



NC02-YARA-A-RD-0004

UNCLASSIFIED

REPORT

Title: STUDY REPORT
PROJECT NO.16292
PROJECT NAME:CCS PORSGRUNN
LOCATION(SITE): PORSGRUNN

No. : 16292-A15-00025
Rev. : 03
Page : 1 of 43
Date : 2018-01-25

Dette dokumentet er en åpen versjon av Yaras rapport fra konseptvalg-fasen av prosjekt CCS (Carbon Capture and Storage) i Ammoniakkfabrikk NII ved Yara Porsgrunn. Sammenlignet med den konfidensielle rapporten av 15.09.2017 er alle referanser til underleverandørenes kostnadsestimater utelatt. Også referanser til tekniske detaljer som kan bidra til å identifisere underleverandørene og som refererer til den konfidensielle delen av deres teknologi er utelatt fra denne rapporten. Med utsettelsen av forstudiene synes timeplanen i den oppreinnelige rapporten fra september nå urealistisk, og den må revurderes ved oppstart av forstudien. Ingen vedlegg fra den konfidensielle rapporten er inkludert i denne åpne rapporten.



Title: STUDY REPORT	No. : 16292-A15-00025
PROJECT NO.16292	Rev. : 03
PROJECT NAME:CCS PORSGRUNN	Page : 2 of 43
LOCATION(SITE): PORSGRUNN	Date : 2018-01-25

CONTENTS

1. Sammendrag.....	4
2. Introduksjon.....	6
2.1 Studiens formål	6
2.2 Arbeidsomfang – Kostnader og tidsplan for studien.....	6
2.3 Ammoniakkfabrikk NII – Framtidsutsikter.....	8
3. KONSEPTVALG	9
3.1 Basis for estimatet.....	10
3.2 Beskrivelse av arbeidsomfang.....	11
3.2.1 Fangstanlegg for CO ₂ fra reformerens røykgass.....	11
3.2.2 Fangstanlegg for CO ₂ fra prosessgassen	11
3.2.3 Kondenseringsanlegg for fangst av CO ₂	12
3.2.4 Lagertanker og lasteanordninger	12
3.2.5 «OBL» Installasjoner.....	13
3.3 Investeringsestimater (CAPEX)	13
3.4 Driftskostnader, OPEX	15
4. Bærekraftig gjennomføring	16
4.1 Helse, miljø og sikkerhet	16
Styrende dokumenter.....	16
Krav iht lover og forskrifter	16
4.1.1 Arbeidsmiljø og helse.....	17
4.1.2 Sikkerhet – personer og prosess.....	17
4.1.3 Utslipp til luft og vann; nye komponenter eller endringer i forhold til dagens drift/tillatelser	18
4.1.4 HMS program (HES-programm; ref. YPO-P-06).....	20
4.2 Myndigheter	20
4.2.1 Relevant myndigheter som kan bli involvert i prosjektet	20
4.2.2 Myndighetsplan og søknader til relevante myndigheter.....	20
5. KvalitetsKontroll.....	21
5.1 Kvalitetsstyringssystem	21
5.2 Prosjekt Revisjoner	21
5.3 Prosjekt Risikostyring	21
5.4 Prosjekt KS aktiviteter I FEED fasen	22
6. Prosjektgjennomføring	23
6.1 Foreløpig gjennomføringsplan med anskaffelsestrategi.....	23
6.2 Plan og Budsjett for videre arbeid.....	25
7. Drift og teknologi.....	25
7.1 Ammoniakkfabrikk NII – CO ₂ kilder	25
7.1.1 Beskrivelse av CO ₂ -kilder	26
7.1.2 Forventet utvikling/variasjon i CO ₂ -kildens rate over tid	27



Title: STUDY REPORT	No. : 16292-A15-00025
PROJECT NO.16292	Rev. : 03
PROJECT NAME:CCS PORSGRUNN	Page : 3 of 43
LOCATION(SITE): PORSGRUNN	Date : 2018-01-25

7.1.3	Utslippskildens framtidsutsikter	28
7.2	Beskrivelse av de ulike alternativene for CO ₂ -fangst	28
7.2.1	Kilde 3, røykgass	28
7.2.1.1	Kort beskrivelse av teknologiene	29
7.2.1.2	Sammenligning av teknologiene	30
7.2.1.3	Driftskonsekvenser mot ammoniakkfabrikk NII	31
7.2.1.4	HMS-aspekter	32
7.2.1.5	Tillegg til arbeidsomfang for de ulike teknologiene	32
7.2.2	Fordeler og ulemper med de ulike teknologiene for røykgass	33
7.2.3	Kilde 1 og 2, nåværende vannvask	34
7.2.3.1	Beskrivelse av de ulike teknologiene	34
7.2.3.2	Sammenligning av teknologier	35
7.3	Kondenseringsanlegg	35
7.3.1	Kort beskrivelse av de ulike kondenseringsanleggene	36
7.3.2	HMS-aspekter	36
7.4	plassering av de ulike anlegg	38
7.5	Teknologikvalifisering	38
7.6	Driftsfilosofi	39
7.6.1	Driftssikkerhet	39
7.6.2	Vedlikeholdsfilosofi	39
7.6.3	Driftsfilosofi	39
7.6.4	Bemannings	40
7.6.5	Systemutprøving og testing	40
8.	Anbefaling og plan for videre arbeid	40
9.	Bidrag til teknologisk utvikling	42
10.	Opphavs- og eiendomsrett	43
11.	Vedlegg	43
	VEDLEGG GIS IKKE TIL DENNE ÅPNE RAPPORTEN	43



Title: STUDY REPORT
PROJECT NO.16292
PROJECT NAME:CCS PORSGRUNN
LOCATION(SITE): PORSGRUNN

No. : 16292-A15-00025
Rev. : 03
Page : 4 of 43
Date : 2018-01-25

1. SAMMENDRAG

Studien baserer seg på delrapporter fra 6 ulike leverandører og TCM, og på Yaras interne prosjekt-team (YPO). Studiene omfatter CO₂-gjenvinning både fra røykgassen og fra prosessgassen, flytendegjøring (kondensering) og rensing av fanget CO₂ samt lagring og utskipning over eksisterende kai.

To alternativer for gjenvinning fra prosessgass er utredet:

- vakuumbrensing av vannet som sirkulerer i vannvask-avsnittet
- utskifting av hele den vannvaskbaserte CO₂-fjerningsenheten med en aminbasert enhet

To alternativer for gjenvinning fra røykgasskilden er også utredet:

- aminbasert absorpsjonsmedium (solvent).
- ammoniakkbasert absorpsjonsmedium (solvent)

Forutsatt at ammoniakfabrikken går for fullt hele året, kan inntil ca. 450 kt (450.000 tonn) CO₂ per år gjenvinnes fra prosessgassen. Av dette er inntil ca. 200 kt tilgjengelig allerede, og blåses i dag til friluft via nitrosepipa («Kilde 1»), mens 250 kt ikke er tilgjengelig, idet dette er CO₂ blandet med luft som i dag blåses til friluft i NII. Inntil ca. 330 kt/år kan gjenvinnes fra røykgassen. Disse to prosessavsnittene er uavhengige av hverandre, slik at inntil ca. 780 kt/år kan gjenvinnes totalt dersom man bygger begge anleggene. Samtidig utbygging, som dette krever, vil imidlertid være prosjektmessig svært krevende. Vi ser bort fra nitrosepipa i det følgende, da innholdet i denne strømmen går kraftig ned dersom fabrikken kjøres med redusert last eller med naturgass som råstoff.

Estimatene på investeringskostnadene for CO₂-fangst fra prosessgass og fra røykgass ligger hver for seg på mer enn en milliard kroner.

Driftskostnadsestimatet totalt er rundt tre ganger høyere for røykgassalternativet enn for prosessgass-alternativet, noe som reflekterer både høyere bemanning og langt høyere energiforbruk, samt høyere forventede vedlikeholdskostnader.

Forutsatt begrensede tidligtiltak høsten 2018 kan ferdigstilling og igangkjøring av et fangstanlegg for CO₂ fra prosessgassen samt kritisk tilknytning for et fangstanlegg for CO₂ fra røykgassen foregå under den planlagte revisjonsstansen i 2021. Kondenserings-, lager og utskipningsanlegg kan stå klare i 2022. Med utsettelsen av forstudiene synes denne timeplanen nå urealistisk, og den må revurderes ved oppstart av forstudien.



Title: STUDY REPORT
PROJECT NO.16292
PROJECT NAME:CCS PORSGRUNN
LOCATION(SITE): PORSGRUNN

No. : 16292-A15-00025
Rev. : 03
Page : 5 of 43
Date : 2018-01-25

Prosessgassalternativet og det ammoniakkbaserte røykgassalternativet kan begge gjennomføres med tilfredsstillende hensyn til helse, miljø og sikkerhet, men samtidig gjennomføring vil kunne bli komplekst og krevende.

En usikkerhet ved de aminbaserte røykgassalternativene er at konsesjonsvilkårene er knyttet til nivået av visse kreftfremkallende nedbrytningsprodukter av amin og oksygen, som kan opptre som følge av slike anlegg, målt i lokale resipienter. Dette er utslippskomponenter som Yara ikke har egen kompetanse på og som heller ikke eksisterer i Porsgrunn i dag. For Yara er det derfor ikke aktuelt å etablere et slikt anlegg i Porsgrunn.

Yara vurderer de konseptene som er vurdert slik:

- 1) Fangst fra prosessgass – laveste kostnader både i investering og drift , og med større fangstvolum enn fra røykgass. Liten læringseffekt, men mest CO₂ for pengene.
- 2) Fangst fra ammoniakkbasert røykgassrensing – Totalkostnader sammenlignbare med aminbasert røykgassteknologi. Håndtering av ammoniakk er velkjent for Yara, og en enklere kjemi gir en mer oversiktlig utslipps-situasjon. Videre studier kan gi referanse for fullskala anlegg.
- 3) Fangst fra aminbasert røykgassrensing – kostnader på linje med en ammoniakkbasert prosess, men en mer komplisert kjemi kan være en ulempe for Yara på utslippsiden, se over, og Yara ønsker ikke å gå videre med dette alternativet.
- 4) Fangst fra vannvask med vakuumprosess. Marginal investeringsfordel, men en installasjon vil komme som et tillegg til eksisterende prosessanlegg og dermed fordyre driften vesentlig. I praksis ikke interessant som læring for annen CO₂-fangst. Yara ønsker ikke å gå videre med dette alternativet.
- 5) I tillegg har Gassnova på et sent tidspunkt bedt om et kostnadsestimat for kondensering og lagring av den rene CO₂-gassen i Kilde 1, «nitrosepipa», som utgjør opp til 200 kt per år. Basert på ekstrapolering av øvrige studiedata er investeringskostnadene foreløpig estimert til noe under halvparten av hvert av de andre fangstanleggene og med driftskostnader i nærheten av prosessgassalternativet og klart lavere enn for røykgass. Liten læringseffekt, men omtrent like mye CO₂ for hver krone som prosessgassalternativet. Et mer nøyaktig estimat er under utarbeidelse.

En hensiktsmessig innkjøpsstrategi må etableres for å sikre realismen i de kostnadsnivåene som studiene etablerer. Den kompakte timeplanen for forstudiefasen, selv med en forlengelse til 15. september 2018, vanskeliggjør en klassisk, åpen anbudskonkurranse. Yara foreslår i stedet å engasjere to av leverandørene for å studere hvert sitt ulike fangstkonsept i neste studiefase:



Title: STUDY REPORT
PROJECT NO.16292
PROJECT NAME:CCS PORSGRUNN
LOCATION(SITE): PORSGRUNN

No. : 16292-A15-00025
Rev. : 03
Page : 6 of 43
Date : 2018-01-25

NB: Ingen vedlegg fra den konfidensielle rapporten er inkludert i denne uklassifiserte rapporten.

2. INTRODUKSJON

Dette er Yaras endelige rapport fra konseptstudien. Alle volumstrømmer og driftskostnader er i rapporten beregnet ved full utnyttelse av ammoniakkfabrikkens kapasitet. Historisk kapasitetsutnyttelse har imidlertid vært langt lavere, og Yara forventer at dette driftsmønsteret også i fremtiden vil bestå. For kapasitets- og volumtall som beskriver fanget CO₂ vil således «opp til» være underforstått. For faste kostnader som uttrykkes per tonn CO₂, vil «minst» være underforstått. Variable kostnader og forbrukstall vil ikke i særlig grad påvirkes av dette.

Yara vurderer for tiden muligheter for å endre råstoff i ammoniakkfabrikken fra etan/våtgass til LNG. En slik omlegging vil muligens kunne realiseres før CO₂-fangst starter og gi noe mindre CO₂, men det vil ikke endre hovedkonklusjonene i denne rapporten, slik Yara vurderer det. Yara anbefaler at designbasis for forstudien inkluderer LNG som basisalternativ.

2.1 STUDIENS FORMÅL

Den norske regjering har igangsatt dette prosjektet for å utrede fullskala fangst og lagring av CO₂ fra norske virksomheter. I en mulighetsstudie ble Yaras ammoniakkfabrikk NII på Herøya i Porsgrunn identifisert som en egnet kilde for fangst av CO₂. I desember 2016 utlyste Gassnova en konkurranse for å bygge og drive CO₂-fangstanlegg for permanent lagring i en undersjøisk bergstruktur, Smeaheia, som ligger vest for Mongstad. Yara ble i mai 2017 tildelt en kontrakt for gjennomføring av konsept- og FEED studier for fangst av CO₂ fra ammoniakkfabrikk NII. Studiene omfatter mulig fangst av CO₂ både fra prosessgass-strømmen og fra røykgassen fra denne fabrikken.

Formålet med studiene i denne fasen, frem til konseptvalg, er å avklare i hvilken grad de ulike teknologiene er teknisk egnet for CO₂-fangst fra ammoniakkfabrikk NII og å fremskaffe kostnadsestimater med et nøyaktighetsnivå på +/- 30 %. Studiene skal være et beslutningsunderlag for Gassnova og Yara for eventuell videreføring gjennom forstudie, inkludert «FEED» (front end engineering and design), som vil danne beslutningsunderlag for eventuell realisering.

2.2 ARBEIDSMANGFANG – KOSTNADER OG TIDSPLAN FOR STUDIEN

Ammoniakkfabrikk NII produserer ammoniakk (NH₃) fra LPG (etan, propan) basert på en dampreformer. LPG brukes både som råstoff i prosessen og til fyring av brennere for å



Title: STUDY REPORT
PROJECT NO.16292
PROJECT NAME:CCS PORSGRUNN
LOCATION(SITE): PORSGRUNN

No. : 16292-A15-00025
Rev. : 03
Page : 7 of 43
Date : 2018-01-25

skape den høye temperaturen som reformeren krever. CO₂ genereres både i røykgassen fra brennerne og i prosessgassen, og disse gasstrømmene utgjør separate utslippskilder for CO₂ i fabrikk. Røykgassen slippes i dag til luft uten noen form for CO₂-rensing.

For å få en riktig gass-sammensetning på prosessgassen må CO₂ fjernes fra denne. I dag absorberes all CO₂ i vann («vannvask») og fjernes derved fra gassen. Omtrent 60 % av den CO₂-mengden som fjernes, er tilgjengelig som ren CO₂-gass og kan i prinsippet kondenseres (gjøres flytende). I dag kondenseres ca. 30 % av CO₂-gassen fra vannvasken og selges som et kommersielt produkt.

Studiene vurderer fangstmetoder for å fange 90 % av tilgjengelig CO₂ fra røykgassen og all CO₂ fra prosessgassen. Studiene omfatter også tilhørende anlegg for rensing og kondenseringsanlegg for fanget CO₂ samt overføringsledninger, lagertanker og lasteanordninger for å overføre til skip. Videre transport til mellomagring på Vestlandet og endelig deponering er ikke omfattet av denne studien.

Studien er delt inn i flere «pakker». Flere leverandører har utarbeidet delstudier for de ulike pakkene, dels ved bruk av ulike teknologiske konsepter. Følgende elementer er utarbeidet av de ulike leverandørene.

Leverandør 1

- Fangst av CO₂ fra røykgassen ved bruk av en aminbasert løsning

Leverandør 2

- Fangst av CO₂ fra røykgassen ved bruk av en aminbasert løsning
- Kondensering av fanget CO₂ fra eget fangstanlegg med energigjenvinning

Leverandør 3

- Fangst av CO₂ fra røykgassen ved bruk av en aminbasert løsning

Leverandør 4

- Fangst av CO₂ fra røykgassen ved bruk av en ammoniakkbasert løsning (Chilled Ammonia Process – CAP)
- Kondensering av fanget CO₂ fra eget fangstanlegg

Leverandør 5

- Fangst av CO₂ fra eksisterende vannvask ved bruk av vakuumentnologi

Leverandør 6

- Fangst av CO₂ fra prosessgass ved bruk av en aminbasert løsning



Title: STUDY REPORT
PROJECT NO.16292
PROJECT NAME:CCS PORSGRUNN
LOCATION(SITE): PORSGRUNN

No. : 16292-A15-00025
Rev. : 03
Page : 8 of 43
Date : 2018-01-25

Leverandør 7

- Kondensering av fanget CO₂ fra hver av de to nevnte kilder
- Overføring av kondensert CO₂ til lagertanker
- Lagertanker og lasteanordning for lasting av CO₂ til skip

Leverandør 8:

- OBL, hjelpesystemer og infrastruktur

TCM (Technology Center Mongstad)

- TCM har vært engasjert for generell informasjonsutveksling vedrørende fangstteknologi samt for felles gjennomgang av testerfaringer med teknologileverandører som har utført testkampanjer ved TCM test senter på Mongstad

Prosjektet som helhet er administrert og gjennomført med egne Yara- ressurser supplert med noen innleide konsulenter.

Delstudiene med teknologileverandørene ble igangsatt medio april 2017. Yaras konseptstudie- rapport ble godkjent av Gassnova den 18. oktober 2017.

Kostnadene for Yaras prosjektteam under konseptstudien ble dekket av Yara. Kostnadsene for delstudier gjennomført av teknologileverandører og andre ble dekket av Gassnova. Studiene har blitt gjennomført innenfor de avtalte estimater og rammer.

2.3 AMMONIAKKFABRIKK NII – FRAMTIDSUTSIKTER

Yara kan ikke garantere å opprettholde driften av ammoniakkproduksjon i Porsgrunn over et lengre tidsforløp. Fabrikken er eksponert for prissvingninger på importert gass og for svingende priser på ammoniakk i verdensmarkedet. Ammoniakkproduksjonen må være lønnsom på egne ben for å levere flytende CO₂ inn i CCS-kjeden.

Dagens råstoff, etan, er ikke ubegrenset tilgjengelig i Nord-Europa, og kommersielle kontrakter har normalt en begrenset varighet. Yara har derfor startet et internt prosjekt for å vurdere en mulig konvertering av fabrikken til flytende naturgass, LNG. For en slik ombygning må Yara etablere en langsiktig forsyningskontrakt på LNG, bygge en mottaks-, lager- og regassifiseringsterminal på Herøya og i tillegg gjøre vesentlige endringer i produksjonsanlegget. Dette vil bety store investeringer. Yaras interne prosjektutvikling er ment å falle sammen i tid med videre CCS-utredninger.



Title: STUDY REPORT
PROJECT NO.16292
PROJECT NAME:CCS PORSGRUNN
LOCATION(SITE): PORSGRUNN

No. : 16292-A15-00025
Rev. : 03
Page : 9 of 43
Date : 2018-01-25

Selv om konvertering til LNG heller ikke er noen garanti for at fabrikken vil kunne drive for fullt i alle år fremover, antar Yara at dersom Yara samtidig investerer betydelig i et LNG-prosjekt i den samme fabrikken, vil det kunne bety økt finansiell komfort på statens side ved eventuell støtte til realisering av Yaras fangstprosjekt. CO₂-produksjonen med LNG som råstoff vil bli noe lavere enn angitt i denne konseptstudien, idet spesifikk CO₂-mengde reduseres med ca. 20% for prosessgass og ca. 10 % for røykgass.

3. KONSEPTVALG

Basert på kostnadsanalysene, vedlegg 2, «Basis of Estimate», og vedlegg 1, «Process Study Report», som omfatter økonomiske, tekniske og miljømessige vurderinger, fremmer Yara følgende konsept som «Base Case» i forstudiefasen:

- Fangstanlegg for CO₂ fra røykgassen basert på CAP teknologi, alternativt
- Fangstanlegg for CO₂ fra prosessgassen basert på aMDEA teknologi
- Installasjoner for kondensering av fanget CO₂, lagertanker og lasteanordninger

Det er svært lite sannsynlig at en røykgassutbygging og en prosessgassutbygging kan gjennomføres samtidig. For fangstanlegget fra røykgassen har en vurdert ulike aminbaserte teknologier og ammoniakkbasert teknologi. Begge teknologitypene anses som egnet, men Yara vil anse videreføring av studiene for fangstanlegget basert på den såkalte «Chilled Ammonia»-prosessen, CAP mest egnet på Herøya. Kostnadmessig er konseptene sammenlignbare. Miljømessig anser imidlertid Yara den ammoniakkbaserte prosessen klart fordelaktig i Porsgrunn, da en ikke får problemstillinger relatert til utslipp av helsefarlige, oksiderte aminforbindelser. Yara ønsker ikke å introdusere problemutslipp fra ammoniakkfabrikken når dette kan unngås ved alternativ teknologi uten vesentlige kostnadsulemp. CAP-prosessen er også den teknologien som har mest å vinne utviklings- og referansemessig på å bli med i det videre løpet.

For fangstanlegget fra prosessgassen velger Yara å videreføre studiene for et fangstanlegg basert på aminteknologi, som er en velprøvd teknologi. Man har studert to mulige prosessføringer. En mulighet er å installere et ekstra prosesstrinn med vakuumelekstraksjon av CO₂ fra CO₂-mettet vann i dagens vannvaskprosess. Dette vannet resirkuleres i dag etter fjerning av CO₂ ved kontakt med luft. En alternativ mulighet er å installere et helt nytt CO₂-fangstanlegg basert på aminteknologi til erstatning for dagens vannvaskanlegg.

Begge teknologiene anses som egnet, men aminteknologien er å anse som utprøvd og etablert som «Best Available Technique» (BAT) for fjerning av CO₂ fra prosessgass. Vakuumenteknologien har ingen referanser for CO₂-fjerning, men brukes for oksygenfjerning



Title: STUDY REPORT	No. : 16292-A15-00025
PROJECT NO.16292	Rev. : 03
PROJECT NAME:CCS PORSGRUNN	Page : 10 of 43
LOCATION(SITE): PORSGRUNN	Date : 2018-01-25

fra vann i annen industri. Yara er ikke kjent med at det er vesentlige CO₂-utslipp andre steder som kan nyttiggjøre seg en slik vakuumprosess.

Det aminbaserte fangstanlegget for CO₂ fra prosessgassen vil medføre en fullstendig utskifting av dagens eksisterende vannvaskanlegg og vil bli integrert i fabrikkens for å etablere optimal energituttnyttelse. Dette anlegget vil ikke kreve bemanning utover det som i dag er allokert til vannvask. Det medfører ikke tilsvarende utslippsproblemer rundt oksiderte aminer som røykgassbehandling med aminer, siden det ikke finnes oksygen i prosessgassen.

Det vakuumbaserte fangstanlegget vil bli et stort prosessanlegg som kommer i tillegg til dagens vannvaskanlegg. Det vil både medføre en vesentlig økning i energiforbruket, dvs. i variable kostnader, og et økt bemanningsbehov sammenlignet med aminanlegget. Økningen i energiforbruket og økningen i fabrikkens kompleksitet, med tilhørende risiko for tappt produksjon, gjør at Yara ikke finner det interessant å gå videre med denne teknologien selv om estimatet for investeringer er marginalt lavere enn å bygge et nytt prosessavsnitt.

3.1 BASIS FOR ESTIMATET

Basis dokumenter for utarbeidelse av estimatene har blant annet vært:

- Gassnova kontrakt
- Yara prosjekt design basis
- Studierapporter fra Teknologileverandører
- Yara Project Office (YPO) kvalitetssystem
- Mekaniske utstyrslister
- Plot planer
- Typiske Pipe & Instrument Diagrams (P&ID)
- Foreløpig 3 D modeller
- Overordnede terminplaner

Økonomisk basis:

- Anleggene plassert ved Ammoniakkfabrikken Yara Porsgrunn, Norge
- Kostnadsnivå pr. oktober 2018
- Estimater er gitt i NOK
- Start Realisering første kvartal 2019
- Oppstart desember 2022



Title: STUDY REPORT	No. : 16292-A15-00025
PROJECT NO.16292	Rev. : 03
PROJECT NAME:CCS PORSGRUNN	Page : 11 of 43
LOCATION(SITE): PORSGRUNN	Date : 2018-01-25

3.2 BESKRIVELSE AV ARBEIDSOMFANG

3.2.1 Fangstanlegg for CO₂ fra reformerens røykgass

Arbeidsomfanget for fangst av CO₂ fra røykgassen inkluderer, men er ikke begrenset til:

- Riving av bygg 215 for å fristille egnet tomt
- Oppføring av bygg tilsvarende bygg 215 på annet sted på Herøya
- Grunnarbeider som graving, pæling støpte fundamenter og faste dekker
- Tilknytning til eksisterende røykgasskanal med avgreining til fangstanlegget
- Komplette fangstanlegg med alle nødvendige enheter og strukturer for å kjøle ned og rens røykgassen, fange CO₂ og sende denne i gassform til et kondenseringsanlegg
- Stålstrukturer og fundamenter for alle installasjoner
- Plattformer, stiger, trapper, rekkverk og annet for å sikre god og sikker adkomst for drifts- og vedlikeholds-personell
- Første fylling av fangst kjemikalier
- Reservedeler for «commissioning» og oppstart og 2 års drift
- «Capital Spares»
- Prosjektledelse, detalj engineering og byggeledelse
- Opplæring
- «Commissioning» og oppstart
- Alle «utilities» og energier vil bli fremført til fangstanlegget som en del av arbeidsomfanget for «OBL»

3.2.2 Fangstanlegg for CO₂ fra prosessgassen

Arbeidsomfanget for fangst av CO₂ fra ammoniakfabrikkens prosessgass inkluderer men er ikke begrenset til:

- Grunnarbeider som graving, pæling, støpte fundamenter og faste dekker
- Tilknytning til eksisterende prosessgassrør
- Varmevekslere for å fremskaffe energi for regenerering av fangstmediet
- Komplette fangstanlegg med alle nødvendige enheter og strukturer for å fange CO₂ fra prosessgassen og sende denne i gassform til et kondenseringsanlegg
- Stålstrukturer og fundamenter for alle installasjoner
- Plattformer, stiger, trapper, rekkverk og annet for å sikre god og sikker adkomst for drifts og vedlikeholds-personell
- Stålstrukturer og fundamenter for alle installasjoner



Title: STUDY REPORT	No. : 16292-A15-00025
PROJECT NO.16292	Rev. : 03
PROJECT NAME:CCS PORSGRUNN	Page : 12 of 43
LOCATION(SITE): PORSGRUNN	Date : 2018-01-25

- Første fylling av fangst kjemikalier
- Reservedeler for «commissioning», oppstart og 2 års drift
- «Capital Spares»
- Prosjektledelse, detalj engineering og byggeledelse
- Opplæring
- «Commissioning» og oppstart
- Alle «utilities» og energier vil bli fremført til fangstanlegget som en del av arbeidsomfanget for «OBL»

3.2.3 Kondenseringsanlegg for fangst av CO₂

Arbeidsomfanget for Kondenseringsanlegg for fanget CO₂ inkluderer, men er ikke begrenset til:

- Riving av innvendige plattformer og strukturere i bygg 162
- Grunnarbeider som graving, pæling, støpte fundamenter og faste dekker
- Kompressorer og hjelpesystemer for å komprimere CO₂ gassen til et valgt trykk for avspenning og kjøling for å produsere flytende CO₂
- Systemer for å gi tilstrekkelig kjøling til å kondensere CO₂ gassen
- Installasjoner for rensing av CO₂ for å møte prosjektets produktspesifikasjoner
- Elektrisk «sub station» og strømtilførsel til alle brukere
- Stålstrukturer og fundamenter for alle installasjoner
- Plattformer, stiger, trapper, rekkverk og annet for å sikre god og sikker adkomst for drifts og vedlikeholds-personell
- Reservedeler for «commissioning» og oppstart og 2 års drift
- «Capital Spares»
- Prosjektledelse, detalj engineering og byggeledelse
- Opplæring
- «Commissioning» og oppstart
- Alle «utilities» og energier vil bli fremført til fangstanlegget som en del av arbeidsomfanget for «OBL»

Det har vært reist et spørsmål hvorvidt spesifikasjonen på CO₂ kan gjøres mindre streng for om mulig å redusere investeringskostnadene. Eventuelle konsekvenser av dette vil fremkomme som en del av studien.

3.2.4 Lagertanker og lasteanordninger

Arbeidsomfanget for lagertanker og lasteanlegg inkluderer men er ikke avgrenset til:



Title: STUDY REPORT	No. : 16292-A15-00025
PROJECT NO.16292	Rev. : 03
PROJECT NAME:CCS PORSGRUNN	Page : 13 of 43
LOCATION(SITE): PORSGRUNN	Date : 2018-01-25

- Grunnarbeider som graving, pæling, støpte fundamenter og faste dekker
- Lagertanker med nødvendige ventiler og rørledninger samt anlegg for å rekondensere gass (boil-off) som følge av tilført varme fra omgivelsene
- Rørledninger, pumper og tilknytnings utstyr for å tilkoble seg båtens tanker og å overføre flytende CO₂ fra lageranlegget til båtens tanker
- Analyseutstyr for å verifisere CO₂ -kvalitet
- Stålstrukturer og fundamenter for alle installasjoner
- Fremføring av landstrøm, 690 V/ 480 kW

Endringer på kaier er per dato ikke inkludert da det ikke finnes underlag vedrørende båtenes utforming og krav til utforming og utstyr på kai. Det er tatt budsjettmessig høyde for mindre justeringer av kaier.

3.2.5 «OBL» Installasjoner

De enkelte prosessanlegg er prosjektert som frittstående anlegg. En egen studie omfatter fremføring av energier og utilities og sammenknytning av fangstanleggene og kondenseringsanleggene samt rør for transport av flytende og gassformig CO₂ mellom kondenseringsanleggene og lagertankene. Denne studien omfatter også tilknytning til de elektriske høyspent-anleggene samt design og bygging av styrings- og kontroll systemer.

3.3 INVESTERINGSESTIMAT (CAPEX)

Det er utarbeidet konseptstudie estimater for fire forskjellige «caser», hvor estimatene og tilhørende underlag er modnet iht. AACE RP 18R-97 Cost Estimate Classification System – As Applied in Engineering, Procurement, and Construction for the Process Industries, AACE March 2016 og utført til Klasse 3 i AACE RP 18R-97, dvs omlag +/- 30 % nøyaktighet.

Det er gjort estimater for 4 konsepter. Hovedtrekkene for disse 4 konseptene er beskrevet som følger:

«Base Case» (Kilde 2 & 3) som består av

- Kilde 2 – Prosessgass – Erstatning av dagens vannvask, inkluderer kilde 1
- Kilde 3 – Røykgass – Fangst med CAP teknologi
- Rensing og kondensering av CO₂ fra kilde 2 & 3
 - (Inkluderer ikke den mengde som går til Praxair)
- Energier og hjelpesystemer
- Rørledninger
- Lagertanker



Title: STUDY REPORT	No. : 16292-A15-00025
PROJECT NO.16292	Rev. : 03
PROJECT NAME:CCS PORSGRUNN	Page : 14 of 43
LOCATION(SITE): PORSGRUNN	Date : 2018-01-25

- Installasjoner for lasting av CO₂ til båt
- Infrastruktur
- Midlertidige installasjoner
- Riving & erstatning av bygg 215 for å gi plass til fangstanlegg, kilde 3

«**Case 1**»- (**Kilde 2**) som består av

- Kilde 2 – Prosessgass – Erstatning av dagens vannvask, inkluderer kilde 1
- Rensing og kondensering av CO₂ fra kilde 2
 - (Inkluderer ikke den mengde som går til Praxair)
- Energier og hjelpesystemer
- Rørledninger
- Lagertanker
- Installasjoner for lasting av CO₂ til båt
- Infrastruktur
- Midlertidige installasjoner

«**Case 2**» (**Kilde 3**) som består av

- Kilde 3 – Røygass – Fangst med CAP teknologi
- Rensing og kondensering av CO₂ fra kilde 3
- Energier og hjelpesystemer
- Rørledninger
- Lagertanker
- Installasjoner for lasting av CO₂ til båt
- Infrastruktur
- Midlertidige installasjoner
- Riving & erstatning av bygg 215 for å gi plass til fangstanlegg, kilde 3

«**Case 3**» (**Kilde 1**) som består av

- Rensing og kondensering av CO₂ som i dag slippes ut i nitrosepipa
- Energier og hjelpesystemer
- Rørledninger
- Lagertanker
- Installasjoner for lasting av CO₂ til båt
- Infrastruktur
- Midlertidige installasjoner

Estimatene på investeringskostnader for CO₂-fangst fra prosessgass og for fangst fra røygass ligger hver for seg over NOK 1 milliard. Røygass-alternativet medfører klart høyere investeringskostnader enn prosessgass-alternativet.



Title: STUDY REPORT
PROJECT NO.16292
PROJECT NAME:CCS PORSGRUNN
LOCATION(SITE): PORSGRUNN

No. : 16292-A15-00025
Rev. : 03
Page : 15 of 43
Date : 2018-01-25

Kostnadsestimatene omfatter alle kostnader inkludert nødvendige tillegg for å bygge anleggene. (EPC Turn Key Lump Sum).

Kostnader som ikke er inkludert i estimatet:

- Kostnad for Forprosjekt
- Skip for transport av CO₂
- Usikkerhet vedrørende «Design Basis» for CO₂ til «skip»
- Usikkerhet vedrørende kontraktsformat og tidspunkt for kontrakt med OED
- Rivning og fjerning av «nye» installasjoner
- Modifisering av kai (mindre modifikasjoner er tatt hensyn til)
- Prosjektreserve

3.4 DRIFTSKOSTNADER, OPEX

Kostnadene forbundet med de enkelte innsatsfaktorene som spesifisert av lisensgiver er beregnet, og gruppert..

En ser at solvent-kostnadene («Capture media») er store, men ikke avgjørende. Behandling av avfallsstoffer er også betydelige, men heller ikke disse kostnadene er av avgjørende betydning.

De store driftskostnadene ligger generelt på elektrisk strøm, og damp (“Utilities”), bemanning og til dels vedlikehold. Prosessgass-alternativet benytter energi allerede tilgjengelig i prosessen, og driftes av eksisterende bemanning i ammoniakfabrikken.

Strømprisene er basert på tariffutvikling fra Statnett.

Kostnadene for damp er avhengige av den reelle dampbalansen i Industriparken. En pris som reflekterer et visst underskudd på damp er lagt til grunn. Dette gir betydelig utslag i OPEX og vil bli grundigere undersøkt under FEED-fasen, der dette også må sees i lys av effekten av mulige, andre store prosjekter ved Yara Porsgrunn.

Case 1, prosessgass kan drives med dagens antall ansatte, mens røykgassanlegget krever en ny, dedikert driftsstab. De variable kostnadene per tonn CO₂ for prosessgass-alternativet, sammenlignet med dagens kostnader, omfatter hovedsakelig kondensering av CO₂-gass. Røykgassanlegget krever, i tillegg til kondensering av CO₂, store mengder energi for å



Title: STUDY REPORT
PROJECT NO.16292
PROJECT NAME:CCS PORSGRUNN
LOCATION(SITE): PORSGRUNN

No. : 16292-A15-00025
Rev. : 03
Page : 16 of 43
Date : 2018-01-25

frigjøre CO₂ som er absorbert i kjemikalier, med vesentlig høyere kostnader per tonn CO₂ som resultat. Driftskostnadsestimatet totalt er således rundt tre ganger høyere for røykgass-alternativet enn for prosessgass- alternativet, noe som reflekterer både høyere bemanning og langt høyere energiforbruk, samt høyere forventede vedlikeholdskostnader.

4. BÆREKRAFTIG GJENNOMFØRING

4.1 HELSE, MILJØ OG SIKKERHET

Styrende dokumenter

Alle relevante lover, forskrifter, EU direktiver etc. skal følges selv om de eventuelt ikke er spesifikt nevnt nedenfor. I tillegg gjelder alle Yaras bestemmelser samt bestemmelser for Herøya Industripark.

Krav iht lover og forskrifter

Dette omfatter minimum følgende lover og forskrifter, men andre bestemmelser kan også være aktuelle:

- Internkontrollforskriften FOR1996-12-06-1127
- Plan- og Bygningslov, LOV-2008-06-27-71,
- Forurensningsloven (MD), LOV-1981-03-13-6,
- Arbeidsmiljøloven – AML, LOV-2005-06-17-62,
- Forskrift om konsekvensutredninger, FOR-2017-06-21-854,
- Byggherreforskriften, FOR-2009-08-03-1028,
- Brann- og eksplosjonsvernloven (DSB), LOV-2002-06-14-20,
- Lov om tilsyn med elektriske anlegg og elektrisk utstyr med forskrifter (DSB), LOV-1929-05-24-4,
- Forskrift om håndtering av farlig stoff (DSB), FOR-2009-06-08-602,
- Forskrift om begrenning av forurensing (MD), FOR-2004-06-01-931,
- Forskrift om tiltaksverdier for fysiske og kjemiske faktorer i arbeidsmiljøet (støy, vibrasjoner, stråling, kjemikalier m.v.) FOR-2014-12-22-1885,
- Byggesaksforskriften FOR-2010-03-26-488,
- Forskrift om utforming og innretning av arbeidsplasser og arbeidslokaler (Arbeidsplassforskriften) FOR-2011-12-06-1356,
- Forskrift om maskiner, FOR-2009-05-20-544,
- Forskrift om trykkpåkjent utstyr, FOR-1999-06-09-721,



Title: STUDY REPORT	No. : 16292-A15-00025
PROJECT NO.16292	Rev. : 03
PROJECT NAME:CCS PORSGRUNN	Page : 17 of 43
LOCATION(SITE): PORSGRUNN	Date : 2018-01-25

- Forskrift om utførelse av arbeid, FOR-2011-12-06-1357, Contract use of foreign electrical installation contractors (Norwegian Directorate for Civil Protection)/ EU Directive 2005/36/EF.
- Yaras styrende dokumenter med aktuelle tekniske og operasjonelle standarder
- Yara Project Office (YPO) prosedyrer
- Yara Porsgrunn (POR) bestemmelser og prosedyrer
- Herøya Industripark (HIP) bestemmelser

Det vil bli utarbeidet et HES program med detaljert oversikt over aktuelle lover og bestemmelser. HES programmet vil bli oppdatert i forhold til prosjektaktivitetene i de forskjellige fasene av prosjektet.

4.1.1 Arbeidsmiljø og helse

Prosjektet vil bruke en systematisk tilnærming til HMS for å oppnå resultater i tråd med Yaras filosofi.

Det overordnede kravet er å legge til rette for et arbeidsmiljø som gir full trygghet mot fysiske og psykiske skadevirkninger, og med en velferdsmessig standard som til enhver tid er i samsvar med den teknologiske og sosiale utvikling i samfunnet.

De fysiske rammebetingelsene for tilrettelegging av et godt arbeidsmiljø vil foregå i tett dialog med, og med krav overfor teknologileverandørene iht Yaras krav og mål samt relevante myndigheters krav.

HES er like viktige som produksjon, økonomi og kvalitet. Hvis konflikter oppstår mellom dem, har opprettholdelse av et tilstrekkelig sikkerhets nivå førsteprioritet.

4.1.2 Sikkerhet – personer og prosess

Målet for personsikkerhet er at prosjektet skal gjennomføres uten skader. Det vil legges stor vekt på å unngå skader på personell, miljø og materiell.

Det skal arbeides systematisk og målrettet iht Yaras bestemmelser og Yaras HES- kultur for å forebygge og identifisere hendelser som kan føre til ulykker. Alle hendelser vil bli analysert for å kartlegge behov for gjennomføring av korrigerende tiltak.

HAZID-studie ble utført 12. juli 2017 med identifisering av tiltak som vil bli gjennomført. Funnene som er registrert med angivelse av risiko er basert på tilgjengelig kunnskap og kompetanse ved tidspunktet for utførelsen av Hazid studien, vedlegg 14, «HAZID Report».



Title: STUDY REPORT
PROJECT NO.16292
PROJECT NAME:CCS PORSGRUNN
LOCATION(SITE): PORSGRUNN

No. : 16292-A15-00025
Rev. : 03
Page : 18 of 43
Date : 2018-01-25

Det vil bli gjennomført tiltak for å redusere risiko i prosjekteringsfasen slik at risiko vil bli akseptabel ved realisering av prosjektet.

Det ble identifisert totalt 42 aktiviteter som vil bli fulgt opp med tiltak i FEED fasen av prosjektet. For øvrig vises det til Hazid studien (vedlegg 14).

Forøvrig vil følgende studier bli gjennomført:

- Teknisk flytskjema (TFS) gjennomgang
- Hazard and operability report (HAZOP)
- Safety Integrity Level classification report (SIL analyse)
- Quantitative Risk Analysis (QRA)
- 3D modellvurdering

4.1.3 **Utslipp til luft og vann; nye komponenter eller endringer i forhold til dagens drift/tillatelser**

Flere konsepter for fangst av CO₂ fra prosessgassen og fra røykgassen er vurdert, fra til sammen 5 teknologileverandører. For fangst av CO₂ fra prosessgassen er det vurdert å enten bruke vakuüm-stripping for å fjerne CO₂ fra vannet i eksisterende vannvask prosess eller å erstatte eksisterende vannvask prosess med en ny aminbasert prosess. For fangst av CO₂ fra røykgassen er det vurdert å bruke enten aminbasert teknologi eller en ammoniakkbasert teknologi. Nye utslippskomponenter er relatert til fangst av CO₂ fra røykgassen (kilde 3) ved bruk av aminbasert teknologi. Denne fangstteknologien vil gi utslipp av aminer og degraderingsprodukter av aminer. Utslipp av aminer og degraderingsprodukter av aminer vil være direkte utslipp til luft. Det vil ved normal drift ikke være utslipp til vann. Utslippskravene vil bli definert som effekt målt i resipienter. Ved realisering av prosjektet vil utslippet av klimagasser (CO₂) bli redusert. De gjeldende tillatelsene for Yara Porsgrunn må revideres. Følgende tillatelser må oppdateres som følge av disse endringene:

- Tillatelse til virksomhet etter forurensningsloven for Yara Norge AS Yara Porsgrunn; tillatelse gitt 1.3.2011 og sist endret 16.12.2014
- Tillatelse til kvotepliktige utslipp av klimagasser for Yara Porsgrunn tillatelse gitt 30.1.2014 og sist endret 27.1.2016.

Bruk av kjølt ammoniakk for fjerning av CO₂ fra røykgassen vil kun medføre utslipp av mindre mengder ammoniakk til luft og Nitrogen (N) til vann. Utslipp av ammoniakk til luft og N til vann inngår i Yaras utslippstillatelse i dag. De nevnte utslipp av ammoniakk til luft og N til vann er små og det forventes at disse dekkes av eksisterende utslippstillatelser, men dette må verifiseres i FEED studien.



Title: STUDY REPORT	No. : 16292-A15-00025
PROJECT NO.16292	Rev. : 03
PROJECT NAME:CCS PORSGRUNN	Page : 19 of 43
LOCATION(SITE): PORSGRUNN	Date : 2018-01-25

For både aminbaserte- og ammoniakkbaserte teknologiløsninger for rensning av røykgass, foreligger det mye tilgjengelig dokumentasjon fra blant annet Teknologi Center Mongstad (TCM). Yaras CCS prosjektorganisasjon har besøkt og hatt møter med TCM for å innhente informasjon og erfaringer fra testing av både aminbasert teknologi og ammoniakk basert teknologi. Yara har etablert en formell avtale med TCM for assistanse i det videre prosjektarbeid.

Miljødirektoratet (MD) har på oppdrag fra Folkehelseinstituttet (FHI) vurdert risiko for mulige helseskader i forbindelse med utslipp av aminer, nitrosaminer og nitraminer fra fangstanlegg for CO₂. En del av vurderingen omfattet en grundig gjennomgang av risikoestimatet og utarbeidelse av luftkvalitetskriterier for nitrosodimetylamin (NDMA). De anbefalte akseptkriterier for N-Nitrosodimetylamin (CAS 62-75-9) er:

- Luft: 0,3 ng/m³
- Drikkevann: 4 ng/l

FHI anbefaler at man benytter akseptverdiene for NDMA også for andre nitrosaminer og nitraminer da de ansees som mindre potente enn NDMA. Vurderingen fra 2011 ble gjennomgått i 2015 og de anbefalte kriteriene ble opprettholdt.

Tilbudene fra teknologileverandørene er vurdert mht utslipp til luft og vann. For kilde 3 er det forskjeller i angitte komponenter og konsentrasjoner (stoffer) i utslippene til luft, men utslippene er lave. Til vann vil det normalt ikke være utslipp av aminer og degraderingsprodukter. Teknologileverandørene forventer at utslippene fra røykgasspipen etter fjerning av CO₂, basert på spredningsberegninger, vil tilfredsstille de gjeldende akseptkriteriene for luft og drikkevann med god margin.

Miljødirektoratet informerte i møte med prosjektet om at akseptverdiene ville bli lagt til grunn i en revidert søknad hvis det var aktuelt å benytte en aminbasert løsning for fjerning av CO₂. Det er gjort avtale med Norsk institutt for luftforskning (NILU) om å gjennomføre en spredningsberegning for utslipp fra aminbasert teknologi for CO₂-fangst basert på den nyeste tilgjengelige kunnskapen om kjemisk omdannelse i luft og nedbrytningsprosesser i vann for Nitrosaminer og nitramine
Det ble uttalt at prosjektet vil måtte gjennomføre en konsekvensutredning etter pålegg fra Miljødirektoratet. Det vises forøvrig til kap. 4.2 for planlagte aktiviteter og aktuelle utredninger i FEED fasen i prosjektet.

Med bakgrunn i de usikkerheter en har i forhold til mulige utslipp fra aminbasert fangstteknologi for røykgass så ønsker ikke Yara å videreføre studier basert på amin-teknologi for rensning av røykgass.



Title: STUDY REPORT	No. : 16292-A15-00025
PROJECT NO.16292	Rev. : 03
PROJECT NAME:CCS PORSGRUNN	Page : 20 of 43
LOCATION(SITE): PORSGRUNN	Date : 2018-01-25

4.1.4 HMS program (HES-programm; ref. YPO-P-06)

HMS-programmet spesifiserer krav til HMS mål, risikovurderinger, design, organisering og ansvar, aktiviteter og gjennomføring av alt HMS-arbeid. Det omfatter krav til teknologileverandører. Aktiviteter som entreprenørene er ansvarlig for vil bli beskrevet av entreprenørene i deres spesifikke HMS-programmet. HMS-programmet vil bli revidert ved behov under FEED fasen og eventuelt senere.

4.2 MYNDIGHETER

4.2.1 Relevant myndigheter som kan bli involvert i prosjektet

Det har vært gjennomført møter med Miljødirektoratet 8.juni 2017, DSB 16. Juni 2017 og Porsgrunn kommune 30. Juni 2017 . Dette er de myndighetene som vi antar at prosjektet vil ha mest inngrep med. Alle myndigheter som er listet opp i vedlagte Myndighetsplan, vedlegg 5. vil ved en videreføring av prosjektet bli kontaktet så tidlig som mulig for å sikre en god prosess og kommunikasjon.

4.2.2 Myndighetsplan og søknader til relevante myndigheter

For prosjektet er det foreløpig planlagt følgende aktiviteter/studier:

- NILU skal gjennomføre en studie som omfatter beregning av spredning, fortykning og konsentrasjoner av komponenter i luftutslippet fra røykgassen (kilde 3) Utslippene må modelleres og risikovurderes basert på de ulike kjemikalierne som teknologileverandørene vil benyttes. NILUs modell er basert på bruk av følgende verktøy:
 - Bruke «European Monitoring and Evaluation Program (EMEP) for beregning av årsmiddel, maksimumskonsentrasjoner, årlig avsetning og konsentrasjoner for aminanlegget og kjølt ammoniakk
 - Bruke CONCX modellen for beregning av maksimale timemiddelkonsentrasjoner nedstrøms utslippspunktet ved varierende vindhastighet og ulik atmosfærisk stabilitet for aminanlegget og kjølt ammoniakk (for vurdering av utslippspunkt og skorsteinshøyde)
- Konsekvensutredning for tiltaket iht FOR-2017-06-21-854.
- Modellering og beregning av eksterntøy bidraget ved implementering av CCS prosjektet vil bli gjennomført og er avtalt med Brekke & Strand.
- Møte med Velforeninger; NGO'er etc. sammen med de store prosjektene som gjennomføres i regi av Yara høsten 2017.



Title: STUDY REPORT
PROJECT NO.16292
PROJECT NAME:CCS PORSGRUNN
LOCATION(SITE): PORSGRUNN

No. : 16292-A15-00025
Rev. : 03
Page : 21 of 43
Date : 2018-01-25

5. KVALITETSKONTROLL

5.1 KVALITETSSTYRINGSSYSTEM

Prosjektet skal følge YPO's styringssystem kalt YMS. YPO's YMS er en del av Yara Production's styringssystem. Yara Production's styringssystem er ISO 9001 sertifisert. Alle enhetene i Yara Production blir revidert som en del av ISO 9001 sertifiseringen. Det er forventet at YPO blir revidert mot ISO 9001 standarden i løpet av 1. kvartal 2018.

5.2 PROSJEKT REVISJONER

I Konseptvalgs fasen har prosjektorganisasjonen organisert revisjonsmøter hos kontraktorene og revidert deres styringssystem. Revisjonene har vist at kontraktorene har robuste kvalitetsstyringssystemer for å kontrollere kvaliteten av deres arbeid. Resultatet av revisjonene har blitt kommunisert med kontraktorene og enhver mulighet for forbedring og/eller anbefalinger for forbedring vil bli fulgt opp i FEED fasen av prosjektet.

5.3 PROSJEKT RISIKOSTYRING

Prosjekt-teamet har også gjennomgått eget arbeid for å vurdere risiko relatert til prosjektet og modenhet av prosjekt-leveransene. Dette er gjort i dedikerte møter for vurdering av risiko og ved bruk av en metode som kalles «Project Definition Rating Index» (PDRI) revisjon.

Følgende hovedrisiki har blitt identifisert i konseptvalgsfasen. Disse må følges opp og vurderes i de kommende prosjektfaser.



Title: STUDY REPORT
 PROJECT NO.16292
 PROJECT NAME:CCS PORSGRUNN
 LOCATION(SITE): PORSGRUNN

No. : 16292-A15-00025
 Rev. : 03
 Page : 22 of 43
 Date : 2018-01-25

Risk ID	Risk description	Risk consequence(s)	Comments	Probability	Consequence	Risk	Urgency (DG2-3-4-Ex.)
3.1.1	Availability of resources within YPO	delay of project	Adressed with YPO management	4	3	12	Prior DG3
3.9.1	The flue gas composition is not yet known to the project team	This might heavily impact the design of the amine technology (flue gas) . This could lead to increased cost.	Mitigating actions to be taken after composition of flue gas is clear.	4	3	12	31-dec-17
1.5.1	Emission of amines and nitrosamines	Emissions could be above acceptance criteria. Could delay the project.	More/better documentation required about this subject from licensors.	3	3	9	31-dec-17
1.6.1	Risk of non-concluded agreement for CAPEX and OPEX	Delay or stop of project	Currently in negotiations with government	3	3	9	Ongoing
1.6.2	Due to the selection of a concept, this could lead to a "single supplier" situation.	Increased cost	Needs to be evaluated in contract strategy for next phase.	3	3	9	1-okt-17

Etter at den endelige rapporten fra konseptvalgsfasen er utarbeidet vil prosjektorganisasjonen gjennomføre en prosjektkontroll-revisjon samt en «lesson learned» gjennomgang.

5.4 PROSJEKT KS AKTIVITETER I FEED FASEN

Følgende prosjekt spesifikke kvalitetssikrings aktiviteter vil bli implementert i FEED fasen av prosjektet

1. Interne revisjoner: for å kontrollere at gjennomføring er i henhold til prosjektplan og YMS og for å vurdere muligheter for forbedringer.



Title: STUDY REPORT	No. : 16292-A15-00025
PROJECT NO.16292	Rev. : 03
PROJECT NAME:CCS PORSGRUNN	Page : 23 of 43
LOCATION(SITE): PORSGRUNN	Date : 2018-01-25

2. Ekstern prosjekt-revisjonsplan (2.parts revisjon): for å vurdere samsvar med prosjektplaner, spesifikasjoner og kontrakter. Revisjoner vil bli vurdert for underleverandører som ikke er på Yaras liste for forhåndsgodkjente leverandører.
3. Prosjektsikrings-revisjoner: for å sikre en felles forståelse mellom prosjektleder (PM), Prosjekteier (PO) og YPO for planlegging og gjennomføring av prosjektaktiviteter og leveranser for å nå prosjektets målsetting. Disse revisjoner vil bli gjennomført i slutten av hver prosjektfase før neste «Decision Gate» (DG) møte.
4. Prosjektrisiko-styring: for å identifisere risiko som er relatert til prosjektet og for å definere korrigerende tiltak for å kontrollere disse risiki
5. «Project Definition Rating Index» (PDRI): dette har som hensikt å identifisere avvik i definisjonen av arbeidsomfang, og for å igangsette hensiktsmessige tiltak i en tidlig fase av planleggingen for prosjektet. Disse møtene vil bli arrangert i slutten av hver prosjektfase og før neste DG møte.

videre detaljer og informasjon gis i «Project Quality Plan». Dette dokumentet vil bli oppdatert i oppstarten av hver prosjektfase og vil bli gitt for revisjon og godkjenning til Gassnova. Kvalitetsplanen skal gi sammendrag fra / eller referanser til følgende:

- «Risk assessment» (YPO-P-03)
- «Project Definition Rating Index» (PDRI)
- “Decision Gate Review Report”

Hensikten er å sikre at prosjektet er tilstrekkelig bearbeidet til å passere neste “Decision Gate”.

I tråd med YPO’s prosedyrer skal det utarbeides en «Lesson Learned»-rapport for hver prosjektfase.

6. PROSJEKTGJENNOMFØRING

6.1 FORELØPIG GJENNOMFØRINGSPLAN MED ANSKAFFELSESTRATEGI

Kontraksstrategi

Gjennomføringen av forprosjektet er regulert gjennom Avtalen. Kontraks-strategi for en Bygg og Drift fase vil bli videre studert og konkretisert i forprosjektet, men basert på vurderinger som er gjort mellom Støttmottaker og underleverandører under konseptstudiet tyder det på at underleverandørene er fleksible med hensyn på gjennomføringsmodeller for å bygge ut sin teknologi i et anlegg hos Støttmottaker.



Title: STUDY REPORT
PROJECT NO.16292
PROJECT NAME:CCS PORSGRUNN
LOCATION(SITE): PORSGRUNN

No. : 16292-A15-00025
Rev. : 03
Page : 24 of 43
Date : 2018-01-25

Alle underleverandørene har uttalt at størrelsen på dette prosjektet lar seg realisere (Bygg og Drift) under en Engineering, Procurement, Construction (EPC) kontrakt, men det var også tydelig nevnt at enkelte «C» elementer burde vurderes på «medgåtte kostnader» basis for å kunne redusere risikopåslag fra underleverandørene. Identifisering og allokering av risiko vil være en lang prosess som vil bli gjennomgått mange ganger under forprosjektet.

En prinsipiell viktig funksjon av en kontrakt mellom to parter er først og fremst allokering av risiko. Dette kan illustreres av en EPC kontrakt hvor den største andelen av risiko ligger hos leverandøren (her underleverandøren). Samtidig fører denne modellen til mere sikkerhet for sluttbruker (her Støttegiver) hva angår kost og tid.

Hvis man ser på den motsatte enden av «risikoskalaen» så vil en Engineering, Procurement, Construction Management (EPCM) ha hovedtyngden av risiko hos klienten. Leverandøren vil således ikke ha et risikopåslag som ved en EPC, men det er heller ikke gitt at klienten er best egnet til å håndtere den risiko som oppstår i store utbyggingsprosjekter. Denne modellen vil også kreve et større prosjektteam hos Støttmottaker.

Støttmottakers kontraktstandarder for disse typer byggekontrakter er normal bygget på NTK/NF modeller.

Arbeidet med identifisering og allokering av risiko for Bygg og Drift fasen vil bli dekket i forprosjektet (samt en screening av markedet for andre leveranseleverandører) og Støttmottaker anbefaler at det holdes en tett dialog med Støttegiver under hele forprosjektet slik at man kommer frem til den best egnede kontraktstrategien totalt sett for Støttegiver.

Utstyr med lang leveringstid brukt som basis for planlegging:

- | | |
|------------------------------------|------------|
| • CO ₂ kompressor pakke | 17 måneder |
| • “Reclaimer” | 14 måneder |
| • «Reboiler» | 13 måneder |
| • WHRU (Waste Heat Recovery Unit) | 12 måneder |
| • CO ₂ tørke pakke | 60 uker |
| • Absorber | 56 uker |
| • “Desorber” | 56 uker |
| • Kontrollsystem | 60 uker |



Title: STUDY REPORT	No. : 16292-A15-00025
PROJECT NO.16292	Rev. : 03
PROJECT NAME:CCS PORSGRUNN	Page : 25 of 43
LOCATION(SITE): PORSGRUNN	Date : 2018-01-25

6.2 PLAN OG BUDSJETT FOR VIDERE ARBEID

Gassnova og Yara har avtalt et budsjett for forprosjektfasen der Yara har en betydelig egenandel. -

Foreløpig overordnet terminplan er:

- forprosjektstudier - okt 2017 - juni 2018 (disse milepælene kan bli utsatt som følge av den pågående usikkerheten rundt statsbudsjettet for 2018)
- «Bridging phase» - Politisk prosess - juni 2018 - 1Q 2019
- Ingeniørarbeider må fortsette i «brofasen»
- Kontrakt for bygging - 1Q 2019
- Detaljprosjektering - juni 2018 -?
- Bygging av prosessgassanlegg 2019 – 2021
- Utprøving og oppstart prosessgassanlegg - TA 2021
- Bygging av rørgass fangstanlegg 2020 – 2022
- Bygging av flytendegassanlegg 2020 – 2022
- Bygging av lagrings- og skipningssanlegg 2020 – 2022
- Tie-in røykgass fangstanlegg - TA 2021
- Idriftsettelse og oppstart av røykassanlegg – 2022
- Idriftsettelse og oppstart av kondenseringsanlegg 2022
- Idriftsettelse og oppstart av lagrings- og skipningsanlegg 2022

Det er utarbeidet en overordnet gjennomføringsplan for prosjektet. Det er også gitt foreløpige gjennomføringsplaner for forprosjektstudiene med Leverandør 1 og 4. Disse vil revideres før endelig kontrakt for forprosjektstudier inngås.

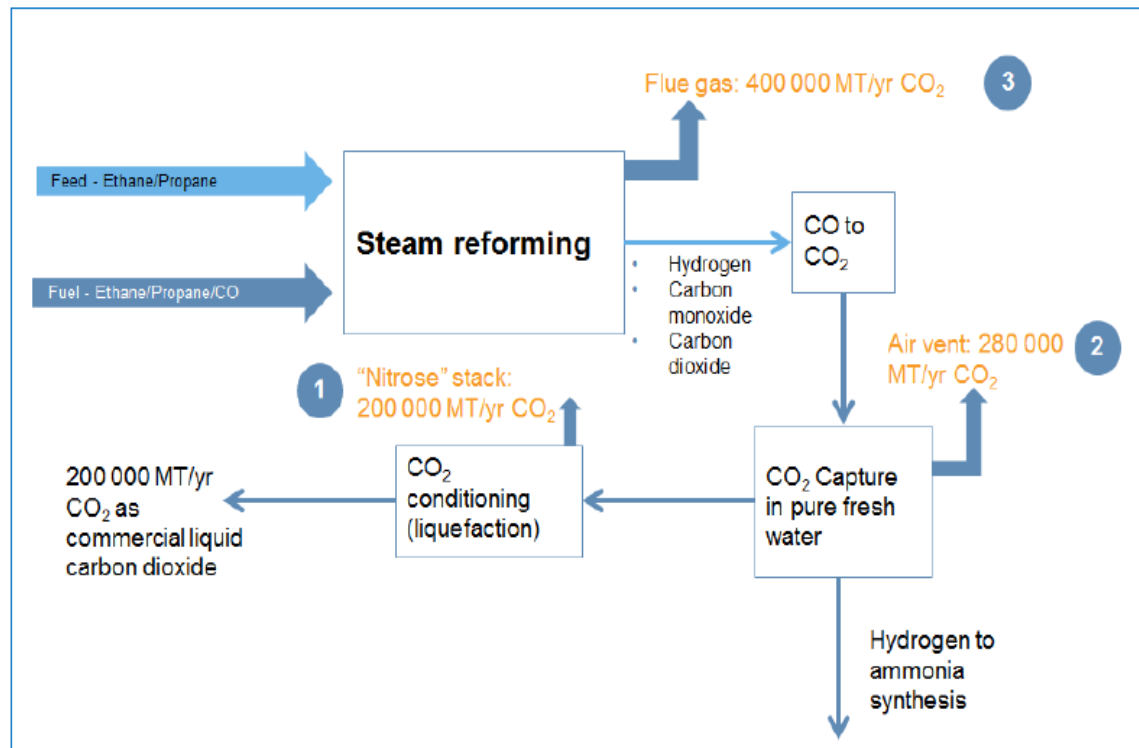
7. DRIFT OG TEKNOLOGI

7.1 AMMONIAKKFABRIKK NII – CO₂ KILDER

Ammoniakkfabrikk “NII” på Herøya ble satt i drift i 1968, men har blitt godt vedlikeholdt og modernisert med tanke på energiforbedring, driftsovervåking, regulering etc. Pumper, kompressorer etc. er også av nyere dato. Ammoniakkfabrikken er prosessmessig en separat fabrikk, men er en integrert del av Yaras dampsystemer, og leverer ammoniakk til salpetersyrefabrikkene.

Title: STUDY REPORT
PROJECT NO.16292
PROJECT NAME:CCS PORSGRUNN
LOCATION(SITE): PORSGRUNN

No. : 16292-A15-00025
Rev. : 03
Page : 26 of 43
Date : 2018-01-25



Figur 7.1-01: Et typisk prosessdiagram for produksjon av ammoniakk fra en hydrokarbonkilde, luft og vann.

7.1.1 Beskrivelse av CO₂ -kilder

Som nevnt i prosjektbeskrivelsen så er det 3 kilder som er identifisert i tidligere studier. I tabell under er det gitt sammensetning og data for disse tre kilder. I tillegg er det gitt data for innkommende gass til vannvaskeanlegget – kalt kilde 0. Dette er gjort fordi et mulig konsept kan være å erstatte eksisterende vannvask prosess med ett nytt CO₂ fjernings anlegg.

Kilde 0: Gass til vannvask

Kilde 1: CO₂ i gassform som i dag slippes ut over nitrosepipa

Kilde 2: CO₂ i mettet løsning med vann før lufting

Kilde 3: CO₂ i røykgassen fra fyring av primærreformerer

Tabell: Oversikt over CO₂ kilder med karakteristika ved full last, 1450 tonn NH₃ /dag



Title: STUDY REPORT
PROJECT NO.16292
PROJECT NAME:CCS PORSGRUNN
LOCATION(SITE): PORSGRUNN

No. : 16292-A15-00025
Rev. : 03
Page : 27 of 43
Date : 2018-01-25

Sammensetning	Enhet	Kilde			
		0	1	2	3
N2	mol%	19,097	Rest	71,4	rest
O2	mol%	-	-	19	3-4
H2	mol%	59,6	3-5	-	-
H2O	mol%	0,334	mettet	mettet	12-13
CO	mol%	0,179	-	-	-
CO2	mol%	20,314	95-97	8	10 +/- 2
SO2	ppmv	-	-	-	0,14 (max 0,6)
Ar	mol%	0,288	-	-	0,9
NOx	ppmv	-	-	-	50-150
CH4	mol%	0,231	-	-	-
Volumstrøm	Nm ³ /h	208.500	12.850	220.000	250.000
Temperatur	°C	69,5	9 +/- 5	9 +/- 5	220 +/- 30
Trykk	bara	25,6	1	>1	< 1

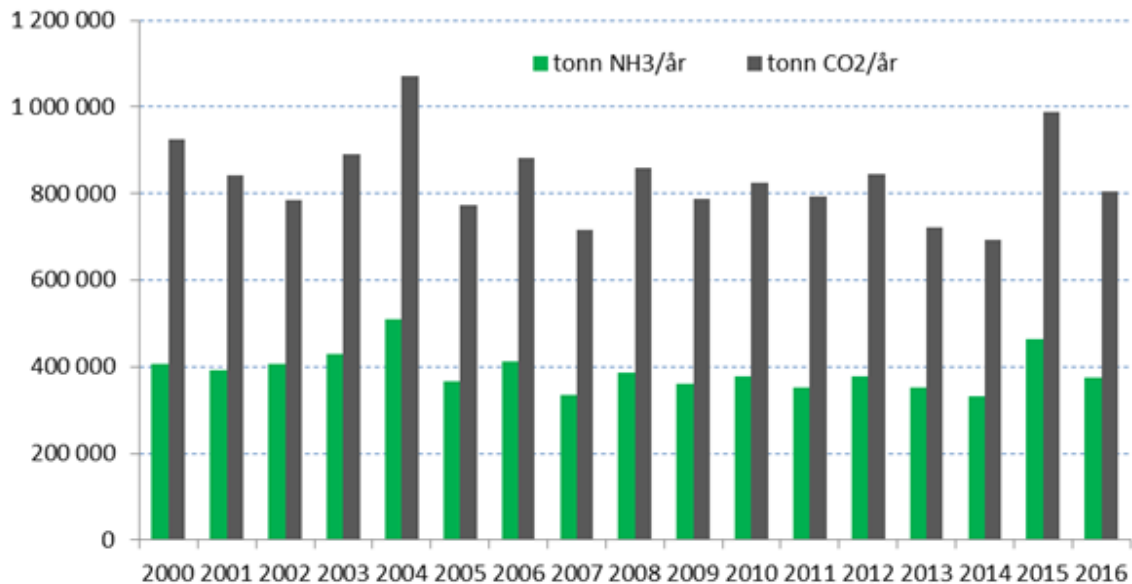
Figur 7.1.1-01 – Historiske produksjonsmengder og generert CO₂

7.1.2 Forventet utvikling/variasjon i CO₂ -kildens rate over tid

Produksjonsmengden av ammoniakk fra Ammoniakkfabrikk NII er først og fremst styrt av forholdet mellom markedspris for ammoniakk og pris for råstoffet som brukes. Det er normalt ikke sesongmessige variasjoner hverken som følge av markedsforhold eller som følge av ulike driftsforhold for sommer eller vinter. Mengden CO₂ som genereres følger lastnivået i fabrikk. I figur 7.1.2-01 er de faktiske variasjoner av produksjonsmengder og generert CO₂ fra år 2000 til år 2016 gitt. De historiske data viser at det er gjennomsnittlig generert 835.361 tonn CO₂ per år. Forholdet mellom produsert mengde ammoniakk og generert mengde CO₂ er i størrelsesorden 2,1 til 2,2 tonn CO₂ per tonn ammoniakk. Dette forholdet varierer som følge av variasjoner i råstoff sammensetningen. Det er også angitt hvordan CO₂- mengden er fordelt på de ulike kildene.

Title: STUDY REPORT
PROJECT NO.16292
PROJECT NAME:CCS PORSGRUNN
LOCATION(SITE): PORSGRUNN

No. : 16292-A15-00025
Rev. : 03
Page : 28 of 43
Date : 2018-01-25



Figur 7.1.2-01: Årlig mengde produsert ammoniakk og generert CO₂.

7.1.3 Utslippskildens framtidsutsikter

CO₂ er et biprodukt fra Yaras fabrikker. I de Yara-fabrikkene som lager urea, blir prosessgassen brukt i produksjonen (CO₂ er en del av urea, dvs. (NH₂)₂CO). I Porsgrunn er produksjonen ikke lagt opp til å kunne produsere urea, og dette vil kreve en omfattende ombygging av fabrikkene som ikke er vurdert realistisk eller lønnsomt. Nitratbaserte produkter som lages på Herøya gir dessuten det mest effektive næringsopptaket til planter, og er derfor både det mest miljøvennlige og energigunstige mineralgjødselet. Ved bruk av urea blir CO₂ frigitt igjen. Det er stor etterspørsel av nitratproduktene i markedet, og Yara ønsker å styrke sin posisjon som produsent av nitratbaserte produkter i Porsgrunn og trenger ammoniakk til dette. Yara Porsgrunn har gode import- og lagerforhold for ammoniakk, slik at gjødsel, som er hovedproduktene ved fabrikkene, kan fremstilles uten at ammoniakkfabrikken nødvendigvis benyttes, enten av tekniske eller kommersielle grunner.

7.2 BESKRIVELSE AV DE ULIKE ALTERNATIVENE FOR CO₂-FANGST

7.2.1 Kilde 3, røykgass



Title: STUDY REPORT
PROJECT NO.16292
PROJECT NAME:CCS PORSGRUNN
LOCATION(SITE): PORSGRUNN

No. : 16292-A15-00025
Rev. : 03
Page : 29 of 43
Date : 2018-01-25

Idag luftes røykgassen fra fyring av primærreformerer ut via en egen skorstein ca 80 m over bakkenivå. Den er da, via en rekke varmevekslere plassert i konveksjonsdelen av reformeren, kjølt til ca 200 °C. En vifte i bunnen av skorsteinen sørger for konstant trykk inne i brennkammeret.

Sammensetningen av røykgassen med tanke på sporelementer og eventuelle partikler er ikke presist definert, og det har ikke vært mulig å foreta analyser i løpet av denne studieperioden på grunn av at fabrikken har vært ute av drift. Man har derfor antatt at gassen er fri for partikler, og med et SO₂-nivå < 1 ppmv, NO_x på 100 ppmv, og CO < 10 ppmv. Innholdet av CO₂ er ca 10 %. Nærmere analyse av røykgassen er planlagt straks fabrikken kommer i ordinær drift i oktober. Fører disse analysene til at det må foretas endringer i design av fangstanlegget, vil dette ivaretas av lisensgiver i løpet av hovedstudiefasen, som er planlagt avsluttet juni 2018. Det refereres til punktene C1 og G2 i en egen PDRI-rapport.

Tre av fire tilbydere baserer seg på absorpsjon av CO₂ i forskjellige løsninger av amin/aminblandinger i vann. Disse er Leverandør 1, 2 og 3.

En fjerde tilbyder, Leverandør 4, baserer seg på absorpsjon i en kjølt blanding av ammoniakk i vann.

7.2.1.1 Kort beskrivelse av teknologiene

a) Amin-basert CO₂-fangst ved Leverandør 1

Røykgassen sendes først til en dampkjøl der den kjøles ved produksjon av damp som brukes til regenerering av aminløsning, og videre til en kjøler der den bringes i direkte kontakt med vann (Direct Contact Cooler, DCC), og blåses inn i bunnen av absorberer via en vifte som arbeider i serie med eksisterende vifte. Gassen strømmer oppover i absorpsjonskolonnen i motstrøm til aminløsningen, som absorberer CO₂. Dråper av amin, medrevet av gassen, vaskes ut i toppen av kolonnen før gassen sendes til friluft via en pipe. Den CO₂-rike aminløsningen ledes fra bunnen av absorpsjonskolonnen til toppen av strippekolonnen, der den flyter nedover, i motstrøm til CO₂-gassen som er generert i kjelen, drevet av damp, delvis importert fra OBL, og delvis i varme gjenvunnet fra røykgassen. Etter at CO₂ forlater strippekolonnen, kjøles den ned slik at fuktigheten i gassen fjernes i en separator, og sendes til kondensering. Kjølevann til kjøling kommer fra et kjøletårn som er inkludert i leveransen.

b) Amin-basert CO₂-fangst ved Leverandør 2

Leverandør 2 tilbyr et varme-integrert anlegg for CO₂-fangst med kondensasjon av utvunnet CO₂. Her beskrives kun fangstanlegget.

Prosessen er prinsipielt lik Leverandør 1, med varmegjenvinning fra røykgassen til produksjon av damp. Aminløsningen Leverandør 2 anvender, er også patentert. I toppen



Title: STUDY REPORT
PROJECT NO.16292
PROJECT NAME:CCS PORSGRUNN
LOCATION(SITE): PORSGRUNN

No. : 16292-A15-00025
Rev. : 03
Page : 30 of 43
Date : 2018-01-25

av absorberen er installert vannvask med såkalt «anti mist» design som skal reduserer tapet av amin i avgassen.

Damp til regenerering av aminløsningen er delvis generert fra røykgassen, og delvis levert fra Yara (OBL).

c) Amin-basert CO₂-fangst ved Leverandør 3

Prosessen er prinsipielt lik de prosessene beskrevet fra leverandør 1 og Leverandør 2, men med den forskjell at det ikke er inkludert noen form for varmegjenvinning. Den patenterte solventen er også her en konfidensiell resept. Denne er følsom for NO_x, og derfor er en de-NO_x-enhet inkludert. Absorberen er også hos Leverandør 3 utstyrt med vannvask i toppen for å redusere tapet av solvent i avgassen

d) “Chilled Ammonia” prosessen fra Leverandør 4

Forbehandlingen av røykgass inkluderer også fra Leverandør 4 en enhet for gjenvinning av varme ved å generere lavtrykksdamp, etterfulgt av en kjøler med direkte kontakt mellom vann og gass (DCC), der vanddamp fra røykgassen skilles ut oppstrøms absorberen. CO₂ absorberes med motstrøms kontakt med en vandig, nedkjølt ammoniakkløsning. Den CO₂-rike løsningen pumpes fra absorberen til regeneratoren der CO₂ kokes ut ved hjelp av damp. Gassformig CO₂ fra regeneratoren er avkjølt i en CO₂-vask for å redusere tap av ammoniakk og vann før den sendes til kondensering. Røykgassen fra absorberen sendes til en egen kolonne for ammoniakkvask for å redusere ammoniakkinnholdet. Herfra sendes gassen til en kolonne der den varmes og bringes i direkte kontakt med 63 % salpetersyre som effektivt fjerner spor av ammoniakk før den sendes til fri. Biproduktet ammoniumnitrat (10 % løsning) sendes til Yaras fabrikkannlegg og inngår i gjødselproduksjonen etter inndamping.

7.2.1.2 Sammenligning av teknologiene

Denne sammenligningen er gjort med basis i LPG som råstoff / fyring i NII. Etableres drift med LNG som råstoff, reduseres mengden røykgass med ca. 15 %, og spesifikk CO₂ mengde med ca. 30 %. Temperaturen i røykgassen reduseres samtidig til 134 °C (ned fra 200 °C). Dette er ikke tilstrekkelig til å produsere lavtrykksdamp, og varmegjenvinningsdelen i fangstanlegget blir da overflødig. All damp til regenerering av løsning (solvent) må dermed importeres fra OBL.

Ved en eventuell innføring av LNG som råstoff, må dermed masse- og varmebalansen i fangstanlegget modifiseres. Ref. FEED-fasen.

CO₂-fangstraten varierer fra 89,81 % til 92,9 %.

Tre av fire tilbydere inkluderer en eller annen form for varmegjenvinning fra den varme røykgassen for å redusere det spesifikke energiforbruket.



Title: STUDY REPORT
PROJECT NO.16292
PROJECT NAME:CCS PORSGRUNN
LOCATION(SITE): PORSGRUNN

No. : 16292-A15-00025
Rev. : 03
Page : 31 of 43
Date : 2018-01-25

Kjølevann vil bli innforsynt fra et eget kjøletårn, som er en del av dette prosjektet.

Alle tilbyderne har behov for å importere damp fra OBL, fra 30 til 60 t/h. Amin-prosessene baseres på LT damp, mens ammoniakk-løsningen trenger en noe høyere temperatur, og må derfor importere MT damp, som avspennes til 7,5 bar.

Årlig forbruk av solvent, som varierer betydelig mellom de ulike prosessvariantene, skyldes i hovedsak en langsom degradering på grunn av O₂ i røygassen, og temperatur. Brukt solvent sendes som spesialavfall til destruksjon.

Det er i tillegg varierende, men små, behov for blant annet demineralisert vann, nitrogen, instrumentluft.

Alt dampkondensat returneres til OBL. Dette må håndteres i ammoniakkfabrikken NII.

Prosesskondensat fra kjølingen av røygassen oppstrøms absorberer (DCC) inneholder spor av nitrat/nitritt, sulfat/sulfitt (avhengig av S-innholdet i fødegassen til NII). Mengdene må evalueres, men i denne studien er de antatt å være så lave at dette kondensatet kan slippes til kloakk.

Teknologiene som tilbys for fangst av CO₂ fra røygass er begge demonstrert i mindre skala (ca 25 %), og med begrenset driftstid (måneder). Begge er testet ved TCM (Mongstad), med unntak av en av amin-teknologiene, som er testet i tilsvarende anlegg i Tyskland . Slik sett hefter det en teknologisk usikkerhet både med tanke på oppskalering og stabil drift over lang tid.

Det har ikke vært anledning til å foreta noen ytterligere teknologikvalifisering i løpet av denne studien. Dette vil i praksis heller ikke være mulig i løpet av forprosjektfasen.

Felles for de amin-baserte teknologiene er:

Anvendelse av solvent av ukjent sammensetning og komplisert kjemi, og som etter vår oppfatning kan være sensitiv for avvik fra «normale» driftsbetingelser, med ukjente konsekvenser.

«Chilled Ammonia»-teknologien synes mer robust, med en enklere kjemi.

7.2.1.3 Driftskonsekvenser mot ammoniakkfabrikk NII

Det legges stor vekt på at det nye fangstanlegget ikke skal ha negative konsekvenser for driften av NII, slik at et utfall av fangstanlegget ikke skal føre med seg utfall av NII som en



Title: STUDY REPORT	No. : 16292-A15-00025
PROJECT NO.16292	Rev. : 03
PROJECT NAME:CCS PORSGRUNN	Page : 32 of 43
LOCATION(SITE): PORSGRUNN	Date : 2018-01-25

konsekvens. En nøkkelparameter her er tett kontroll av trykket i brennkammeret i primærreformereren. Dette vil bli inngående behandlet i FEED-fasen.

7.2.1.4 HMS-aspekter

Så lenge den nøyaktige sammensetningen av røykgassen ikke er kjent, hefter det noe usikkerhet rundt utslipp til vann og luft, spesielt fra amin-baserte prosesser. Spesielt kan finfordelte partikler i størrelse under 5 μ skape problemer. Disse er vanskelige å fjerne med vanlig filtrering, og de vil rives med i gassfasen i absorberen. Dette medfører tap av aminer til luft, og disse aminene vil videre nedbrytes og danne uønskede nitrosaminer. I tillegg vil større partikler ende opp i solvent, for etter hvert å bli sluppet ut til vann. Konsentrasjonen av fremmedlegemer i dette vannet kan gjøre det nødvendig å sende dette til et vannbehandlingsanlegg, noe som ikke finnes ved ammoniakfabrikken i dag.

En viss nedbrytning av aminer over tid vil forekomme. Dette vil bli behandlet som spesialavfall, og representerer slik sett ikke noe problem annet enn å øke driftskostnadene.

7.2.1.5 Tillegg til arbeidsomfang for de ulike teknologiene

I tillegg til anleggene som beskrevet av tilbyderne, vil følgende arbeider / installasjoner måtte påregnes:

- Forbrenningsluftfilter for å fjerne mulige partikler tilstede i forbrenningsluften til NII. Gjelder alle prosesser.
- Partikkel-kontroll i tilfelle det er høyere innhold av partikler i røykgassen enn antatt. Dette for å redusere opp-akkumulering av partikulært materiale i fangstanlegget, noe som vil øke utslippene. Dette gjelder ikke i samme grad for prosessen som benytter kjølt ammoniakkløsning som solvent (CAP).
- Vannbehandlingsanlegg for å behandle flytende utslipp. Gjelder alle prosesser.
- Polering av dampkondensat for gjenbruk i NII. Gjelder alle prosesser.
- For CAP-anlegget må det investeres i rørledning til NPK fabrikk 4, en puffertank, og inndamper fra 10 % til 80 % løsning.
- Installasjon av elektrokjel med kapasitet 50 t/h for innforsyning av damp til fangstanleggene. Dette vil bli studert mer inngående i FEED-fasen.
- Installasjon av reduser-stasjon for MP damp til 7,5 bar for CAP-prosessen.
- Reclaimer-system i konseptet fra Leverandør 1.



Title: STUDY REPORT	No. : 16292-A15-00025
PROJECT NO.16292	Rev. : 03
PROJECT NAME:CCS PORSGRUNN	Page : 33 of 43
LOCATION(SITE): PORSGRUNN	Date : 2018-01-25

7.2.2 Fordeler og ulemper med de ulike teknologiene for røykgass

Sammenligning mellom amin-baserte teknologier og CAP.

Høyere innhold av partikler i røykgassen enn forventet kan medføre krav til partikkelkontroll for å unngå økede utslipp til luft og vann. Som et mulig remedium har to av tilbyderne foreslått installasjon av en skrubber istedenfor DCC kjøler.

En av tilbyderne av amin-anlegg har et system som er spesielt sensitivt til NO_x, og inkluderer en spesiell de-NO_x enhet. De øvrige tilbyderne har et mer robust system. En av tilbyderne hevder at deres solvent ikke er sensitiv til SO_x, noe som ikke er tilfelle med de øvrige.

Problemet med partikler er mindre med CAP-prosessen, der NO_x og SO_x ikke vil ende opp som utslipp til luft, men som kontaminert ammoniumnitrat biprodukt.

Garantiene fra lisens-givere av amin-baserte prosesser er uklare med hensyn til utslipp både til luft og vann for en rekke komponenter som kan være tilstede i røykgassen (O₂, NO_x, SO_x, CO, TOC).

Utslippstall til luft fra de amin-baserte teknologiene er, basert på tester ved TCM og et test-anlegg i Tyskland, hevdet å være konservative sammenlignet med test-kampanjene.

CAP-prosessen er ikke påvirket av O₂ og CO i røykgassen. For denne prosessen er det kun tale om ammoniakk i avgassen til luft. Kravet til ammoniakk er dekket av Porsgrunns utslippstillatelse, mens utslipp av aminer er ikke.

Nitrosaminer vil kunne dannes som et degraderingsprodukt. Grenseverdien til luft og vann for Nitrosodimetylamin (NDMA) er henholdsvis 0,3 ng/m³ og 4 ng/liter. Dette må verifiseres gjennom analyser og spredningsberegninger (NIPH).

Solvent-stabilitet (aminer) og utslipp til luft og vann er uklart.

Amin-baserte prosesser krever et høyt forbruk av LT damp fra OBL til regenerering av solvent. CAP-prosessen krever en tilsvarende mengde MT damp.

CAP-prosessen kan føre til utfelling av faststoffer (eks. ammoniumkarbammat) dersom dette ikke tas spesielt hensyn til ved design av anlegget.

CAP-prosessen krever noe høyere strømforbruk enn aminprosessene.



Title: STUDY REPORT	No. : 16292-A15-00025
PROJECT NO.16292	Rev. : 03
PROJECT NAME:CCS PORSGRUNN	Page : 34 of 43
LOCATION(SITE): PORSGRUNN	Date : 2018-01-25

Det er ingen referanse-anlegg i drift med amin-teknologi. Leverandør 3 refererer til et anlegg, men vi har ikke sett data fra dette anlegget.

7.2.3 Kilde 1 og 2, nåværende vannvask

Fra prosessgassen i NII fjernes i dag CO₂ ved absorpsjon i rent, kaldt vann ved 25 bars trykk. Vannet avspennes i to trinn, først til ca 5 bar. CO₂ flasher da av sammen med H₂, komprimeres, og returneres til prosessen. Vannet avspennes så til atmosfærisk trykk, og CO₂ frigjøres og sendes til rensing/komprimering ved Praxair (ca 50 %). Overskuddet går over tak ut nitrosepipa (kilde 1).

Etter avspenning til atmosfærisk trykk er det fortsatt en betydelig mengde CO₂ igjen i vannet, som i dag blir strippet ved motstrøms kontakt med luft i et eget «luftetårn».

For å fange denne siste delen av CO₂, som er blandet med luft, har man studert 2 forskjellige teknologier.

- a) Vakuum stripping av den gjenværende mengden fra vannet fra den atmosfæriske avspenningen via en lisens fra Leverandør 5.
- b) Full erstatning av eksisterende vannvask med en ny enhet basert på amin-teknologi. Med denne teknologien fjernes all CO₂ fra prosessgassen, ca 680.000 t/år. (200.000 t er allerede fanget og kondensert som et kommersielt produkt, 200.000 t er allerede fanget, og sluppet ut gjennom nitrosepipa, og 280.000 t som i dag fjernes fra vannet via luftetårnet i fabrikk). Denne teknologien er utviklet av Leverandør 6.

7.2.3.1 Beskrivelse av de ulike teknologiene

- a) Vakuum stripping ved Leverandør 5.
CO₂-rikt vann fra avspenningskammeret sendes til en avgassingsbeholder ved 0,1 barg. Gassfasen sendes via eksisterende gass-header til eksisterende kondenseringsanlegg. Vannfasen sendes til en avgassingskolonne under vakuum (0,2 bara).
Vannet fra vakuumkolonnen sendes tilbake til toppen av eksisterende luftetårn for fjerning av siste rest av CO₂, mens CO₂-gassen sendes i egen header til kondensering.
- b) Amin-basert CO₂-fjerning via Leverandør 6.
Anlegget består av 3 deler: prosessgasskjøling, CO₂-absorpsjon i et amin solvent (aMDEA), og regenerering av solvent.



Title: STUDY REPORT	No. : 16292-A15-00025
PROJECT NO.16292	Rev. : 03
PROJECT NAME:CCS PORSGRUNN	Page : 35 of 43
LOCATION(SITE): PORSGRUNN	Date : 2018-01-25

Dette anlegget er integrert energimessig i eksisterende prosessanlegg, og krever ikke tilført energi utenfra. Kjølebehovet dekkes av vann fra kjøletårnet, inkludert i tilbudet fra Leverandør 6.

Denne teknologien representerer BAT for fjerning av CO₂ fra prosessgass ved høyt trykk.

7.2.3.2 Sammenligning av teknologier

Masse- og energibalansene er basert på LPG som råstoff. Ved en eventuell overgang til LNG, vil tilgjengelig varme til oppvarming av matevann ikke være tilstrekkelig, så dette må studeres nærmere under FEED-fasen.

Leverandør 5 har en fangstrate på 95,3 % av tilgjengelig CO₂, og Leverandør 6 har 99,7 %.

Leverandør 6's prosess vil redusere kraftforbruket betydelig.

Selectoxo-beholderen blir overflødig, uten at dette går på bekostning av ammoniakk-kapasiteten, og det frigjøres kjølevann som kan brukes andre steder i prosessen, som for eksempel i fangstanlegget fra røykgassen (kilde 3) og i kondenseringsanlegget.

Ved installasjon av dette anlegget vil man sannsynligvis måtte installere en scrubber på CO₂ til eksisterende kondenseringsanlegg, for å gardere mot innhold av aminer og metanol i CO₂ til næringsmiddelindustrien.

7.3 KONDENSERINGSANLEGG

Denne delen av anlegget kan designes for:

- CO₂ som i dag går til nitrosepipa, opp til 200.000 t/år.
- CO₂ som vil bli fanget vann i vannvaskprosessen via vakuumb stripping av CO₂ fra vannet (ca 250.000 t/år).
- Eller CO₂ fra en ny CO₂-vaske prosess, opp til 450.000 t/år. Total mengde CO₂ fanget fra kilde 2 er opp til 650.000 t/år, men det forutsettes at den mengden som går til kommersiell bruk skal kondenseres i dagens anlegg.
- CO₂ fanget fra kilde 3, røykgass med ca 400.000 t/år.

CO₂ levert til eksisterende kondenseringsanlegg holdes separert fra all øvrig CO₂ siden det stilles spesielle kvalitetskrav til leveranser til næringsmiddelindustrien.

CO₂-lageret tenkes etablert i Tankterminalen, Østre lagerområde, med kort avstand til lastearmen for skipstransport.



Title: STUDY REPORT	No. : 16292-A15-00025
PROJECT NO.16292	Rev. : 03
PROJECT NAME:CCS PORSGRUNN	Page : 36 of 43
LOCATION(SITE): PORSGRUNN	Date : 2018-01-25

7.3.1 Kort beskrivelse av de ulike kondenseringsanleggene

- a) Leverandør 7's anlegg for rensing, kondensering, kjølesystem og lager.

CO₂ er tilgjengelig fra røykgassrensingen ved atmosfærisk trykk og 50 °C. To anleggsstørrelser er beskrevet: et for 50 t/h som dekker CO₂ fra røykgassen, og et på 125 t/h som også inkluderer CO₂ fra syntesegassen.

CO₂ komprimeres til 20 bara i flere trinn, med kjøling og utskilling av prosesskondensat mellom hvert trinn. Prosesskondensatet sendes til BL (Yara). Etter kompresjonen kjøles CO₂ til 8 °C med ammoniakk som kjølemedium. Gassen tørkes så ved hjelp av silikagel, og filtreres for å fjerne eventuelt støv. Gassen kjøles deretter i en egen varmeveksler («liquefier») til kondensering ved hjelp av flytende ammoniakk og passerer til slutt gjennom en CO₂ kolonne for å fjerne O₂, N₂, CO og CO₂ damp. Før gassen pumpes til lager, underkjøles den ved hjelp av flytende ammoniakk.

Det installeres en egen kjølekompressor med ammoniakk som kjølemedium, der ammoniakk gass kondenseres med kjølevann etter kompresjon.

Mulige lagerstørrelser er 3000, 6000 eller 12000 tonn.

Flytende CO₂ pumpes fra lager til skip ved 21 bara og -26 °C. CO₂ gass fra skipstankene ledes tilbake til lageret der det kondenseres i en «Boil-off gas Condenser». Ved store mengder må overskuddet blåses av til fri.

Overskudds-CO₂ fra lagertankene ledes tilbake til CO₂-kompressoren inne i ammoniakkfabrikken, rekomprimeres i kompressorens 4. trinn og kondenseres.

Til kjøling av kjølekompressoren (ammoniakk-kretsen) benyttes kaldt kjølevann fra Norsjø. Dette er energisparende, idet ammoniakk da kan kondenseres ved et lavere trykk.

Kjølevann fra kjøletårnet benyttes til øvrig utstyr, som CO₂-rensing og kondensering, og fangstanleggene for røykgassen og syntesegassen

- b) Leverandør 2 har forslått en CO₂-kondensering som er integrert med fangstanlegget fra røykgassen. Denne løsningen gir redusert energibruk.

7.3.2 HMS-aspekter

- a) Kondensering ved Leverandør 7



Title: STUDY REPORT
PROJECT NO.16292
PROJECT NAME:CCS PORSGRUNN
LOCATION(SITE): PORSGRUNN

No. : 16292-A15-00025
Rev. : 03
Page : 37 of 43
Date : 2018-01-25

Utslipp til luft:

Avblåsning av gass fra regenerering av tørkene – Under regenerering av tørkene blåses gassen (tørr CO₂) til friluft. For å unngå dette, er det mulig å ta denne gassen tilbake til absorpsjonskolonnen i fangstanlegget for røykgassen.

Topp gass fra CO₂-kolonnen via CO₂ kondenser – Gassen fra kondenseren på toppen av CO₂ -kolonnen medfører et utslipp til fri som inneholder ikke-kondenserbare inerte komponenter som N₂, O₂, CO og CO₂. Også denne gassen kan ledes tilbake til CO₂ absorbereren i fangstanlegget.

Utslipp til vann:

Prosesskondensat fra kondenseringsanlegget samles og returneres til OBL.

b) Kondensering ved Leverandør 2

CO₂ fra inertstripperen. En liten strøm som inneholder CO₂, N₂, og O₂ tilbakeføres til innløpet på absorbereren.

Leverandør 7 har gitt en relativt detaljert beskrivelse av de forskjellige utslippsstrømmer, men de fleste data fra Leverandør 2 mangler dette. Se vedlegg 1, »Process Study Report».

c) Kjølesystem fra Leverandør 7 og 8

Avblåsning fra kjøletårnet – Tilførselen av friskt kjølevann er brukt kjølevann fra Norsjø. Avblåsning fra kjølekretsen til kloakk.

d) CO₂ lager ved Leverandør 7

Nødavblåsning fra lasteledning til friluft via lydemper.

Normalt vil trykket ombord være utjevnet med trykket på land ved lasting av skip. Gassen vil håndteres i lageret og kondenseres i en egen «boil-off» enhet som normalt vil ha tilstrekkelig kapasitet.

Avlufting fra CO₂ og NH₃ kompressorenes sperregass-system.

Normalt vil tilførsel av Nitrogen som sperregass på CO₂ kompressoren forhindre lekkasje til fri.

For NH₃ -kompressoren er normalt NH₃ som sperregass i et lukket system, men ved f.eks. skader på tetningene, kan NH₃ kontaminere nitrogenet. Denne gassen vil da luftes til friluft via en egen header.



Title: STUDY REPORT
PROJECT NO.16292
PROJECT NAME:CCS PORSGRUNN
LOCATION(SITE): PORSGRUNN

No. : 16292-A15-00025
Rev. : 03
Page : 38 of 43
Date : 2018-01-25

Avlufting av ikke kondenserbare komponenter fra luft-purgeren fra ammoniakk kjølekompressoren.

Dersom inertgassen skulle komme inn i den lukkede ammoniakk-kretsen, vil disse gassene luftes til fri, i et ikke-kontinuerlig utslipp.

Ytterligere kommentarer.

Kravet til maksimalt O₂-innhold i CO₂ er satt til <10 ppm. Dette gjør det nødvendig med en egen kolonne, kondenser og «reboiler» for CO₂. Dersom dette kravet kan endres til <100 ppm, kan dette utstyret fjernes og kostnadene reduseres. Alternativer til sentrifugalkompressorer kan vurderes for en kostnads- og driftsmessig optimal løsning.

Størrelsen av lageret kan optimaliseres når størrelsen på båtene er kjent.

7.4 Plassering av de ulike anlegg

Plassering av de forskjellige anleggene er uproblematisk, og vist på et overordnet plan i vedlegg 7, «Lay-out».

Et eventuelt nytt anlegg for fjerning av CO₂ fra prosessgassen er tenkt plassert nord for eksisterende anlegg (pakke 2b).

Det alternative anlegget for vakuump stripping legges i nær tilknytning til eksisterende pumpehus for vannvask, på betongplate for den gamle NI fabrikk (revet i 1986).

Pakke 3, røykgass, vil bli bygget på tomte til nåværende B.215, som er et materiallager. Bygget må rives, og erstattes. Gamle høyspentkabler som krysser over bygget må også fjernes (kablene er ikke strømførende i dag).

CO₂ -kompresjonen er lagt til B.162, som er den gamle kompressorsalen til nevnte NI, og kondenseringsanlegget til eksisterende betongplate fra det tidligere luftfraksjoneringsanlegget for NI.

Kjøletårnet er foreløpig plassert et stykke unna prosessgassanleggene, av praktiske årsaker.

Anleggene knyttes enkelt til eksisterende infrastruktur. En del av rørbroene som er tenkt benyttet må oppgraderes, og eventuelt utvides noe.

7.5 Teknologikvalifisering

Yara foretrekker å gå videre med fangst av CO₂ fra prosessgassen med Leverandør 1/ aMDEA prosess og med fangst av CO₂ fra røykgassen med Leverandør 4/ CAP prosess, samtmed konvensjonelle anlegg for rensing, kondensering, lagring og lasting av CO₂.

Leverandør 1's teknologi for fangst av CO₂ fra prosessgass er kjent og kommersielt tilgjengelig og krever ikke videre teknologikvalifisering eller kvalifisering for skalering. Det samme gjelder teknologiene for rensing, kondensering, lagring og lasting av CO₂.



Title: STUDY REPORT
PROJECT NO.16292
PROJECT NAME:CCS PORSGRUNN
LOCATION(SITE): PORSGRUNN

No. : 16292-A15-00025
Rev. : 03
Page : 39 of 43
Date : 2018-01-25

Leverandør 4's CAP teknologi er ennå ikke kommersialisert, men har vært igjennom en prosessutvikling i tråd med anbefalt praksis som gitt i DNV-GL RP-A203. Teknologien har vært testet og verifisert i flere pilotanlegg, blant annet ved Technology Center Mongstad (TCM). TCM anses som det primære verifikasjonsanlegg for Yaras prosjekt. Med de modifikasjoner som ble implementert ved testing på TCM anses prosess-parametre for bruk i Yaras FEED studie å være på «Technical Readiness Level» TRL 6

Det har blitt utført en «Freedom to Operate» analyse. De undersøkelser som er gjort sannsynliggjør at det ikke er forhold knyttet til patenter og rettigheter som vil være til hindring for realisering av de foreslåtte installasjoner.

7.6 DRIFTSFILOSOFI

7.6.1 Driftssikkerhet

Både prosess- og “utility”-design baseres på enkeltkomponenter men med redundante pumper. Det legges vekt på installasjoner som ikke forstyrrer driften av ammoniakfabrikk NII, og tekniske løsninger som reduserer behovet for inngripen av operatører til et minimum.

Den design som er lagt til grunn er i tråd med hva som brukes i ammoniakfabrikk NII og det med denne filosofien forventes en tilgjengelighet i alle anlegg, inkludert fangstanlegget, på 96 %.

7.6.2 Vedlikeholdsfilosofi

Yara Porsgrunns standarder og prosedyrer for vedlikehold skal tas hensyn til under FEED-fasen. Yara tekniske standard for systematisk vedlikehold, TOPS 2-01, gjelder. Et fullt sett av reservedeler for utprøving/oppstart, og ordinært og ekstraordinært vedlikehold skal gjelde for FEED-fasen med et revisjonsstans-intervall på 5 år.

7.6.3 Driftsfilosofi

For de nye anleggene skal alle nye målinger og kontrollsløyfer føres inn i det eksisterende DCS systemet fra Foxboro.

Generelt gjelder at de nye fangstanleggene ikke skal innvirke på driften av ammoniakkanlegget.

Sikkerhetssystemet skal implementeres i det eksisterende «safety Shutdown»-systemet levert av Honeywell.

Spesielt for fangstanlegget fra røykgass, er det viktig med en streng kontroll av trykket i fangstanlegget for å unngå utfall av ammoniakfabrikken. Et utfall av fangstanlegget skal



Title: STUDY REPORT	No. : 16292-A15-00025
PROJECT NO.16292	Rev. : 03
PROJECT NAME:CCS PORSGRUNN	Page : 40 of 43
LOCATION(SITE): PORSGRUNN	Date : 2018-01-25

ikke føre til utfall i ammoniakfabrikken. Det inkluderes derfor en direkte avblåsning av CO₂-gass, enten via eksisterende pipe, eller en ny pipe på toppen av absorberer. CO₂-lageret skal overvåkes fra et eksisterende Yara Porsgrunn kontrollrom.

Det automatiske sikkerhetssystemet skal designes for «fail safe» drift.

7.6.4 Bemanning

Fangstanlegget for røykgassen, pakke 3, skal overvåkes kontinuerlig i en 6-skifts ordning, med en dedikert skiftpost. I tillegg avsettes en prosessingeniør, og en laboratorietekniker.

CO₂ -fangsten fra prosessgassen via vakuump stripping krever også en egen skiftpost i eksisterende 6-skiftsordning, samt 0,5 laboratorietekniker.

Det nye aminanlegget i prosess-strengen krever ingen tilleggsbemanning.

Kondenseringsanlegget vil kreve en egen skiftpost.

Lageranlegget med lasting av båt vil kreve 0,5 skiftpost (3 personer), samt 0,5 laboratorietekniker.

7.6.5 Systemutprøving og testing

Inkludert i Yaras kvalitetssystem ligger det krav til at alt utstyr leveres fra produsent ferdig inspisert og testet i henhold til relevante koder og standarder, og med tilhørende sertifikater. Dette gjelder statisk, roterende, elektro, instrument, rør og alle komplette utstyrspakker som leveres.

Før oppstart er kontraktør i samarbeid med Yara ansvarlig for å utføre og dokumentere all nødvendig klargjøring og testing av installert utstyr.

Første oppstart av anlegget vil skje med kontraktør og eventuelle underleverandører tilstede.

Anlegget overtas formelt kun etter at design driftsbetingelser er demonstrert og dokumentert.

8. ANBEFALING OG PLAN FOR VIDERE ARBEID

Arbeidet i konseptvalgsfasen har vist at det er mulig å bygge fangstanlegg for CO₂ både for å fange CO₂ fra prosessgassen og fra røykgassen.

Man har utredet to alternativer for fangst fra prosessgassen:

- Fangst av CO₂ fra mettet vann ved bruk av vakuump teknologi



Title: STUDY REPORT	No. : 16292-A15-00025
PROJECT NO.16292	Rev. : 03
PROJECT NAME:CCS PORSGRUNN	Page : 41 of 43
LOCATION(SITE): PORSGRUNN	Date : 2018-01-25

- Fangst av CO₂ fra hele prosessgasstrømmen ved bruk av en aminbasert teknologi (aMDEA), som er velprøvd, f.eks. til å separere CO₂ til bruk for råstoff til urea, og som representerer en «BAT» (Best Available Technology) innen ammoniakkbransjen.

Bruk av vakuumenteknologi vil komme som en stor tilleggsinstallasjon i forhold til dagens vannvaskanlegg. Vakuumanlegget vil kreve ekstra bemanning, og det vil også ha et vesentlig høyere energiforbruk enn et aMDEA-anlegg. Det vil i tillegg være mer komplekst og medføre en høyere sannsynlighet for driftsavbrudd i ammoniakkfabrikken.

Et aMDEA-anlegg vil medføre at dagens vannvaskanlegg erstattes i sin helhet. Studiene indikerer at dette kan gjøres uten negativ innvirkning på driftskostnader (OPEX) og driftsregularitet. De noe lavere investeringskostnadene for et vakuumanlegg er ikke en tilstrekkelig stor fordel til å videreføre dette alternativet. Det foreslås derfor å videreføre konseptet med fangst av all CO₂ fra prosessgassen fra et nytt aMDEA-anlegg.

Fangst av CO₂ fra røykgassen er mulig både med aminbasert teknologi og med ammoniakkbasert teknologi. Den ammoniakkbaserte teknologien ser ut til å få en noe høyere CAPEX enn et tilsvarende aminbasert fangstanlegg. Ammoniakkteknologien har et fortrinn fremfor aminteknologien ved at den ikke medfører nye utslippskomponenter for Porsgrunn som produksjonssted, og man vil dermed unngå betydelig usikkerhet rundt utslippstillatelsene. De to teknologiene har omtrent samme nivå for driftskostnader (OPEX).

Fangstanlegg for CO₂ fra røykgassen vil medføre en stor oppskalering fra de testanlegg som er bygget. For å sikre et best mulig beslutningsgrunnlag, og spesielt for å opprettholde en reell konkurransesituasjon, anbefales det å videreføre forprosjekt/FEED -studier for ammoniakkbasert teknologi.

Fangst av CO₂ fra prosessgassen vil gi lavere investeringskostnad og også vesentlig lavere driftskostnad enn ved fangst fra røykgassen. Videre utredning av fangst av CO₂ fra prosessgassen med amin bør derfor videreføres i forprosjekt/FEED-fasen med Leverandør 6.

Det foreslås også å videreføre forprosjekt/FEED -studien for kondenseringsanlegget med to alternativer. Dette for å opprettholde en konkurransesituasjon

For overføringsledninger, tanker og lastearrangementer forslås det at det videreføres én FEED-studie, basert på Leverandør 7's arbeid i konseptstudien, der man legger inn aktiviteter for å modne et kontraktsformat som gjør at en kan få en reell konkurranse på leveranser av utstyr.



Title: STUDY REPORT
PROJECT NO.16292
PROJECT NAME:CCS PORSGRUNN
LOCATION(SITE): PORSGRUNN

No. : 16292-A15-00025
Rev. : 03
Page : 42 of 43
Date : 2018-01-25

I forprosjekt/FEED-fasen vil Yaras prosjektteam bli forsterket ved at fagdisiplinene trekkes tettere inn i oppfølgingsarbeidet. Arbeidsmetoder og –verktøy fra Yaras prosjektorganisasjon YPO vil bli benyttet som hittil.

Timeplanen er kritisk, som beskrevet i kapittel 6. Yara anbefaler derfor at forprosjektet opprettholder rapportering (M10) den 15. juni 2018, men at endelig beslutning om deltagelse fra Yara's styrende organer skal foreligge den 15. september 2018, slik Gassnova har foreslått. Videre må budsjettdekning sikres for prosjektarbeider ut over disse datoene og frem til Stortinget har behandlet bevilgningssaken i 2019. Med den forsinkelse som påløper grunnet den uklare situasjonen rundt salderingen av statsbudsjettet for 2018, må disse datoene revurderes når situasjonen er avklart.

9. BIDRAG TIL TEKNOLOGISK UTVIKLING

Av de to konseptene som Yara foreslår å videreføre i forstudiefasen er «Chilled Ammonia Process» (CAP) det konseptet som har mest potensiale for videreutvikling. Videre studier gjennom forstudiefasen vil bidra til fortsatt teknologisk modning av CAP-konseptet. Skulle konseptet bli valgt for utbygging, vil det representere en ny, kommersiell referanse på et fullskala prosessanlegg. Man vil også få en referanse på den effektivitetsgevinsten ved flytendegjøring, både på kapital- og driftskostnadssiden, som kan oppnås ved å starte kondensering av CO₂ fra et vesentlig høyere trykk enn fra atmosfæretrykk.

CAP-teknologien er typisk utviklet for bruk i kull- eller gassfyrte kraftverk, men teknologien har så langt ikke hatt suksess, bl.a fordi ammoniakk og ammoniumnitrat antagelig ansees som problematiske kjemikalier for denne bransjen. Det kan man forstå. Et referanseprosjekt hos Yara, som representant for ammoniakkbransjen med over 200 fabrikker og en installert kapasitet på rundt 200 millioner tonn per år, vil derfor kunne demonstrere at teknologien er håndterbar, slik konseptstudien konkluderer med. Forstudien vil kunne vise om den også er konkurransedyktig. Også andre aktører enn el-kraftprodusentene vil kunne finne dette nyttig, som foreksempel ammoniakk/urea-produsenter som konverterer fra olje til gass som råstoff og derved får underskudd på CO₂ til ureaproduksjonen.

Når det gjelder Yaras andre anbefalte løsning, er høytrykksabsorpsjon av CO₂ fra prosessgassen i fravær av oksygen idag standardteknologi for nye ammoniakkanlegg. Man kan derfor ikke si at dersom Yara skulle komme til å realisere et slikt anlegg, ville det representerer noen vesentlig nytutvikling. Det refereres for øvrig til vedlegg 16, «Competence Sharing».



NC02-YARA-A-RD-0004

UNCLASSIFIED

REPORT

Title: STUDY REPORT
PROJECT NO.16292
PROJECT NAME:CCS PORSGRUNN
LOCATION(SITE): PORSGRUNN

No. : 16292-A15-00025
Rev. : 03
Page : 43 of 43
Date : 2018-01-25

Kondensering av CO₂-gass fra nitrosepipa vil heller ikke representere læring.

10. OPPHAVS- OG EIENDOMSRETT

Denne studie rapporten er presentert i henhold til bestemmelse 7 i Avtalen.

11. VEDLEGG

VEDLEGG GIS IKKE TIL DENNE ÅPNE RAPPORTEN