

Slutrapport HICAS genomförbarhetsstudie

Helsingborgs Innovativa Carbon capture And Storage projekt

Ansvarig utgivare: Ann-Sofie Lindqvist

Granskad av: Johan Lundberg

Förord

Genomförbarhetsstudie för Helsingborgs Innovativa Carbon capture And Storage projekt, HICAS, har till finansierats av Energimyndighet inom ramen för Industrikivet och Öresundskraft AB.

Öresundskraft har genomfört arbetet tillsammans med sakkunniga experter från bland andra Granitor, IMCG, Captimise, Profu, Ramböll, Afry, WSP och Norsk Energi. Genomförandet har också till stor del bedrivits genom att inhämta kunskap från och utbyta information med andra förbränningsanläggningar som fokuserar på koldioxidavskiljning, intervjuer av potentiella leverantörer samt bevakning av lagstiftning och styrmedelsfrågor.

Innehållsförteckning

FÖRORD	2
1 SAMMANFATTNING	4
2 SUMMARY	4
3 INLEDNING OCH BAKGRUND	4
4 GENOMFÖRANDE	7
5 RESULTAT	7
5.1 AP1 EKONOMI – AFFÄR	7
5.2 AP2 AVSKILJNINGSTEKNIK	16
5.3 AP3 TRANSPORT TILL HAMN	28
5.4 AP4 HAMNANLÄGGNING OCH MELLANLAGER	32
5.5 AP5 TRANSPORT FRÅN HAMN OCH GEOLOGISK LAGRING	36
5.6 AP6 CCU SOM ALTERNATIV TILL CCS	38
5.7 AP7 ENERGISYSTEMANALYS EVITA	42
5.8 AP8 CO ₂ -ANALYS FÖR HELSINGBORG	44
5.9 AP9 KOMMUNIKATION	46
6 DISKUSSION	47
7 BILAGOR	48
8 REFERENSER	49

1 Sammanfattning

Helsingborg stad, ägare av Öresundskraft, har satt som mål att Helsingborg skall nå nettonollutsläpp till år 2030 för att bidra till nationellt mål om begränsad klimatpåverkan. Infångning av koldioxid från Filbornaverket är en viktig pusselbit för att nå målet om nettonollutsläpp. Inom fjärrvärme- och elproduktion har Öresundskraft genomfört ett flertal åtgärder för att minska utsläpp av koldioxid av fossilt ursprung. För att ytterligare minska koldioxidutsläpp från fjärrvärme- och elproduktion är ett nästa steg att komplettera med en anläggning för avskiljning av koldioxid på Öresundskrafts avfallseldade kraftvärmeverk - Filbornaverket.

Genomförbarhetsstudien har bedrivits av en projektgrupp sammansatt av anställda på Öresundskraft, konsulter samt experter. Genomförandet delades upp i tio arbetspaket som omfattade bland annat ekonomi-affär, avskiljningsteknik, transport till hamn och vidare till geologiskt lager, CCU som alternativ till CCS och energisystemanalys.

Genomförbarhetsstudien har bidragit till Öresundskrafts utveckling av projektet HICAS, med målsättning att ha en fullskalig koldioxidinfångning vid Filbornaverket i drift år 2027. Genomförbarhetsstudien har underbyggt det inriktningsbeslut om att gå vidare med projektet HICAS som fattades av Öresundskrafts styrelse i december 2022. Inriktningsbeslutet innebär att projektet skall stärkas till ett investeringsbeslut genom att säkra intäkter, lösning för transport och lagring, investeringskostnader och tillstånd.

2 Summary

The City of Helsingborg, owner of Öresundskraft, has a target to reach zero carbon dioxide emissions by 2030 to contribute towards national targets to limit climate impact. Carbon capture at Filbornaverket is important to reach the goals. Öresundskraft has taken several measures to reduce fossil carbon dioxide emission in its electricity and heat generation. The next step to reduce emissions in electricity and heat generation is to supplement waste incineration co-generation plant Filbornaverket with a carbon capture unit.

The feasibility study has been conducted by a project team with employees, consultants, and experts. The work has been divided in ten work packages e.g. business model, capture technology, transport to harbour and final storage, CCU as an alternative to CCS and energy system analysis.

The feasibility study has been instrumental in maturing the HICAS project within Öresundskraft with the goal to have a plant in operation 2027. The feasibility study was the basis for the company board's decision to continue with the project in December 2022.

3 Inledning och bakgrund

Enligt Sveriges klimatpolitiska ramverk är det långsiktiga målet att Sverige ska ha nått nettonoll utsläpp av växthusgaser år 2045. Helsingborg stad, ägare av Öresundskraft, har satt som mål att Helsingborg skall nå nettonollutsläpp till år 2030 för att bidra till nationellt mål om begränsad klimatpåverkan. Infångning av koldioxid från Filbornaverket är en viktig pusselbit för att nå målet om nettonollutsläpp.

Öresundskraft har nyligen antagit en ny strategisk inriktning – ”En plan för en planet”. Den nya strategin innefattar bland annat en kategori ”Klimat och resursanvändning i balans”, där Öresundskraft har ett övergripande mål att alla Öresundskrafts erbjudanden ska vara

koldioxidneutrala eller koldioxidnegativa år 2027. Inom fjärrvärme- och elproduktion har Öresundskraft genomfört ett flertal åtgärder för att minska utsläpp av koldioxid av fossilt ursprung, där de senaste åtgärderna innefattar byte av bränsle för reservkraftanläggning och startbränsle för flera anläggningar från eldningsolja till bioolja. För att ytterligare minska koldioxidutsläpp från fjärrvärme- och elproduktion är ett nästa steg att komplettera med en anläggning för avskiljning av koldioxid på Öresundskrafts avfallseldade kraftvärmeverk - Filbornaverket.

Avfallsförbränning i kraftvärmeverk bidrar i sig till ett resurseffektivt samhälle, då restavfall som inte kan återbrukas eller återvinnas används som bränsle för att generera värme och el. Restavfallet innehåller kol av både biogent och fossilt ursprung. En framtida storskalig anläggning för avskiljning av koldioxid ur rökgaser från avfallsförbränning skulle medföra flera nyttor ur ett resursperspektiv genom att bidra med permanenta negativa utsläpp, avlägsna koldioxid med fossilt ursprung som förbrukats i andra led i samhället samt generera klimatneutral fjärrvärme och el.

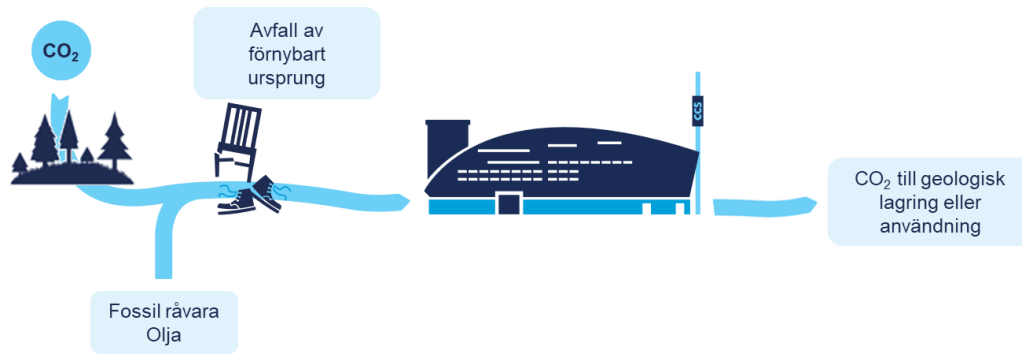
Öresundskrafts långsiktiga mål är att fortsatt kunna erbjuda en utsläppsminimerad och konkurrenskraftig förbränning av avfall som bas i en omfattande energileverans. I detta ingår förbränning av restavfall inklusive den plast som samhället hittills inte förmått hitta andra lösningar för. Genom att fånga in koldioxid uppnås bolagets mål om koldioxidneutrala eller koldioxidnegativa produkter. Av infångad mängd bedöms cirka 100 000 ton CO₂/år bestå av biogen koldioxid.

Under 2019-2020 har en studie genomförts med syfte att utvärdera hur Öresundskraft ska kunna nå målet om koldioxidnegativ fjärrvärme och samtidigt skapa nya affärsmöjligheter. Studien berörde i huvudsak infångning med aminteknik, då det är en kommersiellt tillgänglig teknik som har testats i pilotskala vid andra avfallsförbränningsanläggningar. Studiens förslag var att etablera en fullständig CCS-kedja med infångning, lokal transport av CO₂, förvätskning, hamnanläggning med mellanlager samt transport till geologiskt lager.

En förutsättning för studien var ett högt uppspänt mål om att anläggningen för avskiljning av koldioxid skulle tas i drift under år 2027. För att kunna realisera tidplanen har studien baserats på mogen teknik för koldioxidavskiljning med absorption med amin där det finns flera leverantörer som idag kan erbjuda kontrakt för en avskiljningsanläggning. Resultatet av studien visar att det är tekniskt möjligt att installera koldioxidavskiljning i form av absorption med amin vid Filbornaverket. Det krävs dock en stor investering och det saknas idag en marknad för negativa utsläpp.

Senare gjordes en översiktlig studie om alternativa tekniker för avskiljning för att undersöka alternativ till absorption med amin. Där fann vi att absorption med Hot Potassium Carbonate (HPC) bedöms vara ett intressant alternativ. HPC är en standardprocess utan dyra patenterade lösningar som heller inte ger lika stor miljöpåverkan. Det finns också andra absorbenter som kan visa sig vara mer energieffektiva eller mindre miljöpåverkande. Genomförbarhetsstudien omfattade bland annat till att undersöka alternativ till amintekniken.

Genomförbarhetsstudien syftade även till en vidareutveckling av de övriga stegen i CCS-kedjan för att kunna bedöma genomförbarhet och för att vara kvalificerade för EU stöd. Dessa delar avser huvudsakligen affärsmodell, transport och lagring samt kommunikation.



Figur 1 Översikt koldioxidinfångning Filbornaverket

Syftet med projektet är att genom en genomförbarhetsstudie få fördjupad kunskap för att kunna bygga en riskminimerad och optimerad CCS-kedja för en avfallsförbränningsanläggning.

Med en sådan fullskalig kedja kan en koldioxidneutral energiåtervinning från avfall till fjärrvärme uppnås. Cirka 100 000 ton negativa biogena utsläpp per år bedöms avskiljas vid vår anläggning Filbornaverket och sedan lagras permanent. Utöver det bedöms en betydande reduktion av utsläpp av kväveoxider och svaveloxider kunna uppnås.

Mål för genomförbarhetsstudien var att till fjärde kvartalet år 2022 utveckla bred kunskap om HPC-baserad, eller annan ny, fullständig CCS-kedja.

I detta ingår att ha lyft tekniska, ekonomiska och miljömässiga lösningar till en högre nivå.

Delmål i projektet var följande.

- Tekno-ekonomisk och miljömässig utvärdering av alternativa CCS-kedjor applicerade på vår anläggning och lokala förhållanden
- Förprojektering och kostnadsbedömning av pilotanläggning om sådan bedöms nödvändig för ett säkert beslutsunderlag
- Kunskap om BECCS marknad, finansierings- och stödmöjligheter för en fullskaleanläggning där osäkerheter har minimerats med exempelvis intentionsavtal eller garantier
- Kunskap om alternativa aktörer för geologisk lagring inklusive transport till dessa där osäkerheter har minimerats med exempelvis intentionsavtal
- Information till allmänheten och kunskap om allmänhetens acceptans för en anläggning i Helsingborg

4 Genomförande

Projektet har genomförts av en projektgrupp sammansatt av anställda på Öresundskraft, konsulter samt experter inom olika områden. Genomförandet delades upp i tio arbetspaket, AP0 – AP9. Arbetet inom de olika arbetspaketen har i huvudsak bedrivits parallellt.

- AP0 Projektledning
- AP1 Ekonomi – Affär
- AP2 Avskiljning
- AP3 Transport till hamn
- AP4 Hamnanläggning och mellanlager
- AP5 Transport från hamn och geologisk lagring
- AP6 CCU som alternativ till CCS
- AP7 Energisystemanalys EVITA
- AP8 CO₂-analys för Helsingborg
- AP9 Kommunikation

5 Resultat

5.1 AP1 Ekonomi – Affär

5.1.1 Marknad för BECCS

Med CCS projektet så får vi minusutsläpp att sälja (BECCS). Mycket av projektets osäkerheter handlar om att trygga den framtida intäkten för BECCS.

Nu är utvecklingen mot reglering och marknadsplatser för BECCS på väg men när vi startade arbetet fick vi börja med ett blankt blad. Brainstorming och därefter strukturerat arbete under flera work-shops med såväl egenpersonal som konsulter, bland annat IMCG, tog oss fram till en Business model Canvas och strategier.

Marknadspotentialen för BECCS är mycket stor. Bedömare anser att marknaden kan komma att öka från dagens blygsamma nivåer till mellan 4 000 -13 000 miljoner ton år 2050. Det är sannolikt att efterfrågan under en lång tid kommer att vara större än tillgången.

Det finns idag inget lagkrav som säger att ett företag skall teckna BECCS. Det bygger på frivillighetsprincip (voluntary market) att företaget känner att de kan öka sina produkters värde eller sin miljöprofil genom att teckna BECCS. I en framtid kan det dock bli legala krav på BECCS med t ex kvotplikt för vissa branscher. Ju mer vi närmar oss målet om klimatneutralitet till 2045, förväntas sådana krav på BECCS bli aktuella.

Vi ser följande fem olika tillvägagångssätt för att sälja våra BECCS.

- Individuella avtal mot en kund på frivillighetsmarknad (det vi gör nu).
- I paket med fjärrvärmeleverans
- Till Staten via omvänd auktion.
- Omvandling till Finansiellt instrument via bank (forward kontrakt).
- Via en handelsplats (t ex Puro Earth) när vi väl har "tillverkat dem".

Underlag för marknadsföring och kunddialog arbetades fram och testades på kunder som vi har en lång och stabil relation med. Vi tog fram en hemsida med film mm för att allmänt beskriva CCS och negativa utsläpp:

<https://www.oresundskraft.se/foretag/ccs-negativa-utslappsverifikat/>

Produkten BECCS kan säljas på en internationell marknad men just nu har vi fokuserat på bygg- och fastighetsbranschen i vårt närområde. Vi identifierade tidigt denna bransch som en bransch som redan i dag möter krav och önskemål om klimatneutralitet. Det är också en bransch där vi sedan lång tid har affärsrelationer genom våra energileveranser. Vi har redan några intentionsavtal tecknade och flera är på väg. Just nu har vi dialog med flera bygg- och fastighetsbolag i regionen.

Vi följer statens första omvända auktion för BECCS som förväntas genomföras under 2023/24. Om man lyckas vinna kontrakt i denna så skulle det trygga intäkterna för BECCS för kanske 10-15 år. Förhoppningsvis kommer konkurrensen att vara mindre i de första auktionsrundorna eftersom många aktörer inte är redo för att uppföra en CCS-anläggning.

Om det skulle visa sig att vi inte lyckas få tillräckligt många individuella avtal eller vinna den omvända auktionen så kan vi vända oss till en bank som då skapar finansiella instrument i form av forward kontrakt (derivat), och man gör en "book building" där köparna får teckna forward kontrakt. Fördelen med detta är att man kan auktionera ut en stor portion samtidigt, men också att köparna om de "ångrar sig" i sin tur kan sälja forward kontraktet vidare. Detta förfarande med forward kontrakt är ett vanligt tillvägagångssätt i råvarumarknaden. Nackdelen är att banken vill "skära emellan" och BECCS priset kan bli dyrare mot kund.

Både konsulter och olika institut gör prognoser om framtida priser för BECCS. Intervallet är stort, mellan 100 och 270 EUR/BECCS. Dock bedömer man att det finns en större efterfrågan än tillgång för de som är tidigt ute. Det blir då en kostnadsbaserad prissättning på BECCS snarare än marknadsprissättning.

Vi ser en oroande stor kostnad för marknadsdelen av försäljningen av BECCS. Certifiering, validering, säljaktiviteter, påslag och handelsplatskostnad har från olika håll indikerats till totalt i storleken 10-40 % utöver Avskiljningsaktörens "totala avskiljningskostnad". Denna kostnad måste hållas nere till exempel genom samarbete i branschen och storskalsfördelar.

5.1.2 Finansiering

Öresundskraft har varit i kontakt med banker samt även diskuterat med Helsingborgs stad angående finansiering. Bedömningen är att det finns pengar på marknaden. Vissa är kopplade till "grön omställning" vilket gynnar oss och skulle ge fördelaktiga lånevillkor.

Det finns även aktörer som skulle kunna tänka sig att bli delfinansierare.

Projektet har, baserat på ovan positiva indikationer, valt att avvakta lite med att inhämta skarpa anbud för finansieringsdelen då denna fråga inte anses var tidskritisk.

5.1.3 Stöd

Vår bedömning är att någon form av bidrag för investeringen eller statliga stöd för minusutsläpp och fossila utsläppsminskningar krävs innan marknaden för BECCS utvecklats och skalfördelar uppnåtts. Utan stöd är det svårt att erbjuda marknadsmässigt

pris på minusutsläppen och rimlig ökning av avfallsmottagningsavgiften för fossilfri avfallsförbränning.

Vi har utrett möjligheten till ekonomiskt stöd för ett CCS projekt för en avfallsförbränningsanläggning. Vi har då identifierat följande möjliga stöd vid slutet av 2022.

- Stöd från Industriklivet. Ett stöd som vi redan nu åtnjuter och där vi kommer att ansöka om mer stöd för projektet. Stöd kan lämnas till såväl projektutveckling som investering, för investeringsstöd till miljöskydd som överstiger 20 MEUR krävs prövning av statsstöd inom EU (förordning 651/2014).
- Tilldelning i svensk omvänd auktion. Detta stöd kan hjälpa oss genom att säkra ersättning för Permanent lagrad infångad biogen koldioxid, BECCS.
- Stöd från EU innovationsfond (EIF). EIF stöd betalas ut för såväl investering som för de första tio årens drift. För vårt projekt skulle detta stöd totalt kunna uppgå till i storleksordningen 600 MSEK. Då möjligheten att erhålla stöd ökar om mindre andel söks är det troligt att vi skulle ansöka om ett lägre belopp.
- Ett intressant uppslag som tagits upp är Carbon Contracts for Difference, CCfD. Detta framtida stöd skulle kunna stödja avfallsförbrännarens fossila del och utvecklingen av detta följer vi med spänning.

5.1.4 EU ETS priser

Det är i dagsläget svårt att få bra och långsiktiga prognoser för kostnadens utveckling för utsläppsrätter i EU-ETS systemet. Så gott som alla bedömare förväntar sig att det ska öka. Under 2022, som denna studie omfattar, har det legat på ca € 80 +/- € 20/st.

Profu har för Öresundskrafts räkning gjort en studie över olika scenarier för framtida utveckling. Baserat på denna och 2022 års utveckling har vi antagit en stigande kostnad upp till ca € 150 år 2050. Vår bedömning är att utvecklingen både i ökning per år och kostnadsutveckling på lång horisont är mycket osäker varför vi i våra beräkningar utvärderar olika scenarier.

Öresundskraft har också låtit Modity göra prognoser för EU-ETS vilka har jämförts med Profus prognoser.

Vi har också byggt vår affärsmodell så att vi i viss omfattning säkrar oss mot kostnadsutvecklingen genom att till exempel, och när så varit möjligt, koppla mottagningsavgiften för avfall till skatte- och avgiftskostnader. Vi tror också att den generella prisutvecklingen för avfallsförbränning indirekt kommer följa kostnaden för EU ETS avgifter.

5.1.5 EU innovationsfond

EU Innovationsfond (EIF) ger ett stöd som bygger på investeringskostnad i kombination med kostnader under de tio första årens drift. Som mest kan EIF ge stöd om 60 % av en beräknad "relevant kostnad". Av detta kan stödet till investeringen uppgå till 40 % av 60 % "relevant kostnad". I vårt fall kan då investeringsstödet bli upp till 275 MSEK. Driftstödet de första tio åren blir sedan upp till 425 MSEK. EIF stödet reduceras vid stöd från Industriklivet.

Varje del, till exempel investeringskostnad uppdelat på två delar, och sedan 10 driftår, totalt 12 olika delar, får stöd allt eftersom uppsatta kriterier uppnås. Utbetalas stöd

behöver inte återbetalas om projektet "havererar". För att öka chansen att få stöd från EIF kan man välja att ansöka om en lägre andel, vi bedömer i dag att ca 30 % stöd kunde vara en lämplig nivå. Det skulle motsvara ca 350 MSEK totalt stöd.

Stödet från EU Innovationsfond är ett mycket attraktivt stöd som skulle påverka ekonomin i projektet positivt. Konkurrensen om stödet är hård och en ansökan om stöd kräver mycket arbete och kan komma att försena projektet. Det krävs innovativa anläggningslösningar eller samarbete för att få höga poäng.

Vi gjorde en ansökan till EIF 2020 där vi inte uppnådde tillräckligt med poäng för att kvalificera oss till en andra omgång. Av den feedback vi fick på vår ansökan har vi lärt oss mycket. Inför nästa utlysning hösten 2021, gjorde vi en GAP analys och kunde konstatera att vi troligen inte hade utvecklat projektet till den nivå som krävdes.

Under 2022 har vi arbetat med att utveckla projektet ur många aspekter, bland annat för att kunna söka EIF stöd. Som ett led i detta arbete började vi, i samarbete med IMCG och Granitor, ta fram struktur och innehållsramar för de flesta av de handlingar som ska ingå i en ansökan. Vi började också skriva i delar av dem. Genom detta arbete fick vi en god bild av var vi står i projektutvecklingen i förhållande till kraven för höga poäng och rimlig chans till stöd. Vi fick ett bra underlag för att kunna prioritera fortsatt arbete, inte bara för framtida ansökan utan också för mer generell utveckling av projektet.

Vi gjorde mot slutet av året en omfattande GAP-analys när vi kunde ta del av utlysningen 2022. Vår slutsats blev även då att vi inte var tillräckligt mogna.

Generellt gäller att man i en EIF ansökan måste visa att man har kontroll på alla delar och alla led. Man ska göra troligt att anläggningen kan byggas och drivas i enlighet med det förslag man söker bidrag för. Vi har konstaterat följande vad gäller EIF stöd.

- Projektet måste vara väl utvecklat vad gäller hela CCS kedjan. Där har många i dag svårt att visa på en säkrad transportlösning och geologisk lagring/ användare (CCU)
- Nuvarande regelverk för EU ETS och RED II begränsar vår möjlighet till några attraktiva lösningar som till exempel e-bränsletillverkning då vi har fossilinslag i koldioxiden
- Projektet måste vara väl utvecklat vad gäller hela affärsmodellen. Detta inkluderar finansiering, intäkter och avsättning för certifikat för BECCS mm
- Projektet måste vara väl utvecklat tekniskt. Detta gäller hela kedjan och gäller även frågor som tillstånd och bygglov.
- Projektet behöver innehålla del med informations- och kunskapsspridning som är betydligt mer omfattande än normalt för denna typ av projekt.
- EU vill inte stödja ett enskilt projekt. Man vill genom att stödja ett projekt stödja 100 liknande projekt. Detta kan medföra att delar av projektet kan behöva anpassat för att "passa EIF" utan att projektets totala lönsamhet försämras.

5.1.6 SWOT analys

5.1.6.1 Introduktion till SWOT

I ett försök att kvalitativt sammanfatta de viktigaste faktorerna som påverkar affärsmodellen för Öresundskraft, utifrån kapacitet, strategi och marknadssituation, har en SWOT-analys genomförts.

Eftersom HICAS-projektet består av en marknadsinträdesfas och en driftsfas, som påverkas av helt olika faktorer, har analysen delats upp i två delar.

5.1.6.2 SWOT för marknadsinträdesfasen

Marknadsinträdesfasen omfattar tiden från start av initial planering fram till start av drift av anläggningen 2027.

Styrkor

- Projektet är i linje med politiska mål både lokalt, nationellt och inom EU
- Ägardrivande initiativ som stödjer med garantier för finansiering
- Transparentt publikt bolag
- Projekt i linje med koncernens strategi och ägarens mål och direktiv
- Starkt projektteam med utmärkt meritlista
- Beprövad teknik, utrustning och expertis
- Modern EfW-anläggning med enkel teknikintegration och hög energiåtervinning
- Starkt stöd inom organisationen
- Starka och stabila kassaflöden

Möjligheter

- Skapa en ny affär och marknadsplats för negativa CO₂-utsläpp (BECCS)
- Stärka fjärrvärmeaffären då den blivit klimatneutral
- Läget i Sverige påskyndar spridningen av CCS-teknik (Sverige är tidigt ute med miljöteknik)
- Ökar sysselsättningen i regionen

Svagheter

- Få kompetenta leverantörer
- Svag ekonomi om inga bidrag kan erhållas och dyrt vara "först ut"
- Ökad teknikrisk som tidig användare av CCS för avfallsförbränning
- Omvända svenska auktionen premierar storskaliga aktörer
- Oklarheter kring miljötillståndsbehov

Hot

- Otillräckligt investeringsstöd/bidrag
- Svårt att skriva kontrakt för frakt och geologisk lagring eller att priset är för högt
- Stora byggkostnads överdrag, entreprenadindex ökat mycket senare år
- Okänd ny lagstiftning
- Sena miljötillstånd
- Sena bygglov
- Flera styrmedelsfrågor hindrar projektet och måste lösas
- Indikationer på att handelspåslag blir högt för certifiering, validering, trading, marknadsplats

5.1.6.3 SWOT för driftsfasen

Driftsfasen omfattar tiden efter start av drift av anläggningen 2027.

Styrkor

- Kan få stöd i form av bidrag
- Geografiskt läge nära hamn
- Hamn relativt nära geologiskt lager
- Möjlighet att dela hamn- och transportinfrastruktur med andra CCS-operatörer
- Stark marknadsposition genom ägande av transportinfrastruktur i Sverige
- First movers - fördel i kunskap
- Minskad generell affärsrisk genom att vara säljare av BECCS-minusutsläpp speciellt om tilldelning i omvänd auktion
- CCS stärker attraktionskraften för fjärrvärmeverksamheten
- Hög energiåtervinning till fjärrvärme
- Stabil CO₂-källa med lång drifttid per år

Möjligheter

- Ökad betalningsvilja från fjärrvärme- och elkunder
- Intäkter från hamnsamarbete samtidigt som man bygger den europeiska CCS-försörjningskedjan
- Stärk fjärrvärmeverksamheten från negativa CO₂-utsläpp
- Inga intäkter från fossil del av CO₂-utsläpp i svensk auktion stärker incitamentet att förbättra sorteringen av plast från avfall
- CCS-teknik och kunskapsnav, showroom, FoU och försäljning
- Stärker lokala företag genom leverans av klimatneutral energi
- Ökar sysselsättningen i regionen

Svagheter

- För närvarande få alternativ för geologisk lagring av CO₂
- Sverige har inga geologiska lagringsplatser
- Minskad elenergi till nätet
- Svårt att förutse auktionsintäkterna från negativa CO₂-utsläpp
- Tidig användning av CCS kan leda till mindre konkurrenskraftig teknik

Hot

- Inte möjligt att få fram planerad avgiftshöjning från fjärrvärmekunder eller höjd mottagningsavgift för avfall
- Okänd ny lagstiftning
- Öväntat stora driftskostnader

5.1.7 Tredjepartskunder för hamnanläggning

Vi har undersökt marknadsförutsättningar och presumtiva tredjepartskunder för den planerade hamnen vid Kemiras anläggning i Helsingborg. Hamnen har en kapacitet att lasta ut ca 500 000 ton koldioxid per år varav Öresundskrafts behov motsvarar drygt 40 %.

Våra studier visar tydligt att det finns stora vinster i att fler använder samma mellanlager och i samtransporter till lager.

Det finns flera intresserade företag lokalt som vi har haft diskussioner med och vi har tecknat avsiktsförklaringar med tre av dem. Om alla skulle använda hamnen skulle totalt 540 000 ton koldioxid per år skeppas ut.

5.1.8 Samarbete och samägande i hamnanläggning

Möjligheter till samarbete och medfinansiering i hamnanläggningen tillsammans med till exempelvis Kemira eller Helsingborg Hamn har diskuterat. Det hade varit fördelaktigt för Öresundskraft dels genom en delad investeringskostnad och dels då hamnanläggningar inte är vår kärnverksamhet.

I dagsläget har diskussionerna inte lett fram till några konkreta planer.

5.1.9 Klustersamarbete CNetSS

2022 bildades ett kluster, CNetSS (Carbon Network South Sweden), mellan följande företag i Sydsverige - Öresundskraft, Kraftringen, Sysav, Kemira, Höganäs AB, E.ON., Stora Enso, Växjö Energi, Nordion Energi, CMP. CNetSS beviljades bidrag från Energimyndigheten att genomföra en förstudie att hitta storskalfördelar med samlagring och samtransport.

Öresundskraft har tagit en ledande roll i såväl bildandet av som arbetet i klustret. Klustrets arbete kommer att redovisas i en slutrapport utanför detta projekt.

5.1.10 Ekonomisk jämförelse av hamnalternativ

5.1.10.1 Hamnalternativ

I vår analys av hamnalternativ har vi inkluderat allt från det att koldioxiden lämnar infångningsanläggningen till dess den lastas på fartyg för transport till geologiskt lager. Vi har då identifierat tre huvudalternativ enligt följande.

Gastransport i rörledning till Bulkhamnen i Helsingborg

I detta alternativ transporteras komprimerad gas i en rörledning till Bulkhamnen i Helsingborg. Det behövs då inget buffertlager vid infångningsanläggningen. I hamnen sker sedan förvätskning innan koldioxiden lagras i mellanlager. Från lagret lastas koldioxid till fartyg via rörledning och lastarmar. Förgasad koldioxid återkondenseras till mellanlagret. Öresundskraft kommer att ansvara för drift och underhåll på anläggningen medan Kemira ansvarar för utlastningen från kaj.

Transport med lastbil till Bulkhamnen i Helsingborg

I detta alternativ transporteras förvätskad koldioxid med lastbil till Bulkhamnen i Helsingborg. Vid infångningsanläggningen byggs ett buffertlager med lastutrustning för lastbil och återkondensering av förgasad koldioxid. I hamnen lossas koldioxiden till ett mellanlager. Från lagret lastas koldioxid till fartyg via rörledning och lastarmar. Förgasad koldioxid återkondenseras till mellanlagret. Öresundskraft kommer att ansvara för drift och underhåll på anläggningen medan Kemira ansvarar för utlastningen från kaj.

Transport med lastbil till Oljehamnen i Malmö

I detta alternativ transporteras förvätskad koldioxid med lastbil till Oljehamnen i Malmö som ägs av CMP. Vid infångningsanläggningen byggs ett buffertlager med lastutrustning för lastbil och återkondensering av förgasad koldioxid. I hamnen lossas koldioxiden till ett mellanlager. För hela hanteringen i Oljehamnen betalas en serviceavgift.

5.1.10.2 Andra undersökta hamnar

Det finns flera andra tänkbara hamnar i området. Vi har studerat de mest lämpade men funnit att de inte varit lika bra eller olämpliga som de ovan nämnda.

Helsingborgs hamn

Närheten till existerande och planerade verksamheter och bebyggelse utgör en säkerhetsrisk. Det finns planer att flytta hamnverksamheten men de är inte så konkreta att det går att ta med en ny hamn i planeringen av HICAS.

Om vi skulle välja CMP primärt, kan man tänka sig att i framtiden flytta utlastningen till en ny hamn i Helsingborg om denna visar sig erbjuda ett konkurrenskraftigt alternativ.

Landskrona

Landskrona skulle kunna vara en möjlig hamn. De är intresserade men nuvarande djup tillåter inte den typ av fartyg som vi önskar använda.

5.1.10.3 Andra undersökta alternativ transportalternativ

Ett alternativ för längre transporter är järnväg. Tyvärr finns inga spår nära anläggningen. Vid järnvägstransport används normalt containrar. I vårt fall skulle dessa fyllas vid infångningsanläggningen och transporteras sedan för omlastning till järnväg från lastbil. Containrarna transporteras sedan till hamnen (CMP) där de lossas.

Detta alternativ visade sig orimligt dyrt. Det innebar inte heller några miljöfördelar då vi räknar med att kunna köpa klimatneutrala lastbilstransporter.

5.1.10.4 Ekonomisk jämförelse

Kostnaden (CAPEX och OPEX) för alternativen med egen hamn i Helsingborg har beräknats på basis om relativt omfattande förstudier och investeringskostnadsberäkningar medan alternativet med annan hamn har uppskattats baserat på mer generiska underlag.

I tabellen nedan jämförs de relevanta kostnaderna per ton koldioxid för de tre alternativen. Till dessa läggs på en fiktiv kostnad, för geologisk lagring, för att få ett jämförelsevärde som inkluderar alla kostnader efter infångning, rening och komprimering.

Först visar vi kostnaderna under första tidens drift, utan annan part som lastar ut i Kemira hamn och med begränsade samordningsvinster i CMP alternativet.

Tabell 1: CAPEX och OPEX för första åren i drift i Kemira hamn resp CMP hamn.

Del	Huvud alt. rör Kemira (kr/ton CO ₂)	Lastbil Kemira (kr/ton CO ₂)	Lastbil CMP (kr/ton CO ₂)
Transport och hamnkostnad	155	210	350
Fartygstransport	440	440	300
Geologisk lagring	200	200	200
Summa	795	850	850

Nedanstående tabell är en uppskattning av kostnaderna på sikt, med början en bit in på 2030 talet då många planerade CCS anläggningar förväntas vara i drift. Då antar vi att annan part lastar ut i Kemira hamn.

Tabell 2: CAPEX och OPEX för drift från år 2030 i Kemira hamn resp CMP hamn.

Del	Huvud alt. rör Kemira (kr/ton CO ₂)	Lastbil Kemira (kr/ton CO ₂)	Lastbil CMP (kr/ton CO ₂)
Transport och hamnkostnad	95	150	350
Fartygstransport	290	290	200
Geologisk lagring	200	200	200
Summa	585	640	750

Slutsatsen i dagsläget är att det mest lönsamma alternativet också är det med högst investeringskostnad. Medan alternativet med annan hamn ger större flexibilitet, till exempel om vi vill sälja till bränsletillverkning och inte behöver lasta ut. Alternativet med annan hamn har också potential för ytterligare skalfördelar medan en egen hamnverksamhet innebär en affärsrisk då lönsamheten på sikt bygger på att den kan konkurrera med andra hamnar om relativt stora tredjepartsvolymer.

5.1.11 Samarbete med Amager Ressourcecenter (ARC)

I klustersamarbetet CNetSS har en dialog startat med klustret C4 som består av företag i Köpenhamn regionen och där Amager Ressourcecenter (ARC) ingår. Anledningen till att vi vill samarbeta är att vinna storskalfördelar med samtransport och geologisk lagring av koldioxid. I Danmark undersöks även möjligheten att dra en rörledning från Köpenhamn till Havnso på Själlands västkust. I Havnso undersöker danska myndigheterna möjligheten till att lagra koldioxid on-shore.

5.2 AP2 Avskiljningsteknik

Vi planerade inom genomförbarhetsstudien att studera möjliga alternativ till kommersiellt tillgänglig teknik baserat på absorption i aminlösning. Syftet var att finna en optimal lösning för avfallsförbränningsanläggningar och mer specifikt för vår anläggning, Filbornaverket.

Som bas behövde vi verifiera och specificera indata exempelvis genom följande:

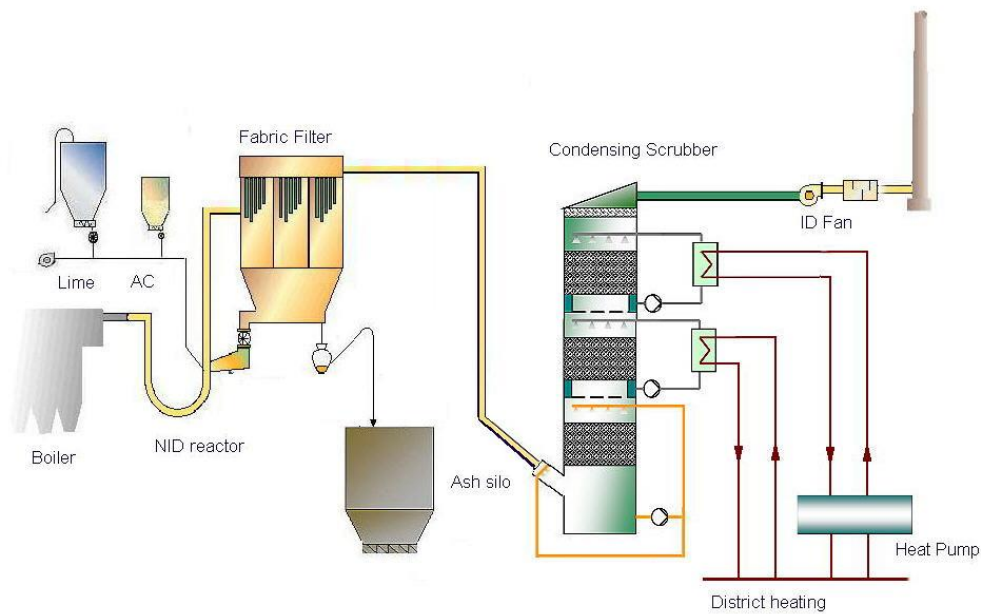
1. Definiera dimensionerande rökgasdata med sammansättning och innehåll av föroreningar.
2. Erhålla detaljerade CO₂ data vad gäller biogen- resp fossilandel genom täta mätcykler under projektet. Ett flertal mätningar behövs då bränslesammansättningen varierar.

Genomförbarhetsstudien omfattade också att studera och vidareutveckla bland annat följande:

1. Inventera och värdera andra alternativ till kommersiell aminteknik, bland annat HPC.
2. Definiera lämplig trycknivå för avskiljning vid aktuell koldioxidhalt.
3. Definiera effektiviteten i avskiljning av koldioxid vid aktuell rökgassammansättning.
4. Energi- och massbalanser, interna i processen.
5. Påverkan på fjärrvärme- och elleveranser.
6. Utredda förutsättningar för förändringar i miljö tillstånd för Filborna för avskiljningsanläggningen, för de aktuella alternativen.
7. Förprojektering av pilotinstallation om sådan bedöms nödvändig för att verifiera teknik och få underlag för beslut om fullskalanläggning.
8. Bedöma investeringskostnader för pilotanläggning och fullskalig anläggning.

5.2.1 Indata för koldioxidavskiljning

Viktiga förutsättningar för projektering av koldioxidavskiljning är rökgasdata såsom flöde, temperatur och föroreningar. Den befintliga anläggningens rökgasbehandling ger förutsättningar för avskiljningsanläggningen. Filbornaverkets rökgasreningsanläggning består av en semitorr rening med tillhörande textila spärrfilter, s.k. slangfilter, och ett skrubbersystem med integrerad rökgaskondensering i två steg; direktkondensering och kondensering med absorptionsvärmepump. Rökgasreningsprocessen visas översiktligt i figur 2. Rökgaskondenseringen tas i drift när det finns behov av fjärrvärmens. När Filbornaverket kompletteras med koldioxidavskiljning kan rökgaskondenseringen komma att vara i drift kontinuerligt för att kyla rökgaserna. Det krävs komplettering med ytterligare kylare för att komma ner till rökgastemperaturer under 40°C, detta kylsystem kan förmodligen kopplas till befintlig skrubber för att undvika investering i ytterligare skrubber för rökgaskylning.



Figur 2 Principskiss semitorr och våt rökgasrening vid Filbornaverket.

Dimensionerande rökgasdata baserat på uppmätta timvärden för rökgasflöde, temperatur, koldioxidhalt, fukthalt och syrehalt har sammanställts för september 2021 – november 2022, se tabell 3. Data presenteras för tre typiska driftfall; rökgaskondensering ej i drift, direktkondensering i drift och kondensering med absorptionsvärmepump i drift. Som framgår av data i tabell 3 är normal rökgastemperatur med absorptionsvärmepump i drift omkring 50°C.

Den största utmaningen med att ta fram dimensionerande rökgasdata är att dessa varierar beroende på förbränningstekniska faktorer, bland annat avfallets sammansättning och fukthalt. Målsättningen har varit att ta fram realistiska och representativa data i de vanligast förekommande driftfallen. Perioder med alltför avvikande data har sorterats bort. Utöver de vanligaste fallen kommer det finnas vissa ytterligheter med exempelvis högre eller lägre rökgasflöde, det krävs dock att dimensionerande data begränsas något för att avskiljningsanläggningen ska dimensioneras för ett realistiskt framtida driftfall. Det kan också finnas behov av att presentera data för ett representativt driftdygn för dimensionering av avskiljningsanläggningen i stället för medelvärden då det visar samband mellan olika driftdata.

Tabell 3 Rökgasdata för perioden september 2021 – november 2022.

Rökgasdata						
Kondensering ej i drift	Enhet	Min	N. kvartil	Medel	Ö. kvartil	Max
Rökgasflöde	m ³ /h vg	140 000	200 000	211 000	223 000	243 000
Rökgastemp	°C	57	70	71	73	76
H ₂ O	vol-%	13	23	24	25	27
O ₂	vol-% vg	3,8	5,6	5,7	5,8	7,1
CO ₂	vol-% vg	7,3	8,5	8,7	8,8	10,7
Direktkondensering i drift, AVP ej i drift						
Rökgasflöde	m ³ /h vg	123 000	185 000	192 000	200 000	234 000
Rökgastemp	°C	47	59	62	65	74
H ₂ O	vol-%	7	13	15	19	25
O ₂	vol-% vg	4,3	5,9	6,1	6,5	10,7
CO ₂	vol-% vg	5,4	9,2	9,5	9,7	10,8
Kondensering AVP i drift						
Rökgasflöde	m ³ /h vg	129 000	174 000	180 000	188 000	209 000
Rökgastemp	°C	40	49	51	53	65
H ₂ O	vol-%	6	8	9	10	18
O ₂	vol-% vg	3,8	6,5	6,7	6,8	12,9
CO ₂	vol-% vg	3,9	10,0	10,2	10,3	11,6

Data för emissioner i rökgaserna har också sammanställts, se tabell 4. Befintlig rökgasrening bedöms ge bra förutsättningar för koldioxidavskiljning då halterna NO₂ och SO₂ är låga.

Tabell 4 Sammanställning av ämnen som mäts kontinuerligt, baserat på dygnsmedelvärden.

	Enhet	Min	N. kvartil	Medel	Ö. kvartil	Max
CO	mg/m ³ vg	0,4	3,3	5,7	7,5	29
HCl	mg/m ³ vg	0,00	0,04	0,10	0,14	0,39
NH ₃	mg/m ³ vg	0,00	0,00	0,04	0,06	0,46
NO	mg/m ³ vg	3,3	42	48	54	78
NO ₂	mg/m ³ vg	0,0	0,2	0,7	0,9	5,1
NO _x	mg/m ³ vg	5,1	65	92	84	120
SO ₂	mg/m ³ vg	0,0	1,0	2,8	4,8	8,7
Stoft	mg/m ³ vg	0,01	0,02	0,04	0,06	0,42

Rökgaser från förbränning av restavfall i Filbornaverket innehåller koldioxid av biogent och fossilt ursprung på grund av att restavfallet innehåller en del plast. Provtagning av rökgaser, i form av stickprover som omfattade 1-3 dygn, för att bestämma andel biogen koldioxid har ingått i projektet. Stickprover togs under perioden februari till juni 2022. Resultatet från stickprover visar på en lägre halt biogen koldioxid jämfört med tidigare stickprov (före år 2020), andel biogen koldioxid har vid provtillfällena varierat mellan 36 - 48 %.

Öresundskraft har sedan januari 2023 provtagningsutrustning som tar månadsprov på rökgaserna för bestämning av andel koldioxid av biogent ursprung. Detta är inte en del av genomförbarhetsstudien, den nya provtagaren kommer att användas för redovisning av utsläpp EU ETS från och med januari 2023. Provtagaren säkerställer också framtida bestämning av mängden biogen koldioxid som avskiljs för geologisk lagring.

5.2.2 Alternativa tekniker för koldioxidavskiljning

Vid förbränning av bränsle i en kraftvärmearläggning bildas bland annat koldioxid som släpps ut som en del av rökgaserna. Koldioxid kan avskiljas från kraftvärmeproduktion med någon av de tre huvudmetoderna:

- Pre-combustion - tekniker som tillämpas före förbränningsprocessen, exempelvis produktion av vätgas där koldioxid fångas in vid produktion av vätgas,
- Post-combustion - tekniker som tillämpas efter förbränningsprocessen, exempelvis ur rökgaser från kraftvärmearläggningar, pappers- och massabruk eller andra industriella förbränningsprocesser,
- Oxyfuel-combustion - teknik som innebär förbränning i ren syrgas och återcirkulerande rökgaser.

Filbornaverket togs i drift hösten 2012 vilket innebär att det är en relativt ny anläggning med en lång återstående livslängd, varför det inte bedöms motiverat att bygga en ny

förbränningsanläggning eller göra en större ombyggnad av anläggningen. För en befintlig kraftvärmeanläggning som ska kompletteras med koldioxidavskiljning är någon av teknikerna inom post-combustion det alternativ som är lättast att tillämpa, då det är tekniker som kan appliceras på rökgaser från de flesta typer av anläggningar utan stora ombyggnader av själva kraftvärmeanläggningen. Metoderna Pre-combustion och Oxyfuel-combustion har därför inte undersökts i projektet.

Inom post-combustion finns flera olika tekniker som skulle kunna appliceras på Filbornaverkets avfallsförbränningsanläggning. Då Öresundskraft planerar att ha en fullskalig koldioxidavskiljningsanläggning i drift år 2027 krävs att tekniken uppnått en tillräcklig mognad för att vara intressant. För en anläggning som tas i drift år 2027 behöver upphandling av projektering genomföras år 2023, vilket i sin tur innebär att det ska finnas leverantörer som är beredda att lämna anbud i en upphandling år 2023. Absorption med aminlösning, absorption med kaliumkarbonatlösning, HPC (Hot Potassium Carbonate), och absorption med ammoniak, CAP (Chilled Ammonia Process), bedöms vara de alternativ som har uppnått en tillräcklig teknisk och kommersiell mognadsgrad för att vara möjliga att implementera på Filbornaverket inom de närmaste åren.

CAP valdes bort tidigt då det alternativet visade stor lönsamhetsnackdel på grund av högre investering och högre driftkostnader jämfört med absorption med aminer eller kaliumkarbonat.

Teknikutvecklingen för koldioxidavskiljning ur rökgaser sker snabbt och fortsätter att utvecklas. Öresundskraft deltar i ett forskningsprojekt tillsammans med Lunds universitet (AMP/DMSO) där en absorbent som är mer energisnål ska testas men den tekniken bedöms inte vara tillräckligt utvecklad för att installera i full skala inom de närmaste åren. Det finns också andra absorbenter som är under utveckling, exempelvis enzymer och andra kemikalier än aminer och kaliumkarbonat. Dessa har undersökts översiktligt men bedöms inte vara tillräckligt väl testade för att implementeras i fullskalig anläggning de närmaste åren.

För att utreda alternativet HPC har Captimise engagerats. Under projektet har det genomförts ett flertal aktiviteter som:

- Frågeformulär sändes till processdesignleverantörer för att få förslag på processdesign för Filbornaverkets rökgaser och ett rökgastryck på 6,4 bar (a).
- Frågeformulär sändes till leverantörer av rök-gaskompressor och -expander för att få förslag på lämplig utrustning för Filbornaverkets rökgaser och ett rökgastryck på ca 7 bar (a).
- Jämförande mass-och värmebalansberäkningar för HPC full electric och amin (MEA) har utförts i Aspen Plus. I den senaste versionen inkluderades även förvätskning av koldioxid enligt Jolue Thomson-metoden.
- Studiebesök HPC-anläggningar och en tillverkare av kompressorer.

Respons på frågeformulär till processleverantörer var god. Processdesignleverantörerna bekräftade antagande om att tryck på 6,4 bar (a) är tillräckligt för att driva avskiljningsprocessen med aktuell koldioxidhalt även om någon svarade att ett tryck på ca 8 bar (a) skulle minska absorberns storlek (och därmed investeringskostnad). Detta måste dock ställas i relation till eventuell ökad kostnad för investering i rök-gaskompressor och -expander samt kostnader för högre elförbrukning.

Respons på frågeformulär till leverantörer av rök-gaskompressor och -expander var låg. Detta beror troligen på hög belastning hos leverantörerna. Det innebär en osäkerhet i

projektet då mer information om rökgaskompressorernas prestanda och farhågor om att föroreningar som HCl och partiklar i rökgasen kan vara ett problem för rökgaskompressorn behöver utredas ytterligare. Ingen av kompressorleverantörerna har kommit tillbaka med svar om prestanda, materialval, bedömning av investeringskostnad, underhåll, risk för slitage och försämrade prestanda över tid.

Tillsammans med deltagare från Captimise och deltagare från ett annat energibolag som planerar för koldioxidinfångning besöktes flera företag i Italien under fyra dagar:

Giammarco Vetrocoke (GV), processdesignleverantör som designat HPC-anläggningar för processindustrin sedan 1950-talet. GV är en potentiell leverantör av processdesign för en HPC-anläggning för avskiljning av koldioxid ur rökgaser.

Yara Italia S.p.A, bedriver produktion av ammoniak och urea ur metan. Yaras anläggning ingår i ett industrikluster med flera företag där Yara bland annat får avsättning för koldioxid och vätgas. Sedan 2012 produceras flytande koldioxid om totalt 110 000 ton/år av koldioxid från Yaras anläggning av ett annat företag i klustret. HPC-anläggningen, som designats av GV, har varit i drift sedan 1970-talet. Koldioxidavskiljningen sker i en två-stegs absorber som håller ett tryck på ca 22 bar, vilket innebär att absorptionsprocessen sker vid ett högre tryck jämfört med de ca 7 bar (a) som bedöms lämpligt för avskiljning ur Filbornas rökgaser. Då processen baseras på naturgas med högt tryck behövs ingen komprimering före absorberna. Det finns dock andra stora kompressorer i anläggningen, bland annat för komprimering av ammoniak. Absorbenten baseras på ett recept från GV och består av kaliumkarbonat med vanadin och borsyra.

Det som projektgruppen främst tar med sig från besöket är att HPC-processen är en robust process med hög tillgänglighet, Yara uppger att anläggningen är i drift året runt med låg bemanning. De problem som kan förekomma är kristallisation i absorbenten vid låga utomhustemperaturer (< -10°). Det bör kunna undvikas om isolering och uppvärmning av kolonner och rörsystem anpassas efter förhållanden i Helsingborg.

Baker Hughes (BH), tillverkning av turbiner och kompressorer. Under besöket fick vi en visning av BH produktionsanläggning. Typ av kompressor och expander, materialval, inspektionsintervall och leveranstid diskuterades. Det behövs dock en djupare studie för att BH ska kunna lämna förslag på kompressor-expander inklusive investeringskostnader. Efter besöket utväxlades mer information men BH har inte kommit tillbaka med svar på frågor om prestanda, materialval, eventuellt behov av tvättsystem, risk för slitage och försämrade prestanda över tid. För att komma vidare i den här frågan krävs troligen att leverantörerna av kompressorer får betalt för att göra en förstudie vilket kan vara ganska kostsamt då man vill ha svar från flera leverantörer. Alternativet är att starta upphandling av anläggningen för att få ett större intresse från leverantörerna men det krävs att Öresundskraft är redo att ta nästa steg i projektet. Det är svårt att jämföra HPC-tekniken med amintekniken utan fullständig information om prestanda och kostnader.

Giammarco Vetrocoke Pavia plant, HPC testanläggning för rökgaser från avfallsförbränning. En mindre HPC-anläggning med kapacitet för ett rökgasflöde på 100-200 Nm³/h, ursprungligen för uppgradering av biogas, är i drift vid A2A Pavia avfallsförbränningsanläggning. HPC testanläggningen är inte optimerad för koldioxidavskiljning, bland annat är absorberna inte tillräckligt höga, men anläggningen presterade ändå bra resultat. Rökgaser passerade en skrubber för att rena rökgasen från föroreningar och sedan en standard skruvkompressor som ökade trycket till ca 8 bar innan absorberna. Koldioxidhalt i inkommande rökgaser var låg, vid besöket noterades en koldioxidhalt på ca 7 % i inkommande rökgas. Avskiljningsgraden var vid besöket trots det

god. Resultat från testanläggningen kan inte publiceras i den här rapporten, då det är oklart om några officiella resultat från testanläggningen har publicerats offentligt. Besöker gav projektgruppen värdefull information om att processen fungerar vid låg koldioxidhalt i rökgasen utan krav på att rökgastrycket överstiger 8 bar.

Sammantaget har besöken på de italienska anläggningarna, kontakt med processleverantörer och de simuleringar som gjorts stärkt projektgruppen i slutsatsen att avskiljning med HPC är möjligt att implementera på rökgaser från Filbornaverket. Det finns dock flera kvarstående frågor om rökgaskompressor och -expander som behöver utredas vidare. Teknikmognaden är också låg när det gäller HPC applicerat på rökgaser från avfallsförbränning, varför Öresundskraft valde att ansöka om medel ur Industriklivet för test av HPC-tekniken på rökgaser från Filbornaverket, se även avsnitt 5.2.5 Pilotinstallation.

5.2.3 Energi- och massbalanser, interna i processen

Indata till simuleringarna i Aspen plus finns sammanställda i tabell 5. Simuleringarna gjordes för ett sommarfall där Filbornaverkets befintliga direktkondensering är i drift och ett vinterfall när både direktkondensering och kondensering med absorptionsvärmepump är i drift. Det förklarar skillnader i rökgasens flöde, temperatur och sammansättning. I både HPCFE och MEA-systemet inkluderades en ytterligare en skrubber för rökgaskylning så att rökgastemperaturen till kompressorn är ca 44°C i HPCFE-processen respektive 40°C till absorberna i MEA-processen. Det innebär kondensering till lägre temperatur än vad som normalt nås med befintlig rökgaskondensering. Vid implementering av en fullskalig CCC-anläggning är målsättningen att använda befintlig skrubber för rökgaskylning genom att koppla in en kylkrets mot vått kyltorn eller luftkylare.

Tabell 5 Sammanställning av indata till simuleringarna i Aspen plus.

Indata	Enhet	HPCFE v	HPCFE s	MEA-HP v	MEA s
Värmepump		-	-	Tvåstegs, NH ₃	Ej i drift
Rökgas efter fläkt	°C	51	62	51	62
FJV framtemp	°C	99	99	99	99
FJV retur	°C	45	55	45	55
Rökgasflöde	m ³ /h vg	187 000	215 000	187 000	215 000
CO ₂	Vol-% vg	9,8	8,8	9,8	8,8
H ₂ O	Vol-%	12,8	21,8	12,8	21,8
O ₂	Vol-% vg	6,4	5,8	6,4	5,8

Beräkningarna gjorde för avskiljning med HPC full electric (HPCFE) och en aminprocess med MEA som absorbent (MEA). HPCFE antogs utgående tryck från kompressorn vara 6,6 bar (a) och systemet inkluderar condensate flash patenterad av CO₂ Capsol. MEA-processen inkluderar kylning av absorberna, rich-solvent split och lean flash för att optimera prestandan.

Simuleringar har gjorts i två omgångar där den första omgången endast omfattade avskiljningsanläggningen vilken sedan uppdaterades med att lägga till en förvätskningsanläggning. Förvätskningsanläggningen som simulerades baseras på intern kylning med CO₂ enligt Joule-Thomson effekten. Extern kylning som komplement bedöms minska elförbrukningen väsentligt. Vid Filbornaverket finns ingen befintlig kylanläggning och ingen tillgång till sjö- eller havskyla vilket innebär installation av vått kyltorn alternativt luftkylare för att förse CCC-anläggningen med kyla. Det finns också indikationer på att en förvätskningsprocess med ammoniakkylmaskin medför lägre elförbrukning jämfört med den simulerade Joule-Thomson-processen.

Fjärrvärme från HPCFE kan fås vid sådan temperatur och lågt flöde att det är realistiskt att uppgradera till framledningstemperatur med ånga utan behov av värmepump, exempelvis genom att flödet leds till högtryckskondensorn. I sommarfallet minskas fjärrvärmeproduktionen genom att inte kyla absorberns topp vilket medför att rökgaser med högre temperatur släpps ut via skorstenen. Det minskar också elförbrukningen då expandern genererar mer energi på grund av varmare rökgaser in i expandern. Dessa två driftfall visar flexibilitet med HPCFE-processen då det bedöms möjligt att optimera driften genom att generera mer fjärrvärme genom kylning av absorbern alternativt minska elförbrukningen genom att släppa en varmare rökgas till expandern.

När det gäller MEA krävs det en kombination av värmepump och uppgradering med lågtrycksånga för att uppgradera fjärrvärme till framledningstemperatur. Teknikmognade för värmepumpar som kan generera fjärrvärme vid >85°C bedöms låg varför konventionell värmepump med ammoniak har använts i simuleringarna. Förbrukning av ånga för uppgradering av fjärrvärme från avskiljningsanläggningen för både HPCFE och MEA har simulerats som förbrukning av lågtrycksånga. För MEA-processen visade resultatet att det inte är realistiskt att ta vara på all värme från CCC-anläggningen sommartid. Därför antogs att fjärrvärmepump är i drift i simulering av vinterfallet men inte i sommarfallet. Det krävs därmed en kylanläggning på drygt 40 MW om all värme ska kylas bort.

De två driftfallen för MEA-processen (vinter/sommar) visar ytterligheter där optimalt driftläge kommer att variera bland annat beroende av värmebehov i fjärrvärmesystemet. Optimalt driftfall stora delar av året bedöms vara att uppgradera merparten av den värme som genereras av CCC-anläggningen till framledningstemperatur och kyla bort resterande del av den genererade värmen. HPCFE har inte lika stor påverkan på fjärrvärmeproduktionen men det finns möjlighet att minska värmeproduktionen (och elförbrukningen) genom att släppa ut varmare rökgaser utan installation av rökgasåtervärmare.

Simuleringarna inkluderar inte en modell av Filbornaverkets ångsystem. Öresundskraft har dock tidigare gjort en studie av hur den befintliga turbinen kan modifieras för att förse en CCC-anläggning med ånga på upp till 6 bar och flöde på maximalt 40 ton/h. Denna studie ligger till grund för beräkning av elnetto och total fjärrvärmeproduktion för de olika fallen i tabell 6. Beräkningarna av påverkan på turbinen inkluderar också värmeåtervinning från CCC-anläggningen, där fjärrvärme uppgraderas till framledningstemperatur med högtryckskondensorn.

Öresundskraft har i tidigare studie fått information från leverantörer av aminprocesser där andra aminer än MEA eller blandningar av aminer används som absorbent. Dessa indikerar lägre förbrukning av ånga jämfört med resultatet för MEA-processen i tabell 6. Även val av värmepump påverkar prestandan och framför allt elförbrukningen för aminfallet, där det finns indikationer på att det finns värmepumpar med bättre prestanda

än vad som antagits i simuleringarna av MEA-HP. Det finns därmed utrymme att optimera processen ytterligare med avseende på energiförbrukning och värmeåtervinning men det kräver mer detaljerade indata från leverantörer som kan tas fram i samband med detaljprojektering av anläggningen.

Tabell 6 Resultat av simuleringarna i Aspen plus, avskiljningsanläggning och förvätskningsanläggning.

	Ref utan CCC	HPCFE v	HPCFE s	MEA-HP v	MEA s
Flytande koldioxid (ton/h)	0	27,4	27,4	27,4	27,4
El (MW)					
Elproduktion netto före CCS	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5
Elförbrukning avskiljning	0	-9,6	-8,2	-1,8	-2,0
Elförbrukning värmepump	0	0	0,0	-5,8	0
Elförbrukning förvätskning	0	-6,4	-6,4	-6,4	-6,4
Elförlust ångavtapning	0	-0,2	-0,5	-3,4	-3,4
El netto	14,5	-1,7	-0,6	-2,9	2,7
Fjärrvärme (MW)					
Fjärrvärme brutto	67/55	67	55	67	55
Avskiljning	0	12,4	4,7	37,4	2,0
Förvätskning	0	11,7	8,9	11,7	8,9
Förlust ångavtapning	0	-1,5	-4,4	-25,0	-25,0
Fjärrvärme netto	67/55	89,1	63,7	90,6	40,4
Kylbehov <40°C	0	3,8	19,5	0,0	42,8

5.2.4 Förutsättningar för tillstånd

5.2.4.1 Tillstånd Filbornaverket

Avfallsförbränning, som bedrivs i Filbornaverket, är tillståndspliktig och verksamheten är också en så kallad industriutsläppsverksamhet. Det finns ett relativt nytt tillstånd för verksamheten, tillståndsprcessen inleddes år 2018 och dom meddelades i december 2019. För ändring av en tillståndspliktig verksamhet krävs det tillstånd enligt 1 kap. 4 § MPF. Då tillståndet är relativt nytt och det inte har gjorts några tillståndspliktiga ändringar i detta, bedömer vi att en komplettering med koldioxidavskiljning är möjlig med en ändring av befintligt tillstånd. Ändring av befintligt tillstånd är mindre omfattande än en

ansökan om nytt tillstånd för hela verksamheten, då tillståndet får begränsas till att enbart avse ändringen vid en ändring av en miljöfarlig verksamhet enligt 16. kap. 2a § miljöbalken.

En annan viktig aspekt för att det ska vara möjligt att ansöka om ändring av tillstånd i stället för att ansöka om nytt tillstånd, är att ändringen ska vara väl avgränsad. Den planerade avskiljningen av koldioxid kommer att ske i en separat anläggning som kopplas på Filbornaverket efter befintlig rökgasrening. Avskiljningsanläggningen kommer att vara väl avgränsad från befintlig anläggning och kan stängas ner utan att det påverkar driften av Filbornaverket. Det planeras även att ansöka om ändring av årlig mängd farligt avfall i samband med ansökan om ändring för komplettering med koldioxidavskiljning. Ökad mängd farligt avfall bedöms också uppfylla kriterierna för ändring av tillstånd.

Avskiljning av koldioxid från industriutsläppsverksamhet för geologisk lagring är tillståndspliktigt. Tillståndsplikt för avskiljning av koldioxid för geologisk lagring regleras i miljöprövningsförordningen (2013:251) "MPF" 29 kap. 62 §, där det anges att tillståndsplikt B gäller:

MPF 29 kap. 62 §

Tillståndsplikt B och verksamhetskod 90.500-i gäller för att avskilja koldioxidströmmar för geologisk lagring av koldioxid från industriutsläppsverksamheter som beskrivs i 1 kap. 2 § industriutsläppsförordningen (2013:250). Förordning (2016:1188).

Vi planerar också att ansöka om tillstånd för att avskild koldioxid ska kunna användas som råvara av extern part som alternativ till geologisk lagring. Detta då förutsättningarna för geologisk lagring är osäkra. Det finns endast ett fåtal aktörer som kan erbjuda geologisk lagring de närmaste åren men fler aktörer är på god väg att få tillstånd. Då det är långa processer för att få tillstånd för att anlägga ett geologiskt lager, med efterföljande lång anläggningstid, så kan det uppstå ett glapp mellan mängden avskild koldioxid och tillgänglig kapacitet för lagring. Det gör att vi vill ha möjlighet att i stället kunna skicka avskild koldioxid till användning hos extern part under en uppstartsfas, även om det just nu finns svårigheter för CCU med koldioxid av både biogent och fossilt ursprung med gällande regelverk.

Vi bedömer att det finns aktörer som är på god väg att etablera produktion av elektrobränsle där avskild koldioxid kan användas som råvara. Att använda avskild koldioxid som råvara för med sig komplikationer inte minst när det gäller tillstånd, då verksamheten skulle kunna klassas som tillverkning av kemikalier, vilket i sin tur kan medföra att verksamheten omfattas av annan verksamhetskod och eventuellt andra BAT-slutsatser. Det är önskvärt med tydlig vägledning anser vi, då processen för koldioxidavskiljning är densamma oavsett om avskild koldioxid transporteras till anläggning för geologisk lagring eller till extern part för användning som råvara.

Osäkerheter i tillståndprocessen:

- Det finns ingen svensk praxis för tillstånd för komplettering med koldioxidavskiljning för befintlig förbränningsanläggning. Det finns några påbörjade tillståndprocesser i Sverige men det finns inga domar som vunnit laga kraft. I Norge finns två tillståndprocesser för koldioxidavskiljning med aminer som kan användas som referens.
- Det saknas europeiska BAT-slutsatser för koldioxidinfångning. I UK har det gjorts en genomgång av BAT-slutsatser för post-combustion där huvudfokus är aminanläggningar (Jon Gibbins, 2022). Denna genomgång kan användas som

referens vid tillståndsprövningen. Den genomgång av BAT-slutsatser som vi har gjort pekar på att många olika BAT-slutsatser kan bli gällande för koldioxidavskiljning. För att underlätta tillståndsprövningar är det önskvärt med ett tydliggörande om vilka BAT-slutsatser som gäller för post-combustion carbon capture. Ett önskemål från Öresundskraft är också att begränsa antalet BAT-slutsatser som ska följas upp. Ett förslag för att lösa detta är att göra tillägg om koldioxidinfångning till de huvudslutsatser som gäller för förbränningsanläggningar, exempelvis tillägg till WI-BATC och LCP-BATC.

- Det saknas vägledning om hur ökade halter i rökgasen, på grund av det minskade rökgasflödet vid avskiljning av koldioxid, ska hanteras i förhållande till emissionsgränsvärden i exempelvis BAT-slutsatser och begränsningsvärden i förordningen om avfallsförbränning. Som exempel kan nämnas att det i tillståndet för Norcem AS Brevik anges att BAT-AEL för cementindustrin inte ska gälla för driftfall med koldioxidavskiljning i drift samt att anläggningen har fått olika gränsvärden för drift med och utan koldioxidavskiljning i drift.
- Det finns inte heller fastställda svenska miljö kvalitetsnormer i luft för ämnen som kan släppas ut från koldioxidavskiljningsanläggningar. I Norge (Norwegian Institute of Public Health, 2011) och UK (Environment Agency AQMAU, 2021) har det tagits fram förslag till miljö kvalitetsnormer för luft. Dokumentet som publicerats i UK omfattar dessutom en rekommendation om hur spridningsberäkning för aminer ska göras. Dessa kan användas som referens men det är oklart hur myndigheterna ställer sig till utsläpp av exempelvis aminer och dess degraderingsprodukter.

Sammantaget finns det flera osäkerheter i tillståndsprövningsprocessen vilket ökar Öresundskrafts risk associerat med en investering i koldioxidinfångning. Det är alltid en viss risk vid ansökan om tillstånd eller ändring av befintliga tillstånd för en anläggning men i de flesta fall finns en praxis och vägledningar som minskar osäkerheter. Det är naturligt att det finns osäkerheter för nya typer av verksamheter men för att snabba på implementeringen av koldioxidinfångning är det önskvärt att det tas fram vägledning för aktörer som vill ansöka om tillstånd.

5.2.4.2 Tillstånd ledning

För rörledningen krävs tillstånd såsom servitut och nyttjanderätter för all mark som inte är kommunalägd och därutöver all mark som inte är planmark och mark tillgänglig för bruk i planer. Om markägarna inte godkänner rördragningen kan ledningsrätt tillämpas (intrångsersättning). Öresundskraft måste även söka tillstånd från Trafikverket för ledningsarbeten under järnvägen och genom en bro. Eftersom rörledningen går längs Bruces skog (Naturreservat) krävs dispens från reservatsföreskrifter hos Länsstyrelsen.

5.2.4.3 Tillstånd hamnanläggning

Ett alternativ för att lösa logistiken för koldioxid är att Öresundskraft uppför en anläggning för förvätskning, mellanlager och utlastning av koldioxid till fartyg i Bulkhamnen, Helsingborg. Kemira Kemi AB har tillstånd för hamnverksamheten men det krävs också tillstånd för processanläggningar för förvätskning och mellanlagring av koldioxid, vilket måste sökas av Öresundskraft.

För koldioxid som ska till geologisk lagring gäller att det klassas som ett avfall, vilket innebär att det komma att krävas tillstånd för mellanlagring av avfall enligt MPF 29 kap §48 alternativt §49. Om delar av avskild koldioxid ska användas som råvara av extern part,

kan koldioxiden komma att klassas som biprodukt i stället för avfall. För att ha möjlighet att skicka koldioxid till extern part för användning som råvara skulle det kunna krävas tillstånd för produktion av kemikalier enligt MPF 12 kap §23 alternativt § 45. För att underlätta tillståndsprocessen är det önskvärt med en vägledning om hur förvätskning och mellanlagring av koldioxid för användning som råvara ska klassas.

5.2.5 Pilotinstallation

Avskiljning med aminer har testats på avfallsförbränningsanläggning, bland annat på Klemetsrud i Oslo (J. Fagerlund et al., 2020). Storskaliga anläggningar är dessutom under uppbyggnad på avfallsförbränningsanläggningarna Twence i Nederländerna samt Klemetsrud i Oslo, dessa planeras vara klara inom ett till två år. Koldioxidavskiljning med aminer är också testad i CO₂ Technology Centre Mongstad (TCM), en testanläggning för koldioxidavskiljning i Bergen, Norge. Avskiljning med aminer bedöms därför vara testad varför det inte finns behov av att testa avskiljning med aminer på rökgaser från Filbornaverket. Avskiljning med aminer var från start huvudalternativ för Filbornaverket bland annat på grund av relativt hög teknikmognad.

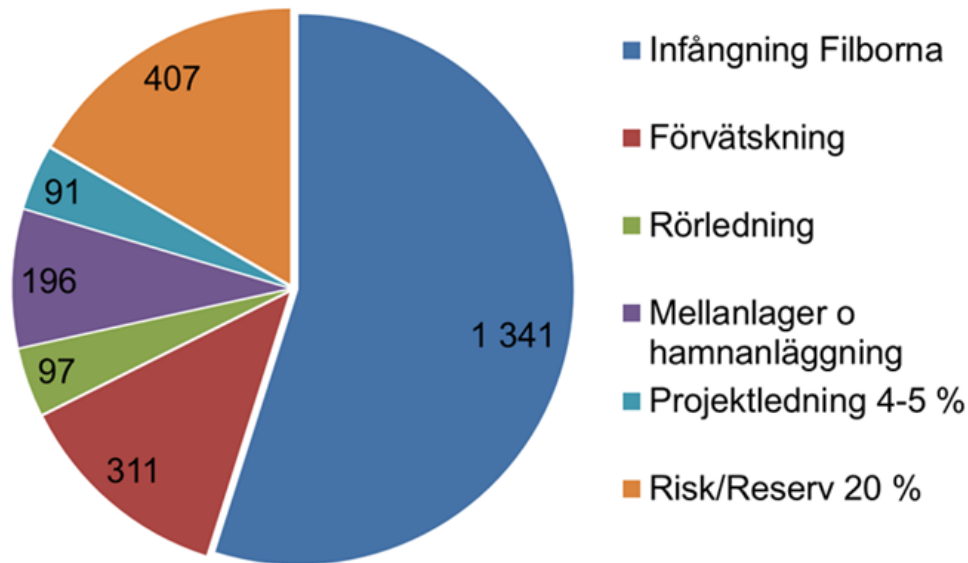
En översiktlig studie för att undersöka alternativ till absorption med aminer visade att absorption med Hot Potassium Carbonate (HPC) kan vara ett alternativ. HPC-tekniken bedömdes dock inte vara testad i applikationen med rökgaser från avfallsförbränning, där koldioxidhalten i rökgasen är lägre än vid förbränning av biomassa. Vi sökte därför om finansiering via Industriklivet för att testa koldioxidavskiljning med HPC (diarienummer 2021-200821). Testerna utförs i samarbete med CO₂ Capsol och med Captimise som oberoende konsult för analys av testresultat. Testerna startade i oktober 2022 och har pågått till och med februari 2023, slutrapport ska lämnas in senast september 2023. Testanläggningen har över lag fungerat bra med kontinuerlig drift 24 h om dygnet. Detaljerad utvärdering av resultat är dock inte klar vid tidpunkt för den här rapporten.

Öresundskraft deltar också i en studie där koldioxidavskiljning med en blandning av aminen AMP och lösningsmedlet DMSO planeras att testas på rökgaser från Filbornaverket. Tekniken testas också på Växjö Energi och Sysav innan den testas på Filbornaverket under 2024.

5.2.6 Investeringskostnad

Bedömning av investeringskostnad för koldioxidinfångning inklusive koldioxidavskiljningsanläggning, transportlösning och hamnanläggning för lastning på fartyg baseras på uppgifter från presumtiva leverantörer och konsulter som engagerats i projektet.

Total investering uppskattas till 2 116 MSEK. Var del i kostnadsuppskattningen har i dag en osäkerhet på ca ± 30 %. För att kompensera för denna, och andra risker har vi en risk/reserv om 20 %. Investeringskostnadens fördelning framgår av figur 3.



Figur 3 Investeringskostnadens fördelning

Förvätskningsanläggningen redovisas separat. I grundalternativet är den placerad i Kemiras hamn. Den krävs oavsett vilket alternativ som slutligen väljs för försäljning och utskeppning. Däremot utgår större delen av kostnaden för rörledning, mellanlager och hamn om hamntjänsten köps in av t ex CMP i Malmö. Totalt avgår ca 340 MSEK eller 16 % om ingen egen hamnanläggning byggs.

5.3 AP3 Transport till hamn

Under våren 2022 genomförde AFRY en undersökning av möjligheten att transportera koldioxid i rörledning från Filbornaverket till Bulkhamnen i Helsingborg. AFRY undersökte två möjliga alternativ:

- 1) Transporterna koldioxid i gasfas
- 2) Transporterna koldioxid i vätskefas

AFRY redovisade även lämplig rörledningssträckning, potentiella hinder, rördesign samt underbyggd kostnadsuppskattning, se bilaga 1.

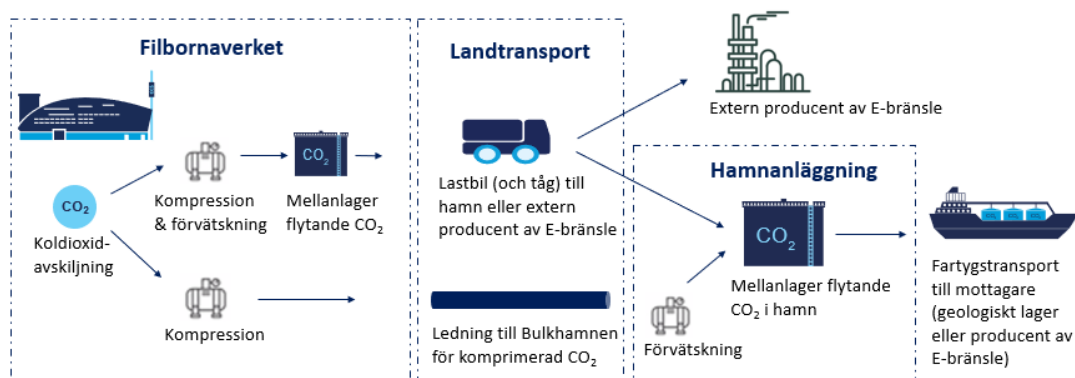
Under hösten 2022 har en omfattande genomlysning av transportalternativ gjorts av Granitor. Vi har också haft diskussioner med en speditör - Samat och en lastbilstillverkare - Volvo om landtransporter samt med Green Cargo om järnvägstransporter. Samtidigt har vårt arbete inom klustersamarbetet CNetSS intensifierats. Information från alla dessa delar, utgör underlag för avsnitten 5.3, 5.4 och 5.5 i denna rapport.

CCS kedjan efter infångning består av många olika steg och i samtliga av dessa finns det flera alternativa lösningar, se figur 4. Det finns olika sätt att transportera från Filborna till hamn eller användning (CCU). På samma sätt finns det olika alternativ för fartygstransporter till geologiskt lager. Idag finns det ett flertal olika projekt som arbetar med geologisk lagring av koldioxid.

Sammanfattningsvis har Öresundskraft följande alternativ för transport från Filbornaverket till hamn eller extern producent av E-bränsle som är aktuella, var för sig eller i kombination:

- Koldioxid i gasfas transporteras i rörledning till Bulkhamnen i Helsingborg.
- Koldioxid i vätskefas transporteras med lastbil till Bulkhamnen i Helsingborg, Oljehamnen i Malmö eller producent av E-bränsle.

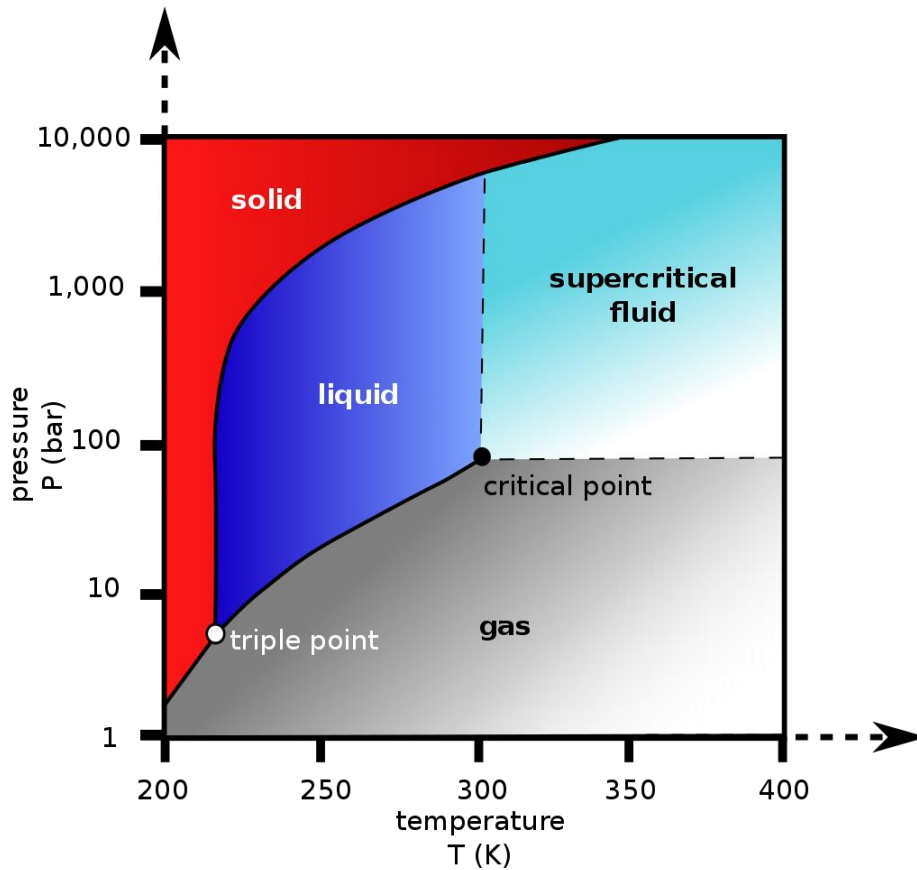
Öresundskraft har även gjort en HAZID analys på infångning av koldioxid, utlastning, transport till mellanlagring samt lagring i hamn, se rapport i bilaga 2. Analysen visade att det är störst hälsorisker om ett mellanlager brister pga. korrosion eller materialfel samt om en tankbil skulle börja läcka koldioxid orsakad av en trafikolycka eller korrosion/materialfel.



Figur 4: Översikt över transportmöjligheter för koldioxid från Filbornaverket.

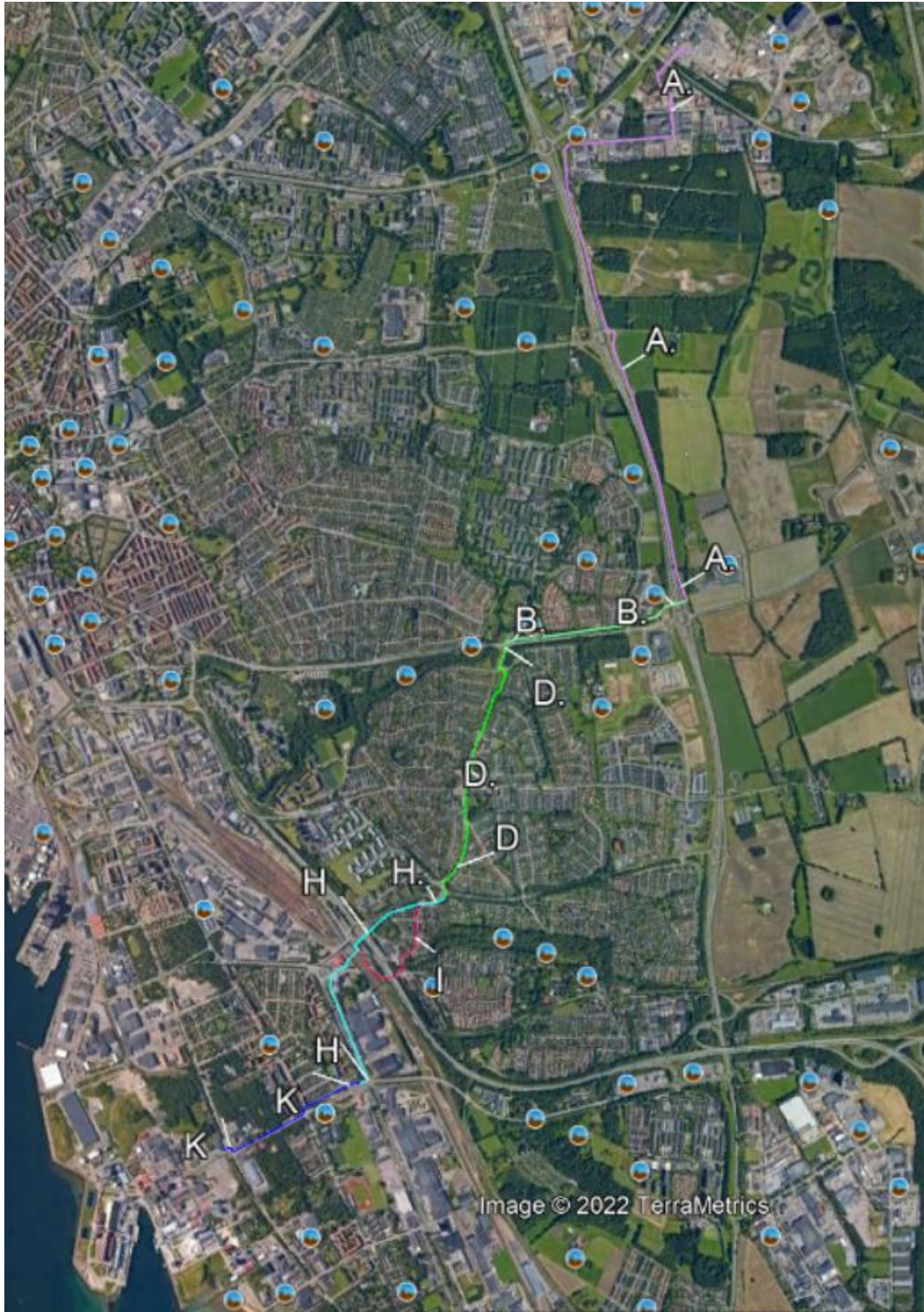
5.3.1 Transport i rörledning

Transport av koldioxid i gasfas från Filbornaverket till Bulkhamnen i Helsingborg bedöms som ett möjligt alternativ i en DN250 kolstålsledning med polyethylene beläggning. Vid transport av koldioxid i ledning i gasfas komprimeras koldioxiden till ca 25 bar vid 20°C samt torkas på Filbornaverket innan den transporteras och på så sätt undviks fasomvandling, se figur 5.



Figur 5: Fasdiagram för koldioxid.

Ledning för transport av koldioxid bedöms kunna läggas i närheten av befintlig ledning för processavlopp och fjärrvärme längs stor del av sträckan men kräver fortsatt projektering. Se föreslagen rörledningssträckning på ca 11 km i figur 6.



Figur 6: Föreslagen rörlingssträckning från Filbornaverket till Bulkhamnen.

Transport av koldioxid i ledning fordrar även tillgång till mark för förläggning av ledningar vilket kommer att utredas vidare under detaljprojektering av avskiljningsanläggningen. Vid hamnanläggning placeras en förvätskningsanläggning som kyler den komprimerade koldioxiden varvid den kondenseras och mellanlagras i väntan på transport med fartyg.

Investeringskostnad för rörledning bedöms till cirka 110 MSEK.

5.4 AP4 Hamnanläggning och mellanlager

Vi har studerat två alternativa hamnar. Målsättningen har varit att hitta möjliga hamnar med rimligt avstånd för landtransporter. Vi har då koncentrerat oss på Bulkhamnen i Kemira i Helsingborg och Oljehamnen som ägs av Copenhagen Malmö Port (CMP) i Malmö.

Göteborg planerar för koldioxidutlastning och är teoretiskt ett alternativ men förnärvarande bedöms avståndet så långt att det skulle innebära kostsamma landtransporter. Göteborg kan vara intressant att nyttja om en mer närliggande hamn inte finns att tillgå de första åren av anläggningens drift. Det finns också andra planerade projekt både vad gäller utlastning och rörledning. Förutom för Köpenhamn, är även avstånden till dessa långa.

5.4.1 Anläggning i Bulkhamnen

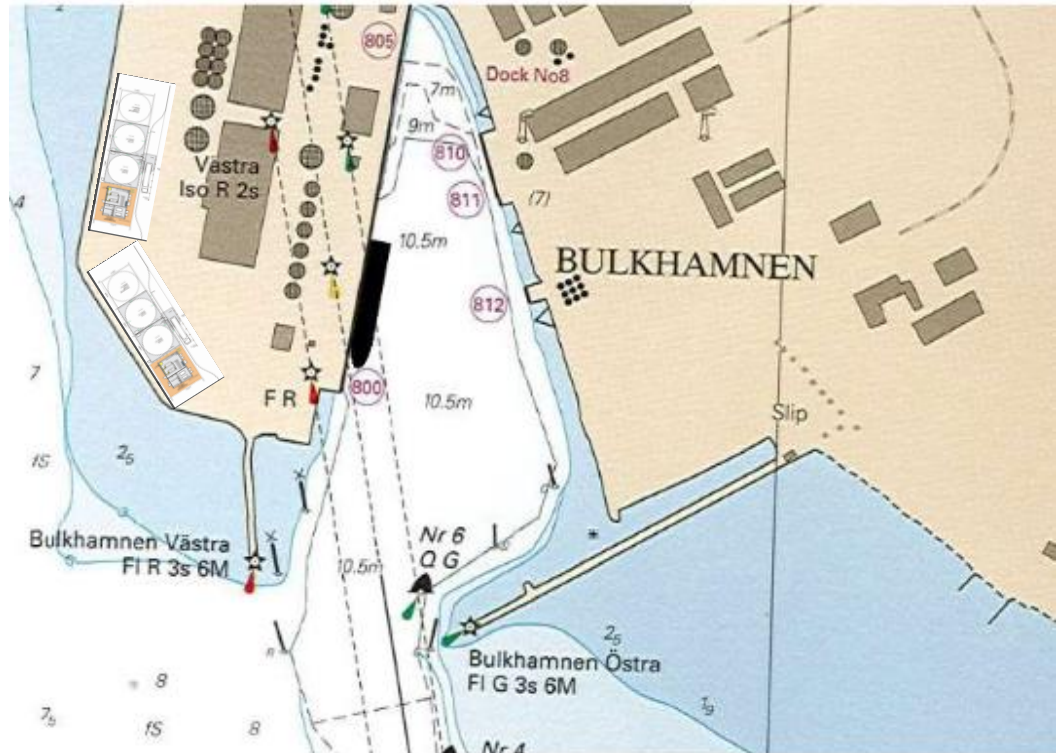
Om koldioxid i gasfas kommer via rörledningen från Filborna ska den förvätskas i hamnen. Förvätskning kan utföras med nedan olika tekniker:

- 1) Lågtrycksförvätskning genom användandet av ett externt kylmedel (ammoniak)
- 2) Högtrycksförvätskning genom expansion (Joule-Thompson)

Om koldioxiden transporteras med lastbil sker det fördelaktigast med koldioxid i vätskefas. Förvätskningsanläggningen samt ett mellanlager på ca 400-500 m² kommer då att placeras på Filbornaverket. Vägen från Filborna till Bulkhamnen är inte godkänd som BK4 väg, det bedöms dock möjligt att få dispens för transport med 74 tons tanklastbil. Om utlastningen samt lossning sker samtidigt till både lastbil samt chassi på Filbornaverket respektive Kemira resulterar detta i 15 leveranser per dag om chaufförerna arbetar i 2-skift.

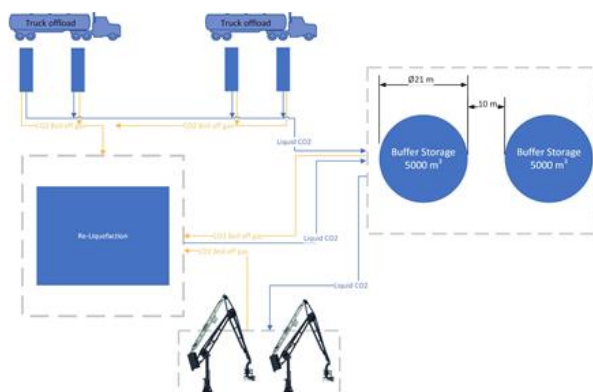
Koldioxiden lagras sedan i sfäriska tankar. Dessa dimensioneras efter hur stora fartygen som ska lasta i hamnen är. Man vill inte ha onödigt stora tankar men samtidigt behövs lite marginal för att kunna hantera störningar i tillflöde och försenade fartygsanlöp. Brukligt dimensioneras mellanlagret att rymma 1,5 gånger fartygets lastkapacitet.

Koldioxiden lagras i vätskeform. Lagringen är mycket säker men skulle ett läckage uppstå måste man säkerställa att utläckande gas inte når människor. Beroende på placering görs detta på olika sätt och det kan också komma att styra antal och storlek av tankar. Vårt grundalternativ innehåller 4-6 sfäriska tankar om 2500 m³ vardera, se figur 7.



Figur 7: Möjlig placering av sfäriska tankar samt förvätskningsanläggning i Bulkhamnen.

Från tankarna leds koldioxiden i ledningar och via lastarmar till fartygen. Gasen från lastningen liksom den gas som bildas genom att koldioxidvätskan värms upp återkondenseras och leds tillbaka till tankarna.



Figur 8 Exempel på hamnanläggning vid lastbils- eller järnvägstransport och exempel på sfäriska tankar.

Kemira ställer sig positiva till etablering av en anläggning för koldioxidlagring och utsklippning men är i dag inte intresserade av att investera i en sådan. Investeringen i denna hamn måste därför tas av Öresundskraft.

Fördelen med Kemirahamnen är att den är nära och att Öresundskraft kan ha full kontroll över uppförande och drift vilket bedöms reducera projektrisken.

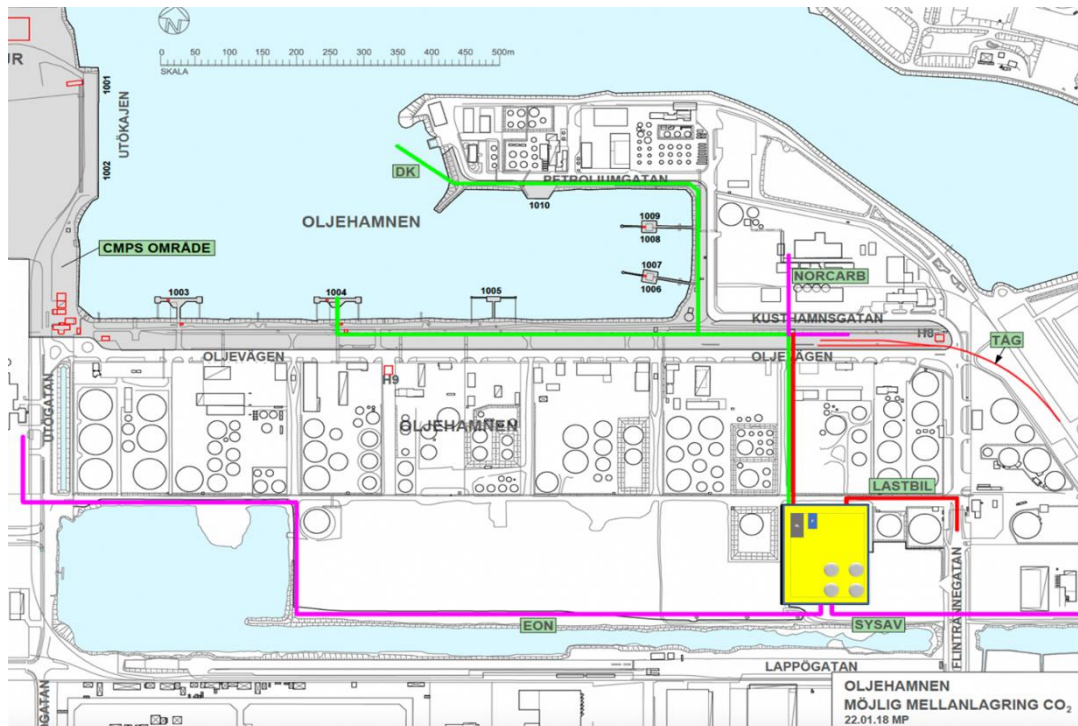
Nackdelen är att hamnen inte kan ta emot tågtransporter och det kan bli svårt att konkurrera om partners eller koldioxidvolymerna utanför bolaget. Hamnen är också i dag begränsad i storlek så att framtida större fartyg (som kan erbjuda billigare transporter) inte kan anlöpa hamnen utan att kostsamma investeringar görs.

5.4.2 Oljehamnen i Malmö

Oljehamnen i Malmö (CMP) erbjuder goda möjligheter till koldioxidutlastning. Hamnen har tagit ett inriktningsbeslut i december 2022 vilket innebär att man inte själva vill investera i terminal för koldioxid. Tredje part kommer att kunna etablera sig i hamnen för terminalhanteringen.

Fördelen med hamnen i Malmö är att den kan ta emot såväl tåg- som lastbilstransporter och klarar stora fartyg, se figur 9. Växjö Energi som vill transportera med järnväg, SYSAV, E.ON. som finns nära och Krafringen som finns ganska nära hamnen är potentiella kunder vilket ger skalfördelar.

Nackdelen är att en tredje part behövs och att denna kommer att sätta tidplanen samt ta ut en hanteringskostnad. Då de båda stora kunderna SYSAV, E.ON. samt Krafringen inte planerar drift av CCS förrän tidigast 2030 är det inte säkert att möjligheten står färdig till planerad start av CCS på Filborna.



Figur 9: Möjlig placering av mellanlager och utsklippning i Oljehamnen i Malmö.

Om koldioxiden transporteras med tanklastbil sker det fördelaktigast med koldioxid i vätskefas. Förläsningsanläggningen samt ett mellanlager på ca 400-500 m² kommer då att placeras på Filbornaverket. Vägen från Filborna till Oljehamnen i Malmö är godkänd som BK4 väg. Om utlastningen samt lossning sker samtidigt till både lastbil samt chassi på Filbornaverket respektive CMP resulterar detta i 16 leveranser per dag om chaufförerna arbetar i 2-skift.

5.4.3 Skalfördelar

Både hamnanläggningar och fartygstransporter är kostsamma och det finns stora fördelar i att kunna dela resurser med andra. Att hitta en partner med minst lika stor volym som den Öresundskraft planerar för kan därför reducera hamn- och fartygstransportkostnaderna med minst 30 % vilket skulle motsvara ca 300 kr/ton koldioxid.

Ett fortsatt aktivt samarbete i det sydsvenska klustret CNetSS bedöms viktigt för att reducera framtida kostnader.

5.4.4 Alternativa hamnar

Det finns flera andra tänkbara hamnar i området. Vi har studerat de mest lämpade men funnit att de inte varit lika bra som de ovan nämnda.

5.4.4.1 Helsingborgs hamn

Närheten till existerande och planerade verksamheter och bebyggelse utgör en säkerhetsrisk. Det finns planer att flytta hamnverksamheten men de är inte så konkreta att det går att ta med en ny hamn i planeringen av HICAS.

Om vi skulle välja CMP primärt, kan man tänka sig att i framtiden flytta utlastningen till en ny hamn i Helsingborg om denna visar sig erbjuda ett konkurrenskraftigt alternativ.

5.4.4.2 Landskrona

Landskrona skulle kunna vara en möjlig hamn. De är intresserade men nuvarande djup tillåter inte den typ av fartyg som vi önskar använda.

5.5 AP5 Transport från hamn och geologisk lagring

5.5.1 Storlek på fartygen

Storlek på fartyg och antal transporter beror av vilket geologiskt lager man vill använda. Här finns stora kostnadsfördelar om man kan använda större fartyg, antingen genom samlastning, dvs samma fartyg stannar i flera hamnar och lastar eller samverkan kring hamnterminaler för att öka volymerna.

Olika hamnar har olika begränsningar i storlek. Till exempel kan inte Kemiras hamn ta emot de största (och mest kostnadseffektiva) fartygen utan omfattande och tidsödande utbyggnad.

5.5.2 Transportavstånd till lager och dess miljöpåverkan

Det finns flera olika möjliga lager för koldioxid från Filborna, se mer om dessa i avsnitt 5.5.5 och 5.5.6. Beroende på vilket lager som väljs kan avståndet bli mellan 55 och 235 (land)mil.

5.5.2.1 GHG emissioner från fartygstransport

Emissionsfaktor från transporten med fartyg med flytande koldioxid (15Bar och -26°C) till geologiskt lager presenteras i tabell 7. Bolaget har dialog med olika aktörer för geologisk lagring, dock omfattas denna typ av emissionsdata av sekretess och kan därmed inte redovisas i rapporten, därför har emissionsfaktorer från IPCC¹ används. Det finns inga officiella data på emissionsfaktorer på mottagning samt injicering till geologiskt lager.

Tabell 7: GHG emissioner från transport till geologiskt lager.

	Emissionsfaktor (tCO ₂ eq/tCO ₂ /km)	Emission med Filbornaverket volymer under 1 år (tCO ₂ eq/år)
Transport (1150 km) med LNG fartyg	0,03	7 141,5

5.5.3 Kontraktsformer för fartygstransporter

De finns tre principiellt olika kontraktsformer som diskuteras. Dessa är följande.

- Att tjänsten köps som en del av lagringstjänsten.
- Frakt kontrakt (Contract of Affreightment (CoA)) där man beställer frakt av ett rederi.
- Charter (Time Charter (TC)) där man hyr in båtar för transporterna och antingen själv köper in besättning eller hyr besättning med båten.

¹ IPCC Special Report on Carbon dioxide Capture and Storage

Charter är den mest flexibla och förmodligen billigaste lösningen men den kräver ett visst engagemang från beställaren.

Att köpa tjänsten blir förmodligen dyrt eftersom någon annan kommer att vilja ha ett påslag för sitt ansvar men det erbjuder en "enkel" lösning för beställaren.

5.5.4 Fartygen

Det finns i dag inga fartyg för större mängder koldioxid i trafik. Under 2022 beräknades ett femtontal vara under konstruktion. De flesta av dessa designades för lågtryckslast, koldioxid vid 7 bar och -55 °C eftersom det ger lägst vikt. Man tittar även på fartyg som kan ta olika typer av last.

Fartyg med trafik inom EU förväntas komma in i EU ETS systemet med kostsamma utsläppsrätter. Flera nya bränslen utan, eller med mycket låg fossil del, finns redan på marknaden eller är under utveckling. Det kan vara till exempel; biogen LNG; E- eller blå metanol eller; "grön eller blå ammoniak".

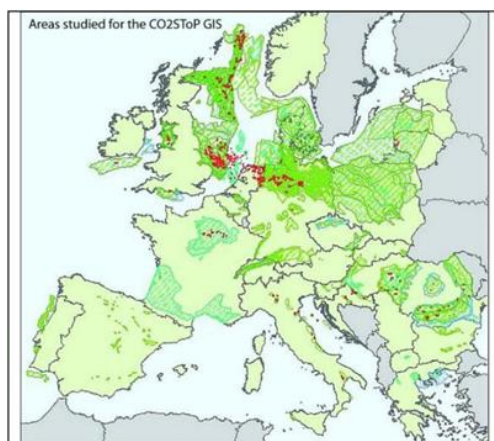


Figur 10 Exempel på fartyg med kapaciteten 7 500 m³ koldioxid respektive 40 000 m³ (195 m lågt vilket är max för Panamakanalen).

5.5.5 Olika lagertyper

Koldioxid kan lagras i följande olika typer av lager.

- Gamla gas- och oljereservoarer
- Akvifärer - Vattenreservoarer i saltformationer, dessa är dock mindre beprövade
- Basalt som är en finkorning vulkanisk bergart som reagerar med och binder koldioxid. De kräver ett "lock" för att förhindra koldioxidläckage



Figur 11 Områden i Europa med porösa bergarter som skulle kunna användas för lagring

5.5.6 Lager under uppbyggnad

Vi har idag identifierat följande 10 lagerprojekt (blåa på kartan) som beräknas stå färdiga att ta emot koldioxid 2027. De med kursiv stil har bedömts som mest intressanta för Öresundskraft.

Tabell 8 Aktuella projekt för geologisk lagring av koldioxid.

Projekt	Ber start
Porthos	2024
<i>Northern Lights</i>	2024
<i>Horisont Energi</i>	2026
<i>Storegga</i>	2026
<i>Greensand</i>	2026
<i>Carbfix</i>	2026
Hynet	2026
Aramis	2026
<i>Endurance</i>	2026
Ervia	2026



Figur 12: Lokalisering av potentiella geologiska lagringsplatser.

Utöver dessa finns flera projekt under utveckling (rosa på kartan). Bland annat har Svensk Geoteknisk Undersökning (SGU) i uppdrag att undersöka Faludden utanför Gotland.

5.5.7 Affärsmodell för lageroperatörer

I dag offereras lagring med kostnad per ton. I tjänsten ingår då att ta emot koldioxid från fartyg, vissa erbjuder även att hämta vid utskeppningskaj. Lageroperatören ansvarar sedan för att injicera i lagret samt garanterar att koldioxiden stannar permanent.

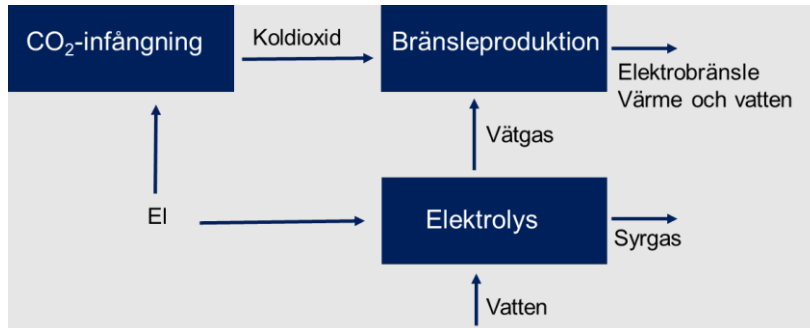
Genom EU:s lagerdirektiv från 2006 regleras hur koldioxid kan transporteras och lagras. Protokollerna bygger på bilaterala avtal mellan exporterande och lagrande nation. I dag saknas sådana bilaterala avtal för de flesta lagringsalternativen ovan.

5.6 AP6 CCU som alternativ till CCS

Vi planerade inom genomförbarhetsstudien att inkludera en översiktlig studie om användning av avskild koldioxid, eller användning av delar av avskild koldioxid, som alternativ till lagring behöver göras för att kartlägga möjliga alternativ till kostsam lagring. Arbetspaketet omfattade följande.

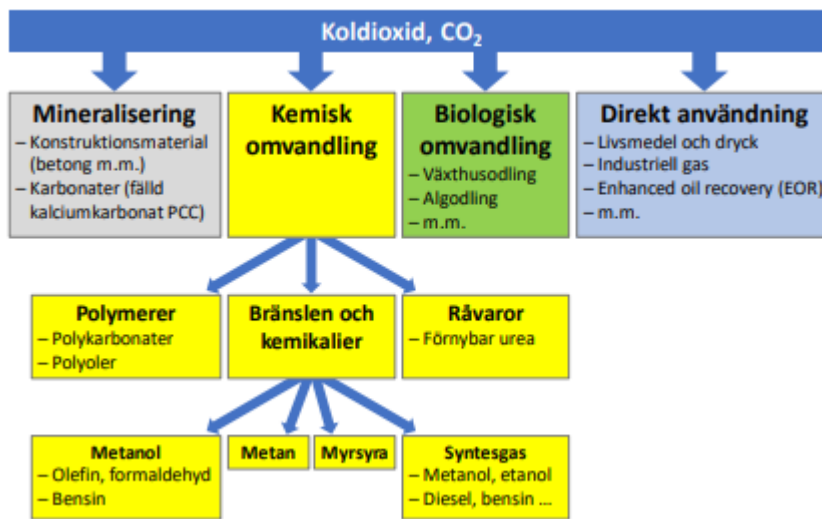
- Förutsättningar för lokal produktion av elektrobränsle eller annan produkt
- Miljöpåverkan och klassificering av produkt
- Analys av påverkan på potential för negativa utsläpp
- Analys av påverkan på affärsmodellen

Avskild koldioxid kan utöver geologisk lagring komma att användas som råvara för produktion av elektrobränsle, se figur 13. Vi har haft inledande diskussioner med flera aktörer med intresse för produktion med koldioxid som råvara.



Figur 13 Principskiss över produktion av elektrobränsle (Alexandra Nikoleris, 2013).

Det finns också andra användningsområden som kan komma att vara aktuella för koldioxid, se figur 14 för exempel på användningsområden. Dessa användningsområden för koldioxid planeras inte att bedrivas inom Öresundskraft utan kommer, om det är aktuellt, att bedrivas av extern aktör.



Figur 14 Användningsområden för koldioxid (SOU 2020:4, figur 18.2).

5.6.1 Lokal produktion av elektrobränsle eller annan produkt

Förutsättningar för lokal produktion, av annan än Bolaget, av elektrobränsle eller annan produkt har översiktligt utretts. Det vi kunnat identifiera tills idag är följande.

- Planer på Elektrobränsle i anslutning till planerad utskepningshamn för koldioxid i Malmö.
- Planer på tillverkning av e-metanol i Danmark.
- Planer på tillverkning av RFNBO i södra Sverige.

- Öresundskraft inledde ett samarbete med en lokal aktör i Helsingborg för att utreda förutsättningar för lokal produktion av elektrobränsle i form av metan. Projektet bedömdes dock inte ha förutsättningar för att kunna genomföras, bland annat på grund av höga investeringskostnader och att Öresundskraft inte får tillstånd till ny lokal elproduktion från vindkraft i Helsingborg.

5.6.2 Miljöpåverkan och klassificering av produkt

Förbränning av blandat avfall ger upphov till koldioxid av biogent och fossilt ursprung. För att kunna sälja koldioxid till exempelvis elektrobränsle måste denna vara biogent ursprung och resterande mängd infångad koldioxid av fossilt ursprung skulle gå till geologisk lagring. Detta identifierades tidigt i våra diskussioner med potentiella köpare av biogen koldioxid.

Det var även viktigt att undersöka klimatavtrycket på respektive processväg – CCS respektive CCS/CCU. Vi lät därför göra en övergripande beräkning tillsammans med Aenigma på "GHG emission avoidance" under 10 år. Beräkning visade en marginell fördel för 50% CCU och 50% CCS eftersom elektrobränslet ersätter ett fossilt bränsle.

Det konstaterades att vi behövde kunna allokera koldioxid till respektive ursprung för att kunna sälja den till elektrobränsle eftersom koldioxiden från Bolagets avfallsförbränning innehåller koldioxid av såväl fossilt som biogent ursprung.

Vi lät därför Profu göra en studie rörande allokering och miljöpåverkan/klassificering. De har belyst frågan om det är möjligt att välja vilken koldioxid som avskiljs och lagras/ansvänds vid CCS/CCU. Frågeställningen har analyserats på flera "nivåer": Regelverk inom EU, svenska regelverk och tolkningar, företagsekonomiskt perspektiv, finansieringsperspektiv samt aktörsnivå. Resultat i korthet:

Profu rapporten kan sammanfattas enligt nedan.

Regelverk inom EU:

Allokering förefaller inte tillåtet idag enligt utsläppshandelsdirektivet och tillhörande förordning om rapportering och övervakning. Möjligen (men inte så sannolikt) finns öppning inom RED III där koldioxid oavsett ursprung eventuellt kan användas till att producera en viss typ av elektrobränslen (RFNBO), åtminstone under en övergångsperiod.

Nationell nivå:

Allokering kommer inte vara tillåtet i omvänd auktionering. I övrigt enligt EU-regelverk.

Företagsekonomisk nivå:

Företag bör kunna teckna bilaterala avtal om allokering (egna överenskommelser "utanför regelverken"). Det är dock oklart hur system för till exempel hållbarhetsrapportering och klimatberäkningar kommer att hantera detta. Kunders och konsumenters syn behöver också beaktas.

Finansieringsnivå:

Bedömningskriterier fastslagna i olika finansieringsmodeller måste följas, till exempel vid ansökan om investeringsstöd från EU Innovation Fund.

Aktörsnivå:

Olika aktörer kan ha olika åsikter om allokering oavsett om det är tillåtet enligt regelverk eller inte.

Slutsats

De tre viktigaste slutsatserna från analysen är:

- 1 Inget regelverk hanterar specifikt denna fråga idag. Flera regelverk hanterar frågan indirekt. Tolkningar ovan bygger alltså på indirekta skrivningar samt olika aktörers tankar och tolkningar.
- 2 De regelverk som idag indirekt hanterar uppdragets frågeställning förefaller kräva mätning eller beräkning av fysikalisk koldioxidkomposition. Detta gäller alltså även om allokering ger samma klimatnytta.
- 3 Hur mycket av koldioxiden från avfallsförbränning som kan räknas som förnybar vid CCS/CCU beror på. Det kan handla om allt från 0% till 100% beroende på regelverk, aktörsöverenskommelser och tolkning.

5.6.3 Analys av påverkan på potential för negativa utsläpp

Negativa utsläpp kan bara uppnås genom att koldioxiden binds permanent eller slutlagras på ett långsiktigt säkert sätt. Således kan inte den del av som eventuellt skulle kunna gå till CCU anses utgöra ett negativt utsläpp. Däremot kan det fortsatt vara klimatneutral koldioxid så länge den förädlas till bränsle tillsammans med andra klimatneutrala insatsvaror.

5.6.4 Analys av påverkan på affärsmodellen

Vi har analyserat hur CCU påverkar affärsmodellen. Om man antar att en allokering kommer att vara tillåten när vår CCS anläggning går i drift, eller inom några år därefter, kan en försäljning av biogen koldioxid vara intressant.

De priser som i dagsläget diskuteras för sådan koldioxid är i nivå med kostnaderna för infångning. Priserna är betydligt lägre än förväntade priser för minusutsläpp då BECCS kräver transport, geologisk lagring, certifiering mm. Dessutom finns liten, om någon konkurrens mellan olika alternativa geologiska lagringsplatser, även om flera nya är på väg in på marknaden. Detta gör att intäkterna blir jämförbara.

Efterfrågan på biogen koldioxid är hög och det går att teckna långsiktiga kontrakt redan i dag. Det gör att affärsrisken med CCU är lägre jämfört med för CCS.

Vi kommer att följa utvecklingen noga. Men intill dess att frågan om allokering klarställs och att det då blir möjligt att allokera, kommer vi tyvärr inte att kunna utveckla en affär som inkluderar CCU.

5.7 AP7 Energisystemanalys EVITA

Introduktion av CCS innebär att såväl el- som fjärrvärmelieferanserna från Filbornaverket ändras. Vi planerade inom genomförbarhetsstudien att:

- Utredda hur förändrad eleffektkapacitet påverkar Helsingborgs elnätområde
- Utredda hur förändrad elenergilieferans påverkar Helsingborg, Landskrona och Lund
- Utredda hur förändrad värmelieferans påverkar systemen i Helsingborg, Landskrona och Lund
- Driftekonomiska konsekvenser av ändrade el- och fjärrvärmelieferanser

Öresundskraft ingår i ett samarbete med Landskrona Energi och Krafringen med ett sammanbundet fjärrvärmenät där städerna Helsingborg, Landskrona och Lund ingår. Detta system är komplext med mer än 30 produktionsanläggningar i samverkan där Filbornaverket är en av de större värmelieferantörerna.

För optimering och planering av drift av det sammanbundna fjärrvärmesystemet används EO3 från Energy Opticon. Introduktion av CCS innebär att såväl el- som fjärrvärmelieferanserna från Filbornaverket ändras vilket påverkar det sammanbundna fjärrvärmesystemet. En analys av hur förändringarna påverkar energivolymer och driftkostnader för fjärrvärmeproduktionen har gjorts genom att i befintlig modell lägga till koldioxidinfångningsanläggning med olika konfiguration (aminanläggning med olika stor värmepump och HPC full electric).

Simuleringarna i EO3 har huvudsakligen gjorts under februari 2022 med några mindre uppdateringar senare under året. Simuleringarna i Aspen färdigställdes sent under hösten 2022 och uppdaterades i januari 2023. De indata som använts i simuleringarna skiljer sig en del från resultatet från Aspen, se avsnitt 5.2.3. Bedömningen har gjorts att det inte påverkar netto produktionsintäkt för driften i någon märkbar utsträckning om leverans av fjärrvärme och el justeras något.

Det finns fortfarande så stora osäkerheter i indata för koldioxidavskiljningsanläggningen att detta överskuggar skillnaden mellan att använda resultat från Aspen som indata och de indata som användes i simuleringarna enligt tabell 9. Osäkerheter finns främst i elförbrukning både för aminprocessen när det gäller värmepump och HPC-processen när det gäller prestanda för rökgaskompressorn och -expander. En framtida förbättring av modellen är att införa mer specifikt sommar- och vinterdriftfall, speciellt för HPC då det kan vara gynnsamt att minska elförbrukningen sommartid med mindre värmeproduktion som konsekvens.

Tabell 9 Indata för simuleringar av fjärrvärme- och elproduktion för referensfall och olika scenarier med koldioxidavskiljningsanläggning.

Scenario	Enhet	Ref	A	B	C
Avskiljningsteknik		-	Amin	Amin	HPC FE
Koldioxidavskiljning	ton/h	0	26	26	26
Fjärrvärmeproduktion kondensorer	MW	45	31	31	45
Fjärrvärmeproduktion rökgaskondensering	MW	26	26	26	26
Fjärrvärme, ny produktion	MW	0	2	25	12
Fjärrvärmeproduktion	MW	71	59	82	82
Elproduktion netto	MW	14	13	13	14
Koldioxidavskiljning	MW	0	1	1	10
Koldioxid komprimering och förvätskning	MW	0	5	5	5
Värmepump	MW	0	0	4	0
Elproduktion	MW	14	7	3	0

Resultat från simuleringarna i EO3 visar att netto produktionsintäkt sjunker för alla simulerade fall då intäkter från elproduktionen vid Filbornaverket sjunker. Det innebär en merkostnad på ca 30 - 80 Mkr per år med koldioxidavskiljning jämfört med referensfallet utan koldioxidavskiljning. En aminanläggning med stor värmepump för energiåtervinning ger något mindre påverkan på netto produktionsintäkt jämfört med övriga simulerade fall. Simuleringarna har gjorts vid olika elprisnivå, 550 kr/MWh och 800 kr/MWh exklusive energiskatt. HPC FE, fall F, visar en något större känslighet för elpris, dvs att netto produktionsintäkt påverkas mer av ändringar i elpris för HPC i relation jämfört med övriga simulerade fall.

Tabell 10 Netto el- och fjärrvärme för olika scenarier

Scenario	Enhet	Ref	A	B	C
Netto elproduktion Filbornaverket	GWh	121	63	53	19
Netto fjärrvärme Filbornaverket	GWh	515	470	555	664

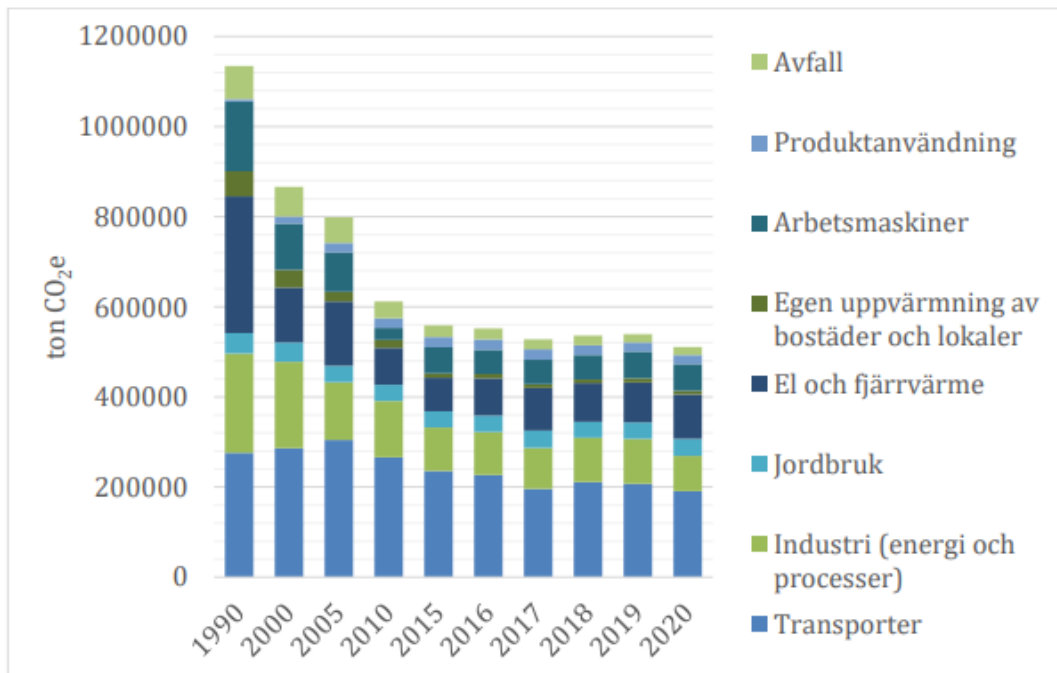
Utredning av hur förändrad eleffektkapacitet, dvs minskad nettoel från Filbornaverket, påverkar Helsingborgs elnätområde har endast gjorts översiktligt. En slutsats från arbetet är att avskiljningsanläggningen bör utformas för att kunna tas ur drift under perioder med kapacitetsbrist i elnätet. Det kan bli aktuellt under kortare perioder främst vintertid. Det kan leda till åtgärder för att säkerställa att avskiljningsanläggningen kan hållas vid rätt temperatur eller andra typer av åtgärder för att underlätta att anläggningen kan tas ur drift samt tas i drift igen med kortare ledtider.

5.8 AP8 CO₂-analys för Helsingborg

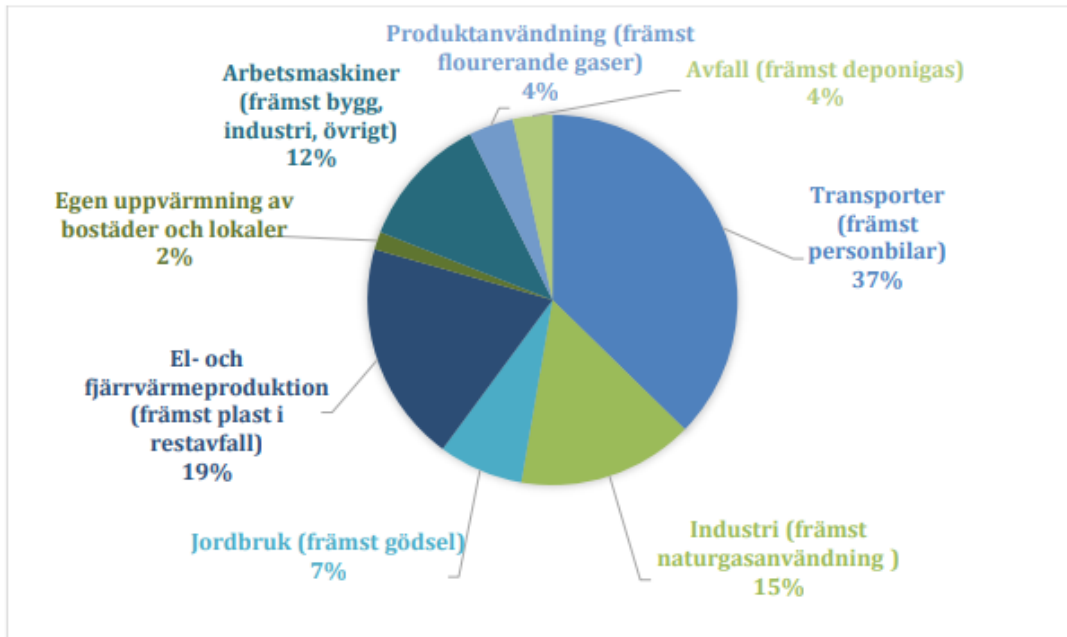
Filbornaverket är en stor utsläppskälla för koldioxid i dag. En CCS installation skulle därför i väsentlig grad påverka de totala utsläppen inom Helsingborgs stad. CCS ses därför som en viktig del i att uppnå stadens miljömål. Arbetsspaketet omfattade att beräkna totala utsläpp inom staden vid olika scenarier och möjlighet att uppnå klimatmål.

Helsingborgs klimat- och energiplan antogs i december 2018 och gäller till och med 2024. Helsingborg har sedan klimat- och energiplanen antogs skärpt sin ambition för klimatneutralitet och siktar nu på nettonollutsläpp av växthusgaser redan 2030. Helsingborg deltar också i satsningar på klimatneutrala städer 2030 tillsammans med ett nätverk av städer i Sverige och inom EU.

Utsläppen av växthusgaser i Helsingborg var 510 000 ton CO₂e för år 2020, se figur 15. För att uppnå klimatneutralitet får staden lov att kompensera för 15 % av 1990 års utsläpp vilket innebär att utsläppen år 2030 får vara högst 170 000 ton CO₂e. Att fånga in koldioxid från Filbornaverket är en avgörande pusselbit för att nå målet om nettonollutsläpp år 2030. Det skulle dels minska de fossila utsläppen från el- och fjärrvärmeproduktion, se figur 16, dels bidra med negativa utsläpp som kan kompensera för de utsläpp som inte kan minskas.



Figur 15 Utsläpp per sektor inom det geografiska området Helsingborg (Miljöförvaltningen Helsingborg, 2022).



Figur 16 Fördelning av växthusgasutsläpp i Helsingborg (Miljöförvaltningen Helsingborg, 2022).

Om projektet realiserats bedöms cirka 90 % av den koldioxid som släpps ut från Filbornaverket avskiljas. Det innebär att cirka 100 000 ton koldioxid av fossilt ursprung och cirka 100 000 ton koldioxid av biogent ursprung avskiljs per år. Den koldioxid som släpps ut vid transporter till slutlagring samt läckage under transportkedjan bedöms till totalt knappt 10 000 ton CO₂e/år för hela den avskilda mängden. Total lagrad mängd koldioxid kan därmed beräknas som avskild mängd minus den mängd koldioxid som släpps ut vid transport, se tabell 11. För platsen Helsingborg innebär det en minskning med cirka 20 % av de 510 000 ton CO₂e som släpptes ut år 2020. Utöver det finns en lika stor del negativa utsläpp i form av lagrad mängd koldioxid av biogent ursprung som kan användas för att kompensera för utsläpp som är svåra att minska.

Tabell 11 Bedömd lagrad mängd för scenario 1 Avskild koldioxid till geologisk lagring

Scenario 1 Avskild koldioxid till geologisk lagring		
	Fossil koldioxid (ton CO ₂ /år)	Biogen koldioxid (ton CO ₂ /år)
Total mängd	110 000	110 000
Avskild mängd	100 000	100 000
Avgår transport (lastbil och fartyg) och lagring	- 5 000	- 5 000
Lagrad nettomängd	95 000	95 000

Ett annat scenario är att hälften av den koldioxid som avskilts distribueras till en producent av elektrobränsle. För platsen Helsingborg skulle det innebära en minskning av växthusgasutsläpp med cirka 10 % av 2020 års utsläpp samt en lika stor del negativa utsläpp. Utöver det kan förväntas en betydande minskning av utsläpp från transportsektorn men det kan komma att tillfalla andra fysiska platser än Helsingborg.

Tabell 12 Bedömd lagrad mängd för scenario 2 Avskild koldioxid till geologisk lagring och bränsleproduktion

Scenario 2 Avskild koldioxid till geologisk lagring (50 %) och bränsleproduktion (50%)		
	Fossil koldioxid (ton CO ₂ /år)	Biogen koldioxid (ton CO ₂ /år)
Total mängd	110 000	110 000
Avskild mängd	100 000	100 000
Avgår transport (lastbil och fartyg) och lagring	- 5 000	- 5 000
Lagrad nettomängd	47 500	47 500
Mängd till bränsleproduktion	47 500	47 500

5.9 AP9 Kommunikation

För ett kommunalt bolag, där ägaren och ytterst medborgarna garanterar finansieringen, är det förstås viktigt att vinna invånarnas acceptans. För det krävs ett genomtänkt och aktivt kommunikationsarbete utifrån rådande förutsättningar och kontext.

Det arbetet börjar alltid internt – om inte de anställda är med på noterna kommer intet att uppnås. I Öresundskrafts fall, där bolaget under flera år arbetat med hållbarhetsfrågor, var startsträckan inför CCS kort. Öresundskraft har antagit en ny strategisk inriktning – ”En plan för en planet” – vilken bland annat innefattar kategorin ”Klimat och resursanvändning i balans” och där Öresundskrafts övergripande mål är att samtliga av bolagets erbjudanden år 2027 ska vara koldioxidneutrala eller koldioxidnegativa.

CCS-planerna offentliggjordes internt under 2020 inför den EU-ansökan som inlämnades under 2021. Allt sedan dessa har arbetet med CCS – en nyckelkomponent för fossilfri fjärrvärme – rapporterats på bolagets intranät, möten med mera.

För att nå en extern publik är utmaningen desto större och här har olika kommunikationsaktiviteter och -kanaler använts: [pressmeddelanden](#) och [media](#) för nyhetsbetonat material; [sociala medier](#) och [bloggar](#) för gemene man; hemsida med [frågor och svar](#) samt [film](#). Även studiebesök har använts för att informera om bolagets CCS-satsning. Arbetet har bland annat resulterat i redaktionellt intresse, inte minst från [regional media](#). Ett visst upplysnings- och påverkansarbete^[1] har skett liksom ett arbete med att engagera [bolagets kunder](#) i arbetet.

För att utröna attityden till CCS har två [attitydundersökningar](#) genomförts i Helsingborgs-området. Attityden är övervägande positiv medan den faktiska kunskapsnivån är låg. Det ger en indikation på att det fortsatta kommunikationsarbetet bör inriktas på fakta och ”utbildning”.

I sammanhanget ska naturligtvis nämnas informationsspridning i branschen. Öresundskraft har ett brett nät av kontakter och samarbeten. Företaget medverkar bland annat i Energiforsks projekt ”Färdplan för Bio-CCS” samt ”Bio-CCS och avfalls-CCS i fjärrvärmesektorn – etapp 2”.

Företaget medverkar i CCS-nätverket inom Avfall Sverige och har en framskjuten roll i det sydsvenska klustersamarbetet Carbon Network South Sweden, CNetSS, vars syfte är att

skapa en regional infrastruktur för koldioxid. Klustret har för närvarande tio medlemsföretag och stöds av Industrilivet.

Därutöver samverkar Öresundskraft i CCS-relaterade frågor direkt med lokala företag och anläggningar, bland andra Kemira, Sysav, Kraftringen och Växjö Energi.

Öresundskrafts breda nätverk inom branschen har bland annat resulterat i medverkan på konferenser under 2020-2022, bland andra Profu-dagar, "Klimatpositivt med Bio-CCS" och "The Bio and Carbon Capture Conference 2022" (de senare arrangerade av Klimpo) samt föredrag för Chalmers elever. Öresundskraft ingår i Energimyndighetens referensgrupp "Förbereda införandet av stödsystem Bio-CCS". Öresundskraft har också tagit emot besök från ett stort antal företag med intresse av det pågående testet av HPC-tekniken.

[ER 2021-31](#), sid 25

6 Diskussion

Genomförbarhetsstudien har bidragit till Öresundskrafts utveckling av projektet HICAS, med målsättning att ha en fullskalig koldioxidinfångning vid Filbornaverket i drift år 2027. Genomförbarhetsstudien har underbyggt det inriktningsbeslut om att gå vidare med projektet HICAS som fattades av Öresundskrafts styrelse i december 2022.

Slutsatser från genomförbarhetsstudien är bland annat att det är möjligt att implementera koldioxidavskiljning ur rökgaser från Filbornaverket. Det innebär en stor investering lokalt på Filbornaverket samt en minskad intäkt som främst orsakas av minskad nettoel från Filbornaverket.

Avskiljning med amin eller HPC bedöms tillräckligt mogen för att inom kort starta en upphandlingsprocess där driftsättning planeras år 2027. Fortsatt optimering av processen med avseende på energiförbrukning, främst minskad elförbrukning, och integrering mot befintlig anläggning, i nära samarbete med en leverantör bedöms nödvändigt för att kunna specificera investerings- och driftkostnader med tillräcklig noggrannhet för att fatta investeringsbeslut.

Kostnad för transport och lagring av koldioxid är betydande och det är av stor vikt att fortsätta arbeta för en optimal transportlösning. Val av hamn samt transportlösning är av strategisk art och behöver arbetas igenom ordentligt fram till investeringsbeslut för att säkerställa konkurrenskraftig CCS-lösning. Att fortsätta samarbetet med andra företag för att få till stånd en större hamnanläggning för mellanlagring och lastning på fartyg är en viktig faktor för att minska kostnad för transport och slutlagring.

En betydande del av de intäkter som krävs för att finansiera CCS anläggningen kommer från framtida försäljning av negativa utsläppsrätter. Stödsystem, som den planerade svenska omvända aktionen, och marknaden för handel är under utveckling. Öresundskraft kommer att fortsätta vara aktiva inom detta område. Att säkra dessa intäkter är nödvändigt för att kunna ta ett investeringsbeslut.

Nästa steg i utveckling projekt HICAS är att ta fram underlag för investeringsbeslut och kontraktstecknande. En viktig del i detta är upphandling av processutrustning, att säkra affären och erhålla erforderliga tillstånd. Det finns flera områden där projektet behöver stärkas för att ett investeringsbeslut ska kunna fattas:

- Säkra intäkter för försäljning av negativa utsläpp
- Val av hamn, transportlösning och avtal med slutlagringsaktör
- Upphandling och detaljprojektering av koldioxidinfångningsanläggningen

Slutrapport HICAS genomförbarhetsstudie

Helsingborgs Innovativa Carbon capture And Storage projekt

- Tillstånd för att uppföra en koldioxidinfångningsanläggning
- Säkra möjlighet till investeringsstöd

7 Bilagor

Bilaga 1 Feasibility study carbon dioxide pipeline, Afry, 2022-04-11

Bilaga 2 HAZID report, Granitor, 2022-10-20

8 Referenser

- J. Fagerlund et al. (den 17 12 2020). *Performance of an amine-based CO2 capture pilot plant at the Fortum Oslo Varme Waste to Energy plant in Oslo, Norway*. Hämtat från (PDF) Performance of an amine-based CO2 capture pilot plant at the Klemetsrud waste incinerator in Oslo, Norway (researchgate.net) den 20 01 2023
- Alexandra Nikoleris, L. J. (04 2013). *Elektrobränslen - en kunskapsöversikt*. Lund, Sverige. Hämtat från <https://www.regeringen.se/contentassets/7bb237f0adf546daa36aaf044922f473/underlagsrapport-15---electrofuels.pdf> den 15 06 2022
- Environment Agency AQMAU. (11 2021). *AQMAU recommendations for the assessment and regulation of impacts to air quality from amine-based post-combustion carbon capture plants*. Hämtat från <https://ukccsrc.ac.uk/wp-content/uploads/2021/11/AQMAU-C2025-RP01.pdf> den 24 01 2023
- Jon Gibbins, M. L. (12 2022). *BAT Review for New-Build and Retrofit Post-Combustion Carbon Dioxide Capture Using Amine-Based Technologies for Power and CHP Plants Fuelled by Gas and Biomass and for Post-Combustion Capture Using Amine-Based and Hot Potassium Carbonate Technologies*. Hämtat från https://ukccsrc.ac.uk/wp-content/uploads/2023/01/BAT-for-PCC_v2_EfW_web-1.pdf den 24 01 2023
- Miljöförvaltningen Helsingborg. (2022). *Uppföljning av Helsingborgs klimat- och energiplan för 2021*. Hämtat från <https://diariet.helsingborg.se/download/document?filename=VXBwZvZsam5pbmdfS0VQLnB1Yi5wZGY%3D&id=356462> den 20 01 2023
- Norwegian Institute of Public Health. (den 29 03 2011). *Health effects of amines and derivatives associated with CO2 capture: Nitrosamines and nitramines*. Hämtat från <https://www.fhi.no/globalassets/dokumenterfiler/rapporter/2011/health-effects-of-amines-and-derivatives-associated-with-co2-capture.pdf> den 24 01 2023