Genomförbarhetsstudie	Slutfört	Göteborg	Infrastruktur	CO ₂ -transport/lagring	2 000 000 Energimyndigheten – Industriverket	50%	5 400 000,00	2 700 000,00
Nordon Energi AB	ChNetSS	5 296 667	2024	Kommersiellt	Pågår	Göteborg	Infrastruktur	CO ₂ -transport/lagring	Energimyndigheten – Industriverket	50%	10 593 334,00	5 296 667,00
Nordkalk AB	eLIMEnte	18 046 443	2023	Kommersiellt	Pågår	Köping	CCUS	Mineral	25 % Energimyndigheten – Industriverket	25%	72 185 772,00	54 139 329,00
Öresundskraft Kraft & Värme Aktiebolag	HICAS	2 773 152	2021	Genomförbarhetsstudie	Slutfört	Helsingborg	BECCS	Avfall till energi	200 000 Energimyndigheten – Industriverket	49%	5 659 493,88	2 886 341,88
Öresundskraft Kraft & Värme Aktiebolag	HICAS	2 790 731	2022	Genomförbarhetsstudie	Slutfört	Helsingborg	BECCS	Avfall till energi	200 000 Energimyndigheten – Industriverket	25%	11 162 924,00	8 372 193,00
Öresundskraft Kraft & Värme Aktiebolag	HICAS	33 613 937	2023	Kommersiellt	Pågår	Helsingborg	BECCS	Avfall till energi	200 000 Energimyndigheten – Industriverket	48%	70 029 035,42	36 415 098,42
Öresundskraft Kraft & Värme Aktiebolag	INNOZHERO	595 168 772	2025	Kommersiell	Pågår	Helsingborg	BECCS	Avfall till energi	200 000 Innovationsfonden	100%	595 168 772,00	-
Öresundskraft Kraft & Värme Aktiebolag	INNOZHERO	228 389 947	2025	Kommersiell	Pågår	Helsingborg	BECCS	Avfall till energi	200 000 Energimyndigheten – Industriverket	8%	2 854 874 337,50	2 031 315 618,50
Perstorp Oxo AB		3 000 000	Genomförd genomförbarhetsstudie 2019	Slutfört	Stenungsund	CCUS	Etanol	Energimyndigheten	50%	6 000 000,00	3 000 000,00	
Perstorp Oxo AB		1 852 000	Genomförbarhetsstudie 2020	Slutfört	Stenungsund	CCUS	Etanol	Energimyndigheten	50%	3 704 000,00	1 852 000,00	
Perstorp Oxo AB	Projekt Air	294 990 955	2022	Kommersiellt	Pågår	Stenungsund	CCUS	Etanol	500 000 Energimyndigheten	19%	1 552 583 973,68	-
Perstorp Oxo AB	Projekt Air	1 067 000 000	2023	Kommersiellt	Pågår	Stenungsund	CCUS	Etanol	Innovationsfond	69%	1 552 583 973,68	190 593 018,68
Pilegazi AB		324 500 000	2024	Kommersiellt	Pågår	Gävle	CCUS	Väte	463740 Innovationsfonden	100%	324 500 000,00	-
Preem Aktiebolag		7 748 000	2019	Kommersiellt	Slutfört	Lysekil	CCUS	Väte / Ammoniak	600000 Energimyndigheten	55%	14 087 272,73	6 339 272,73
Preem Aktiebolag	CinFraCap	1 231 498	Genomförbarhetsstudie 2020	Slutfört	Göteborg	Infrastruktur	CO ₂ -transport/lagring	Energimyndigheten – Industriverket	50%	2 462 996,00	1 231 498,00	
Skellefteå Kraft		7 950 000	2 021	Genomförbarhetsstudie	Slutfört	Skellefteå	BECCS	Avfall till energi	135 000 Energimyndigheten – Industriverket	50%	15 900 000,00	7 950 000,00
Skövde Energi AB		2 278 000	2 021	Genomförbarhetsstudie	Slutfört	Skövde	BECCS	Avfall till energi	Energimyndigheten – Industriverket	50%	4 556 000,00	2 278 000,00
Söderenergi Aktiebolag		788 800	2 020	Genomförbarhetsstudie	Slutfört	Igelsta	BECCS	Avfall till energi	Energimyndigheten – Industriverket	64%	1 232 500,00	443 700,00
Söderenergi Aktiebolag		2 518 500	2 021	Genomförbarhetsstudie	Slutfört	Igelsta	BECCS	Avfall till energi	Energimyndigheten – Industriverket	50%	5 037 000,00	2 518 500,00
Söderenergi Aktiebolag		12 352 401	2 023	Genomförbarhetsstudie	Slutfört	Igelsta	BECCS	Avfall till energi	Energimyndigheten – Industriverket	50%	24 704 802,00	12 352 401,00
Söderenergi Aktiebolag		74 650 650	2 024	Kommersiellt	Pågår	Igelsta	BECCS	Avfall till energi	500 000 Energimyndigheten	50%	149 301 300,00	74 650 650,00
Stockholm Exergi AB		1 914 200	2 019	Genomförbarhetsstudie	Slutfört	Stockholm	BECCS	Bioenergi	Energimyndigheten – Industriverket	50%	3 828 400,00	1 914 200,00
Stockholm Exergi AB		4 345 000	2 019	Genomförbarhetsstudie	Slutfört	Stockholm	BECCS	Bioenergi	Energimyndigheten – Industriverket	51%	8 519 607,84	4 174 607,84
Stockholm Exergi AB		1 980 000 000	2 021	Genomförbarhetsstudie	Pågår	Stockholm	BECCS	Bioenergi	800 000 Innovationsfonden	100%	1 980 000 000,00	-
Stockholm Exergi AB		20 275 000 000	2 025	Kommersiellt	Pågår	Stockholm	BECCS	Bioenergi	800 000 Energimyndigheten	100%	20 275 000 000,00	-
Stockholm Hamn AB	NICE	3 220 000	2 023	Genomförbarhetsstudie	Slutfört	Stockholm	Infrastruktur	CO ₂ -transport/lagring	Energimyndigheten – Industriverket	34%	9 470 588,24	6 250 588,24
Stora Enso AB		900 000	2 019	Genomförbarhetsstudie	Slutfört	Skutskär	CCUS	Massa och papper	Energimyndigheten – Industriverket	50%	1 800 000,00	900 000,00
Stora Enso AB		354 856	2 020	Genomförbarhetsstudie	Slutfört	Skutskär	CCUS	Massa och papper	1 000 000 Energimyndigheten – Industriverket	50%	709 712,00	354 856,00
Sundsvall energi & Liquid Wind	Projekt Phoenix	962 761	2 021	Genomförbarhetsstudie	Slutfört	Sundsvall	CCUS	Bioenergi	283000 Energimyndigheten – Industriverket	72%	1 337 168,06	374 407,06
Sydskaåns avfallsaktiebolag, SYSÄV		972 500	2 021	Genomförbarhetsstudie	Slutfört	Malmö	CCUS	Avfall till energi	Energimyndigheten	67%	1 451 492,54	478 992,54
Sydskaåns avfallsaktiebolag, SYSÄV	Skycero	11 447 601	2 022	Kommersiellt	Pågår	Malmö	CCUS	Avfall till energi	400 000 Energimyndigheten	50%	22 895 202,00	11 447 601,00
Sydskaåns avfallsaktiebolag, SYSÄV		28 440 000	2 025	Kommersiellt	Pågår	Malmö	CCUS	Avfall till energi	400 000 Energimyndigheten	50%	56 880 000,00	28 440 000,00
Tekniska verken i Linköping AB (publ)		21 600 000	2 022	Kommersiellt	Pågår	Linköping	CCUS	Avfall till energi	Klimatklivet	40%	54 000 000,00	32 400 000,00
Tekniska verken i Linköping AB (publ)		2 775 000	2 023	Genomförbarhetsstudie	Pågår	Linköping	CCUS	Avfall till energi	13 000 Energimyndigheten	50%	5 550 000,00	2 775 000,00
TEMAB fjärrvärme AB		2 251 500	2 023	Genomförbarhetsstudie	Slutfört	Tierp	BECCS	Bioenergi	23000 Energimyndigheten – Industriverket	50%	4 503 000,00	2 251 500,00
Umeå Energi Aktiebolag		2 707 381	2 021	Genomförbarhetsstudie	Slutfört	Umeå	BECCS	Bioenergi	230 000 Energimyndigheten	50%	5 414 762,00	2 707 381,00
Vattenfall AB		1 050 500	2 019	Genomförbarhetsstudie	Slutfört	Uppsala	BECCS	Avfall till energi	200 000 Energimyndigheten – Industriverket	63%	1 667 460,32	616 960,32
Vattenfall AB		145 000 000	2 022	Kommersiellt	Pågår	Forsmark	CCUS	Bioenergi	Klimatklivet	15%	966 666 666,67	821 666 666,67
Vattenfall AB – Hyskies	Hyskies	802 000 000	2 023	Kommersiellt	På väntelista	Forsmark	CCUS	Bioenergi	2 700 000 Innovationsfonden	100%	802 000 000,00	-
Växjö Energi Aktiebolag	POSCLIMB	3 623 400	2 021	Genomförbarhetsstudie	Slutfört	Växjö	BECCS	Bioenergi	Energimyndigheten – Industriverket	50%	7 246 800,00	3 623 400,00
Växjö Energi Aktiebolag	ChNetSS	2 434 662	2 022	Genomförbarhetsstudie	Slutfört	Växjö	Infrastruktur	CO ₂ -transport/lagring	Energimyndigheten – Industriverket	50%	4 869 324,00	2 434 662,00
Växjö Energi Aktiebolag	POSCLIMB	6 276 900	2 023	Genomförbarhetsstudie	Pågår	Växjö	BECCS	Bioenergi	260 000 Energimyndigheten	50%	12 553 800,00	6 276 900,00

Bilaga B: Permanenta lagringsplatser

	Project ▲	Type	Country	Capacity (tCO ₂ /annum)	Status
1	Acorn storage	Offshore	UK	10,000,000	In development
2	Bifrost	Offshore	Denmark	3,000,000	In development
3	Carbfix Coda Terminal	Onshore	Iceland	3,000,000	In development
4	Havstjerne Storage	Offshore	Norway	7,000,000	In development
5	Hewett Storage	Offshore	UK	20,000,000	In development
6	Luna	Offshore	Norway	5,000,000	In Development
7	Norne (Project Fyrkat)	Onshore	Denmark	8,000,000	In development
8	Norne (Project Trelleborg)	Onshore	Denmark	10,000,000	In development
9	Northern Endurance Partnership	Offshore	UK	27,000,000	Under construction
10	Northern Lights	Offshore	Norway	5,000,000	Under Construction
11	Orion	Onshore	UK	6,000,000	In development
12	Polaris Carbon Storage	Offshore	Norway	6,000,000	In development
13	Poseidon Storage	Offshore	Norway	5,000,000	In development
14	Project Greensand	Offshore	Denmark	8,000,000	Under construction
15	Ruby Storage	Onshore	Denmark	7,500,000	In development
16	Smeaheia	Offshore	Norway	10,000,000	In development
17	Spirit Energy	Offshore	UK	25,000,000	In development
18	Stenlille	Onshore	Denmark	500	In development
19	Trudvang Storage	Offshore	Norway	9,000,000	In development

Källa: *Clean Air Task Force*, 2025