

Energimyndighetens titel på projektet – svenska Systemstudie bio-CCS Igelsta	
Energimyndighetens titel på projektet – engelska System study BECCS Igelsta	
Universitet/högskola/företag Söderenergi AB	Avdelning/institution Affärsenheten
Adress BOX 7074, 152 27 Södertälje	
Namn på projektledare Leif Bodinson	
Namn på ev övriga projektdeltagare Johanna Ek Wahlqvist (Sigholm) Jonas Djärv (AlsaJD) Isabella Herstad Norin (COWI) Mattias Jones (Captimise) Jasmine Nordström (Captimise) Viktor Johansson (Söderenergi) Madlin Serti (Söderenergi) Peter Wässingbo (Söderenergi) Marko Ikäheimo (Söderenergi) Adam Grachek (Biorecro) Malin Fredriksson (Klimpo) Anna-Lena Jansson (Söderenergi)	
Nyckelord: 5-7 st bioCCS, negativa utsläpp, kraftvärmeverk	

Förord

Systemstudien för bioCCS på Igelsta är finansierat av samarbetsparterna Söderenergi, Södertälje hamn, Biorecro och Klimpo med stöd av Energimyndigheten.

Innehållsförteckning

Förord.....	2
Sammanfattning	3
Summary	4
Inledning/Bakgrund	4
Genomförande	7
Resultat	11
Diskussion.....	14
Publikationslista.....	17
Bilagor	17

Sammanfattning

I projektet ”Systemstudie för bioCCS på Igelsta” var målet att kunna ta beslut i ett antal viktiga vägval för att komma vidare i projektutvecklingen för att bygga en fullskalig bioCCS-anläggning. De viktiga vägvalen identifierades i en förstudie som genomfördes under 2020 och handlar om att ta beslut när det gäller placering av anläggningsdelar, tillståndprocess, avskiljningsteknik med mera. Ett uttalat syfte med systemstudien var också att bygga allmän kunskap om bio-CCS hos de intressenter som bedömts vara prioriterade.

Ett centralt vägval handlade om ifall bio-CCS-processen skulle hållas samlad på en sida av Igelstaviken eller om projektet istället skulle arbeta för en lösning där förvätskning och mellanlager förläggs i Södertälje hamn, på andra sidan av Igelstaviken. En mindre genomförbarhetsstudie visade att det är tekniskt och kostnadsmässigt möjligt med en sådan uppdelad lösning. Trots detta togs beslutet att den fortsatta projektutvecklingen ska inriktas på att hålla processen samlad på Igelstasidan. Huvudanledningarna till detta var att hålla nere komplexiteten i projektet så mycket som möjligt samt att markåtkomsten är enklare på Söderenergis sida av Igelstaviken.

Igelstaverket har två olika punktkällor för biogen koldioxid, kraftvärmeverket (IKV) respektive värmeverket (IGV). Ett annat vägval som var nödvändigt att göra i det här skedet av projektet var att besluta om avskiljnings skulle ske från bägge dessa punktkällor eller från bara en av dem. Valet blev att avskiljning endast kommer att ske från IKV. Det beror dels på samma sak som ovan, det vill säga önskan att hålla nere komplexiteten när så är möjligt, dels på att IGVs pannor är väsentligt mycket äldre än IKVs.

Avsikten var också att kunna ta beslut om vilken avskiljningsteknik som ska användas för bioCCS på Igelsta. I detta viktiga vägval har projektet avsiktligt valt att vänta till nästa fas i projektutvecklingen. Det beror främst på att fler och fördjupade utredningar måste göras för att förstå energibalansen i systemet bättre, och också på en önskan att få en bredare förståelse för de uppdaterade aminer som finns på marknaden.

I nästa fas av projektet kommer även valet av avskiljningsteknik att göras, vilket i sin tur möjliggör en förprojektering med tillhörande samrådsprocesser. Nästa fas innebär också att en robust affärsmodell arbetas fram, baserad på de resultat som tagits fram i systemstudien.

Summary

In this project, “System study for BECCS at Igelsta”, the overarching objective was to decide on a number of defining characteristics to be able to take the next steps towards a full scale BECCS facility at Igelstaverket. The project is a continuation of a prestudy performed during 2020, in which several possible alternatives were described for how the BECCS value chain could be designed. In general these alternatives refer to various options for separation techniques for capturing the CO₂ from the flue gases, location of the different parts of the BECCS facility, permitting process etc. In addition to these decisions, another objective of the system study was to build knowledge in all prioritized stakeholder groups identified in the prestudy.

One defining choice was whether to keep the BECCS facility gather on one side of river Igelstaviken or if part of the liquefaction and intermediate storage could and should instead be placed in the harbour of Södertälje, situated on the opposite side of the river. The results achieved in the project showed that albeit such a divided solution is technically feasible, the BECCS plans of Igelsta have a higher likelihood of succeeding if all equipment is placed in or adjacent to the Igelsta site on one side of the river. The main reason for this was to keep the complexity of the system as low as possible.

The Igelsta site has two different point sources, IGV (the heat plant) and IKV (the combined heat and power plant). Another defining choice that needed to be concluded in the system study was whether only one or both point sources should be used for capturing carbon dioxide and creating carbon removals. The steering board decided, as a result of the work done in this project that only the flue gases from IKV will be used for creating carbon removals. The main reason for this was both the complexity issue referred to above, and also the fact that IGV is substantially older than IKV.

The next phase of the project will include the defining choice of which capturing technology that will be used for BECCS at Igelsta. This will make it possible to go forth with a pre-FEED, to start the permitting process and complete the creation of a viable business model.

Inledning/Bakgrund

Under perioden september 2020-februari 2021 genomfördes en kartläggande förstudie för att undersöka förutsättningarna för att etablera en BECCS-kedja och producera negativa utsläpp på Igelstaverket i Södertälje. I studien konstaterades att förutsättningarna är mycket goda för att negativa utsläpp via BECCS ska kunna produceras på anläggningen i framtiden. Igelstaverkets produktionsprocess, geografiska placering och befintliga samarbeten med till exempel Södertälje hamn gör att anläggningen är en av de bäst lämpade i Sverige för att utveckla BECCS och förstudien visade att detta går att förverkliga under 2020-talet.

I förstudien identifierades ett antal viktiga vägval som behöver göras för att kunna driva projektet vidare mot ett förverkligande. De viktiga vägvalen är listade i bilaga [1]. Särskilt avgörande för att projektet ska komma vidare har varit följande frågor:

- Ska rökgaser avskiljas från en eller bägge punktkällor som finns tillgängliga på Igelstaverket?
- Ska anläggningen samlas på Söderenergis sida av Igelstaviken eller ska delar av processen förläggas i Södertälje hamn och kopplas ihop med rörledning under farleden?
- Vilken teknik ska användas för att avskilja koldioxiden från rökgaserna?

I förstudien uppskattades potentialen till att en bio-CCS-anläggning på Igelsta i framtiden kan producera upp till 800 000 ton koldioxid i negativa utsläpp årligen. Denna uppskattning grundade sig på att bägge punktkällor anslöts till en koldioxidavskiljning. Under denna systemstudies gång och i enlighet med projekt målet om att fatta beslut i viktiga vägval, togs beslutet att driva vidare utvecklingen för en koldioxidavskiljning som endast ansluts till en av två möjliga punktkällor. Det gör att potentialen för negativa utsläpp på Igelsta nu landar på minst 500 000 ton per år. Det är fortfarande en ansevärd del av de negativa utsläpp som Sverige som nation behöver för att uppnå sina klimatmål och hela 10 procent av EUs målnivå för år 2030. Sammantaget kommer det att bli svårare för Sverige att nå sina klimatmål om det inte byggs en bio-CCS-anläggning på Igelsta. Det konstaterades också i steg 1 att kostnaderna för investering och drift av en produktionsanläggning för negativa utsläpp kommer att vara höga, i synnerhet för de första anläggningarna som byggs. En indikativ kostnad bedömdes i steg 1 till 100 euro/ton lagrad koldioxid, en siffra som har reviderats och förtydligats under systemstudien. Att en fullskalig bio-CCS-anläggning knuten till Igelsta kommer att innebära investeringar i miljardklassen står klart.

För att ett projekt av den magnituden ska kunna förverkligas och för att hantera de risker och möjligheter som är förknippade med detta behöver en ny form av affärsplan tas fram och likaså en gedigen plan för finansiering i olika steg. Eftersom finansiering sannolikt kommer att bestå av flera olika delar har systemstudien också arbetat med att ta fram en plan för de ansökningsprocesser som behöver startas.

Även om det existerar bio-CCS-anläggningar i världen idag så finns det ännu inte någon fullskaligt utbyggd bio-CCS-kedja som den som planeras på Igelsta. De anläggningar som finns är kopplade till en annan process, majsbaserad etanolproduktion, och geografiskt placerade så att permanent lagring kan ske i nära anslutning till produktionen. Bio-CCS på Igelsta har helt andra förutsättningar och projektet har därför rört sig på delvis okänd mark rent kunskapsmässigt. Bio-CCS-kedjans olika delar består var för sig av etablerad teknik men kombinationen av dem har inte testats än och ett genomförande på Igelsta kommer dessutom att behöva vara unikt designat för just denna plats.

Det finns ännu inte någon fullskalig bio-CCS-kedja i drift liknande den som planeras på Igelsta någonstans i världen, och därmed finns det inte heller någon samlad erfarenhet av att få på plats de tillstånd som krävs. Systemstudien har därför arbetat med att ta fram en plan för hur tillståndsprocessen ska läggas upp för att kunna bygga en fullskalig bio-CCS-anläggning. Självklart har projektet på nära håll följt Stockholm Exergis arbete med att ansöka om ändringstillstånd för att kunna bygga en bio-CCS kopplat till KVV8 på Värtanverket. Även om en del

skiljer sig åt mellan dessa projekt så är det positivt för projektet bio-CCS på Igelsta att hämta inspiration från Stockholm Exergi.

En viktig slutsats från projektets förstudie är att bio-CCS-anläggningar är storskaliga, både när det gäller ekonomi, synlighet och resursanvändning. Det finns exempel på bioCCS-projekt som misslyckats på grund av att projektutförarna missbedömt den särskilda hänsyn som behöver tas för så stora projekt när det gäller samverkan och förankring i lokalsamhälle och hos övriga intressenter. Detta är något som projektet tidigt identifierat som en risk och i systemstudien har mycket energi och aktivitet lagts på att etablera en god kommunikation med de intressentgrupper som identifierades i förstudien.

För att kunna avgöra om projektet nått nödvändiga resultat formulerades fyra projektmål:

Projektmål 1 var att efter avslutat projekt kunna välja en konceptlösning för utformning av anläggningen med tillräckligt med information om de viktiga vägval som identifierades i steg 1 för att styrelser och ägare hos projektparterna ska kunna ta nödvändiga beslut inför steg 3. Tillräckligt med information betyder här att det finns beräkningar där storlek, yta, utformning, plats, bemanning, energibalans, kostnad, utformning med mera är tillräckligt specificerade för att ett koncept ska kunna väljas för detaljprojektering i steg 3. De viktiga vägvalen finns listade i bilaga 2.

Projektmål 2 var att de processer (detaljplan, miljötillstånd, ansökningar om finansiering, samarbetsavtal etc) som är nödvändiga för att gå vidare till steg 3 av projektet BECCS på Igelsta skulle vara startade. Startade processer definierades som att en dialog hade inletts med ansvarig instans, att viktiga punkter som behöver tas hänsyn till är identifierade, att projektet har en klar bild över vad som kommer krävas för att få en ansökan godkänd etc. Målsättningen var att när systemstudien slutredovisas skulle alla nödvändiga processer vara officiellt inledda alternativt en plan skulle ha utformats och förankrats med respektive ansvarig instans om när processerna ska startas och vad som ska ingå/vilka handlingar som krävs/förväntas.

Projektmål 3 var att samtliga viktiga intressentgrupper som identifierades i intressentanalysen i steg 1 hade involverats vid minst ett tillfälle och att deras återkoppling dokumenterats och matats tillbaka till projektet inför steg 3.

Projektmål 4 var att en finansiell plan skulle ha tagits fram som, baserat på det indikativa prisspannet från steg 1, beskriver en realiserbar konceptuell affärsmodell för bio-CCS på Igelsta. Planen ska inkludera en tidslinje för ansökningar om extern medfinansiering, investeringsbeslut etc. Planen ska också redovisa andra administrativa och bokföringsmässiga hinder och förutsättningar som existerar eller behöver tas fram för att en hel bio-CCS-värdekedja ska kunna etableras, till exempel hur de negativa utsläppen ska bokföras, mätas och verifieras.

Genomförande

Systemstudien organiserades i fyra delprojekt med ansvar för varsitt projektmål:

Delprojekt Teknik

Delprojekt Tillstånd

Delprojekt Finansiering

Delprojekt Kommunikation

Det övergripande ansvaret för delprojekten var att ta fram utredningar och underlag samt att genomföra aktiviteter för att öka kunskapen om bio-CCS hos samtliga intressentgrupper och möjliggöra att beslut fattades i de viktiga vägval som identifierades i förstudien.

Alla beslut som rör de viktiga vägvalen fattades av en styrgrupp bestående av representanter för Söderenergi och Södertälje hamn. Besluten grundades på de underlag som arbetats fram av projektgruppen.

Delprojekt Teknik

Delprojektet ansvarade för att ta fram ett konceptförslag på teknikval och placering av anläggningarna. I arbetet som leddes av en delprojektledare deltog kompetenser från avdelningen Anläggning och process, anställda från Affärsenheten, konsulter specialiserade på koldioxidavskiljning, konsulter specialiserade på rörledningsbyggnation samt en elsystemkonsult.

En grundläggande jämförelsestudie av olika avskiljningstekniker beställdes och arbetades fram i huvudsak av en konsult, med ett tätt utbyte av information från befintlig process. Jämförelsestudien baserades på verkliga siffror när så var möjligt och använde schablonsiffror i övrigt. Det var i huvudsak fem konfigurationer av avskiljningsteknik som undersöktes: HPC Full electric, HPC electric steam, HPC full steam, Amin med värmepump, Amin utan värmepump. Tidigt föreslogs att även Chilled ammonia skulle utvärderas, men tekniken ansågs inte tillräckligt mogen för att vara intressant för bio-CCS på Igelsta.

Resultaten från jämförelsestudien kan hittas i bilaga [2]. Slutsatserna blev att det sammantaget i detta skede ser ut som att HPC Full electric ger den bäst passande energibalansen, sett över hela systemet inklusive IKV. Huvudanledning till detta är att HPC inte kräver ombyggnation av turbin eftersom denna konfiguration inte kräver något stort ånguttag. Dessutom ger HPC FE mindre mängd spillvärme än övriga tekniker, det vill säga värme som inte kan återanvändas av fjärrvärmesystemet och istället måste kylas bort. Behovet av kylvatten är en av de största utmaningarna för att integrera aminbaserad koldioxidavskiljning på Igelstaverket.

För att få en mer praktisk förståelse för de olika avskiljningsteknikerna genomförde delar av projektgruppen ett studiebesök vid TCM Mongstad i Norge där världens största testanläggning för koldioxidavskiljning med aminteknik finns. Det var värdefullt att få se storlek, konfiguration och process i verkligheten och besöket ledde till flera insikter som projektet tar med sig inför nästa fas. Det rör till exempel ytbehov, tillståndprocess och bemanning. Ett studiebesök genomfördes också av styrgruppen och projektledaren på Stockholm Exergis testanläggning baserad på HPC. Det ledde bland annat till att projektet i nästa steg planerar att genomföra tester på denna anläggning i samarbete med Stockholm Exergi.

För att kartlägga för- och nackdelar arbetade gruppen slutligen med matriser där de olika konfigurationernas egenskaper jämfördes med varandra, se bilaga [3]. I en serie workshops samlades alla kompetenser som knutits till projektet för att ställa samman information och nyckeltal och bedöma hur de olika konfigurationerna påverkar Igelstaverkets prestanda och omgivande miljö. Matrisen som blev slutresultatet bildade sedan underlag för den kondenserade rapport som togs fram till styrgruppen inför beslut, se bilaga [4].

Efter att projektgruppen tagit emot jämförelserapporten, arbetat vidare med informationen i workshops, lärt mer genom studiebesök och kunskapsutbyten med andra bio-CCS-projekt och sammanställt informationen i matriser drogs slutsatsen att siffrorna fortfarande är lite för grova för att någon tydlig rekommendation ska kunna göras. Därför valde styrgruppen på projektgruppens rekommendation att inte fatta ett slutligt beslut om avskiljningsteknik under systemstudien. Däremot kunde antalet konfigurationer som är aktuella för fortsatt utvärdering minskas. Under fas 3 kommer därför endast HPC FE, HPC ES samt aminteknik med värmepump att fortsätta utvärderas. All kunskap som inhämtats kommer att lyftas med till nästa fas där mer information från fler källor ska sammanställas för att kunna fatta ett slutgiltigt beslut. Målsättningen där är alltså att ytterligare minska ner antalet konfigurationer till att landa i en optimal lösning för koldioxidavskiljningen på IKV.

Med grund i resultatet som presenterades i teknikvalsrapporten kunde beslutet fattas att koldioxidavskiljning endast ska ske från IKV, istället för från bägge punktkällorna på verksamhetsområdet.

Ett annat centralt vägval som delprojekt teknik arbetat med rör beslutet om bio-CCS-processen ska hållas samlad på Söderenergis sida av Igelstaviken eller om det är bättre att utnyttja ledig kapacitet och yta i Södertälje hamn genom att förlägga förvätskning och mellanlager på hamnens sida. Arbetet genomfördes på liknande sätt som för vägvalet om avskiljningsteknik. En projektgrupp, till stor del bestående av samma kompetenser men kompletterat med experter inom hamnlogistik och konsultstöd inom rörledningsdragning, samlades regelbundet för att klarlägga förutsättningar och hinder. En extern konsultrapport om genomförbarhet för rörledning från ena sidan till den andra av Igelstaviken arbetades fram i samarbete med externt konsultstöd och med projektgruppen. Eftersom en uppdelad process kräver elmatning till två olika fastigheter kopplades också en expert på elsystemberäkningar till projektgruppen. Denna kompetens var

nödvändig för att vägleda projektgruppen i utredningen för hur ett elsystem skulle kunna designas i en uppdelad process. Genomförbarhetsstudien för rörledning hittas i bilaga [5]. Med utgångspunkt i den sammanställdes på liknande sätt som ovan matriser för att väga för- och nackdelar, se bilaga [6] och slutligen summerades slutsatserna i rapporten från delprojektet. Arbetet med att avgöra genomförbarheten resulterade i att styrgruppen fattade ett inriktningsbeslut om att koncentrera fortsatt projektutveckling till ett alternativ där processen hålls samlad på Söderenergis sida av Igelstaviken.

Delprojekt Tillstånd

Delprojektet ansvarade för att initiera och driva de miljötillståndsprocesser som identifierades som nödvändiga i steg 1 och som är kopplade till bio-CCS-kedjans delar fram till lastning på fartyg. Delprojektet ansvarade också för att bedriva aktiv omvärldsbevakning och kunskapsinhämtning för de tillstånd och lagstiftning som påverkar byggnation av bio-CCS på nationell och internationell nivå. Arbetet bedrevs framförallt i en mindre projektgrupp bestående av projektledare och miljösamordnare med tillfälligt stöd av andra kompetenser vid behov, till exempel kemiteknisk processingenjör. Arbetsgruppen ansvarade för dialog med berörda tillsynsmyndigheter och frågan om bio-CCS lyftes kontinuerligt som en informationspunkt vid dessa möten. Särskilda avstämningar som bara hanterade bio-CCS-tillstånd genomfördes också. Vidare tog arbetsgruppen in miljöjuridisk expertis för att få vägledning kring vilken tillståndsprocess som bör inledas. Slutsatserna från detta finns i bilaga [7]. Arbetet innefattade också omvärldsbevakning där Öresundskraft och Stockholm Exergi intervjuades för att få kunskap om hur andra aktörer hanterar tillståndsfrågan för bio-CCS. Under systemstudien projekttid har Stockholm exergi haft samrådsprocess för sin bio-CCS-anläggning och projektgruppen för systemstudien har tagit del av det publika samrådsunderlaget. Vid studiebesöket i Mongstad lyftes också frågan om miljötillstånd som den enskilt viktigaste att börja arbeta med i ett tidigt skede, baserat på erfarenhet från när anläggningen där byggdes. Slutsatserna från arbetet inom delprojekt Tillstånd återrapporterades kontinuerligt till styrgruppen och sammanställdes i slutet av projektet i en rapport, se bilaga [8]. Baserat på detta underlag kunde styrgruppen fatta ett inriktningsbeslut om hur och när arbetet för ett tillstånd för bio-CCS ska inledas.

Delprojekt Finansiering

Delprojektet ansvarade för att lägga fast den finansiella basen för att fortsätta utvecklingen av bio-CCS på Igelsta. Delprojektet hade också till uppgift att följa utvecklingen av styrmedel och bedöma konsekvenserna för bio-CCS på Igelsta. Utöver det ansvarade detta delprojekt för dialog och arbete med slutlagringsaktörer. Eftersom slutlagring blir en tjänst som köps in av externa leverantörer kommer arbetet för att säkerställa lagring framförallt bestå av dialog,

förhandling och avtalsskrivning och därför ingick detta i delprojektet som arbetade med affärsmodell och finansiering.

Delprojektet samlade kompetenser med affärsansvar, ansvar för flerparsamarbeten, affärsområdeschef, experter inom ”carbon finance” och projektledare.

Uppdraget att utveckla och formalisera samarbeten för hela värdekedjan genomfördes genom att ta initiativ till en stor mängd dialoger med olika aktörer inom mellanlagring, transport och slutlagring. Syftet var att skapa en kunskapsbas om vilka aktörer som finns och vilka som planerar för att erbjuda de tjänster som behövs för att skapa en fullskalig värdekedja för bio-CCS. Viktiga aspekter att ta hänsyn till i dessa dialoger var framförallt systemgränser och tidsplanering. För att kunna bygga en fullskalig bio-CCS på Igelsta kommer det att krävas att en stor mängd aktörer tar ansvar för olika delar av värdekedjan. Då är det avgörande att systemgränser är tydliga för vilka tjänster som levereras, hur flödet ska se ut och när i tid som de olika tjänsterna förväntas kunna levereras. I dagsläget finns det till exempel inte någon aktör som har en slutlagringsanläggning i drift, och det finns en risk för att det uppstår konkurrens om utrymmet i de slutlagringsprojekt som blir verklighet. Därmed blir det helt avgörande att koldioxidavskiljningen från ett projekt som Igelstaverkets matchas i tid med att ett lagringsprojekt drar igång som har kapacitet för att ta emot koldioxiden.

Sammanställningen och slutsatserna från de många och varierade dialogerna med slutlagringsaktörer sammanställdes i en rapport som styrgruppen sedan baserade relevanta beslut på, se bilaga [9].

Delprojektet ansvarade också för att lägga fram en plan för hur finansieringen kan se ut för bio-CCS på Igelsta, från fas 3 fram till driftstart. Planen finns överskådligt sammanfattad i bilaga [10]. För att kunna göra detta behövde en tydligare bild skapas kring investerings- och driftskostnader för att producera negativa utsläpp på Igelsta. I ett första steg genomfördes övergripande beräkningar i teknikvalsrapporten. Därefter bearbetades dessa uppgifter och utvecklades med mer fullständiga beräkningar baserat på liknande projekt, lokala markförhållanden med mera. Slutsatserna sammanställdes i en rapport, se bilaga [11].

Det fanns ett behov hos projektparterna att också få en bättre uppfattning om frivilligmarknadens krav och storlek. För att kunna bygga en stabil affärsmodell måste styrgrupp och ägare få en god inblick i hur frivilligmarknaden för negativa utsläpp fungerar, vilka priser på negativa utsläpp som förekommer, vilka kvalitetskrav som finns på leverans och bokföring med mera. Arbetet för att skapa underlag inom detta område bestod av intervjuer och analyser av offentligt publicerat material från upphandlingar som genomförts, intervjuer och direkt dialog med aktörer som signalerat ett intresse av att köpa negativa utsläpp, samarbete med experter både internationellt och nationellt, lönsamhetsberäkningar för de olika konfigurationer som utretts och erfarenhetsåtekoppling från andra projekt. Slutsatserna från arbetet sammanställdes i en rapport med analys av frivilligmarknaden, se bilaga [12].

Nyckelpersoner i delprojektet deltog också i branschspecifika nätverksträffar och konferenser, samt följde Energimyndighetens arbete med så kallade omvända auktioner.

Delprojekt Kommunikation

Delprojektet ansvarade för den intressentdialog som utfördes inom systemstudien. Målet var att alla intressenter som identifierades i steg 1 skulle involveras minst en gång under bio-CCS på Igelsta steg 2.

Delprojekt Kommunikation har haft som huvuduppgift att säkerställa att alla intressenter får insikt i hur projektet utvecklas. Arbetet har bedrivits med målgruppsanpassade metoder där allt från filmer, pressmeddelanden, information på personalmöten, direkta möten, intervjuer och studiebesök använts, tillsammans med andra former av intressentdialog. En sammanställning över det arbete som utförts och vilka intressentgrupper som varit målgrupp för arbetet hittas i bilaga [13] och [14].

Resultat

Systemstudiens syfte var att ge tillräckligt underlag för att projektet skulle kunna avgöra de viktiga vägval som identifierades i förstudien. Projektet har i hög grad uppnått detta. Eftersom en rad viktiga vägval kunnat avgöras inom systemstudien har också en mer detaljerad tidsplan kunnat skapas för den fortsatta projektutvecklingen, se bilaga [15]. Tidplanen visar att bio-CCS på Igelsta kan realiseras innan år 2030.

Det var viktigt att kunna avgöra om koldioxid skulle avskiljas från en eller bägge punktkällor på Igelstaverket. I förstudien konstaterades bara att störst mängd negativa utsläpp skulle kunna skapas om avskiljningen gjordes från både IKVs och IGVs rökgaser. I systemstudien arbetade delprojekt Teknik och delprojekt Tillstånd parallellt för att undersöka de tekniska förutsättningarna för att avskilja från bägge en respektive två punktkällor samt vad detta skulle betyda för tillståndprocessen. För- och nackdelar med de olika alternativen kartlades och ställdes mot varandra i en matris, slutsatserna presenterades för styrgrupp som i enlighet med projektgruppens rekommendation beslutade att projektet i fortsättningen ska arbeta för att avskiljning ska ske från IKVs rökgaser. Alternativet med ett ihopkopplat system där avskiljning sker från både IKV och IGV kommer därmed inte att utredas vidare i detta skede. Detta var ett viktigt delresultat av systemstudien, eftersom alla alternativ för processlayout som kan stängas innebär att mer kraft kan ägnas åt de alternativ som finns kvar.

Huvudanledningarna som låg till grund för att styrgruppen fattade beslutet att bara avskilja koldioxid från IKV var:

- att IGV är avsevärt äldre än IKV och det ansågs inte idealiskt att koppla en mångmiljardinvestering till en anläggning som sannolikt har kortare återstående livslängd än IKV.
- IGV producerar inte el, och eftersom avskiljningsprocessen kräver el hade hela systemets konfiguration komplicerats om avskiljning skulle göras från IGV
- Genom att bara avskilja från en punktkälla minskas komplexiteten. Detta har genomgående setts som eftersträvansvärt eftersom en bio-CCS-anläggning kommer att vara ett komplext system oavsett hur man designar den. Med komplexitet ökar också inneboende risker så att hålla nere komplexiteten i varje vägval där så är möjligt är ett sätt att minimera risker i projektet.

Ett annat centralt resultat från systemstudien är att styrgruppen kunnat fatta ett inriktningsbeslut om att den fortsatta projektutvecklingen ska fokusera på en bio-CCS-anläggning som hålls samlad på Söderenergis sida om Igelstaverket.

Anledningarna till detta var framför allt:

- Komplexiteten hålls nere i systemet när processen samlas till en fastighetsägare, kortare ledningar med mera.
- Större mängd oexploaterad och tillgänglig yta i och med att området söder om Söderenergis befintliga område utreds.
- Mindre påverkan på befintligt verksamhetsområde och bättre driftssäkerhet under byggtid.
- Mindre ledtider eftersom byggnation kan göras med konventionella metoder (rörledning under Igelstaviken kräver speciella byggmetoder).

I samband med att beslutet togs att inrikta arbetet på att hålla processen samlad på den ena sidan av Igelstaviken, gavs också direktiv att utöka det pågående detaljplanarbetet för att skapa markjuridiska förutsättningar för en samlad process. Ett viktigt följdresultat av projektet är alltså att det pågående detaljplanarbetet numera inkluderar en expansion av Söderenergis verksamhetsområde söder om befintligt område för att få plats med bio-CCS-anläggning och tillhörande kringutrustning samt ny kaj.

En koncept-layout har arbetats fram som visar ungefärliga ytor och uppskattade storlekar på den lösning som projektet ska arbeta vidare med i nästa fas, se bilaga [16].

Ett centralt vägval som var planerat att avgöras inom ramen för systemstudien var valet om huruvida avskiljningen av koldioxid skulle ske med hjälp av en aminbaserad teknik eller med hjälp av en teknik baserad på kaliumkarbonat (HPC). I screeningen undersöktes också en avskiljning baserad på så kallad chilled ammonia. Totalt var det sex olika konfigurationer som modellerades:

- Amin med värmepump
- Amin utan värmepump
- HPC full electric

- HPC Electric steam
- HPC Full steam
- Chilled Ammonia

Resultaten visar att samtliga tekniker förutom aminer och chilled ammonia utan värmepump ger ett fjärrvärmekostskott i jämförelse med befintlig produktion vid IKV. Samtidigt minskar nettot av el med mellan 40 och 60 procent på grund av ökad intern elkonsumtion samt bortfall i elproduktion i turbin på grund av uttag av ånga. Resultaten från screeningstudien pekar på ett något mer optimerat och energieffektivare system för HPC FE. De alternativa konfigurationerna som inte använder värmepump innebär ett så stort kylbehov att de kunde avföras som intressanta för fortsatt utvärdering. Utöver det visades att HPC FS innebär ett så stort uttag av ånga att turbinen och därmed elproduktionen påverkas negativt i hög utsträckning. Som ett resultat av screeningstudien, studiebesök och övrigt arbete med att jämföra avskiljningsteknologierna kunde tre konfigurationer väljas för fortsatt projektutveckling:

- Amin med värmepump
- HPC FE
- HPC ES

Eftersom valet av avskiljningsteknologi är så fundamentalt och viktigt för hur bio-CCS på Igelsta kommer att se ut och fungera bedömde styrgruppen att mer underlag och information behövs innan detta viktiga vägval kan avgöras. Framförallt handlar det om att bättre förstå reaktionerna i rökgasavskiljningen och få en bättre insikt i hur olika leverantörers specifika aminlösningar skiljer sig åt. Det här arbetet kommer att genomföras allra först när projektet fortsätter i fas 3.

Under projektets gång har det genom omvärldsbevakning och erfarenhetsutbyte blivit allt tydligare att tillståndprocessen kommer att vara avgörande för att projektets tidplan kan hållas. Arbetet med att förbereda för de miljötillstånd som behövs för bio-CCS har resulterat i flera viktiga slutsatser:

- Det spelar stor roll vilka villkor som finns upptagna i IKVs befintliga tillstånd och i vilken mån de påverkas av en koldioxidavskiljning.
- Samtliga villkor för utsläpp till luft från IKVs rökgaser ser ut att kunna hållas eller få en bättre marginal än tidigare om en koldioxidavskiljning installeras.
- En bio-CCS kommer troligen att kräva installation av en förbättrad rökgasrening, i synnerhet om aminteknik väljs.
- Uttaget av kylvatten kommer troligen att behöva ökas till en nivå som överstiger gränsen för när tillstånd krävs för vattenverksamhet.
- IKVs befintliga tillstånd är äldre än Industriemissionsdirektivet, vilket kan medföra krav på att hela tillståndet behöver omprövas

Det viktigaste resultatet från delprojekt Tillstånd är att ett beslut har kunnat fattas i det viktiga vägvalet som rör den fortsatta tillståndprocessens karaktär och

tidsplan; projektet ska arbeta för att ansökan om ett ändringstillstånd med målsättning att ett samråd genomförs under 2023.

Förutom kunskapsuppbyggnad och de konkreta beslut som beskrivs ovan, har arbetet inom delprojekt Tillstånd resulterat i en juridisk bedömning framtagen i samarbete med advokatbyrå [7] samt en rapport som beskriver läget och föreslår en process för fortsättningen [8]. I samband med arbetet inom den nya detaljplanen har det också identifierats att värdemöjligheter för fartyg kommer vara en nyckelfråga för att kunna få tillstånd att bygga en ny kaj. Det har resulterat i att projektet i nästa fas planerar att avsätta extra resurser åt att utreda denna fråga ytterligare.

På liknande sätt har samarbetet mellan delprojekt Tillstånd och delprojekt Teknik visat att riskbedömning och -analys kommer att vara avgörande för att få tillstånd för att bygga mellanlagertankar och för hur hela värdekedjan nedströms förvätskningen ska utformas. Med grund i denna insikt kommer projektet i nästa fas att avsätta särskilda resurser för att kunna göra gedigna säkerhetsutredningar och flödesanalyser. Detta kommer skapa bättre förutsättningar för att i slutändan få de miljötillstånd som krävs. Det kan inte nog betonas hur viktiga dessa insikter varit för den fortsatta utvecklingen för bio-CCS på Igelsta.

Ett annat resultat av arbetet inom delprojekt Tillstånd är insikten om att den som avskiljer behöver ha fullt mandat att styra de tillståndsprocesser som byggnationen av bio-CCS medför. Det har fått en direkt konsekvens för den fortsatta projektutvecklingen genom att Söderenergi från och med fas 3 kommer att vara ensamt ansvarig för att driva projektet vidare. De två tidigare faserna, inklusive denna systemstudie, var ett samarbete där flera parter ingick. Bedömningen är att genom att koncentrera ansvaret och mandatet till en huvudpart så skapas bäst förutsättningar för att nå målet om en fullskalig bio-CCS på Igelsta innan 2030. Samtidigt har det varit gynnsamt för projektet att ha fler parter med i faserna som lett fram till fas 3. Även om Söderenergi fortsätter som ensam projektpart från och med fas 3 kommer projektet även fortsatt att kräva ett mycket nära samarbete med i synnerhet Södertälje hamn.

Diskussion

Projekt mål 1 var att efter avslutat projekt kunna välja en konceptlösning för utformning av anläggningen med tillräckligt med information om de viktiga vägval som identifierades i steg 1 för att styrelser och ägare hos projektparterna ska kunna ta nödvändiga beslut inför steg 3. Tillräckligt med information betyder här att det finns beräkningar där storlek, yta, utformning, plats, bemanning, energibalans, kostnad, utformning med mera är tillräckligt specificerade för att ett koncept ska kunna väljas för detaljprojektering i steg 3. De viktiga vägvalen finns listade i bilaga 2.

Projekt mål 2 var att de processer (detaljplan, miljötillstånd, ansökningar om finansiering, samarbetsavtal etc) som är nödvändiga för att gå vidare till steg 3 av projektet bio-CCS på Igelsta skulle vara startade. Startade processer definierades

som att en dialog hade inletts med ansvarig instans, att viktiga punkter som behöver tas hänsyn till är identifierade, att projektet har en klar bild över vad som kommer krävas för att få en ansökan godkänd etc. Målsättningen var att när systemstudien slutredovisas skulle alla nödvändiga processer vara officiellt inledda, alternativt en plan skulle ha utformats och förankrats med respektive ansvarig instans om när processerna ska startas och vad som ska ingå/vilka handlingar som krävs/förväntas.

Projekt mål 3 var att samtliga viktiga intressentgrupper som identifierades i intressentanalysen i steg 1 had involverats vid minst ett tillfälle och att deras återkoppling har dokumenterats och matats tillbaka till projektet inför steg 3.

Projekt mål 4 var att en finansiell plan skulle ha tagits fram som, baserat på det indikativa prisspannet från steg 1, beskriver en realiserbar konceptuell affärsmodell för bio-CCS på Igelsta. Planen ska inkludera en tidslinje för ansökningar om extern medfinansiering, investeringsbeslut etc. Planen ska också redovisa andra administrativa och bokföringsmässiga hinder och förutsättningar som existerar eller behöver tas fram för att en hel bio-CCS-värdekedja ska kunna etableras, till exempel hur de negativa utsläppen ska bokföras, mätas och verifieras.

När det gäller faktisk nytta för klimatet skulle det kunna ses som att projektet nu valt ett alternativ som ger mindre klimatnytta än vad som är möjligt när vägvalet gjordes att bara avskilja koldioxid från IKV. En större mängd koldioxid skulle teoretiskt kunna avskiljas om bägge punktkällorna på Igelstaverket användes för att skapa negativa utsläpp. Ändå beslutades att projektet fortsättningsvis bara planerar för avskiljning från den ena punktkällan, IKV. Bedömningen är att detta trots allt gynnar klimatet mest eftersom en sådan lösning har väsentligt bättre förutsättningar att komma till ett faktiskt genomförande. Eftersom IKV är en basproduktionsanläggning och står för de största utsläppen på Igelstaverket kommer produktionen av negativa utsläpp att uppgå till över 500 000 ton per år även med en anläggning som bara avskiljer från IKV.

Den uppdaterade tidsplan som arbetas fram inom ramen för systemstudien visar att bio-CCS på Igelsta kan börja leverera negativa utsläpp innan år 2030. Detta år är ett viktigt delmål för Sveriges klimatarbete, och anläggningen kommer när den står klar att ensam kunna leverera cirka 10 procent av EUs målsättning för negativa utsläpp till målår 2030¹.

Detta gäller även om projektet fortsättningsvis arbetar för att avskilja koldioxid från bara en av två möjliga punktkällor.

Hur energisystemet på Igelstaverket påverkas av en bio-CCS-anläggning beror framförallt på två saker: Vilken konfiguration som väljs för att avskilja koldioxiden och vilken mängd koldioxid som ska avskiljas och förvätskas. Ett översiktligt schema över hur energisystemet på Igelsta kan komma att se ut när en bio-CCS byggts har tagits fram, se bilaga [17]. Detta schema baseras på HPC FE och utgår från att cirka 500 000 ton/år avskiljs. Resultterande energibalans visar att det innebär ett bortfall av el på cirka 22 MW och ett tillskott av värme som kan

matas ut på fjärrvärmesystemet motsvarande cirka 27 MW. För att systemet ska vara i balans krävs i detta exempel sjökyla motsvarande 15 MW.

Även om just det här bara är ett av flera möjliga exempel på hur det lokala energisystemet kan komma att se ut i framtiden så visar översiktsskissen att det inte går att utvärdera bio-CCS isolerat. För att hitta en optimal konfiguration måste energibalansen för hela systemet inklusive IKV studeras och optimeras beroende på hur produktion av el, värme och negativa utsläpp prioriteras för varje givet tillfälle.

Under projektarbetet med affärsmodell och marknadsförutsättningar konstaterades att kraven från frivilligmarknaden är höga för att negativa utsläpp ska kunna säljas som en form av klimatåtgärd. Ramverken som behövs för en fungerande marknad saknas till stor del fortfarande, även om en del börjar falla på plats. Samtidigt visar analysen att de transaktioner som trots de oklara förutsättningarna ändå genomförs och publiceras offentligt håller hög prisnivå per ton negativt utsläpp. Analysen av frivilligmarknaden visar på ett brett prisspann på mellan ca 1000 – 20 000 kr/ton, se bilaga [12]. Tidiga analyser av produktionskostnader pekar på att negativa utsläpp från bio-CCS på Igelsta ligger i den undre halvan av detta spann.

Investeringsrapporten som delprojektet arbetat fram visar på en total investeringskostnad på ett antal miljarder. Projekt av den storleken som dessutom bygger på en ny affärsmodell kräver ett tidigt och omfattande arbete för att säkra avtal och finansiering för respektive projektfas. Detta behöver präglade arbetet i nästa fas av bio-CCS på Igelsta.

Att minska antalet alternativ för lokalisering av bio-CCS-utrustningen har varit ett avgörande genombrott för att kunna driva vidare projektet. Såväl affärsmodellutveckling som tillståndprocess och förprojektering är beroende av att kunna basera det fortsatta arbetet på en, utvald, konceptlösning. Den valda lokaliseringen kommer att kunna anpassas väl till lokalsamhället, eftersom denna layout innebär ett större avstånd mellan bostadsområden än de övriga layouterna som undersöktes. Bedömningen är också att riskerna under byggnationstiden minimeras genom denna layout, både för ordinarie verksamhet på Igelstaverket och för byggprocessen, eftersom nästan hela bio-CCS-anläggningen placeras bredvid befintligt verksamhetsområde.

Nästa steg i projektutvecklingen handlar om att med utgångspunkt i de vägval som systemstudien möjliggjort förbereda för att kunna ta ett investeringsbeslut i enlighet med den uppdaterade tidslinjen. För att det ska kunna ske behöver en stor mängd detaljerade utredningar göras, kopplat till både intern processmiljö på IKV och omgivande miljö. Det viktiga vägvalet som rör vilken avskiljningsteknik som ska användas har flyttats fram från systemstudien och behöver nå ett avgörande i nästa fas. För att kunna ta beslut i den här frågan kommer projektet inleda fas 3 med att fokuserat undersöka energibalanserna för de fåtal konfigurationer för avskiljning som kvarstår som möjliga kandidater. Arbetet kommer att utföras både av projektet internt, genom faktiska tester och genom samarbete med leverantörer.

Dessutom behöver affärsmodellen utvecklas ytterligare och tillståndsprocessen formellt inledas. Allt sammantaget finns ett stort behov av att utöka och utveckla projektorganisationen för att nå målet om en bio-CCS anläggning på Igelstaverket före 2030. Söderenergi har med grund i den framtagna finansieringsplanen fattat beslut om att inleda nästa fas och en ansökan om medfinansiering via Industriklivet har lämnats till Energimyndigheten.

Publikationslista

Under projektet har ett särskilt delprojekt arbetat för ett relevant och effektivt kommunikationsarbete. Genom målgruppsanpassat presentationsmaterial, information artiklar, utbildningar och specifika lokala insatser som studiebesök med mera har kunskapen om bio-CCS höjts. Arbetet har resulterat i cirka 40 inlägg i extern press, vilket bedöms vara ett gott resultat och ett kvitto på att projektet nått ut med relevant och tydligt information till sina målgrupper. För en fullständig lista över de publikationer som projektet resulterat i, se bilaga [18]

Bilagor

Bilaga [1] Viktiga vägval

Bilaga [2] Screening av avskiljningstekniker KÄNSLIG INFORMATION

Bilaga [3] Jämförelsematriser teknikval KÄNSLIG INFORMATION

Bilaga [4] Rapport om vägval teknik KÄNSLIG INFORMATION

Bilaga [5] Genomförbarhetsstudie för rörledning KÄNSLIG INFORMATION

Bilaga [6] Jämförelsematriser lokalisering KÄNSLIG INFORMATION

Bilaga [7] PM om miljötillstånd KÄNSLIG INFORMATION

Bilaga [8] Rapport om tillståndsprocess och villkor KÄNSLIG INFORMATION

Bilaga [9] Rapport om slutlagring KÄNSLIG INFORMATION

Bilaga [10] Sammanfattande finansiell plan KÄNSLIG INFORMATION

Bilaga [11] Rapport om investering och driftskostnader KÄNSLIG INFORMATION

Bilaga [12] Analys av frivilligmarknaden KÄNSLIG INFORMATION

Bilaga [13] Kommunikationsplan KÄNSLIG INFORMATION

Bilaga [14] Dialograpport KÄNSLIG INFORMATION

Bilaga [15] Uppdaterad tidplan KÄNSLIG INFORMATION

Bilaga [16] Konceptlayout KÄNSLIG INFORMATION

Bilaga [17] Energibalans KÄNSLIG INFORMATION

Bilaga [18] Logg mediainslag