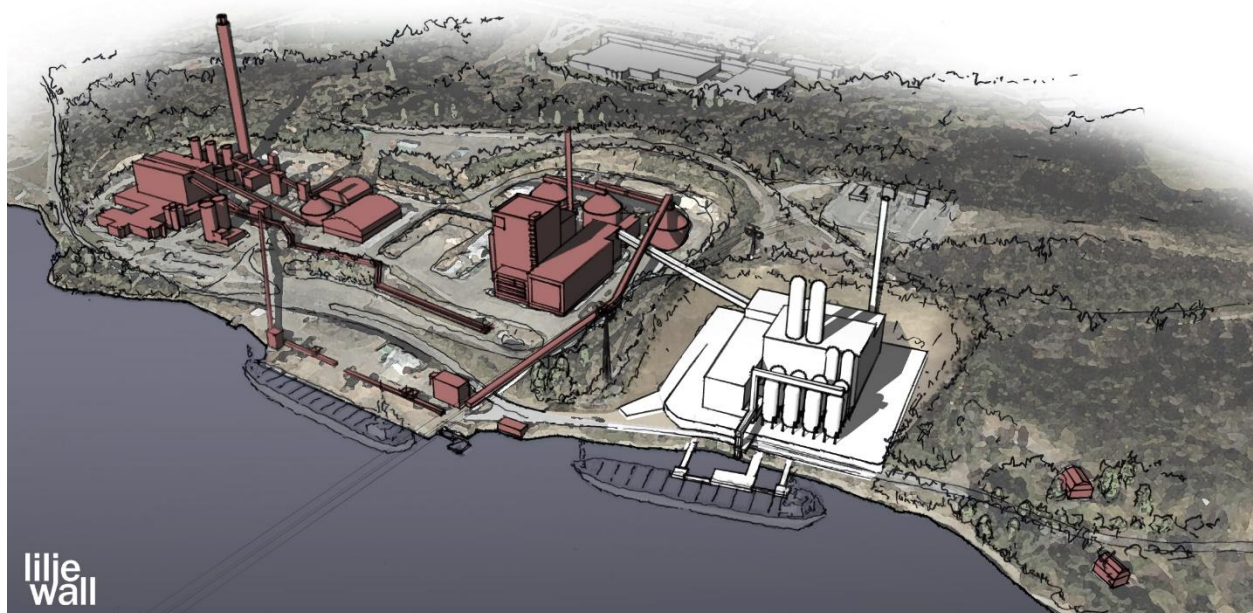


Bio-CCS-anläggning för Igelsta kraftvärmeverk i Södertälje

Teknisk beskrivning

Bilaga A till ansökan om tillstånd

2025-02-14



*Schematisk bild över hur en planerad bio-CCS-anläggning kan se ut med placering bredvid Igelsta kraftvärmeverk.
Illustration: Liljewall arkitekter*

Med stöd från:

Administrativa uppgifter

Sökande	Söderenergi AB
Organisationsnummer	556400-3175
Fastighetsbeteckningar	Karleby 1:3, 1:5, 2:7, 2:8, 2:9 Östertälje 1:15 Hall 4:1 Södra 1:1
Besöksadress	Igelstaverket, Nynäsvägen 43, 152 57 Södertälje
Postadress	Box 7074, 152 27 Södertälje
Kontaktpersoner	Leif Bodinson, Anna Gustafsson
Telefon	08-553 055 00
E-post	leif.bodinson@soderenergi.se , anna.gustafsson@soderenergi.se

Innehåll

1.	Inledning	5
1.1	Bakgrund	5
1.2	Syfte	6
2.	Beskrivning av befintlig verksamhet	7
2.1	Igelstaverket	7
2.2	Igelstakajen	7
2.3	Bränslehantering och panna	7
2.4	Villkor för verksamheten samt egenkontroll	8
3.	Förutsättningar	9
3.1	Projekteringsförutsättningar	9
3.2	Höjd- och koordinatsystem, samt fixpunkt	9
3.3	Karaktäristiska vattenstånd	9
4.	Planerad ändring av verksamheten	10
4.1	Bio-CCS-processen	11
4.1.1	Koldioxidinfångning och avskiljning	12
4.1.2	Komprimering och förvätskning	13
4.1.3	Mellanlagring och utlastning till fartyg	13
4.1.4	Återvinning av värme, vatten och kemikalier	13
4.1.5	Kemikalier och avfall	15
4.1.6	Kylbehov och kylvattenanvändning	16
4.1.7	Riskreducerande åtgärder	17
4.2	Nya hamnverksamheten för utlastning av koldioxid	18
4.2.1	Ny kaj	18
4.2.2	Utlastning av koldioxid	19
5.	Vattenverksamhet	21
6.	Hushållning med kemikalier och avfall	23
7.	Utsläpp till vatten	25
8.	Utsläpp till luft	26
9.	Energihushållning	27
10.	Transporter	28
11.	Geologisk lagring	28
12.	Bygg- och anläggningsskedet	29

12.1	Anläggningsarbeten på land	29
12.2	Anläggningsarbeten i vattenområdet	30
12.2.1	Allmän beskrivning	30
12.2.2	Hamnbassäng	30
12.2.3	Kaj och hamnplan	31
12.2.4	Kylvattenintag	32
12.2.5	Muddring	32
12.2.6	Fyllning och anläggande av erosionsskydd	33
12.2.7	Masshantering	34
12.2.8	Dumpningsplats NV Halls Holme	35
12.2.9	Genomförande av dumpning	35
12.2.10	Spont och pålning	36
13.	Utredda alternativ	36
13.1	Alternativa tekniker för koldioxidavskiljning	36
13.1.1	Kaliumkarbonat – Hot potassium carbonate (HPC)	37
13.1.2	Aminteknik	38
13.1.3	Utvärdering av tekniker	38
13.1.4	Samlad bedömning	39
13.2	Alternativ till valda katalysatorer	39
13.2.1	Inga katalysatorer	40
13.2.2	Katalysatorer som valts bort	40
13.3	Alternativ kajkonstruktion	40
13.3.1	Förlängning av befintlig kaj mot söder	41
13.3.2	Förlängning av befintlig kaj mot norr	41
14.	Referenser	42
15.	Bilagor	43

1. Inledning

1.1 Bakgrund

Söderenergi AB är ett produktionsbolag för fjärrvärme som försörjer Södertälje, Nykvarn, Botkyrka, Huddinge, Salem och tidvis Stockholms sydvästra delar. Bolaget driver Igelsta värmeverk och Igelsta kraftvärmeverk i Södertälje, Fittjaverket i Botkyrka kommun och tre mindre spetsanläggningar för de kallaste dagarna. Söderenergi ägs av kommunerna Södertälje, Botkyrka och Huddinge och leds av en styrelse bestående av representanter från ägarkommunerna. Söderenergis huvudkontor ligger intill värmeverket i Igelsta, se figur 1.

Söderenergis sammanlagda produktion uppgår till cirka 2 700 GWh fjärrvärme och 550 GWh el per år. All el och cirka 1 400 GWh värme produceras vid Igelsta kraftvärmeverk (IKV). Igelsta värmeverk (IGV) står för ca 1 000 GWh av värmeproduktionen. Distribution av fjärrvärme sker till ett sammankopplat fjärrvärmenät som ägs och drivs av marknadsbolag i de olika kommunerna; Telge Nät AB, SFAB samt Stockholm Exergi AB. Förutom fjärrvärme levereras även ånga till flera företag i Södertälje.



Figur 1: Igelstaverket med värmeverket (IGV) i förgrunden och kraftvärmeverket (IKV) i söder, samt Igelstakajen där bränsle lossas.

Igelsta värmeverk togs i drift 1982 med tre pannor för produktion av fjärrvärme. Inledningsvis eldades pannorna med kol, men användningen av fossila bränslen har successivt minskats genom åren och idag består bränslet till 99 procent av förnybara och återvunna bränslen. Kraftvärmeverket togs i drift i början av 2010, i enlighet med tillstånd för en bio- och returbränslebaserad kraftvärmeanläggning. Genom ett ändringstillstånd 2014 utökades den totalt installerade bränsleeffekten till högst 300 MW och den årliga förbränningen till högst 450 000 ton returbränslen.

Värmeverket (IGV) och kraftvärmeverket (IKV) regleras alltså av varsitt tillståndsbeslut och har varsitt verksamhetsområde, men båda ligger inom fastigheterna Karleby 2:7, 2:8 och 2:9 i Södertälje kommun, se figur 2.

1.2 Syfte

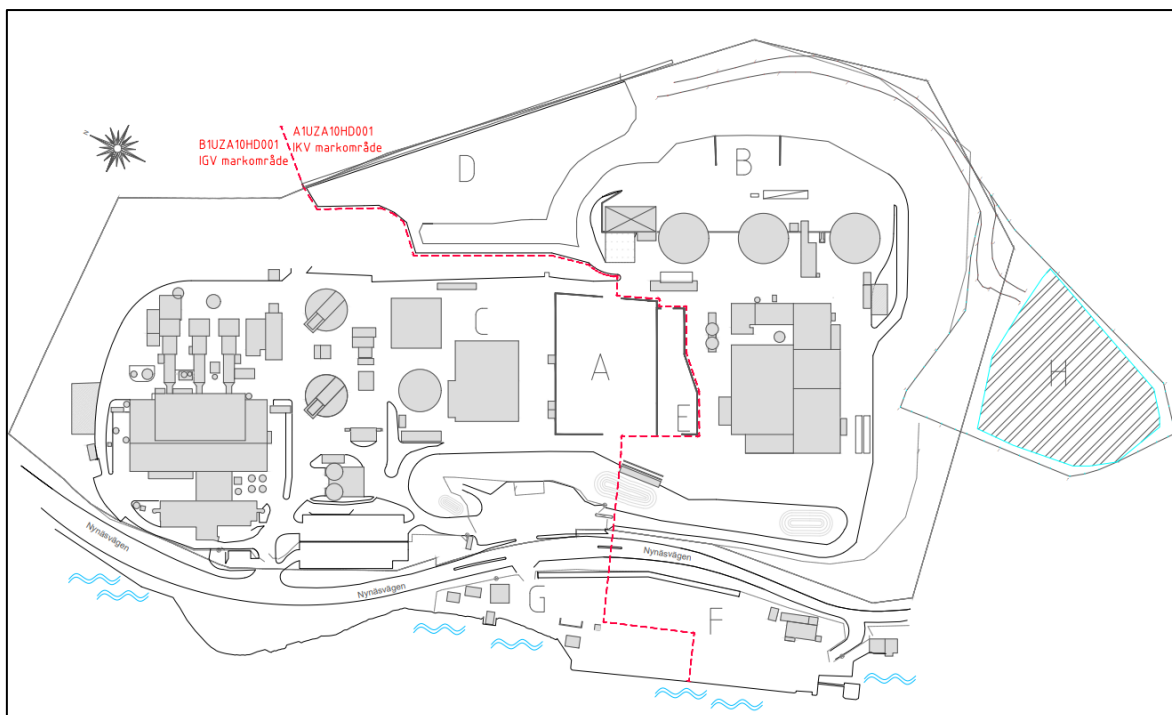
Söderenergi vill bidra till att Sverige når uppsatta klimatmål och söker ändringstillstånd för IKV för etablering och drift av en bio-CCS-anläggning. Avsikten är att uppföra en anläggning för avskiljning av koldioxid från de rökgaser som uppkommer vid förbränning av biobränslen i kraftvärmeverket. Förutom bio-CCS-anläggningen behövs även mellanlagringstankar för den avskilda och förvätskade koldioxiden, samt en ny kaj för utförsel av den infångade koldioxiden, se bilaga A1.

CCS, en förkortning av engelskans *carbon capture and storage*, betyder infångning av koldioxid och permanent slutlagring. Eftersom biobränslen ger ett nettonollbidrag till koldioxidbalansen i atmosfären, innebär det att bio-CCS skapar så kallade negativa utsläpp och minskar därmed koldioxidkoncentrationen i atmosfären. Bio-CCS-anläggningar ger förutsättningar för nettonollutsläpp i samhället som helhet genom att de negativa utsläppen kompenserar för de växthusgasutsläpp som än så länge inte går att åtgärda (Energiforsk 2022).

2. Beskrivning av befintlig verksamhet

2.1 Igelstaverket

En grundplan för Igelstaverket visas i figur 2. Verksamhetsområdena för värmeverket (IGV) och kraftvärmeverket (IKV) inklusive deras respektive bränslehanteringsytor (A-H) avdelas i grundplanen med den röstreckade linjen. Igelstakajen där bränsle kommer in med fartyg är gemensam för de två verken.



Figur 2. Grundplan för Igelstaverket, med de två verksamhetsområdena för IGV och IKV, samt markering av bränslehanteringsytorna A-H.

Mellan verken finns en hårdgjord bränslelagringsyta som huvudsakligen används för lagring av bränslen till värmeverket (A, C och E). Bränslelagringsyta (B) öster om kraftvärmeverket används för lagring av biobränslen huvudsakligen avsedda för detta verk. I september 2020 fick Söderenergi tillstånd att anlägga en lageryta för rundved söder om kraftvärmeverket (H). Denna yta iordningsställdes under hösten 2021.

2.2 Igelstakajen

Igelstakajen är 175 meter lång och djupet vid kajkanten är omkring 10 meter. Två bränslefartyg kan ligga samtidigt vid kajen. På kajplanen lagras mindre mängder bränsle (G och F), enligt Söderenergis lagringsplan. Lossning av båtar sköts av Södertälje hamn och görs med hjälp av två kranar, varav den ena är elektrifierad. Oftast används enbart en kran åt gången för lossning.

2.3 Bränslehantering och panna

Söderenergi använder bränsle från skogs- och återvinningsindustrin. Bränsle till pannorna levereras med båt, bil och tåg. Båtleveranser med fastbränsle sker direkt

till Igelstakajen och transporteras vidare till pannor och lager via slutna transportband, eller med transportfordon som kör upp till de olika bränslehanteringsytorna.

Leveranser med tåg sker till Söderenergis terminal i Nykvarn. Där sker mellanlagring och omlastning till lastbil för vidare transport. I anslutning till kraftvärmeverket finns fyra silor om 10 000 m³ vardera. Silo 4 färdigställdes under oktober 2024 och ligger norr om och i linje med de tre silorna som syns i figur 2.

Pannan i kraftvärmeverket har en så kallad cirkulerande fluidiserande bädd (CFB), där bränslemixen förbränns tillsammans med finmalen sand. Detta görs med hjälp av tillförd luft från botten av pannan för att på så vis cirkulera partiklarna och upprätthålla en effektiv och kontrollerad förbränningsmiljö. Normalt används en bränslemix bestående av 65-70 procent returflis och 25-30 procent skogsflis samt en mindre mängd bränslekross/SRF (solid recovered fuel).

2.4 Villkor för verksamheten samt egenkontroll

Villkor gällande utsläpp från verksamheten och krav på mätningar, mätprestanda och kontroll av mätinstrument regleras av tillståndsbeslut. Utöver tillstånden tillkommer krav i enlighet med miljöbalken och tillhörande förordningar, samt av BAT-slutsatser för stora förbränningsanläggningar (BAT LCP), (EU)2017/1442 som publicerades den 17 augusti 2017. Utsläppsvärden i slutsatserna gäller som begränsningsvärden för utsläpp under normala driftförhållanden). Samtliga villkor, krav och kontroller beskrivs i kontrollprogram för verksamheten, se bilaga A2.

Söderenergi arbetar aktivt för att mäta och utvärdera verksamhetens miljöpåverkan med hjälp av underhållsplaner, driftinstruktioner, driftövervakning och rutiner som bidrar till att registrera, utreda och begränsa miljöpåverkan vid exempelvis avvikelse, störning eller andra förhållanden än normala driftförhållanden (OTNOC, other than normal operating conditions).

Som en del av egenkontrollen sker bland annat mätningar av utsläpp till luft och vatten för att säkerställa att villkor uppfylls. Verksamheten följs upp enligt befintligt kontrollprogram i samråd med tillsynsmyndigheten och uppfyller kraven i gällande tillstånd samt förordningen (1998:901) om verksamhetsutövarens egenkontroll. Mätningsresultat redovisas i den årliga miljörapporten.

3. Förutsättningar

3.1 Projekteringsförutsättningar

Slutlig utformning av ändrad verksamhet med exakta placeringar är ännu inte fastställd i detalj då projektering av planerade ändringar för ny anläggning med CCS-teknik samt tillhörande kaj fortfarande pågår. Det finns i dagsläget ingen motsvarande fullskalig anläggning i drift, vilket innebär att planerad utformning baseras på de erfarenheter som finns från delar i liknande anläggningar, leverantörers uppgifter samt teoretiska beräkningar och ingenjörsmässiga bedömningar.

Den tekniska beskrivningen innehåller mot bakgrund av detta tekniska utformningar och metoder som sannolikt kommer att användas och som motsvarar ett så kallat *worst case* gällande miljökonsekvenser. Genom att ta höjd för de mest ogynnsamma effekterna som bedöms kunna uppstå på omgivande miljö, ges de bästa förutsättningarna för att bedöma och hantera miljökonsekvenserna av den ansökta verksamheten.

Alternativa utformningar och metoder kan komma att användas när ny kunskap kommer på området, under förutsättning att dessa inte bedöms medföra större olägenheter för människors hälsa eller miljön eller annat som strider mot bolagets villkor för verksamheten.

3.2 Höjd- och koordinatsystem, samt fixpunkt

Följande höjd- och koordinatsystem används:

Koordinatsystem: Sweref 99 18 00

Höjdsystem: RH 2000

Som fixpunkt föreslås stompunkt 821 med koordinater X6562019, Y130924, som ligger intill Nynäsvägen under kraftledningsgatan, se bilaga A3.

3.3 Karaktäristiska vattenstånd

Karaktäristiska havsvattenstånd baseras på mätningar vid Södertälje sluss och listas nedan i höjdsystemet RH 2000:

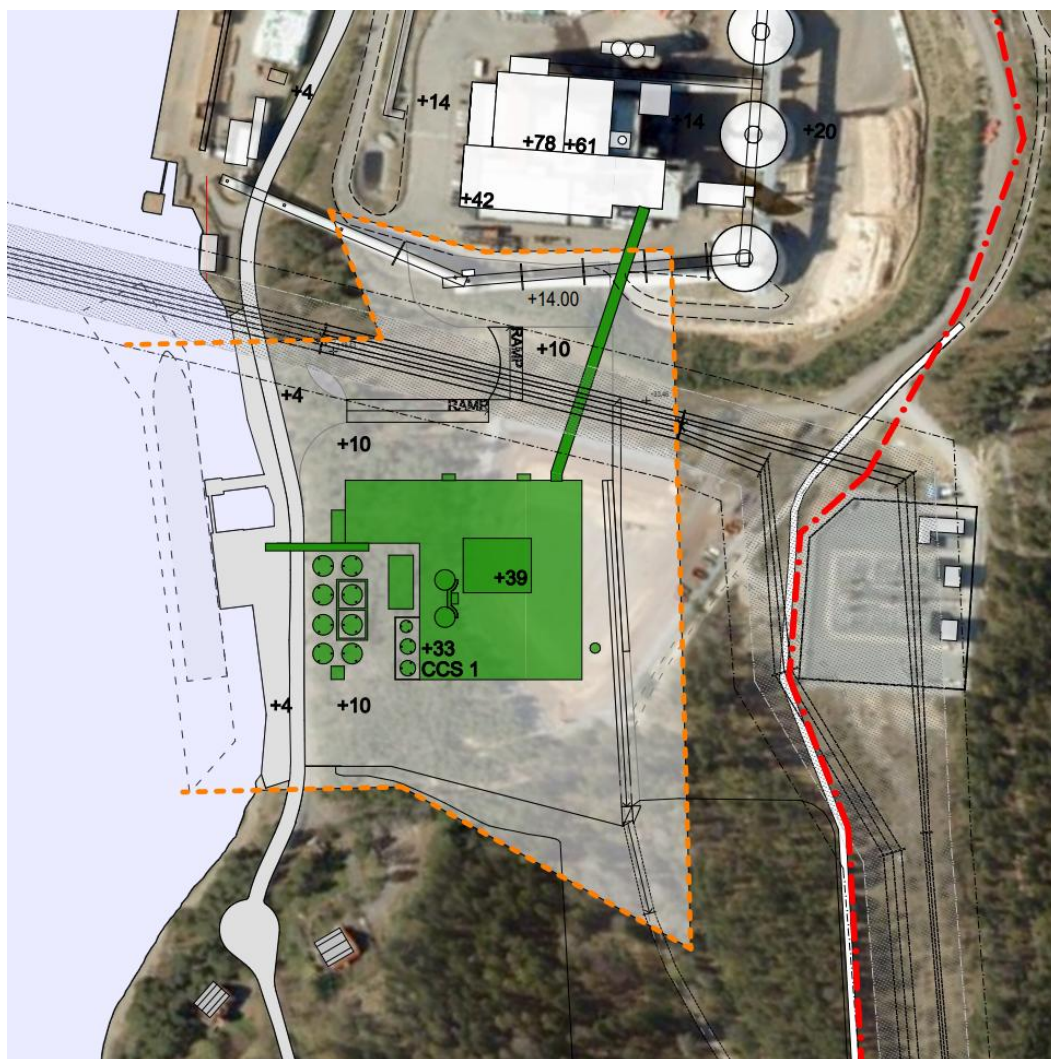
- Högsta högvattenstånd (HHW): +1,1 meter
- Medelhögvattenstånd (MHW): +0,67 meter
- Medelvattenstånd (MW): +0,11 meter
- Medellågvattenstånd (MLW): -0,31 meter
- Lägst lågvattenstånd (LLW): -0,59 meter

Vattenstånden ovan är baserade på mätperioden år 1886 - 2011. SMHI:s rapport från 2011 avseende klimatsammanställning för Stockholms län som tar upp beräknade framtida havsvattenstånd bedömer att medelvattenytan år 2100 ligger på +0,70 i RH2000 samt att högsta högvattenstånd med 100 års återkomsttid är +1,80.

4. Planerad ändring av verksamheten

Planerad ändring av verksamheten består av uppförande och drift av en bio-CCS-anläggning söder om IKV samt uppförande och drift av en ny kaj i Igelstaviken, se en principskiss av utformningen i figur 3. Den infångade och förvätskade koldioxiden kommer att lastas ut på för verksamheten anpassade fartyg för vidare transport till permanent geologisk slutlagring. Beskrivning av bio-CCS-anläggningen inklusive teknikval baseras på leverantörers uppgifter, teoretiska beräkningar och ingenjörsmässiga bedömningar. Beskrivningar av anläggningens utformning och teknikval är att betrakta som preliminära. Alternativa utformningar och metoder kan komma att användas när ny kunskap kommer på området, under förutsättning att dessa inte bedöms medföra större olägenheter för människors hälsa eller miljön eller annat som strider mot bolagets villkor för verksamheten.

I figur 3 nedan redovisas en översikt av den nya anläggningen i förhållande till omgivningen och det befintliga kraftvärmeverket.

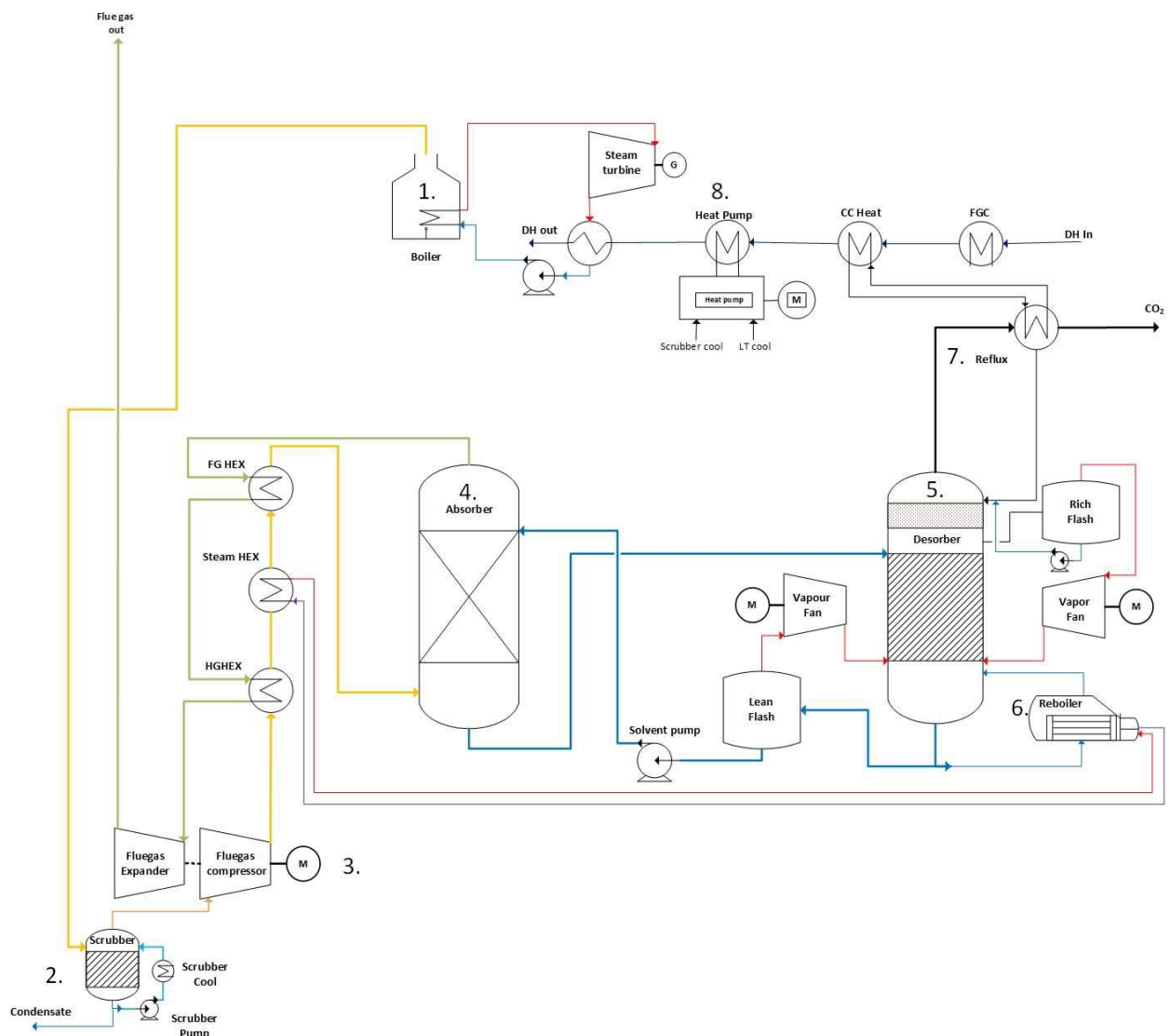


Figur 3. Principskiss över anläggningens utformning. Den streckade orangea linjen markerar det tillkommande verksamhetsområdet för bio-CCS-anläggningen.

4.1 Bio-CCS-processen

Nedan följer en beskrivning av den planerade anläggningen och de ingående delarna. I figur 4 visas ett översiktligt flödesschema över processen för koldioxid-infångning med HPC-teknik, där varm kaliumkarbonat används för att absorbera koldioxiden. De olika stegen beskrivs mer utförligt i efterföljande stycken. El och en mindre mängd ånga behövs i processen för att täcka energibehovet. Strävan är att processen ska försörjas med el.

Utformningen av bio-CCS-anläggningen baseras på leverantörers uppgifter, teoretiska beräkningar och ingenjörsmässiga bedömningar. Beskrivningar av anläggningens utformning är preliminära. Eventuella förändringar får inte leda till några betydande försämringar ur miljö- eller resurshushållningssynpunkt.



Figur 4. Exempel flödesschema för HPC-processen: Panna (1), Rökgaskondensering (2), Rökgaskompressor (3), Absorptionskolonn (4), Desorptionskolonn (5) med återkokare (6) och kondensor med värmeåtervinning (7), möjlig värmeåtervinning med värmepump (8).

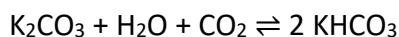
4.1.1 Koldioxidinfångning och avskiljning

Infångning av koldioxid kommer att ske från utgående rökgas som transporteras via rörledning till den nya anläggningen. Den planerade anläggningen för koldioxid-avskiljning består av en stor sammanhängande byggnad med två kolonner.

Kolonnerna utgörs av en cirka 80 meter hög absorber samt en 100 meter hög desorber, båda med en diameter på cirka 8–9 meter.

Processen för infångning av koldioxid börjar efter den befintliga rökgaskondenseringen. Rökgaserna, som idag släpps ut via befintlig skorsten, leds i stället till en kompressor i den nya anläggningen, där gasen komprimeras till ungefär 6 bar(g) innan den leds vidare till absorptionskolonnen.

I absorptionskolonnen kommer rökgaserna i kontakt med en solvent som binder koldioxiden till sig. Solventen består av en vattenlösning av kaliumkarbonat, samt av katalysatorerna borsyra och vanadinpentoxid som tillsätts solventen för att öka avskiljningseffektiviteten. Vanadinpentoxid har också en antikorrosionseffekt. Koldioxiden reagerar med kaliumkarbonaten och bildar kaliumbikarbonat enligt reaktionen nedan.



Utgående vätskeström med den infångade koldioxiden förs vidare till desorptionskolonnen, där trycket sänks och temperaturen höjs. Reaktionen går då åt andra hållet så att koldioxiden frigörs från kaliumkarbonatlösningen. Den koldioxidrika gasströmmen leds vidare till rening och komprimering.

Solventen pumpas tillbaka till absorptionskolonnen för att användas igen. Detta blir alltså ett slutet system där kaliumkarbonatlösningen och katalysatorerna cirkulerar och återanvänds. Kaliumkarbonatlösningen degraderas delvis över tid och bildar värmestabila salter. Även katalysatorerna behöver efterhand regenereras. Därför kommer en del av solventen regelbundet att behöva bytas ut för att hålla effektiviteten uppe för en stabil koldioxidavskiljning.

Beroende på hur mycket av främst svaveloxider som kan avskiljas före infångningsanläggningen så varierar graden av behov av utbyte av solventen. Målet är förstås att minimera mängden solvent som måste bytas ut.

För att minimera mängden vatten som tillsätts i solventen återförs överskottsvatten från exempelvis komprimeringen nedströms i processen.

Efter att koldioxiden har avskilts i desorptionskolonnen släpps de kvarvarande rökgaserna ut genom en ny skorsten. Det finns fortfarande energi i rökgaserna som återvinns till el genom en expander, så att energin kan användas för komprimeringen av inkommande rökgasflöde.

Den nya skorstenen kommer att vara 110 m och ha samma utsläppshöjd som nuvarande skorsten vid kraftvärmeverket. För illustration över placering av bio-CCS-anläggning inklusive ny skorsten, se bilaga A1 och figur 3.

4.1.2 Komprimering och förvätskning

Efter avskiljningen renas, komprimeras och torkas koldioxidströmmen för att förberedas inför förvätskningen. Vid reningen separeras vattenlösliga föroreningar med skrubber. Icke kondenserbara gaser (t.ex. N_2 , O_2) avskiljs genom kryogen destillation som del av förvätskningssteget.

Komprimeringen sker ofta i flera steg med kylning och avskiljning av vatten mellan kompressorstegen. Kvarvarande vatten separeras från gasen genom adsorption i så kallade molekylsiktar (bestående av zeoliter), alternativt genom absorption med trietylenglykol (TEG) eller liknande. De olika teknikerna kräver olika kemikalier och utrustning, men går i princip ut på att koldioxidströmmen kommer i kontakt med ett ämne med hög kapacitet att fånga upp vatten från gasströmmar. Det är i nuläget ännu inte klart vilken teknik som kommer att användas.

För att möjliggöra effektiv lagring och transport förvätskas koldioxiden genom kylning och komprimering. Typiskt lagringsförhållande är 15 bar(g) och $-26\text{ }^{\circ}\text{C}$, alternativt 7 bar(g) och $-48\text{ }^{\circ}\text{C}$. Nedkylningen kan uppnås på olika sätt, antingen med hjälp av ett externt köldmedium (vanligtvis ammoniak) eller genom att expandera koldioxid från ett högre tryck och på så sätt använda koldioxid som köldmedium.

4.1.3 Mellanlagring och utlastning till fartyg

Den förvätskade koldioxiden lagras i isolerade och trycksatta tankar vid samma tryck som koldioxiden ska hålla under fartygstransporten. Mellanlagret består av åtta cylindriska tankar med cirka 2000 m^3 totalvolym per tank. Från de sammanlänkade tankarna kan utlastning ske till fartyg via lastarmar på den nya kajen.

Vätskeformig koldioxid är en kryogen vätska som förångas om värme tillförs när vätskan är vid kokpunkten. Inläckage av värme kan förväntas ske vid rörtransport, lagring, pumpning och vid lastning till fartyg. Gasen avgår då från ventiler i behållaren, vanligen kallad boil-off gas (BOG). För att minimera mängden BOG kan den vätskeformiga koldioxiden underkylas så att den ligger en bit under kokpunkten.

En annan anledning till avgång av koldioxid i gasfas är undanträngning av gasformig koldioxid vid fyllning av mellanlagringstankarna och fartygets tankar. Vid fyllning av tankarna på fartyget trängs gasen i tankarna undan av den inpumpade vätskeformiga koldioxiden. Gasen förs då till mellanlagringstankarna för att hålla trycket i dessa medan de töms. BOG från mellanlagringen släpps inte ut till atmosfären, utan ventileras från toppen på tankarna och återförs till förvätskningen.

4.1.4 Återvinning av värme, vatten och kemikalier

HPC-teknik (Hot Potassium Carbonate) är vald på grund av att spillvärmens från processen i hög grad kan nyttjas för fjärrvärme. Från rökgaskompressorn kan en del av energin i de komprimerade rökgaserna återvinnas i form av fjärrvärme. Denna ström har en lägre temperatur och planeras återvinnas efter rökgaskondenseringen. Rökgaskompressorn, som är en stor elkonsument, förses sannolikt med en expander för att reducera elbehovet. Cirka 20–30 procent elektrisk energi kan återvinnas på detta sätt.

Förvätskningsprocessen genererar även en ström av högre återvunnen värme som i de flesta fall kan användas som fjärrvärme med produktionstemperatur direkt ut på fjärrvärmenätet.

I utloppen från desorber, absorber och kondenseringsstegen sitter gas/vätske-separationskärl försedda med demistrar som avskiljer vätskedroppar från gas-strömmen innan gasen går vidare. Det mest kontaminerade kondensatet från kondenseringsstegen närmast solventstegen återförs till den cirkulerande solventen. Det mindre kontaminerade kondensatet från de övre kondenseringsstegen och från kondensering av vattenånga i förvätskningsanläggningen går vidare till kondensat-vattenrening.

Kondensatvatten leds till IKV där det renas och återförs till processen i så stor utsträckning som möjligt för att undvika behov av makeup-vatten. Eventuellt överskott renas med mikrofilter, ultrafilter och omvänd osmos (RO-aggregat) för att kunna släppas till recipient, se kontrollprogram i bilaga A2.

Målet är att nå en så hög återvinningsgrad som möjligt för värme, vatten och kemikalier. Återvinningsgraden vägs mot hur det påverkar behovet av investeringar och kostnader för drift och underhåll. Kontraktet med EPC-leverantören för bio-CCS-anläggningen (leverantör som tar ansvar för helheten: projektering, upphandling och konstruktion/montage, samt upprättar egna avtal med underleverantörer och utrustningsleverantörer) kommer att innehålla bland annat följande krav:

1. All förbrukning av media såsom elektricitet, vatten, tryckluft, kylmedia, additiv, etc ska begränsas i så hög grad som möjligt genom att installera resurssparande teknologi och med återvinning av värme och media.
2. Förbrukning av kemikalier ska främst undvikas genom val av teknisk design. Om detta inte är möjligt ska miljövänliga kemikalier nyttjas i så stor utsträckning som möjligt. Förbrukningen ska alltid minimeras med hjälp av effektiva systemlösningar.
3. Pumpar och fläktar för kontinuerlig drift ska vara utförda med variabel hastighetsstyrning (frekvensomriktardrift). Motorer ska ha hög verkningsgrad och hög uteffektfaktor (verkningsgradklass IE3 enligt standard IEC 60034-30).
4. Värmeförluster och värmeinläckage ska förhindras genom energibesparande tekniska konstruktioner och god isolering. Värmeförluster som ändå uppstår ska i möjligaste mån återvinnas, i första hand genom att överföras till ett lågenergisystem (lågexergisystem) som fjärrvärme och i andra hand överföras som förvärmning av ventilationsluften.
5. Kyl-/tätningsvatten ska i första hand ske med fjärrvärmereturvatten, i andra hand med kylvattensystem och endast som reservkyla får stadsvatten användas.
6. Ställdon med kontinuerlig reglering och styrning ska, på grund av energikostnaderna, vara elektriska drivsystem. Pneumatiska manöverdon får endast väljas för diskontinuerlig styrning och där det är nödvändigt på grund av krav på drifttid eller behovet av säkert läge och endast efter särskilt godkännande från beställaren.

7. Tätningsluft ska normalt produceras av separata blåsmaskiner (fläktar) med tillräckligt tryck och inte genom reducerat tryck från tryckluft.

Prestandagarantier utgör utvärderingskriterier vid val av utförare, samt underlag för prestandaviten efter slutbesiktning. Exempel på prestandagarantier som har ställts vid förfrågan om anbud gällande FEED (Front-End Engineering Design) för anläggningen:

1. Förbrukning av elkraft
2. Värmeåtervinning (effekt)
3. Kylvattenbehov
4. Tryckluftsförbrukning
5. Ångförbrukning
6. Behov av matarvatten
7. Förbrukning av solvent
8. Genererad mängd avfall

4.1.5 Kemikalier och avfall

Arbete pågår med att optimera processen inklusive kemikalieförbrukningen för att bio-CCS-anläggningen ska uppnå bäst prestanda och avskilja koldioxid utan att öka andra ämnesutsläpp.

Kaliumkarbonat används som absorbent för att binda koldioxiden så att den kan avskiljas från rökgaserna. Katalysatorer används för att snabba på reaktionen och därmed effektivisera infångningsprocessen. Borsyrans funktion är att som katalysator avsevärt höja reaktionshastigheten mellan absorptionsvätskan och koldioxiden i rökgasen. Vanadinpentoxid fungerar också som en katalysator men har även en rostskyddande effekt.

Bedömningen är att ca 35 m³ solvent (kaliumkarbonatlösning inklusive vatten och katalysatorerna borsyra och vanadinpentoxid) kommer att förbrukas per vecka.

Kaliumkarbonatlösningen levereras till Igelsta med tankbil. Lagring av solventen kommer preliminärt att ske i tankar. Borsyra och vanadinpentoxid kan antingen redan vara tillsatta när kaliumkarbonatlösningen levereras till Igelsta, eller så kan katalysatorerna levereras i koncentrerad lösning och blandas i solventlösningen på plats. Tankarna kommer att vara invallade med kapacitet att innesluta volymen av den största tanken och minst tio procent av övrig volym. Ett alternativ är dubbel-mantlade tankar eller motsvarande som invallning. Ämnena kan även levereras i pulverform och kommer då att förvaras i tätslutande säckar på säker plats.

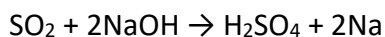
I bio-CCS-anläggningen kommer, förutom koldioxid, även andra ämnen såsom kväveoxider och svaveloxider att avskiljas och bindas i solventen. Svaveloxider bildar K₂SO₃ och K₂SO₄ och kvävedioxider bildar KNO₂ och KNO₃. Dessa salter kallas värmestabila salter (heat stable salts, HSS) då de inte kan regenereras genom uppvärmning, utan kommer att ackumuleras i solventen i takt med att kväveoxider och svaveloxider förs in i absorbern. En del av de värmestabila salterna har en god löslighet i solventen medan andra fälls ut som fasta salter. Utfällningar fastnar i partikelfilter och filtreras ut tillsammans med andra föroreningar som förkommer i partikelform. Mängden HSS

som bildas är beroende av föroreningshalten (av framför allt svavel och kväveoxider) i inkommande rökgaser.

HSS påverkar inte förmågan att fånga in koldioxid, men kan ha en negativ påverkan på processen genom minskning av tillgängligt karbonat och höjning av densitet, som kan leda till en ökning av energianvändningen. Det är därför planerat att tappa av en viss procentandel solvent kontinuerligt (teoretisk bedömning är runt 5–10 procent), så att salter inte ackumuleras i det slutna systemet med solventlösning som fångar i koldioxid. Solventen måste fyllas på med motsvarande mängd som tappas av.

De fasta föroreningarna spolas av från partikelfiltren i form av ett slam. Slammet och förbrukad solvent klassas som farligt avfall och transporteras till godkänd mottagare av för ändamålet godkänd transportör.

Ett svavelreningssteg, som till exempel en SO₂-skrubber, kan användas för att minska förbrukningen av solvent. En SO₂-skrubber fungerar på så sätt att rökgaserna passerar igenom en kolonn (ett torn) där de besprutas med en lösning av vatten och lut (NaOH). Luten reagerar med SO₂ enligt följande reaktionsformel:



Lut måste tillsättas i takt med att den förbrukas. Samtidigt sker koncentration av svavelsyra (H₂SO₄) i sprejkretsen. För att inte svavelsyrakoncentrationen ska bli för hög, behöver man varje timme blöda av 0,5 – 1 m³ från sprejkretsens vatten. Detta vatten innehåller främst H₂SO₄ och NaOH, men även partiklar, HF och HCl löses i vattnet. Vattnet sprutas tillbaka in i pannan via de befintliga slamlansarna. Svavelsyran avskiljs därefter som aska i slangfiltret. Ambitionen är lägre SO₂-halt än 20 ppm i inkommande rökgaser till absorbersteget.

De föroreningar som fångas upp i samband med avskiljning av koldioxid skulle annars följa med rökgasen ut genom skorstenen. Total mängd HSS (slam) som skickas till godkänd mottagare uppskattas mot bakgrund av nuvarande teoretiska kunskap till cirka 10–20 ton per år. Mängden är direkt kopplad till emissionsreducering från rökgaserna (NO_x, SO_x). Förbrukad solvent som avskiljs ligger utifrån teoretisk bedömning på runt 35 m³/driftvecka (varav merparten består av vatten). Partiklar och metaller faller ut i avskiljningen och fastläggs i de filter som solventen passerar. Förbrukade filter i avskiljningsprocessen hanteras utifrån avfallskaraktärisering som görs på samtliga avfallsslag där karaktärisering saknas.

Smörjolja används redan idag inom verksamheten och spilloljan hanteras som avfall. I och med planerad ändring av verksamheten tillkommer ytterligare smörjolja/spillolja vid service av kompressorer och pumpar i anläggningen.

Restprodukter och avfall hanteras på motsvarande sätt som i befintlig verksamhet efter gällande regelverk och rutiner och lämnas vid behov vidare för omhändertagande av godkänd mottagare.

4.1.6 Kylbehov och kylvattenanvändning

Bio-CCS-anläggningen kommer att ge upphov till restvärme i tre olika fraktioner: hög-, mellan- och lågvärdig. Primärt kommer anläggningen kylas med returvatten

från fjärrvärmenätet och kylvatten från Igelstaviken. Högvärdig restvärme kan växlas ut direkt mot fjärrvärmenätet när det finns behov av den och på samma sätt kan vid behov den medelvärdiga värmen växlas in efter rökgaskondenseringen för att ta tillvara på energin. Den lågvärdiga restvärmen kommer att kylas med sjövattnen under hela drifttiden.

Köldmedia kommer att användas i kylmaskiner, bland annat i förvätskningsanläggningen. Målsättningen är att inte använda andra köldmedia än koldioxid. Val av köldmedia kommer att ske med hänsyn till processen och miljöpåverkan och förbrukat media hanteras enligt gällande regelverk.

Anläggningen planeras även kunna köras på enbart sjökyla under kortare perioder då fjärrvärmebehovet är lågt för att undvika start och stopp till följd av förändrat fjärrvärmebehov. Tabell 1 visar hur mycket kylvatten från Igelstaviken som bedöms behövas under ett normalt driftår.

Sjövattnen planeras att hämtas från Igelstaviken med installation av pumpar i ett nytt pumphus, som är planerat på nya kajen. Beskrivning av intag av kylvatten finns i avsnitt 5, *Vattenverksamhet*.

Tabell 1: Kylvattenbehov under ett normalår med bio-CCS

Kylvatten IKV med <u>BioCCS</u>	Timmar (h)	Flöde (m ³ /h)	Årsflöde (m ³ /år)	Kylning (GWh)
Kylbehov lågvärdig värme	5 800	600	3 700 000	90
Kylbehov mellanvärdig värme	2 700	1 100	2 900 000	70
Kylbehov högvärdig värme	2 000	1 100	2 100 000	50
Summering helår	5 800	Min 600 Max 2 800	8 700 000	210

4.1.7 Riskreducerande åtgärder

Lagring av stora mängder koldioxid kan utgöra en risk för människor som uppehåller sig i närområdet för anläggningen. Söderenergi har därför låtit göra en riskutredning gällande verksamheten (Structor Riskbyrå AB 2024).

Ett antal riskreducerande åtgärder utgör förutsättning för riskbedömningen och har inarbetats antingen i utformningen av anläggningen eller i det pågående arbetet med ny detaljplan som möjliggör planerad bio-CCS-anläggning:

- Lagertankar för koldioxid placeras mellan CCS-byggnaden och kajen, men på en höjd om sex meter ovan Nynäsvägen. På så sätt kan varken fartyg eller tunga transporter på Nynäsvägen köra på och skada tankarna.
- Antalet lagertankar begränsas till max åtta med en storlek på max 2 000 m³ per tank. På så sätt kan både sannolikheten för en olycka och konsekvensen av en olycka hållas på så låg nivå att risken för tredje person kan tolereras.
- Nynäsvägen stängs av för allmän trafik. Passage kan möjliggöras för blåljusmyndigheter, linjebuss och vissa specifika transporter från Kriminalvården. På så sätt

säkerställs att tredje person inte uppehåller sig i område med risk som inte är tolerabel.

Detaljprojektering av den tekniska utformningen kommer att ske efter att tillstånd har meddelats, men följande riskreducerande åtgärder har redan ställts som krav för den tekniska utformningen av anläggningen:

- Automatiska nödstoppsystem för pumputrustningen som nyttjas vid lastning samt för lastarmarna på kajen (*ERC, Emergency Release Couplings*).
- Automatiskt aktiverade avstängningsventiler (*ESDV, Emergency Shut Down Valve*) på rörledning mellan lagertankar och kaj.
- Läckagedetektering och larm vid förhöjda koldioxidkoncentrationer på valda platser inom anläggningen.
- Varningssystem för egen personal, omkringliggande verksamheter och mot farleden.
- Påkörningsskydd vid anläggningsdelar där påkörning skulle kunna orsaka skada på tankar för koldioxid med tillhörande röranslutningar.

Utöver listade tekniska utformningar kommer även organisatoriska åtgärder att vidtas, som t.ex. införande av rutiner för intern beredskap i händelse av olycka med utsläpp av koldioxid, samt utbildning av personal inom intern beredskap.

4.2 Nya hamnverksamheten för utlastning av koldioxid

Dagens hamnverksamhet vid Igelstakajen utgörs av intransport av bränsle. Med planerad bio-CCS-anläggning kommer hamnverksamheten att utökas med uttransport av förvätskad koldioxid.

Ankommande fartyg till Södertälje går via Landsortsfarleden från Östersjön, se figur 5. Lotsplatsen är cirka 30 sjömil från Södertälje sluss. Största fartygslängden i farleden är LOA (Length Over All) 200 meter och största fartygsbredd är 32 meter. Det finns planer att öka kapaciteten för Landsortsfarleden under kommande år.

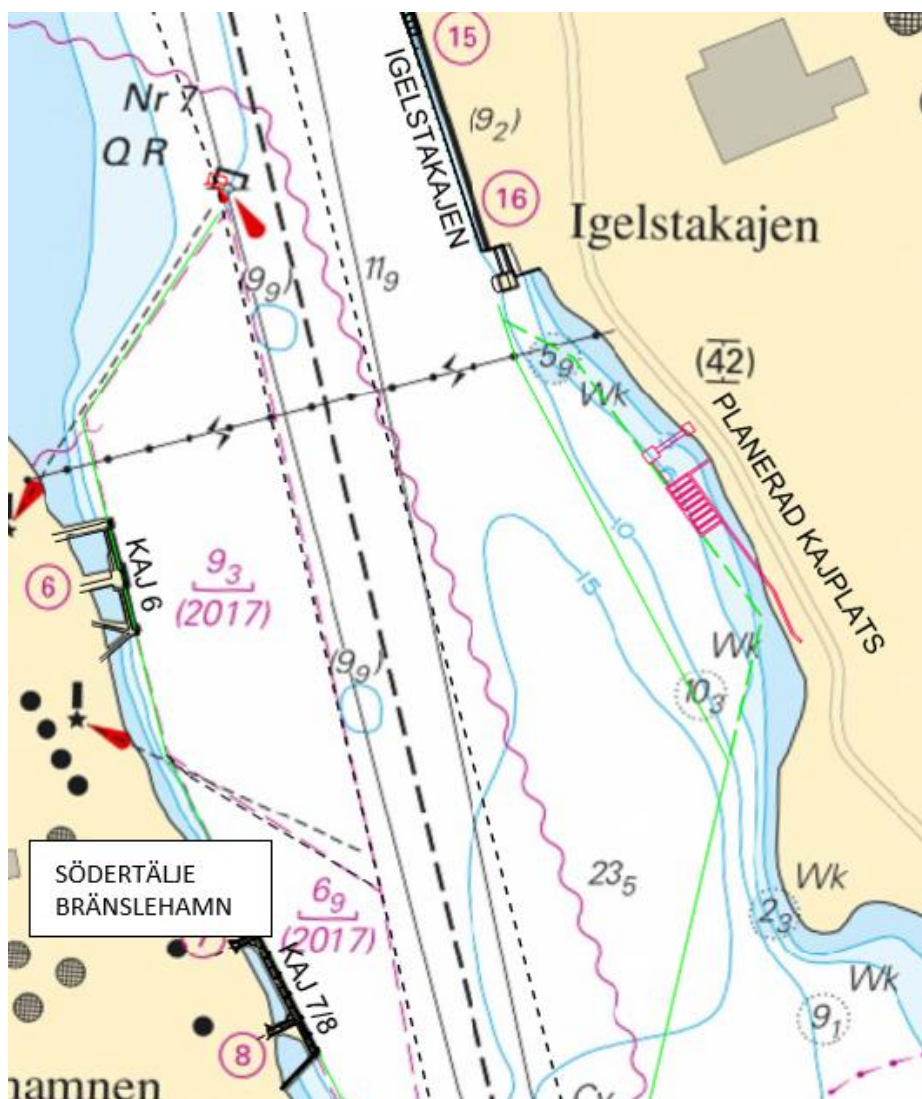
Dagens hamnbassäng/vändyta används idag av fartyg till och från Igelstakajen och de kajplatser i Södertälje Bränslehamn som ligger på motstående sida. Djupet inom vändytan varierar mellan 10 och 20 meter. I samband med att Sjöfartsverket ökar djupet i farleden planerar Södertälje hamn att göra motsvarande fördjupning av hamnbassängen.

4.2.1 Ny kaj

För bio-CCS-anläggningen planeras byggnation av en ny kaj, som kommer att användas både under anläggnings- och driftskedet. Under anläggningsskedet kommer kajen att möjliggöra utförsel av massor och införsel av större komponenter, med yta för att lyfta dessa till anläggningsområdet. I driftskedet kommer bio-CCS-kajen att vara specialutformad för att lasta koldioxid till fartyg.

Kajen planeras i nära anslutning till bio-CCS-anläggningen och mellanlagret för att minimera distansen som förvätskad koldioxid behöver transporteras i rörledningar.

Kajen designas för att ta emot fartyg av en längd på upp till LOA 160 meter och med ett djupgående av 9,5 meter. Den nya kajanläggningen kan tas i bruk och betjänas av fartyg för koldioxidtransporter oavsett när Sjöfartsverkets farledsprojekt genomförs och Södertälje hamns muddring genomförs.



Figur 5. Översikt över farleden, befintlig hamnbassäng och ny kaj.

Vid lokalisering av kaj behöver tillses att tillräckligt avstånd finns mot den befintliga Igelstakajen, så att fartyg med bränslen respektive tankfartyg för koldioxid, kan hanteras parallellt oberoende av varandra. Kajen behöver även vara placerad så att fartyg till motstående bränslehamn kan vändas säkert inom den gemensamma vändytan. Därför är ny kaj placerad cirka 175 meter söder om befintlig kaj och med planerad kajlinje cirka 10–25 meter utanför dagens strandlinje. Kajen är orienterad efter nuvarande strandlinje.

4.2.2 Utlastning av koldioxid

Koldioxiden kommer att transporteras ut med lastning till specialbyggda tankfartyg från den nya kajplatsen. Mängden koldioxid är beräknad till ca 500 000 ton/år.

Fartygstrafiken för uttransport av koldioxid bedöms uppgå till ca 40 till 50 fartygsanlöp per år, med uppehåll under sommarmånaderna när IKV inte körs. I nuläget finns en osäkerhet i vilken storlek på tankfartyg som kommer att användas, då rederier precis har börjat bygga upp en fartygsflotta för transport av koldioxid.

Koldioxiden lastas till fartyg med två lastarmar som är monterade på kajen och anslutna mot mellanlager med rörledning, som går på rörbrygga mellan kajen och bio-CCS-anläggningen. Inför lastningen viks lastarmen ut för att mekaniskt anslutas till fartyget. Lastarmen är balanserad så att den kan följa med fartygets rörelse under lastningen. Viss koldioxid kommer att återgå till gasform under lastning. Denna återförvätskas och leds tillbaka till mellanlagret. När lastning sker parallellt med två lastarmar hålls en lastkapacitet på cirka 800 m³/h. Lastning av ett tankfartyg med lastkapacitet 12 000 m³ bedöms ta cirka 24 timmar inklusive cirka fyra timmar för in- och urkoppling av lastarmarna.

Automatiska nödstoppsystem kommer att finnas för den pumputrustning som nyttjas vid lastning samt för lastarmarna på kajen. Övriga skyddsåtgärder beskrivs i avsnitt 4.1.7.

Frekvensen av fartyg kommer att variera beroende på kraftvärmeverkets drift och tillgängliga fartygsstorlekar. Fartygen kommer att ha möjlighet att ansluta sig till landström under tiden som de ligger vid kaj.

5. Vattenverksamhet

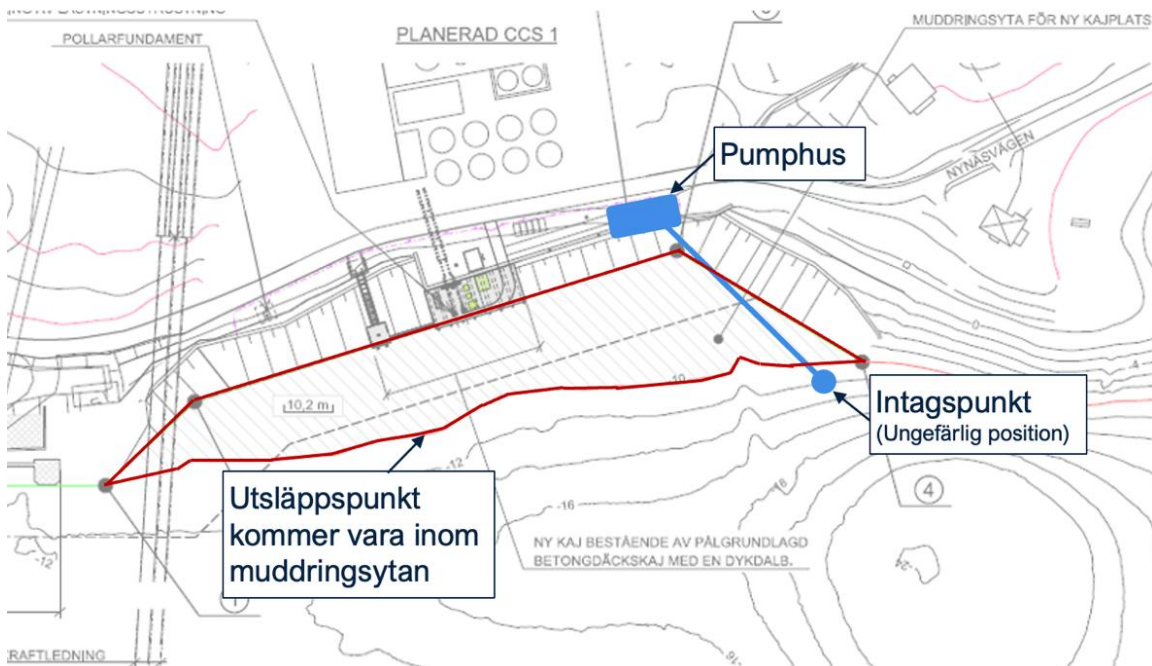
Vattenverksamhet gällande ytvatten

Enligt miljöbalkens kapitel 11 krävs tillstånd för vattenverksamhet, vilket bland annat omfattar grävning, fyllning och pålning i ett vattenområde, samt åtgärder som ändrar vattnets läge. Vid anläggning av den nya kajen för uttransport av koldioxid krävs muddring, släntstabilisering och byggnation i vattnet, se detaljerad beskrivning i avsnitt 12.2, vilket alltså kräver tillstånd.

Bortledande av vatten från Igelstaviken för kylvattenanvändning är också en vattenverksamhet. Befintligt tillstånd för kraftvärmeverket tillåter bortledning av vatten från Igelstaviken för kylning av processen. Kylningen görs till största delen med vattnet i fjärrvärmeledningarna som värms upp av värmen från förbränningen i pannorna. När vattnet cirkulerar i fjärrvärmesystemet och avger värme kallnar det och fungerar som kylvatten när det kommer tillbaka till kraftvärmeverket.

Den planerade bio-CCS-anläggningen kommer att behöva kylvatten för kylning vid avskiljning av koldioxid från rökgaserna, samt för kylning av koldioxiden till vätskeform och för fortsatt lagring. Behovet av kylvatten kommer att variera från 600 m³/h (till som mest 2800 m³/h för bio-CCS-anläggningen. Utrustningen för intag av kylvatten måste alltså utökas från befintliga 400 m³/h till sammanlagt 3200 m³/h. Det innebär anläggning av en ny intagsledning och pumpar, samt en ny utloppsledning för det uppvärmda kylvattnet.

Sjövatten planeras att hämtas från Igelstaviken utanför den nya kajen, med ett nytt pumphus, som är planerat på kajen, se bilaga A4 och figur 6. Vattnet transporteras med rörledning på samma rörbrygga som koldioxiden mellan anläggningen och kajen.



Figur 6: Placering av intagsplatser och pumphus, samt utsläppspunkt för kraftvärmeverket och bio-CCS-anläggningen

Kylvattnet hanteras i ett slutet system och kommer inte i kontakt med rökgaser eller andra delar av processen. Det uppvärmda kylvattnet släpps tillbaka ut i Igelstaviken.

Vattenverksamhet gällande grundvatten

För att anlägga den nya bio-CCS-anläggningen kommer schaktning i jord och berg under grundvattennivå att krävas. För att möjliggöra anläggningsarbeten i torrhet kommer det inläckande grundvattnet behöva ledas bort, vilket utgör tillståndspliktig vattenverksamhet enligt 11 kap. miljöbalken.

Tyréns har på uppdrag av Söderenergi genomfört en utredning av de hydrogeologiska förutsättningarna för att anlägga den nya CCS-anläggningen, samt bedömt hydrogeologisk påverkan från denna, se MKB i bilaga B och bilaga B7 (PM Hydrogeologi, Tyréns 2024).

Färdig mark för planerad bio-CCS-anläggning ligger på nivån +10 och kommer att kräva schaktarbeten i såväl jord som berg inom en yta som uppgår till drygt 3,5 ha. Schaktdjupen i jord bedöms variera mellan 2 och 15 m, medan schaktdjupen i berg varierar mellan 0 och 25 m. I princip all jord inom det område som berörs av ny CCS-anläggning kommer att schaktas bort.

Grundvattentillgångarna i området närmast planerad schakt utgörs av ett system av mindre magasin i friktionsjord, där grundvattenflödet primärt styrs av den underliggande bergytan. Vattenförande jordar i området för planerad anläggning kommer att schaktas bort. Schaktarbetena kan förväntas ge upphov till avsänkta grundvattennivåer i omgivande delar av de mindre grundvattenmagasinen, eftersom grundvatten från jord och berg kommer att läcka in till schakten. I figur 7 nedan visas de schaktytor där grundvatten förväntas läcka in till verksamhetsområdet med blå färg. De ytor bedöms vara de platser där grundvattenbortledning uppkommer.



Figur 7: Schaktytor där grundvattenbortledning uppkommer visas med blå färg.

6. Hushållning med kemikalier och avfall

Söderenergis målsättning vid införandet av bio-CCS teknik är att hushålla med de råvaror och den energi som krävs för processen, samt att minimera uppkomst av avfall. Det finns 50 års erfarenhet av avskiljning av koldioxid från kemiindustrin, men det finns ännu ingen motsvarande fullskalig avskiljningsanläggning för något bio-bränsleeldat kraftvärmeverk. Det gör att teknikval och processer kan behöva justeras för att de ämnen och strömmar som behövs i processen ska kunna återvinnas i så stor utsträckning som möjligt, samt för att kemikaliemängden som behöver tillsättas årligen ska minimeras, men också för att minska energibehovet och minimera uppkomst av avfall, inte minst farligt avfall.

Solventen innehållande kaliumkarbonatlösning med katalysatorerna borsyra och vanadinperoxid samt vatten, kommer att hanteras i ett slutet system. Systemet cirkulerar mellan den trycksatta absorbern, där solventen tar upp koldioxid ur rökgaserna, och den trycklösa desorbern, där den avger koldioxid. Högst upp i absorber och desorber, ovanför insprutningspunkterna för solventen, finns kondenseringssteg (tvättsteg) där gasen som strömmar upp i kolonnerna möter en

vattensprej som kyler gasen och fäller ut fukt. I dessa steg tvättas solventrester som kan ha följt med gasen upp.

Då både vanadinpentoxid och borsyra är så kallade CMR-ämnen (cancerframkallande, mutagena eller reproduktionsstörande kemiska ämnen) ska kemiska produkter innehållande dessa ämnen, i enlighet med miljöbalkens utbytesprincip, företrädesvis bytas ut mot mindre farliga kemikalier (se SFS 1998:808, 2 kap 4 §). I enlighet med Arbetsmiljöverkets föreskrift *Kemiska arbetsmiljörisker* (AFS 2014:43 39 §) får CMR-ämnen endast hanteras efter att en dokumenterad utredning visat att det i nuläget inte är tekniskt möjligt att ersätta produkterna med ett mindre hälsofarligt alternativ.

Att driva bio-CCS-anläggningen helt utan katalysatorer bedöms medföra andra negativa miljöeffekter, eftersom anläggningen då skulle bli större och kräva mer yta, mer material och mer energi för drift av anläggningen. Stockholm Exergi som har valt samma CCS-teknik, det vill säga HPC-tekniken, har låtit göra en substitutionsutredning som visar att alternativ till katalysatorerna borsyra och vanadinpentoxid i dagsläget saknas (Co-efficient 2023). En substitutionsutredning kommer att behöva utföras vart femte år för att undersöka och redovisa om några alternativ till vald metod har hittats.

Förbrukad solvent lämnas för vidare hantering av för ändamålet godkänd avfalls-mottagare. För ytterligare beskrivning av kemikalieanvändning och uppkomna avfall, se avsnitt 4.1.5 och för alternativ avsnitt 13.

7. Utsläpp till vatten

Den planerade bio-CCS-anläggningen kommer att ge upphov till kondensatvatten om cirka 25 m³/h från avskiljningen och förvätskningen av koldioxid, se avsnitt 4.1.4. Kondensatvattnet från bio-CCS-anläggningen leds till IKV för rening tillsammans med rökgaskondensatet, som uppgår till ca 40 m³/h. Kondensatvattnet återanvänds så långt som möjligt i processen. Kylvattenbehovet ökar också och finns beskrivet under kapitel 4.1.6 *Kylbehov och kylvattenanvändning*.

Ytterligare dagvattenhantering tillkommer i och med nya hårdgjorda ytor tillhörande ny bio-CCS-anläggning och kaj. En dagvattenutredning har genomförts av Norconsult inom ramen för framtagande av ny detaljplan för området söder om befintliga Igelstaverket, se bilaga A5 och figur 8 nedan.



Figur 8: Inom detaljplanearbetet har den framtida markanvändningen delats in i delavrinningsområden.

Delavrinningsområde 6A, 7 och 11 utgörs av nu aktuell och sökt verksamhet. Planerad exploatering inom berörda delavrinningsområden innebär en ökning av hårdgjord yta med 2,6 ha jämfört med dagens situation.

Dimensionerande flöden har beräknats för regn med återkomsttider på 10 år, 20 år och 100 år. Verksamhetsområdets närhet till recipienten gör att inga nedströms

liggande områden riskerar att påverkas negativt vid höga vattenflöden. Beräkning av behov av fördröjning av dagvatten görs för ett framtida 10-årsregn (med 10 % sannolikhet att inträffa varje år). Hänsyn tas till klimatförändringarnas effekter på regnmängden, genom att en klimatkfaktor på 1,25 används.

Dagvatten som är relativt rent bedöms kunna avledas direkt till recipienten utan fördröjning, till exempel takdagvatten. Fördröjningsvolymen exklusive takdagvatten är totalt ca 200 m³.

För dagvatten från industrimark planeras dammar anläggas för fördröjning och rening av dagvatten. Vid skyfall behöver sekundära avrinningsvägar säkerställas. Det är möjligt att avleda vatten från delavrinningsområde 6A och 7 till en gemensam damm inom delavrinningsområde 7. Andra lämpliga lösningar för fördröjning och rening av dagvatten som kan utredas när en detaljerad utformning av verksamheten inom det nya industriområdet har tagits fram är exempelvis fördröjning i gators förstärkningslager eller underjordiska makadammagasin.

Hur dagvatten hanteras i anläggningsskedet redogörs för i avsnitt 12.2 *Anläggningsarbeten på land*.

En släckvattenutredning har genomförts med hjälp av Brandskyddslaget under 2024, se Bilaga A6. Den dimensionerande mängden kontaminerat vatten som kan förväntas uppstå vid en släckningsinsats på anläggningen är 40 m³ inom byggnad respektive 20 m³ utanför byggnaden.

Vid en brand utomhus kommer merparten av släckvattnet att följa den väg som dagvattnet tar och nå en dagvattendamm eller fördröjningsmagasin. Dessa har avstängningsventiler, vilka stängs av vid händelse av brand för att möjliggöra uppsamling av släckvattnet i markbäddsdammarna. Vid brand inomhus kan släckvatten vallas in och tas om hand med hjälp av en sugbil. Även utomhus kan släckvatten omhändertas med sugbil. I släckvattenutredningen finns rutiner för provtagning av släckvatten.

8. Utsläpp till luft

Inga nya utsläpp till luft tillkommer av bio-CCS-anläggningen. Installation av koldioxid-avskiljningen bedöms innebära att även andra ämnen utöver koldioxid kommer att avskiljas från rökgaserna, se avsnitt 4.1.5.

Som en del av egenkontrollen sker mätningar av utsläpp till luft för att säkerställa att befintliga villkor uppfylls, se även kapitel 3.4. *Tillstånds- och anmälningsbeslut samt egenkontroll*.

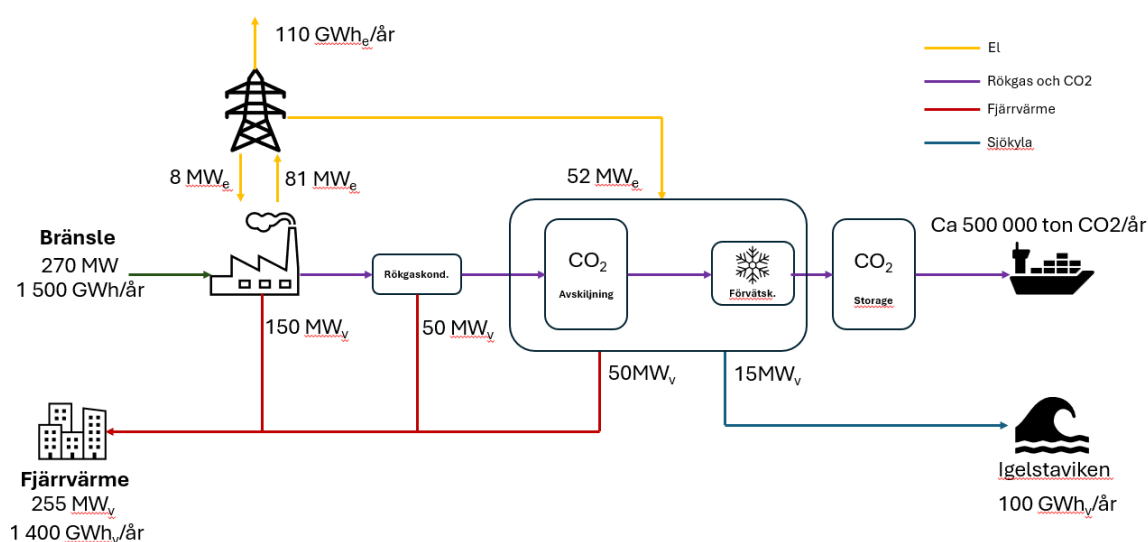
9. Energihushållning

Energihushållning och återvinning av värme är högt prioriterat i både befintlig och planerad verksamhet. Med HPC-tekniken kommer rökgaserna att tillföras energi i och med komprimeringen från svagt övertryck till cirka 5–6 bar(g). Överskottsvärmen återvinns till fjärrvärmesystemet i absorber- och desorberstegen. Det finns även en resterande del av energi kvar i rökgaserna som återvinns till elektrisk energi med hjälp av en expander kopplad till rökgaskompressorn. Separationen av koldioxid kräver även ett mindre värmetillskott i form av ånga, men efter att koldioxiden är avskild kan även en del av den resterande värmen återvinnas till fjärrvärmesystemet.

I förvätskningsdelen erfordras kylning i flera steg i koldioxidkompressorn. I så hög grad som möjligt återvinns detta till fjärrvärmesystemet, men en del kräver så låg kylvattentemperatur att fjärrvärmen inte kan nyttjas. För dessa delar används sjövattnen som kylmedium.

Figur 9 och tabell 2 nedan beskriver energi- och effektsystemet vid fullast efter att bio-CCS-anläggningen har installerats. Kraftvärmeverket tillförs vid fullast ca 270 MW bränsle och genererar 250 MW ånga, vilket ger 81 MW el, 150 MW fjärrvärme och 50 MW värme från rökgaskondensering. Kraftvärmeverket har egenförbrukning på 8 MW el under drift.

När bio-CCS-anläggningen är i drift kommer 52 MW el att användas för att driva den nya processen, vilket innebär att 110 GWh el kan matas ut på nätet per år i genomsnitt. Anläggningen genererar 50 MW fjärrvärme och 15 MW behöver kylas bort med sjökyla. Baserat på dagens bränslemix innebär det här systemet att ca 500 000 ton biogen koldioxid kommer kunna avskiljas per år.



Figur 9 Energibalans för Igelsta kraftvärmeverk vid fullast.

Tabell 2: Redovisning av hur energibalansen för kraftvärmeverket vid fullast förändras när bio-CCS-anläggningen är i drift

Parameter	IKV	IKV + CCS
IKV panna (MW _{th})	250	250
Bränsleinmatning (MW)	268	268
Eleffekt, brutto (MW _e)	81	81
Eleffekt, netto (MW _e)	73	21
Fjärrvärme från turbinkondensor (MW _v)	150	150
Fjärrvärme från rökgaskondensering (MW _v)	50	50
Fjärrvärmeåtervinning CCS (MW _v)	-	50
Total fjärrvärme inkl. värmeåtervinning från CCS (MW)	250	300

10. Transporter

De lastbilstransporter som tillkommer jämfört med nuvarande verksamhet vid kraftvärmeverket är kemikalietransporter för solventen, samt avfallstransporter för avskilt slam och uttjänt solvent. Antal tillkommande transporter beräknas vara ca 50 per år.

Den avskilda koldioxiden kommer att lastas på specialbyggda fartyg och transporteras ut sjövägen. Fartygstrafiken för uttransport av koldioxid bedöms uppgå till ca 40 till 50 fartygsanlöp/år. I nuläget finns en osäkerhet i vilken storlek på tankfartyg som kommer att användas, då rederier precis har börjat bygga upp en fartygsflotta för transport av koldioxid.

11. Geologisk lagring

En förutsättning för CCS är att det finns geologisk lagring, men det ligger inte inom denna tillståndsansökan eftersom det inte kommer att ska vid Igelstaverket. Det finns flera projekt för geologisk lagring som är under utveckling och det första invigdes i slutet av september 2024. Söderenergi kommer att upphandla geologisk lagring som en tjänst och vet därför ännu inte var någonstans lagringen kommer att ske. Högst sannolikt blir det i Norge eller Danmark.

12. Bygg- och anläggningsskedet

12.1 Anläggningsarbeten på land

Anläggningsskedet startar så fort tillstånd för verksamheten har erhållits och bedöms pågå under sammanlagt cirka 3,5 år. Anläggningsarbetena på land startar med att befintlig skog avverkas och tas om hand för virkesproduktion eller biobränsle beroende på tjocklek och kvalitet. Efter att skogen är avverkad startar avtäckning, bergschakt, jordschakt, anläggande av tillfälliga vägar, avstängning av Nynäsvägen, flytt av befintliga VA-ledningar, upprättande av skalskydd, bodetablering, med mera.

I denna etapp kommer cirka 200 000 kubikmeter jord och 300 000 kubikmeter berg att avlägsnas, varav en del skall sparas för att återanvändas vid byggnation av ramp från vattnet upp till arbetsytan i en senare etapp. Upplag måste därför anläggas i närheten av den plats där massorna behövs. Att transportera ut de massorna är inte ekonomiskt, tidsmässigt eller miljömässigt möjligt. Sådana massor som inte kan återvändas inom området kommer främst att transporteras ut med fartyg. Detta fartyg kommer att ligga vid platsen för nya kajen och fordonen som används för schaktning kommer att köra över Nynäsvägen mellan arbetsområdet och fartyget.

Dagvatten från schaktområdet som måste leda bort, så kallat länshållningsvatten, kan ledas till dammar för fördröjning och rening. Om permanent dagvattendamm (eller annan lösning med motsvarande reningseffekt) för delavrinningsområde 6A och 7 har färdigställts, så kan den med fördel användas även under anläggningsskedet. Andra lösningar för rening av länshållningsvatten är tillfälliga sedimentationsdammar eller sedimentationscontainrar.

Schaktningen av området för att uppnå en plan marknivå på +10 för den nya anläggningen innebär att grundvattennivån i området kommer att sänkas. En hydrogeologisk utredning har utförts av grundvattensituationen och den påverkan som schaktningen bedöms innebära för grundvattensituationen i området, se bilaga B7 (Tyréns 2024). Inga åtgärder kommer att vidtas för att sänka grundvattennivån, men eftersom den passiva grundvattensänkning som uppstår ändå är vattenverksamhet enligt miljöbalkens 11 kapitel, söks tillstånd för bortledning av grundvatten.

Stor vikt kommer att läggas på att stabilisera schaktslänter, så att dessa inte påverkar befintliga anläggningar eller sträcker sig utanför fastighetsgräns. Den utförda geotekniska utredningen, se bilaga A7, visar att det till stor del kommer att vara bergschakter kring verksamhetsområdet. Därefter påbörjas grundläggningsarbetena och anläggning av system för dagvattenhantering, samt arbeten med markförlagda rör och kablar, för att sedan övergå i betongarbeten för bottenplatta och fundament. Vissa arbeten för att möjliggöra de tunga lyften av processutrustning genomförs under denna period.

När bottenplattan är färdig är det dags att montera byggnadsstål, processutrustning, koldioxidtankar, rör, skorsten, el, ventilation, vatten, väggar och tak. Anläggningen kopplas ihop med befintligt kraftvärmeverk via en ny rörbrygga.

Under bygg- och anläggningsskedet finns behov av etableringsområde med bodar för alla de entreprenörer som ska arbeta med olika anläggningsarbeten. Det kommer också att behövas tillfälliga upplagsområden för schaktmassor och material som ska användas. De ytorna kommer att avtalas om användning under anläggningstiden med markägare.

12.2 Anläggningsarbeten i vattenområdet

12.2.1 Allmän beskrivning

Ny kaj kommer att byggas i anslutning till läget för bio-CCS-anläggningen med en dedikerad kajplats för export av koldioxiden, se figur 10 och bilaga A4. Som tidigare beskrivits behövs kajen även under bygg- och installationsfasen för införsel av tung utrustning till anläggningen. Det innebär att del av kajen behöver färdigställas i ett tidigt skede där tunga delar som tankar, kolonner etc kan tas i land direkt från fartyg.

Ny kaj med hamnbassäng planeras därför att utföras enligt följande arbetsordning;

1. Uppförande av spontkaj och utfyllnad bakom sponten till nivån cirka +0,5
2. Markförstärkningar i form av påldäck utförs bakom sponten för att möjliggöra tunglyft från fartyg till land.
3. Muddring för hamnbassäng och etappvis utläggning av erosionsskydd
4. Spontkajen med hamnplan används för genomförande av transporter och installationer.
5. Utlastningskaj med dykdalb byggs utanför spontkajen med ett minsta vattendjup om 10,2 meter från kajlinjen.
6. Montage av lastarmar, produktledningar från mellanlager och annan kajutrustning utförs på kajen.

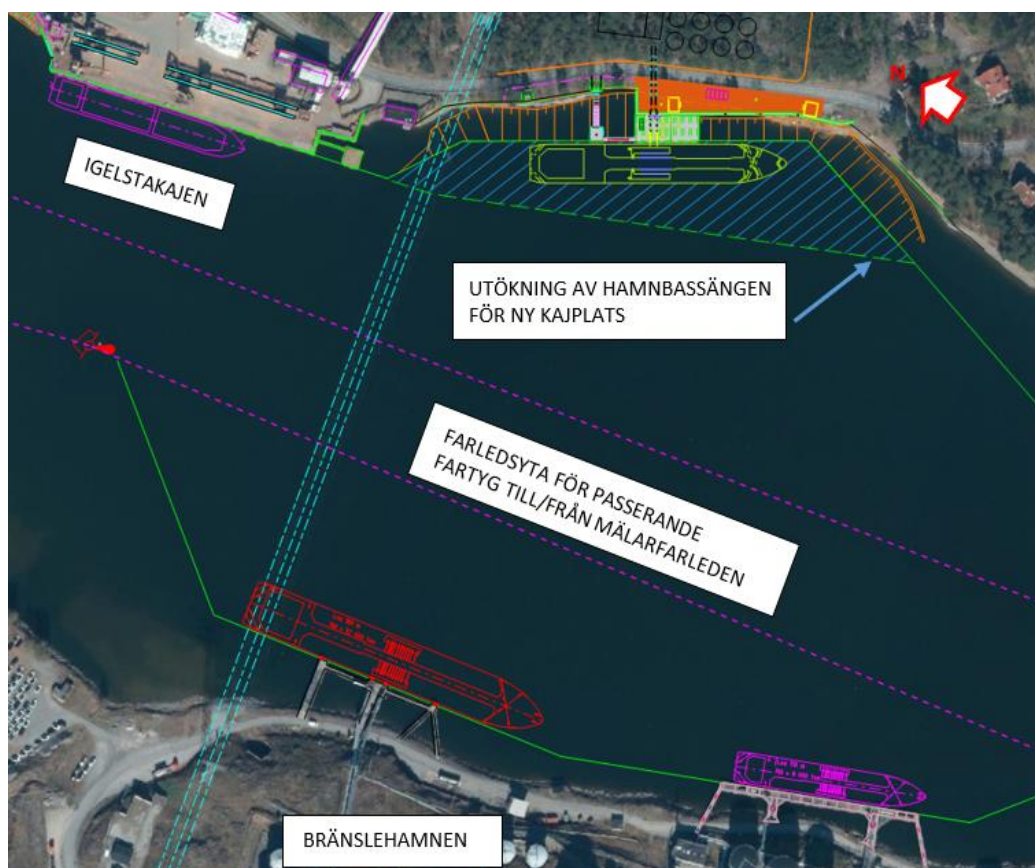
12.2.2 Hamnbassäng

Nuvarande hamnbassäng planeras att utökas mot väster för att skapa ett utrymme för planerade tankfartyg eller pråmar till ny kajplats. Utökningen av hamnbassängen sker genom muddring av en cirka 16 000 m² stor yta inklusive slänter, se figur 10 och bilaga A4. Tankfartyg vid ny kajplats kommer att vara placerade med marginal utanför dagens vändyta, vilket medför att ny kaj med fartyg inte påverkar tillgängligheten till övriga närliggande kajplatser.

En manöversimulering har utförts vid Rise simulatorcenter där lotsar har testat flera ankomster och avgångar från planerad kajplats. Syftet med simuleringen var att analysera den planerade kajens orientering och säkerställa att utrymmet i planerad utökning av hamnbassängen är tillräcklig. I simuleringen testades tankfartyg med längd på upp till 160 m vid olika vindstyrkor och riktningar. I simulatorn togs även hänsyn till att det samtidigt ligger fartyg förtöjt vid de närliggande kajplatserna. Det kunde konstateras att planerad utökning av hamnbassängen ger god säkerhet för de avsedda fartygsstorlekarna som den nya kajen ska betjäna.

Ny kajplats kommer att muddras till ett minsta vattendjup på 10,2 meter, vilket innebär att kajplatsen är tillgänglig för fartyg med djupgående på upp till 9,5 meter relativt medelvattenytan. Djupet är bestämt utifrån Sjöfartsverkets planerade

fördjupning av farleden samt efter dialog med olika rederier om framtida möjliga storlekar på tankfartyg eller pråmar.



Figur 10. Översikt över utökad hamnbassäng med ny kajplats.

12.2.3 Kaj och hamnplan

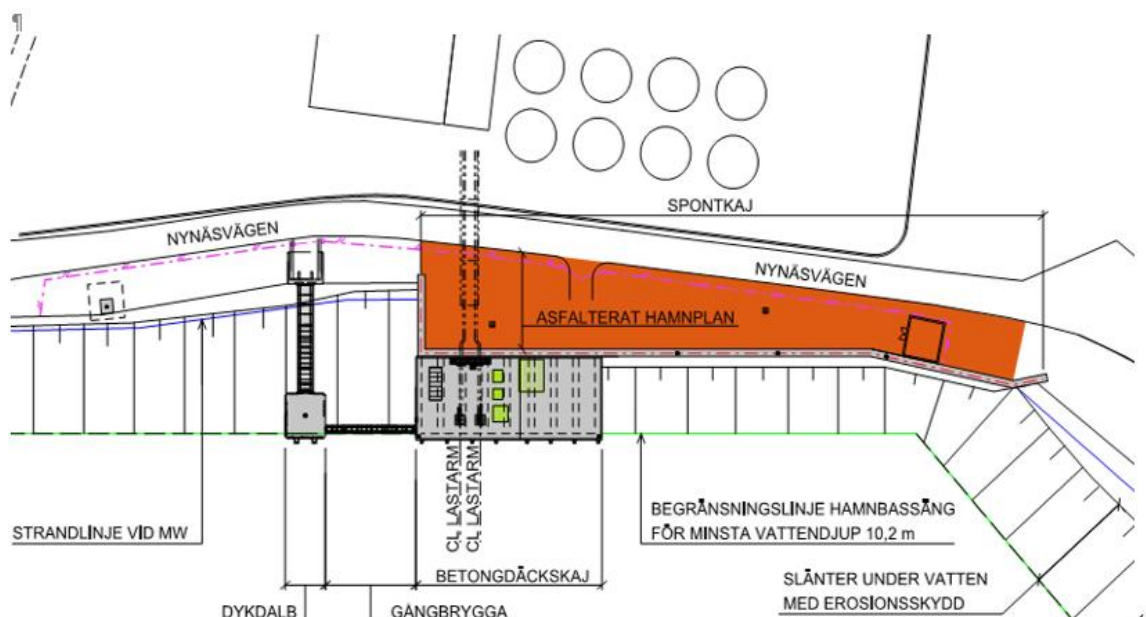
Ny kaj med utrymme för att betjäna fartyg med längd upp till 160 meter kommer att anläggas. Kajen kommer att utgöras av en inre spontkaj med hamnplan för utrustning och produktledningar till kajen, se figur 11. Sponten installeras på en sträcka om cirka 140 meter där vattendjupet idag varierar från som minst 0 meter till mest cirka 6 meter. Storleken på hamnplanet bakom sponten som tillskapas uppgår till cirka 1 500 m². Marknivån inom hamnplanet varierar mellan +3,5 och +2,8. Principiell layout på kaj med hamnplan redovisas på ritningarna 10–103 och 10–106, se bilaga A4.

Utanför sponten anläggs en utlastningskaj i form av en betongdäckskaj som tillsammans med dykdalb, placerad norr om betongdäcksskajen, bildar en ny kajlinje. Dykdalben utgör stöd- och förtöjningspunkt till fartygen och kommer att vara tillgänglig för arbetspersonal via gångbryggor från land respektive betongdäcksskajen. På betongdäcksskajen placeras lastarmar som kan anslutas till fartyget under lastningen och övrig central utrustning för hanteringen. Storleken på betongdäcket bedöms behöva uppgå till cirka 650 m² och nivån på överkant kajdäck är planerat till +3,0. Pollarfundament för fartygens huvudförtöjning byggs innanför strandlinjen.

Dimension på spont och val av bakåtförankring kommer att bestämmas under detaljprojekteringen. Utförda grundundersökningar visar på stor variation gällande

bergläget i den planerade spontlinjen. På spontens sträcka har berget även en kraftig lutning mot hamnbassängen, vilket innebär att slagen/vibrerad spont kommer att behöva kompletteras med borrade dubb alternativt övergå till borrade pålvägg på dessa delsträckor. Kajdäcket för utlastningskajen och den planerade dykdalben kommer att grundläggas på grova slagna eller borrade stålörpår. Även här styr bergläget och bergets lutning valet av metod för drivning av pålarna.

Den del av hamnplanet som avses användas för tunglyft och tungtransporter under byggskedet planeras att förstärkas med påldäck. Påldäcket byggs med underkanten cirka 0,5 meter över medelvattenytan och kommer att vara helt under mark när fyllning har utförts till rätt marknivå. Påldäckets storlek är bedömt till cirka 1 000 m².



Figur 11. Ny kaj för utlastning av koldioxid.

12.2.4 Kylvattenintag

Till planerad ny bio-CCS-anläggning behövs en ny intagsledning för kylvatten och en ny ledning för återledning av returvatten. Både intagsledning och returledning avses att läggas inom ytan för muddrad ny hamnbassäng. Intagsledningen är idag planerad att förläggas med början från den södra delen av sponten och dras ut till område med vattendjup på cirka 15 meter, se bilaga A4 (ritning 10–102). Ledningen utgörs av en viktad PE-ledning som läggs i en muddrad fördjupning i hamnbassängen så att varken rör eller vikter påverkar kravet på det minsta djup som ska uppnås. Som skydd mot fysisk påverkan på ledningen och mot erosion kan betongfyllda filterpunktmadrasser komma att användas.

12.2.5 Muddring

Den muddring som krävs för att utöka hamnbassängen kommer i huvudsak att genomföras som grävuddring med ett så kallat enskopeverk. För delar av de strandnära muddrings- och schaktarbetena finns även möjlighet att utföra dessa med stor grävmaskin från land. Det handlar primärt om den schakt som krävs för att göra förskakt för spont, landfästen och erosionsskydd. Ett enskopeverk utgörs av en stor

grävmaskin som är fast monterad på en pråm med stödben som förs ner till botten under grävoperationen.

Med grävudderverk kan muddring utföras i såväl lösa jordar som hård morän och blockrik sprängsten. Vid muddring av förorenade sediment kan skopan bytas till en miljöskopa. Erfarenheten från genomförda muddringsprojekt är att miljöskopa är tekniskt lämplig att använda i områden med en plan sjöbotten, men vid muddring i slänter och i fastare jordmaterial ger en konventionell grävskopa bäst resultat. En precision på $\pm 0,2$ meter kan hållas vid muddring i lera, silt och lös lagrad friktionsjord.

Ytskiktet av gyttja och lera har i sedimentprovtagningen konstaterats innehålla förhöjda föroreningshalter av framför allt kvicksilver. Föroreningsdjupet (mäktigheten på det förorenade skiktet) inom området varierar mellan 30 – 60 cm. Det förorenade skiktet kommer att muddras först och särskiljas från de underliggande rena muddermassorna via skiktmuddring. Skiktmuddring innebär att en förbestämd mäktighet på det förorenade lagret muddras bort i sin helhet eller ner till ramfritt djup. I bilaga A4 (ritning 10–104) redovisas upprättad muddringsplan där muddringsområdet är indelat i delområde för borttagning av ett skikt på 40 cm respektive 70 cm.

Uppföljning av utförd skiktmuddring utförs genom sjömätning som verifierar att avsedd mäktighet är borttagen innan fördjupningsmuddringen påbörjas. Muddringskapaciteten vid skiktmuddring är normalt låg då muddringen behöver utföras med stor noggrannhet där de muddrade massorna ska tas upp på land. Även tömningen av pråmen då muddermassorna ska tas upp på land kan vara styrande för mängden muddermassor som kan muddras under en arbetsdag. Erfarenhet från motsvarande projekt är att det är möjligt att hålla en muddringskapacitet på cirka 500 – 800 m³/dag.

Efter slutförd skiktmuddring genomförs fördjupningsmuddringen och utläggning av erosionsskydd. Fördjupningsmuddringen avser muddring till slutlig nivå för att säkerställa att ett ramfritt djup om 10,2 meter uppnås inom hela hamnbassängen. I samband med fördjupningsmuddringen förbereds även förläggning av intagsledningen för kylvatten. Muddringskapaciteten vid fördjupningsmuddringen bedöms uppgå till cirka 1 500 – 2 000 m³/dag.

Efter att alla arbetsmoment är slutförda som omfattar muddring, utplacering av erosionsskydd samt anläggningsarbeten med ny kaj, genomförs en slutlig sjömätning, så kallad Outsurvey. Dessutom genomförs en ramning av hamnbassängen, vilket är en fysisk kontroll av att inga föremål ligger över nivån för ramfritt djup. Kontrollen genomförs normalt genom att det på en båt monteras en stålram med järnbalk som är nersänkt och avvägd på det vattendjup som ska uppnås. Mätdata tillsammans med inmätning av de nybyggda anläggningsdelarna i kajen sänds till Sjöfartsverket för godkännande och uppdatering av sjökort.

12.2.6 Fyllning och anläggande av erosionsskydd

Utfyllnad utförs från dagens strandlinje och ut till installerad spont på en yta om cirka 700 m², se rad 4 i tabell 3. Fyllningsmassor utgörs av krossad sprängsten från schakt-

arbetena som krävs på land för bio-CCS-anläggningen. Utläggning av fyllning utförs med grävmaskin från land, som lägger ut massorna kontrollerat mot sponten.

Samtliga muddrade slänter förses med erosionsskydd av sorterad sprängsten, vilket omfattar en yta på cirka 6 500 m², se rad 5 i tabell 3. Lokal urgrävning görs först längs släntfoten, som sedan återfylls med sprängsten. Syftet med urgrävningen är att ge en stabil grundläggning för uppbyggnaden av erosionsskyddet i slänterna. Utläggningen av erosionsskydd kommer till största delen att utföras med mudderverket. Materialtransport av sorterad sprängsten till arbetsplatsen sker då med pråmar. Utläggning av erosionsskydd ger ingen störande grumling varför arbetet kan utföras under valfri tidpunkt på året.

12.2.7 Masshantering

Den totala mängden massor som behöver muddras uppgår till cirka 57 000 tfm³ (teoretisk fasta kubik), se rad 1-3 i tabell 3. Muddermassorna utgörs i huvudsak av gyttja, lera, siltig sand och siltigt grus. Massorna kommer under muddringsarbetet att särskiljas utifrån föroreningsinnehåll enligt vad som beskrivits under 9.2.5.

Tabell 3: Redovisning av massor som muddras bort eller läggs ut.

Moment / Beskrivning	Mängd	Material
Skiktmuddring förklassificerade förorenade muddermassor	ca 7 100 tfm ³	Gyttja och lera
Fördjupningsmuddring	ca 42 000 tfm ³	Lera, siltig sand, siltigt grus
Detaljuddring för erosions-skydd och intagsledning	ca 8 000 tfm ³	Lera, siltig sand, siltigt grus
Fyllning under vatten mot spont	ca 4 000 m ³	Krossad sprängsten
Utläggning av erosionsskydd	Ca 10 000 m ³	Sorterad sprängsten, D400 - 700

De förorenade muddermassorna kommer att tas upp på land och transporteras till godkänd mottagare. Massorna kommer under hela muddringsoperationen att hållas separerade från de rena muddermassorna och transporteras till kajplats där omlastning kan utföras från pråm till lastfordon. Var omlastningen kommer att genomföras och till vilken mottagningsanläggning som massorna transporteras bestäms i dialog med entreprenör för att genomföra arbetet. Möjlighet till avvattning av muddermassorna före borttransport ska undersökas, men bedöms vara begränsad på grund av brist på tillgängliga markytor. Huvuddelen av muddermassorna kommer därför sannolikt att behöva borttransporteras blöta med lastfordon utrustade med täta flak.

Den mest lämpade metoden att hantera den stora mängden icke förorenade muddermassor från platsen är att tippa dessa på dumpningsplatsen söder om Igelstatron. Förfarandet vid dumpning beskrivs under avsnitt 12.3.8. Genom

dumpning av de rena muddermassorna bedöms muddringen kunna genomföras under en sammanhängande tidsperiod på cirka 3 månader.

Sprängsten till ingående fyllningsarbeten bakom spont och erosionsskydd kommer i första hand att återanvändas från planerade bergschakter på land. För det fall det ur logistisk synpunkt inte skulle vara genomförbart kommer materialet inköpas från närliggande bergtäkter.

12.2.8 Dumpningsplats NV Halls Holme

På södra sidan av Igelstabron, nordväst om Halls Holme, finns en djuphåla som genom åren har nyttjats för tippning av muddermassor från olika genomförda muddringar. Senast massor tippades var 2017 i samband med underhållsmuddring utanför kajplats 6 och 7/8 i bränslehamnen. Södertälje hamn har även tillstånd för att tippa 220 000 m³ muddermassor från planerad fördjupning av hamnbassängen och ombyggnad av kajerna i bränslehamnen, M-2587-14 och M-1732-16. Utifrån platsens läge och tidigare genomförda dumpningar har denna plats bedömts vara den mest lämpade att använda även för den muddring som krävs för Söderenergis nya kajplats. Muddermassorna är av samma karaktär som de massor som är planerade att tippas från närliggande muddring kopplat till fördjupningen av hamnbassängen.

Dumpningsplatsens läge och nuvarande vattendjup redovisas i bilaga A4 (ritning 10–101 och 10–105). Mängd massor som behöver dumpas beräknas till cirka 58 000 fm³ inklusive en marginal på cirka 15 procent mot beräknad teoretisk muddring. Dumpningen genomförs på en yta om cirka 55 000 m², vilket ger en genomsnittlig höjning av sjöbotten på cirka 1 meter. Efter genomförd dumpning från både planerad muddring i Bränslehamnen och Söderenergis beskrivna nya kajplats, förväntas sjöbottennivån på dumpningsplatsen i genomsnitt ha höjts till 19 meters vattendjup. Någon hänsyn har då inte tagits till konsolideringen som fås i de dumpade massorna och underliggande mjuka massor på grund av påförd last, varför vattendjupet med tiden långsamt kommer att öka.

Inom östra delen av dumpningsplatsen finns en sjökabel som behöver hanteras innan dumpningen påbörjas. En flytt av ledningen utanför dumpningsområdet kommer att samordnas med ledningsägaren.

12.2.9 Genomförande av dumpning

Innan några dumpningsarbeten påbörjas kommer en ny sjömätning, Insurvey, att utföras för bestämning av rådande vattendjup. Baserat på sjömätningen upprättas sedan en dumpningsplan med syfte att styra dumpningen så att massorna tippas på rätt position och att massorna blir jämnt fördelade över dumpningsplatsen.

Transport av muddermassor kommer att utföras med täta självgående eller bogserade bottentömmande pråmar. Samtliga pråmar/bogserbåtar är utrustade med positioneringssystem så att positionen för varje tippat pråmlass kan dokumenteras. På dumpningsplatsen positioneras pråmen i avsedd ruta för att där öppna botten till hela lastutrymmet. Tippningen av massor tar endast några minuter. För att minimera

sedimentspridningen ställs krav på entreprenören att pråmen ska hållas stilla under dumpningsförfarandet.

I kombination med tidigare beskriven grävuddring är lastning till bottentömmande pråm den mest lämpade metoden för att transportera och tippa muddermassorna på dumpningsplatsen. Vid grävuddring minimeras vatteninblandningen vilket även medför att grumlingen på dumpningsplatsen blir begränsad. Dumpning med botten-tömmande pråmar är en väl beprövad teknik som flera entreprenörer har stor erfarenhet kring.

Dumpningen följs upp under genomförandet genom att varje dumpat pråmass dokumenteras med position, pråmvolymer och tidpunkt för dumpningen. Under genomförandet kommer även uppföljande sjömätningar att utföras för att säkerställa att tippningen följer dumpningsplanen. Vid behov görs anpassningar i dumpningsmönstret utifrån resultatet från sjömätningen.

12.2.10 Spont och pålning

I konstruktionen för den nya kajplatsen ingår att installera en spont på en total sträcka om cirka 140 meter. Spontens södra del drivs innanför dagens strandlinje och resterande del, cirka 85 meter, installeras inom dagens vattenområde.

Installationen av sponten i vatten utförs med utrustningen för drivningen av sponten uppställd på en stödbenspont. Vilken typ av utrustning som kommer att användas för spontarbetena bestäms när kompletterande grundundersökningar har utförts.

Pålningssarbete för betongdäckskajen och dykdalben utförs när muddringen och utläggningen av erosionsskyddet är slutförda. Samtliga pålar kommer att utgöras av grova stålrörspålar som antingen drivs med slagning eller borring från stödbensponten. Där grundförhållandena utgörs av lösa jordlager ovanpå berg kommer borring att tillämpas för att säkra förankring av pålspetsen och i övrigt drivs pålarna genom slagning.

Erfarenheten från flera utförda projekt är att borring eller slagning av stålrörspålar och spont inte ger upphov till någon mätbar grumling utanför arbetsområdet. För att ha möjlighet att göra anpassningar i planeringen av entreprenaden, minska tidspressen och därmed olycksrisker för personalen under genomförandet, är det av stor vikt att spont- och pålningssarbetena kan utföras oberoende av tidpunkt under året.

13. Utredda alternativ

13.1 Alternativa tekniker för koldioxidavskiljning

För att avskilja koldioxid kan olika tekniker användas. Vilken teknik som är lämpligast är individuellt för olika anläggningar och projekt. Baserat på koldioxidhalten i inkommande rökgasström (ca 12 procent) är absorption den lämpligaste separationsmetoden ur ett kostnadseffektivt perspektiv. Alternativa separationsmetoder som adsorption, destillation och membranfiltrering lämpar sig bättre vid procesströmmar med högre koldioxidhalt.

Söderenergi har låtit utreda förutsättningarna för att avskilja koldioxid ur rökgaserna från det biobränsleeldade IKV. Olika tekniker för avskiljning av koldioxid har utretts, både etablerade och sådana som är under utveckling. Ett frågeformulär skickades ut till potentiella leverantörer med basdata och rökgassammansättning.

Tillvägagångssättet var att identifiera de tekniker som finns på marknaden och ranka dessa utifrån vilka som skulle ha störst möjlighet att kunna användas för IKV. Bedömningen skedde enligt ett antal utvärderingskriterier (KPI=Key Performance Indicators) för vilka ett poängsystem tagits fram i förväg. 13 utvärderingskriterier valdes, vilka sammanfattningsvis representerar följande områden:

1. Teknisk mognadsgrad (TRL=Technology Readiness Level)
2. Absorbentens egenskaper och eventuella restprodukter
3. Energieffektivitet (energiförbrukning och spillvärme)
4. Ytbehov och grad av sammankoppling med befintlig anläggning
5. Tillgänglighet
6. Totalkostnad (investerings- och driftskostnad) räknat per fångat ton koldioxid.

De två tekniker som bäst uppfyllde utvärderingskriterierna och studerades vidare i teknikscreeningen var absorption med kaliumkarbonat (HPC) respektive aminer.

13.1.1 Kaliumkarbonat – Hot potassium carbonate (HPC)

Vald teknik innebär att kaliumkarbonat (K_2CO_3) används som absorbent för att fånga in koldioxiden. Tekniken finns i över 1000 installationer globalt inom kemiindustrin och används inom olika användningsområden och olika kemiska processer, men någon fullskalig anläggning finns ännu inte för biobränsleeldade kraftvärmeverk.

HPC-processen drivs under tryck, cirka 6–7 bar, för att skapa ett förhöjt partialtryck och därmed en acceptabel reaktionshastighet mellan kaliumkarbonat och koldioxid. Reaktionshastigheten kan också justeras med hjälp av olika katalysatorer, exempelvis vanadin och/eller borsyra.

Rökgasen komprimeras innan den leds in i absorbern, i vilken infångning av koldioxiden sker. För att sedan frigöra koldioxiden ur absorbenten sänks trycket till atmosfärstryck i desorbern.

Processen är energikrävande, precis som andra absorptionsprocesser för infångning av koldioxid. Främst erfordras energi i form av el för komprimering av rökgasen. Denna energi kan till stor del tas tillvara i en expander när rökgaserna lämnar absorbern. Dessutom används lågtrycksånga för att driva delar av processen. Största delen av energin kan tas tillvara i form av nyttig värme till fjärrvärmesystemet. Med en genomtänkt utformning och integration kan totalverkningsgraden för kraftvärmeverket hållas på en fortsatt hög nivå.

Kaliumkarbonat är en oorganisk absorbent som inte reagerar med syrgas (O_2) eller kvävgas (N_2) i rökgasen från kraftvärmeverket. Reaktion sker med SO_x och NO_x i

rökgasen, där HSS (Heat Stable Salts) bildas. Mängden som bildas är liten och HSS kan hanteras på ett säkert sätt ur miljö- och hälsoaspekt. Hanteringen av katalysatorerna borsyra och vanadinpentoxid är reglerad ur arbetsmiljösynpunkt.

13.1.2 Aminteknik

Likt HPC är även infångning av koldioxid med hjälp av aminer väl utvecklat och beprövat, men ännu inte tillämpat vid förbränning av biobränslen som kraftvärmeverksamhet. Aminbaserad teknik har liksom HPC använts inom kemiindustrin i mer än 50 år för infångning av koldioxid och svavelväte från naturgas med flera. Flera pilotanläggningar finns runt om i världen och fullskaliga anläggningar finns i USA, Kanada och Kina, där aminer används för infångning av koldioxid från rökgas från till exempel kolkraftverk.

Amintekniken innebär att rökgasen från pannan leds in i absorbern med hjälp av stora fläktar och infångningen i absorbern sker, till skillnad från HPC-tekniken, nära atmosfäriskt tryck. Detta är möjligt då aminer har en högre reaktivitet vid atmosfärstryck än HPC. I stället för el åtgår en större mängd ånga i processen.

Aminer är organiska föreningar som ofta är väldigt reaktiva och förutom att de reagerar med koldioxid reagerar de med syre och NOx. När aminer reagerar med syre eller NOx oxideras/degenereras de till formaldehyd (cancerogent) samt till nya aminföreningar varav vissa innebär hälsorisker vid exponering. NO₂ (ingår i NOx) reagerar under vissa betingelser med organiska aminer och bildar så kallade nitrosaminer, varav de flesta misstänks vara cancerogena. Det finns därmed risk att hälsofarliga restprodukter når den omgivande miljön. Avfallsprodukter måste separeras och behandlas på ett väl genomtänkt sätt. Aminer är också korrosiva vid de förhållanden (tryck, temperatur med mera) som råder i bio-CCS anläggningen.

Kostnaden för infångning med hjälp av aminer beror framför allt på kostnaden för den mängd ånga som behövs för att driva processen och hur mycket aminer som behöver tillsättas. Även kostnaden för att hantera uppkomna restprodukter tillkommer. Restvärmen är till största del lågvärdig och behöver därför höjas med hjälp av värmepumpar för att kunna nyttjas i fjärrvärmenätet.

Även komplexiteten i systemet i och med den integrerade sammankopplingen med kraftvärmeprocessen i IKV, som utgör en viktig samhällsfunktion (produktionen av fjärrvärme till kommunerna), beaktades i utvärderingen av tekniken.

13.1.3 Utvärdering av tekniker

För Söderenergis produktionsförutsättningar bedöms HPC med nuvarande kunskap vara den mest lämpliga tekniken mot bakgrund av spillvärmens högre exergi, det vill säga högre temperatur jämfört med amintekniken. HPC möjliggör återvinning av en del av restvärmen som fjärrvärme utan behov av uppvärmning från befintliga produktionsenheter. Tack vare rökgaskompressorn kan även en del av energin i de komprimerade rökgaserna återvinnas i form av fjärrvärme.

De katalysatorer som används i HPC-processen, borsyra och vanadinpentoxid, kräver särskild hantering då de är så kallade CMR-ämnen och innebär arbetsmiljörisker. I enlighet med Arbetsmiljöverkets föreskrift *Kemiska arbetsmiljörisker* (AFS 2014:43 39 §) får CMR-ämnen endast hanteras efter att en dokumenterad utredning visat att det i nuläget inte bedöms möjligt att ersätta ämnena med alternativ.

Att driva bio-CCS-anläggningen helt utan katalysatorer skulle, enligt nuvarande bedömning, medföra bland annat fördubblad anläggningsstorlek vilket i nuläget inte bedöms vara ett ekonomiskt eller tekniskt möjligt alternativ den tillgängliga arean.

Söderenergi fortsätter att undersöka bästa möjliga tekniska lösning för att nå en så bra prestanda och så stor miljönytta som bara är möjlig på ett samhällsekonomiskt försvarbart sätt.

13.1.4 Samlad bedömning

Skälen till att Söderenergi valt HPC är främst att det är den teknik som bedöms ha minst påverkan på produktionen från IKV. Utifrån rådande kunskapsnivå bedöms HPC också vara mer kostnadseffektivt på systemnivå men även mindre ytkrävande än alternativet amineteknik.

Även risker med komplexiteten i systemet i och med den mycket tätt integrerade sammankopplingen med kraftvärmeprocessen i IKV, som även utgör en viktig samhällsfunktion (produktionen av fjärrvärme till kommunerna), beaktades i utvärderingen.

Amineteknik och HPC är tekniskt sett relativt lika. Fördelen i Söderenergis fall med HPC är att spillvärmes håller en högre temperatur, vilket gör att en större andel kan nyttjas för fjärrvärme. Kontentan blir en lägre driftskostnad (OPEX) jämfört med amin (investeringskostnad, CAPEX, är likvärdig). Beträffande restprodukter ger amin-tekniken degenererade aminer (fast avfall) medan HPC ger förbrukad solvent med bland annat vanadinpentoxid. Mängden förbrukad solvent är fortfarande inte helt känd. Beträffande resurshushållning gäller för båda teknikerna att fjärrvärme-produktionen kommer att öka på bekostnad av nettoelproduktion jämfört med idag.

Det finns andra tekniker än amin och HPC som är under utveckling på laboratorieskala eller med småskaliga pilotanläggningar. Inga av dessa bedöms idag ha nått den tekniska mognadsgrad (TRL 8–9) som krävs för att investera i en fullskalig anläggning. Att invänta en utveckling av andra tekniker bedöms innebära att tidplanen skulle förskjutas flera år framåt i tiden.

13.2 Alternativ till valda katalysatorer

Katalysatorerna borsyra och vanadinpentoxid används i bio-CCS-anläggningen för att snabba på reaktionen och därmed effektivisera koldioxidinfångning. Borsyrans funktion är att som katalysator höja reaktionshastigheten mellan absorptionsvätskan och koldioxiden i rökgasen. Vanadin fungerar också som katalysator och har även en rostskyddande effekt.

Nedan beskrivs alternativ till att använda dessa katalysatorer. Alternativa katalysatorer beskrivs också i en substitutionsutredning som Stockholm Exergi har genomfört för borsyra och vanadinpentoxid, inom ramen för deras ansökan om tillstånd för bio-CCS i Värtahamnen.

13.2.1 Inga katalysatorer

Det är möjligt att köra processen utan katalysatorerna vanadin och borsyra. Att inte använda katalysatorerna i processen bedöms i nuläget medföra att avskiljningsgraden av koldioxid reduceras till som högst 80 procent med minskad klimatnytta som följd. Om bara vanadin tas bort från processen minskar avskiljningsgraden med cirka 10 procent och dess rostskyddande effekt uteblir.

För att erhålla samma avskiljningsgrad utan katalysatorer (90 procent) behövs ytterligare en absorber, vilket medför större ytbehov och ianspråktagande av mer naturmark. För att uppnå samma avskiljningsgrad utan katalysatorer krävs också ett större flöde av vätska och gas, vilket medför att mer energi behöver tillföras till avskiljningsprocessen.

Utan vanadin måste anläggningen byggas helt i rostfritt stål i stället för kolstål för att inte rosta. Idag planeras merparten av anläggningen att uppföras i rostfritt stål, men de stora kolonnerna och viss annan utrustning planeras inte vara helt i rostfritt stål, utan vara invändigt beklädda med rostfritt material. Om anläggningen skulle uppföras helt i rostfritt stål skulle det medföra en betydande merkostnad (uppskattningsvis cirka 70 procent högre kostnad för kolonner, rör, avspänningskärl och därtill hörande utrustning).

Den valda utformningen av anläggningen är mindre energikrävande samt yt- och kostnadseffektiv, vilket också krävs för att den tekniska licensgivaren för koldioxid-avskiljningsanläggningen ska ge nödvändiga garantier för avskiljningsgrad, energiförbrukning och energibalans med värmeåtervinning.

13.2.2 Katalysatorer som valts bort

Aminer

Aminer kan användas som absorbent likväl som katalysator. Dessa har valts bort bland annat på grund av att de är reaktiva och bildar nya aminer med hälsofarliga nedbrytningsprodukter som måste hanteras.

Salter av aminosyror

Exempel på aminosyrasalter som kan användas som katalysatorer är kaliumglycinat. En leverantör har utvecklat en CCS-process enligt HPC-modellen där salter av aminosyror nyttjas som katalysatorer. Fördelen är att de inte är hälsofarliga. Nackdelen är att salter av aminosyror, liksom aminer, kan bilda hälsofarliga nedbrytningsprodukter som nitrosaminer vilka behöver hanteras och hindras från att nå den omgivande miljön.

13.3 Alternativ kajkonstruktion

I förstudiearbetet har alternativa placeringar av kaj för utlastning av koldioxiden studerats. Det har handlat om att bygga en ny kaj eller förlänga den befintliga Igelstakajen med en helt eller delvis sammanhängande kajlinje. Slutsatsen från

utredningen är att möjligheterna att bygga kajen på alternativ plats jämfört med vald lokalisering är begränsade med anledning av de befintliga förhållandena och påverkan på omgivningen. Nedan följer en kort beskrivning av studerade alternativ och varför val har gjorts att inte arbeta vidare med lokaliseringsalternativet.

13.3.1 Förlängning av befintlig kaj mot söder.

I detta alternativ utreddes möjligheten att förlänga den befintlig Igelstakajen mot söder med cirka 170 meter. I alternativet ligger kajlinjen mellan 50 till 70 meter utanför dagens strandlinje och en utfyllnad utförs från dagens strandlinje som övergår till ett påldäck mot farleden. Fördelen med alternativet är att ny landyta tillskapas för både planerad koldioxidutlastning och bränslehantering. Kajplatsen skulle uppnå erforderligt vattendjup utan behov av muddring och möjlighet skulle finnas för att kunna förlänga kajen med ytterligare en kajplats. Sprängsten från bergschakt för anläggningen på land skulle kunna användas som material till utfyllnaden.

Alternativet valdes bort då placeringen av kajen skulle inkräkta på den utökade vändyta som krävs för att ta in större fartyg till både Igelstakajen och kajplatser i Södertälje Bränslehamn. Utökningen av vändytan är kopplad till Sjöfartsverkets pågående planeringsarbeten för att fördjupa och bredda farleden från Landsort och in till Södertälje hamn. Även om muddring inte krävs för tillskapande av tillräckligt vattendjup vid kajplatsen skulle en omfattande urgrävning av lösa massor krävas för att få en stabil utfyllnad i vattenområdet. Muddringsbehovet skulle således vara minst lika stort som vald lokalisering.

13.3.2 Förlängning av befintlig kaj mot norr

En förlängning av befintlig Igelstakaj mot norr har studerades som ett alternativ på ny kajplats för utlastning av koldioxid. Befintlig kaj kan förlängas med cirka 150 meter genom att bygga dykdalber och pålad lossningskaj för upp till 140 meter långa fartyg. Vattendjup på minst 10,2 meter uppnås idag inom befintlig hamnbassäng till cirka 75 meter norr om dagens Igelstakaj. Ett tankfartyg vid kajplatsen skulle ha en marginal på cirka 40 meter till farleden in mot Södertälje sluss och Mälaren och inte heller påverka passerande sjöfart. Muddringsarbeten skulle behöva utföras för att utöka hamnbassängen för kajplatsen mot norr där del av befintlig udde skulle behövas schaktas bort.

Alternativet är bortvalt på grund av lokaliseringen av kajen på norra sidan av befintlig kaj kommer innebära längre och mer komplicerade rördragningar som kan påverka dagens bränslehantering. En utbyggnad av kajen mot norr medför även att kajen kommer ligga närmare bostäder som kan medföra behov av extra skyddsåtgärder under både anläggningsskedet som driftskedet.

14. Referenser

Co-efficient (2023), Substitutionsutredning avseende användning av vanadinpentoxid och borsyra bio-CCS, Bilaga A.3 till Stockholm Exergi (2023).

Energiforsk (2022), Hållbarhetsbedömning av bio-CCS i fjärrvärmesektorn, rapport 2022:840.

KFS Anläggningskonstruktörer AB (2014), Miljökonsekvensbeskrivning till ansökan om utökat tillstånd för hamnverksamheten i Oljehamnen i Södertälje.

Norconsult (2024), Dagvattenutredning Karleby 2:9 m.fl. (Igelstaverket).

Stockholm Exergi (2023), Teknisk beskrivning och Miljökonsekvensbeskrivning, Bilaga A, Ändringstillstånd bio-CCS och förbränning av slam vid Värtaverket och Energihamnen.

Structor Riskbyrå (2024), Riskbedömning bio-CCS Igelstaverket. Bilaga B3 till MKBn.

Sweco (2024), Spridningsberäkningar av rökgaser vid Igelstaverket i Södertälje för ansökan om miljötillstånd. Bilaga B4 till MKBn.

Söderenergi (2022), Systemstudie bio-CCS Igelsta, Slutrapport till Energimyndigheten.

Södertälje kommun (2023), Samrådsunderlag Detaljplan för Karleby 2:9 m.fl. (Igelstaverket).

Tyréns (2024), PM hydrogeologi för ansökan om bortledning av grundvatten och ansökan om miljötillstånd för bio-CCS-anläggning vid Igelstaverket i Södertälje. Bilaga B7 till MKBn.

15. Bilagor

Bilaga A1: Översiktsritning för planerat verksamhetsområde

Bilaga A2: Kontrollprogram

Bilaga A3: Fixpunkt

Bilaga A4: Ritningar på kaj, muddringsområde, kylvattenintag och dumpningsområde

Bilaga A5: Dagvattenutredning, Norconsult 2024

Bilaga A6: Släckvattenutredning, Brandskyddslaget 2024

Bilaga A7: Geoteknisk undersökning, Cowi 2024