

NORSK ENERGI

NR. 1 • 2024 ÅRGANG 101

TEMA: CO₂-FANGST

- CO₂-fangst snart i drift i Brevik
- Hydrogen med integrert CO₂-fangst på Kollsnes.
- Returkraft planlegger CO₂-fangst
- Stockholm Exergi har kommet langt med CO₂-fangst
- Les om teknologier for CO₂-fangst



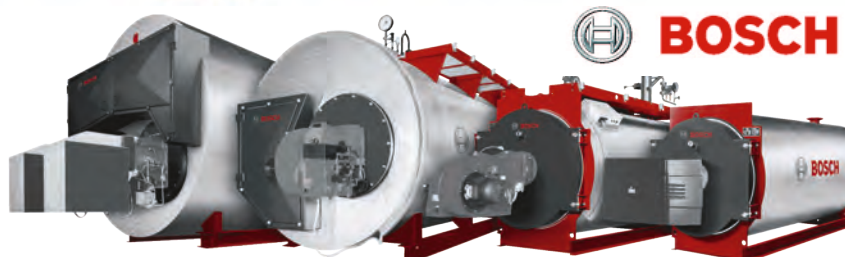
SVEISEVERKSTEDET

K. G. Karlsson A/S

Etablert 1922



Totalleverandør av
komplette damp og
varmesystemer



SEDIVER



HERDET GLASS ISOLATOR

Høykvalitets isolasjonsteknologi
for langsiktig trygghet
med mer enn 600 M isolatorer i drift



HERDET GLASSISOLATOR MED FARGET FABRIKKBELEGG

Den vaskefrie teknologien.
Ingen overslag på grunn av forurensning
med mer enn 4,5 M isolatorer i drift

NTP Products AS leverandør av Glass Isolatorer
fra verdens ledende produsent SEDIVER

Vi leverer glass henge-strekk isolatorer for alle
spenningsnivåer og styrkeklasser, fra 70kN til
760kN



NTP Products AS
Trosvikstranda 46, 1608 Fredrikstad
www.ntp-as.no
E-post: sales@ntp-as.no

REDAKSJON

Redaktør: Hans Borchsenius
Mobil: 91 74 81 87
e-post:
hans.borchsenius@energi.no

Journalist:
Morten Valestrand
e-post:
morten.valestrand@tele2.se

ANNONSER

NEMITEK AS
Karl Johans gate 20
0159 Oslo

Randi Huth Rogne
Prosjektleder/Medierådgiver
Mobil: (+47) 99 520 500
e-post: randi@storybold.no

Hvem Leverer Hva™
Kari Nordgaard-Tveit
Tlf: 22 70 83 00
e-post: kari@nemitek.no

ABONNEMENT

Abonnementspris:
kr. 795,- eks.mva

Abonnement:
Kari Nordgaard-Tveit
Tlf.: 22 70 83 00
e-post: kari@nemitek.no

UTGIVER

NEMITEK AS
Karl Johans gate 20
0159 Oslo
Tlf. 22 70 83 00

e-post:
firmapost@nemitek.no

Layout/prepress:
HEBLA Design

Trykk: UnitedPress

FORSIDEBILDE

Hovedkomponentene til Norcem's CO₂-fangstanlegg er på plass. Her ses det hundre meter høye absorpsjonstårnet

Forsidefoto: Paul Andreas Marchioro Ystad

ISSN 0800– 7896



ZEG Power produserer hydrogen på Kollsnes

I Energiparken på Kollsnes har leverandøren av produksjonsanlegget for hydrogen, ZEG Power, inngått et samarbeid med CCB Energy Holding, som har opprettet driftselskapet H2 Production AS. Et komplett anlegg for hydrogenproduksjon med integrert CO₂-fangst er nå ferdig bygget og er godt i gang med idriftsettelsen. Se side 8

8 Norcem Brevik snart klar med CO₂-fangst

12 Rent hydrogen med ZEG-teknologi

14 CCS i Europa

17 Samarbeid med EU om CO₂-fangst

18 CO₂-fangst hos Returkraft i Kristiansand

20 Fire teknologier for CO₂-fangst

30 CO₂-fangst hos Stockholm Exergi

Redaktøren har ordet

CO₂-fangst har vært diskutert i 30 år. Løsner det snart?



Hans Borchsenius

I sin nyttårstale 1. januar 2007 lanserte Jens Stoltenberg sin berømte «Månelanding»: Norge skulle bygge fullskala CO₂-rensing på Mongstad og derved bli verdensledende på håndtering av CO₂-utslipp.

CO₂-fangst og lagring (CCS) er ett av de miljøspørsmålene som har skapt mest brudule i Norges-historien. Allerede på 1970-tallet var det enkelte sære professorer rundt omkring i verden som fomlet med tanken om å kunne fange og lagre CO₂. Men det var først på 1990-tallet at saken kom høyt på den politiske dagsorden her i Norge. Den gang, som nå, mente mange at vi ville trenge svært mye ny kraft i Norge. Men på 90-tallet var det ingen som foreslo vindkraft eller annen fornybar energi. Neida, det var gasskraftverk som var løsningen. Mange gasskraftverk! Det var planer om gasskraft på Mongstad, Kårstø, Kollsnes, Skogn og på Herøya. Til og med Sjørøya i Oslo skulle få sitt eget gasskraftverk, kunne vi lese i avisene.

Men så var det klimagassutslippene da! Debatten raste. Det endte med at statsminister Kjell Magne Bondeviks i år 2000 nektet å godta stortingsflertallets ønske om utbygging av gasskraft uten CO₂-fangst. Jens Stoltenberg overtok regjeringsmakten. Tre gasskraftverk fikk konsesjon uten krav om CO₂-fangst, hvorav bare ett – gasskraftverket på Kårstø – ble bygget. Jens Stoltenbergs andre regjering, som tiltrådte i 2005, var en flertallsregjering av AP, SP og SV. I regjeringserklæringen, «Soria Moria-erklæringen», står det blant annet at «Regjeringen vil sørge for at arbeidet med å etablere et fullskala-anlegg for CO₂-fangst på Kårstø, finansiert av Forskningsprogrammet CLIMIT. Fra nå av skulle alle nye konsesjoner til gasskraft basere seg på CO₂-fangst.

I sin nyttårstale 1. januar 2007 lanserte Jens Stoltenberg sin berømte «Månelanding»: Norge skulle bygge fullskala CO₂-rensing på Mongstad og derved bli verdensledende på håndtering av CO₂-utslipp. Verdens største og mest fleksible testsenter for CO₂-fangstteknologier ble, i tråd med investeringsbeslutningen, bygget på Mongstad i perioden 2009–2012. På dette tidspunktet fikk Norsk Energi sitt første prosjekt innen CO₂-fangst. Det var nemlig usikkerhet rundt de helse- og miljømessige konsekvensene ved å bruke aminløsning som absorpsjonsvæske for CO₂. Norsk Energi gjennomførte i 2008 på oppdrag for Gassnova en konsekvensutredning om dette temaet. Så kom flere år fylt av prat, utredninger og utsettelse av investeringsbeslutning, og Månelandingen ble skrinlagt i 2013.

Det ble endelig fart i sakene igjen i 2013, da Norcem, Yara og Klemetsrud kom på banen som mulige CO₂-fangstprosjekter. Heidelberg Materials fikk 70 millioner kroner fra CLIMIT-programmet til å bygge

et unikt testanlegg for CO₂-fangst fra sementindustri. Etter test av ulike CO₂-fangst-teknologier ble det bestemt å satse på Aker Solutions amin-teknologi.

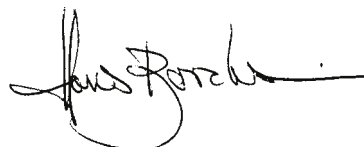
Det ble da klart at CO₂-fangst ville kreve utnyttelse av spillvarme fra sementovnene. Norsk Energi ble i 2015 engasjert av Heidelberg Materials for å være med på en forstudie med ansvar for spillvarmeutnyttelsen. Norsk Energi hadde lang erfaring i utnyttelse av spillvarme fra ovner i ferrolegeringsindustrien, men ikke fra sementovner. Det ble derfor i 2017 bygget en testkjel med 4 rør i skala 1:1 for å gjøre fysiske tester av varmeovergang og støvbelegg-problemer fra sementavgassen. Resultatene fra testene viste at røykrørkjelen gjenvinner varme som forventet, og at det er mulig å oppnå en selvrensende effekt i kjelen ved høye gasshastigheter. Testene var delvis finansiert av CLIMIT-programmet til Gassnova og delvis av Norcem, Aker Solutions og Norsk Energi.

Norsk Energis røykrør-løsning for spillvarmeutnyttelse fra sementovner ble i 2019 teknologi-kvalifisert av DNV, som var en forutsetning for å anvende denne teknologien i fullskala hos Norcem. De siste årene har Norsk Energi arbeidet på oppdrag for Aker med prosjektering og bygging av alt prosessutstyret som forsyner CO₂-fangstprosessen med damp.

Norcem-prosjektet har gitt Norsk Energi en unik kompetanse i de varmetekniske problemene rundt integrasjon mellom et CO₂-fangstanlegg og ulike industrielle prosesser. Dette har ført til at Norsk Energi nå er involvert i svært mange CO₂-fangst-prosjekter. Vi har medvirket til en å skrive en veileder for CO₂-fangst for avfallsforbrenningsanlegg, FEED-studie på Klemetsrud, utredninger for mange forbrenningsanlegg og metallbedrifter og assistanse til flere selskaper som utvikler CO₂-fangst-teknologi (Aker Carbon Capture, ZEG Power og Capsol).

Nå blir det spennende å se hva som skjer videre. Fangstanlegget på Norcem er ganske snart driftsklart, mellomlagringsanlegget i Energiparken i Øygarden er straks klart, fire spesialbygde CO₂-skip blir levert snart. Klemetsrud er forhåpentligvis snart på sporet igjen.

Men hva med alle de CO₂-fangstprosjektene som nå er under utredning i Norge og i EU?





Jarotech AS er et ingeniørfirma innen industriell energi, forbrenningsteknikk, spesialbrennere, brennkammer, faste og mobile varmesentraler for fjernvarme/ større bygg basert på bioolje, gass, varmepumper samt fornybar energi basert på solfangere og solceller.

Vi prosjekterer og leverer anlegg for biobrensel, alle typer fyrings/bioolje, biogass, propan, butan, naturgass, hydrogen, CO og alle typer spillgasser.

I tillegg har vi egen serviceavdeling som foretar service på anlegg i alle størrelser og vi utfører miljømålinger på gasskjeler.



Lyse Neo AS,
2x15 Megawatt fjernvarmekjeler m/ styringsystem, gasstrain, skorstein, lyddempere, instrumenter, ventiler, trykkluft, nitrogensystem og Lav-NOx Elco naturgassbrennere.

Jarotech samarbeider med mange produsenter og er behjelpelig med å skaffe komponenter og reservedeler fra de aller fleste leverandører av energi, varme og forbrenningsteknikk.

Forhandler for:



Gas Pressure Regulation

- Elco:** Gassbrennere, Olje/Bio-oljebrennere, Kombibrennere | **Lamtec:** Styresystem for olje- og gassbrennere
Ecom: Måleutstyr innen forbrennings-og energiproduksjon | **Danstoker:** Kjeler til Industri, fjernvarme og kraftvarme
Honeywell: Utstyr fra Process Solutions (HPS) og Thermal Solutions (HTS)
Medenus: Trykkregulatorer, filter og ventiler for gasser



Solfangeranlegget på Stovnerskogen sykehjem er installert for forvarming av tappevann inn på varmtvannsberederne.

Glencore Nikkelverk,
7,6 Megawatt hauck lettoljebrenner,
egendesignet brennkammer.



www.jarotech.no



RENAS



StartBANK



ILDFAST

PLANLEGG SESONGENS VEDLIKEHOLD NÅ!

Vedlikehold av fyringsanlegg og ovner krever gode forberedelser og planlegging. Ildfast AS utfører vedlikehold av murverk og brenselrister, renovering av kammer og kanaltørker, tørrisblåsing, sandblåsing, fuging, coating og mye mer. Avtal tid for inspeksjon og et planleggingsmøte med en av våre kunnskapsrike prosjektledere.

VÅRE PRODUKTER & TJENESTER

- Ildfaste installasjoner
- Ildfaste materialer
- Inspeksjoner & konsulentoppdrag
- Prefabrikkering
- Teknisk tegning
- Sandblåsing
- Ultra høytrykksspyling – 3200 bar
- Feiing & kjelesjau
- Brenselrister
- Forankringssystemer & hexmetall
- Ildfast fiber, pakninger & rep
- Feieutstyr & børster
- Sprøyteutstyr
- Industristøvsugere

VI KAN ILDFAST MURVERK



Telefon: 64 94 00 00
E-mail: post@ildfast.no

www.ildfast.no

En del av
IGNI 

CCS-revolusjonen starter i en simulator

Ved hjelp av en digital tvilling lærer Heidelberg Materials CCS-operatører å fange karbon før selve fangstanlegget står ferdig. Prosessindustriens nye «karbonfangere» tar sementindustrien inn i neste industrirevolusjon, mener Tor Gautestad i CCS Brevik. Med på omstillingen er Norsk Energis røykrørkjeler.

Av Morten Valestrand



Hovedkomponentene til Norcems CO₂-fangstanlegg er på plass. Her ses det hundre meter høye absorpsjonstårnet.

CCS-prosjektet er med på å revolusjonere hele sementindustrien, sier Tor Gautestad, Operational Manager for prosjektselskapet Brevik CCS hos Heidelberg Materials Sement Norge.

I så fall blir det verdensrevolusjon. Brevik sementfabrikk (tidligere Norcem) er verdens første i sitt slag med et karbonfangstanlegg i full skala. I dag står den globale sementindustrien for 6–8 prosent av verdens CO₂-utslipp så utviklingsmulighetene er enorme.

Ifølge Tor Gautestad er det derfor meget fremtidsrettet å utdanne seg til operativ karbonfanger. CCS-revolusjonen krever en helt ny yrkesgruppe prosessoperatører og operatør opplæringen i Brevik har derfor et skimmer av pionerånd over seg.

Tvillingen overtok

Det blir ikke mindre kurios av at det ennå ikke finnes et fungerende prosessanlegg å få opplæring i. En vesentlig del av undervisningen foregår derfor på en dynamisk simulator, en digital tvilling av det snart ferdige anlegget.

Simulatoren er bygget opp av Kongsberg Digital og viser fangstanleggets tekniske system inklusive alt, fra minste ventil og pumpe til sementovn, karbonfangst og flytende mellomagring.

Alt skal være med, også en litt spesiell dampkjel. En digital tvilling skal være en tro kopi av det fysiske anlegget, hverken mer eller mindre. I Brevik kommer imidlertid kopien før originalen.

Termisk introduksjon

Allerede i fjor spilte deler av simulatoren en viktig rolle da Heidelberg Materials Sement Norge begynte sin søken etter operatører, men uten å ha et anlegg å vise opp. Da var det bra å ha en tvilling.

Siden da har man ansatt 15 nye prosessoperatører som nå går en ettårs utdanning i CO₂-fangst. Utover grunnbehovet på fem skift med tre operatører per skift må anlegget ha personalmarginer og kompletterende tjenester innen reparasjon og vedlikehold. Mens de venter på oppstart får de en grundig gjennomgang av alt fra teknologiforståelse og systemutprøving til igangkjøring og drift.

Derfor har rådgivingselskapet Norsk Energi og en rekke andre aktører holdt kurs innenfor sine respektive fagområder. Høsten 2023 holdt Norsk Energi et introduksjonskurs i CCS-prosessens termiske systemer, som ble fulgt opp i et påbyggingskurs over tre dager i januar. I etterkant vil operatørene ha stor nytte av simulatoren.

Bred operatørkompetanse

Med en simulator kan man trene på oppstart, nedkjøring og uforutsette hendelser. Man kan se hva som skjer når et trykk stiger eller en temperatur synker, og hvordan resten av systemet reagerer.

– Ikke minst er det viktig å få kunnskap om hvordan operatøren selv skal handle når forskjellige situasjoner oppstår, sier Magnus Hofstad, seniorrådgiver i Norsk Energi som selv holdt foredrag om fangstanleggets matevannstank og pumper.

– Underentreprenører innen mange ulike spesialområder har ledet forskjellige deler av operatør opplæringen så en rekke fagområder er kombinert. Ope-



ratørene får veldig bred kompetanse, sier Erik Bostad, spesialrådgiver i Norsk Energi og kurslærer i Brevik.

Uten varme ingen fangst

I februar holdt Norsk Energi også et sertifiseringskurs for kjelpassere. I tillegg til en elektrodekjel vil anlegget bestå av ni røykrørkjeler og en rekke trykketanker.

Uten Norsk Energi sin teknisk og økonomisk verifiserte teknologi for gjenbruk av overskuddsvarme fra hete røykgasser så er det ikke sikkert at prosjektet i Brevik ville kunne bli gjennomført i den skala det nå gjøres. Påstanden bunner i at varme spiller en sentral rolle i fangstprosessen og at selvbruk er velbruk: Varmen kommer fra overskuddsvarme i sementproduksjonen.

– Norsk Energi har designet kjelene for gjenvinning av termisk energi i form av overskuddsvarme fra sementproduksjonens røykgasser, sier Erik Bostad.

En eksklusiv kjel

Stikkordet er røykrørkjel. Varme røykgasser strømmer gjennom rør omgitt av vann, altså en kjel med røykrør. Vannet hentes opp til kokepunktet og funksjonen blir som hos en varmeveksler. Spillvarme inn og damp ut. Deretter brukes dampen i selve CO₂-fangstprosessen og en liten sirkulær økonomi er et faktum.

– Dampen fra røykrørkjelene ledes til en reboiler, hvor CO₂-rik aminløsning varmes opp og benyttes til å frigjøre CO₂-molekylene som ble hentet ut fra røykgassen, sier Erik Bostad.

Også økonomisk

Denne typen røykrørkjel har tidligere vært testet i et pilotanlegg hos Norcem, i dag Brevik CCS. Røykrørkjeler hadde aldri tidligere vært i bruk i denne delen

Driftsoperatørene forbereder seg på å sette CO₂-fangstanlegget i drift. Her blant annet under veiledning av Paul Andreas Marchioro Ystad fra Norsk Energi.



Norcem har allerede ansatt driftsoperatører for CO₂-fangst-anlegget. I januar gjennomgikk operatørene et kurs arrangert av Norsk Energi. Her går Tor Olav Eikrem fra Norsk Energi gjennom ulike hendelser som kan oppstå under drift.

av et sementanlegg men Heidelberg og Norsk Energi kunne da vise at konstruksjonen bidrar meget konkret til at storskala CO₂-fangst også kan være økonomisk bærekraftig.

Røykrørkjelen er i dag teknologikvalifisert gjennom DNV. I følge Per Brevik, direktør for bærekraft og alternativt brensel i Heidelberg Materials Sement Norge, så er den tekniske designen på fangstanleggets varmegjenvinning så god at den ikke bare kan tilpasses andre sementfabrikker men også brukes i annen prosessindustri.

Samarbeid og simulering

– I simulatoren ligger en digital kopi av Norsk Energi sin teknologi, til stor nytte for operatørene, sier Kristin Løbach Jordhøy, Norsk Energis prosjektleder i Brevik CCS-prosjekt.

Norsk Energi er allikevel bare en medspiller i et stort team. De løsninger som tilhører den aminbaserte karbonfangsten håndteres av Aker Carbon Capture, som Heidelberg Materials Sement Norge har som hovedleverandør av CCS-teknologien, i samarbeid med Aker Solutions. Det er sistnevnte som er Norsk Energis oppdragsgiver.


– Det er veldig bra å kunne bruke en digital tvilling som dette når det er snakk om et helt nytt stort anlegg som ingen kjenner til. Det gir mye ekstra verdi og blir selvsagt veldig nyttig også etter oppstart, sier Kristin Løbach Jordhøy.

Det er plass til fler

Driftstart skjer først senere i år, eller kanskje over i 2025. Omverdenens utfordringer har man ikke kontroll over og Tor Gautestad har tidligere sett hvordan både pandemi og krig kan skyve CCS-prosjektet foran seg.

Mangel på kontroll gjelder også på arbeidsmarkedet, en utfordring for prosessindustrien generelt. Kvalifiserte søkere har ikke akkurat stått i kø utenfor porten for å få jobb som sementindustriens revolusjonsarbeidere.

– Nei, det kan vi ikke påstå. Det er ikke gjort i en håndvending å finne interesserte og kompetente søkere til fangstanlegget, sier Tor Gautestad.

– Vi har fått god respons når vi har gått aktivt ut og søkt etter folk, men arbeidsmarkedet er anstrengt. Det er stor konkurranse om både operatører, vedlikeholdspersonell og andre stillinger i prosessindustrien. Så kom og søk, vi har fortsatt ledige stillinger! 



SVEISEVERKSTEDET

K. G. Karlsson AS | Etablert 1922



Elektriske industrikjeler genererer CO2-nøytral damp

Høy dampkvalitet, utmerket dynamikk og full fleksibilitet
Kjelstyring av høy kvalitet og sikkerhet
Systemutstyr og service fra en utmerket leverandør
Produsent av damp- og varmtvannskjeler i mer enn 100 år

Vi prosjekterer og utfører alle typer fyrhusinstallasjoner

Ta kontakt for tilbud!

Konkurransedyktig - Bærekraftig - Pålitelig



Besøk vår nettside for mer informasjon



70 13 40 20



firmapost@sveiseverkstedet.no



Vestre Bingsa Industriveg 1, 6019 Ålesund

Rent hydrogen på Kollsnes basert på ZEG-teknologi

ZEG Power har satt i drift verdens første kommersielle anlegg for produksjon av rent hydrogen med integrert CO₂-fangst i Energiparken i Øygarden kommune.

Av Hans Borchsenius, Norsk Energi



Det nye anlegget for hydrogenproduksjon med integrert CO₂-fangst er nå ferdig bygget.

Hydrogen er en energibærer med stort markedspotensiale. Det er mange planer om å produsere grønt hydrogen ved elektrolyse, som er en gammel og velprøvd teknologi. Men fornybar elektrisk kraft er en mangelvare. Regjeringens energikommisjon legger opp til storstilt vindkraft-utbygging til lands og til havs, men prosjektene lar vente på seg på grunn av dårlig lønnsomhet, uakseptable naturinngrep og konflikter med reindrift og fiskeri.

Rent hydrogen produsert fra naturgass med CO₂-fangst er imidlertid ikke beheftet med disse ulempene. Derfor er det meget interessant å se på det som nå foregår i Energiparken på Kollsnes i Øygarden kommune. Her har leverandøren av produksjonsanlegget for hydrogen, ZEG Power, inngått et samarbeid med CCB Energy Holding, som har opprettet driftsselskapet H2 Production AS. Et komplett anlegg for hydrogenproduksjon med integrert CO₂-fangst er nå ferdig bygget og er godt i gang med idriftsettelsen.

Anlegget vil etter planen komme i produksjon i løpet av første halvår 2024, ifølge ZEG Powers commissioning lead Christoffer Meek.

20 års teknologiutvikling

ZEG Power var i sin tid en spin-off fra Institutt for energiteknikk (IFE), og har i over 20 år arbeidet med å utvikle en prosess for ren hydrogenproduksjon med integrert CO₂-fangst. Norsk Energi har vært engasjert av ZEG Power i forbindelse med et pilotanlegg på Kjeller. Norsk Energi var også i 2022 engasjert av ZEG Power for elektro og automasjon for det nye produksjonsanlegget i Energiparken på Kollsnes, som er en 30-gangers oppskalering av produksjonskapasiteten i forhold til det gamle testanlegget på Kjeller. Det nye anlegget på Kollsnes vil produsere ca 1 tonn rent hydrogen pr døgn, sier Christoffer Meek.

ZEG H1, som er navnet på det nye anlegget på Kollsnes, er basert på ZEGs unike og patenterte teknologi og vil bli verdens første produksjonsanlegg for rent hydrogen med integrert CO₂-fangst. Med eiere som har lang bakgrunn fra energi- og petroleumsbransjen, sitter selskapet med nødvendig erfaring og viktige kunnskaper.

CO₂ som fanges fra produksjonen vil etter planen transporteres til Northern Lights for permanent lagring under havbunnen. På denne måten vil H2 Production kunne bli en svært viktig bidragsyter for at Norges store ressurser av naturgass vil bli brukt på en klimavennlig måte. Dette vil også være viktig for å skape konkurransedyktige alternativ til eksisterende fossile produkter. ZEG jobber i parallell med ytterligere oppskalering av teknologien, hvor det fremtidige målet er storskala produksjon av rent hydrogen.

Energiparken er en svært gunstig lokasjon for plassering av hydrogenanlegg for å sikre en fullstendig og bærekraftig verdikjede, samt kortreiste løsninger. Bare 1500 meter fra anlegget ligger naturgasterminalen som mottar naturgass direkte fra Nordsjøen. Det løper to gassrør fra denne terminalen gjennom energiparken og tilgjengeliggjør gassen. I tillegg ligger Energiparken langs en maritim hovedled og Ågotnes hvor Bergens fremtidige offentlige havn vil bli lokalisert. Dette vil danne transportknotepunkt for fremtidige brukere av

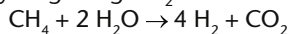


Anlegget vil etter planen komme i produksjon i løpet av første halvår 2024, ifølge ZEG Powers commissioning lead Christoffer Meek (til venstre). Her sammen med kollega Bjørn Filip Johannessen (til høyre), begge tidligere Norsk Energi-ansatte.

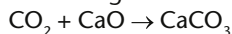
hydrogen. Spillprodukter fra produksjonen som varme og CO₂ kan også brukes som ressurser for nærliggende industrier. Disse kortreiste løsningene vil føre til lavest mulig karbontrykk og bidrar til å nå klimamålene.

ZEG ICC™teknologien

ZEG ICC™-teknologien (Integrated Carbon Capture) er basert på en forbedring av tradisjonell dampreforming av naturgass (SMR). Reaksjonen, som foregår ved 600 °C, er at metan og vandamp omdannes til hydrogen og CO₂:

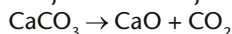


Dampreforming av naturgass er en 100 år gammel og velprøvd teknologi. Det revolusjonerende med ZEG-teknologien er at CO₂ skilles ut slik at man får en ren hydrogenstrøm. Utskilling av CO₂ skjer ved hjelp av en kalkholdig absorbent, etter reaksjonen:




Absorbenten forbrukes ikke, men regenereres ved 850 °C slik at den kan resirkuleres til reaktoren.

Det skjer etter reaksjonen:



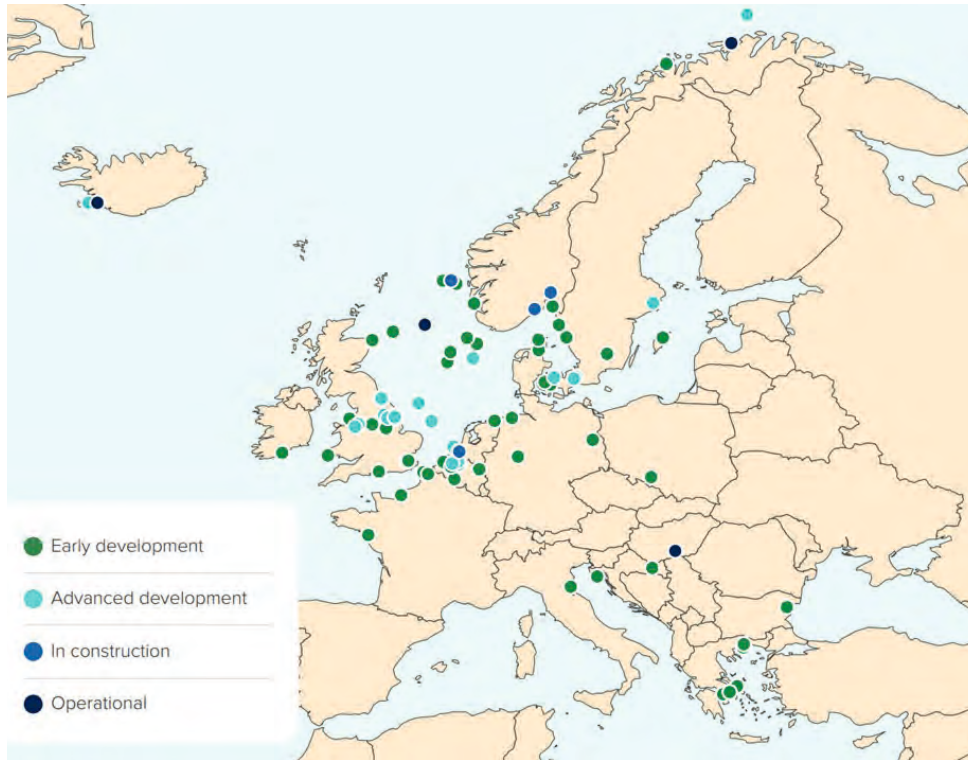
Fordelen med ZEG-teknologien er altså at man får ut CO₂ og hydrogen i to separate, og rene strømmer. CO₂ kan komprimeres og deponeres. Det er derfor det nye anlegget er lokalisert til Kollsnes, der man enkelt kan koble seg til CO₂-deponeringsanlegget til Northern Light.

Håper på ytterligere ekspansjon

ZEG ble nylig inkludert på «The European Hydrogen Tech25 List», som er en liste over de mest lovende hydrogenteknologiselskapene i Europa. ZEG setter pris på denne utmerkelsen, fordi den kan bety noe for investorers interesse i fremtiden. 

CCS i Europa

Interessen for karbonfangst og -lagring (CCS) øker i Europa. Hele 119 CCS-prosjekter er nå under utvikling, som er en økning på 60 % fra 2022. Men suksesshistorier er fortsatt mangelvare.



Kart over CCS-prosjekter i Europa i ulike utviklingsstadier per oktober 2023. Kilde: Global CCS Institute.

EU-kommisjonen har i 2023 initiert en rekke nye lovforslag, vedtatt andre som har vært i arbeid siden utgivelsen av Fit for 55-pakken og gjort ytterligere fremskritt i finansieringen av CCS-prosjekter gjennom Innovation Fund eller Connecting Europe Facility – Energy.

Nordsjøen dominerer fortsatt som det foretrukne stedet for CO₂-lagre i Europa, men andre muligheter dukker opp. Bulgaria, Kroatia og Hellas utvikler CCS-prosjekter i Sørøst-Europa, Italia har tildelt en pilot-lagringslisens i Adriaterhavet, og Danmark og Polen vurderer lagring på land. Transport og lagring er en tjeneste som utvikles uavhengig av spesifikke fangstanlegg. Mange europeiske land har også gjort viktige fremskritt på veien mot CCS-distribusjon. Danmark, Norge, Nederland og Storbritannia har ledet an når det gjelder å utvikle nasjonal CCS-politikk og støtte til CCS-prosjekter. Frankrike og Tyskland har lansert konsultasjoner om politikk som tar sikte på å støtte CCS, mens Belgia, Danmark, Frankrike, Tyskland, Island, Nederland, Norge, Sverige, Sveits og Storbritannia har gjort fremskritt i bilaterale avtaler, erklæringer og/eller samarbeid om CCS.

Flere andre land har valgt å inkludere CO₂-fangst i sine klimatiltaksstrategier, men ikke lagre det innenlands. Sverige planlegger å bruke CCS kun for å generere

karbonopptak. Finland har en lignende tilnærming, men forsker også på karbonutnyttelse. Belgia, Bulgaria, Hellas og Romania gjør viktige fremskritt for å kunne gjennomføre CCS-prosjekter. Mens det generelt har blitt gjort mye fremgang, har det vært tilbakeslag. Porthos-prosjektet ble forsinket på grunn av et søksmål knyttet til nitrogenutslipp før dette ble løst og prosjektet fikk godkjenning i august 2023, etterfulgt av FID i oktober.

Byggingen av CO₂-fangstanlegget på Klemetsrud til Hafslund Oslo Celsio er midlertidig stanset på grunn av kostnadshensyn, men FEED-studie pågår. Et prosjekt i Romania har blitt stoppet midlertidig på grunn av en oppfattet mangel på offentlig aksept. EU-støtte gjennom Innovation Fund og Connecting Europe Facility – Energi og individuelle nasjonale subsidieprogrammer fortsetter å være hoveddriveren for CCS-distribusjon i Europa.

Prisen på utslippkvoter omsatt på EUs kvotesystem nådde en ny topp på € 100 per tonn CO₂ i februar 2023, men er nå på vei ned igjen, og dette innvirker på økonomien i CCS-prosjekter.

Det er gjort fremskritt i Europa og globalt når det gjelder CCS, og mange CCS-prosjekter er kommet langt i utvikling. Men det mangler fortsatt suksesshistorier om gjennomførte CCS-prosjekter.

Kilde: Rapporten «CCS IN EUROPE, REGIONAL OVERVIEW» fra Global CCS Institute, nov 2023



Har du fokus på bærekraft? Vi kan hjelpe dere i mål

- ✓ **Redusert energiforbruk:** Ved å implementere tiltak som isolasjon, kondensatgjenvinning og vedlikehold av kondenspotter, kan bedrifter betydelig redusere energiforbruket og spare kostnader.
- ✓ **Forbedret prosesseffektivitet:** Optimal dampfordeling og -bruk kan forbedre prosesseffektiviteten, noe som fører til økt produktivitet og reduserte driftskostnader.
- ✓ **Lavere miljøpåvirkning:** Ved å implementere energieffektive tiltak kan bedrifter minimere sitt karbonavtrykk og være i samsvar med miljøforskrifter, noe som bidrar til å bygge et grønnere omdømme.

spirax
sarco



Kontakt oss og finn ut mer om vår kompetanse innen bærekraftig energi.



67 06 76 80



info@no.spiraxsarco.com



www.spirax-sarco.no




Fire skip skal gå i skytteltrafikk med CO₂

CO₂-mottaksterminalen i Øygarden skal i løpet av året 2024 motta flytende CO₂ ikke bare fra Norcem, men også fra andre kunder basert i Norge, Danmark og Nederland.

Herfra skal CO₂ injiseres inn i et offshore-reservoar for permanent lagring.

Transporten skal foregå på skip. Det ble først bestilt to skip, hver med en kapasitet på 7500 m³ CO₂.

Disse to skipene er nå (februar 2024) 75 % ferdigstilt og vil bli levert senere i år. Det er nylig bestilt to skip til, slik at i alt fire skip vil gå i skytteltrafikk mellom CO₂-fangstanlegg i Europa og terminalen i Øygarden. Hvert av disse fire skipene vil kunne transportere 400 000 tonn CO₂ årlig. Med disse fire skipene vil Northern Lights ha verdens største dedikerte CO₂-fraktflåte. Kilde: Northern Lights 

EU når ikke sitt mål om karbonfangst og lagring uten Norge


Norge og EU har inngått en avtale om samarbeid innen det grønne skiftet.

Avtalen, som kalles «EU-Norway Green Alliance» innebærer opprettelse av arbeidsgrupper som kan fordype partnerskapet innenfor det grønne skiftet. Avtalen omfatter hydrogenproduksjon, karbonfangst, havvind, grønn transport og arbeid mot avskoging.

Karbonfangst og lagring er sentralt i avtalen. EU når ikke sine klimamål uten betydelig satsing på

karbonfangst og -lagring (CCS). EU-kommisjonen slår fast at det er tre land som er langt fremme når det gjelder karbonfangst og -lagring (CCS) i EU-EØS-området. Det er Norge, Nederland og Danmark.

EØS-landet Norge gis dermed en betydelig plass i EUs planer for lagring av CO₂. Dette er avgjørende for om EU skal nå sine klimamål, men Kommisjonen er også åpen om at det går for sakte med å få på plass CO₂-lager og transportløsninger.

Kilde: Energi og klima 

Akkreditert etter EN ISO/IEC 17025



AKKREDITERT PRØVETAKING, ANALYSE OG RAPPORTERING AV UTSLIPP TIL LUFT

Applica Test & Certification AS bistår med kartlegging av utslipp til luft og foretar akkrediterte utslippsmålinger for alle typer virksomheter i Norge. Målingene gjennomføres etter gjeldende nasjonale og internasjonale standarder.

Ta kontakt for mer informasjon og tilbud!

applicatstandcert.no

kundeservice@applica.no

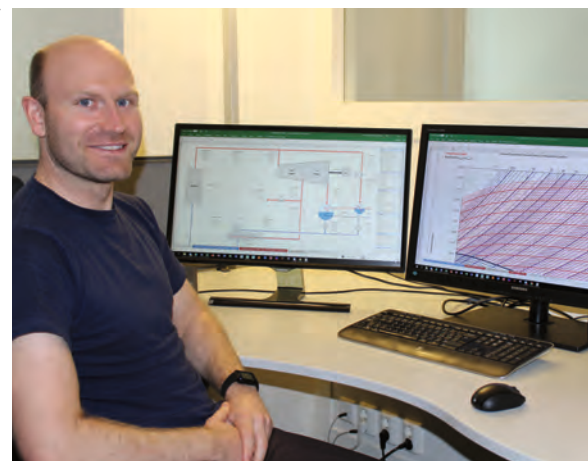
Prosesssimulering av CO₂-fangst hos Returkraft

Når Returkraft i Kristiansand vurderer CO₂-fangst er termisk integrasjon mellom fangstanlegg og prosess en viktig del av vurderingen. Dette er komplisert, og her er prosesssimulering et svært nyttig verktøy, sier Paul Andreas Marchioro Ystad i Norsk Energi.

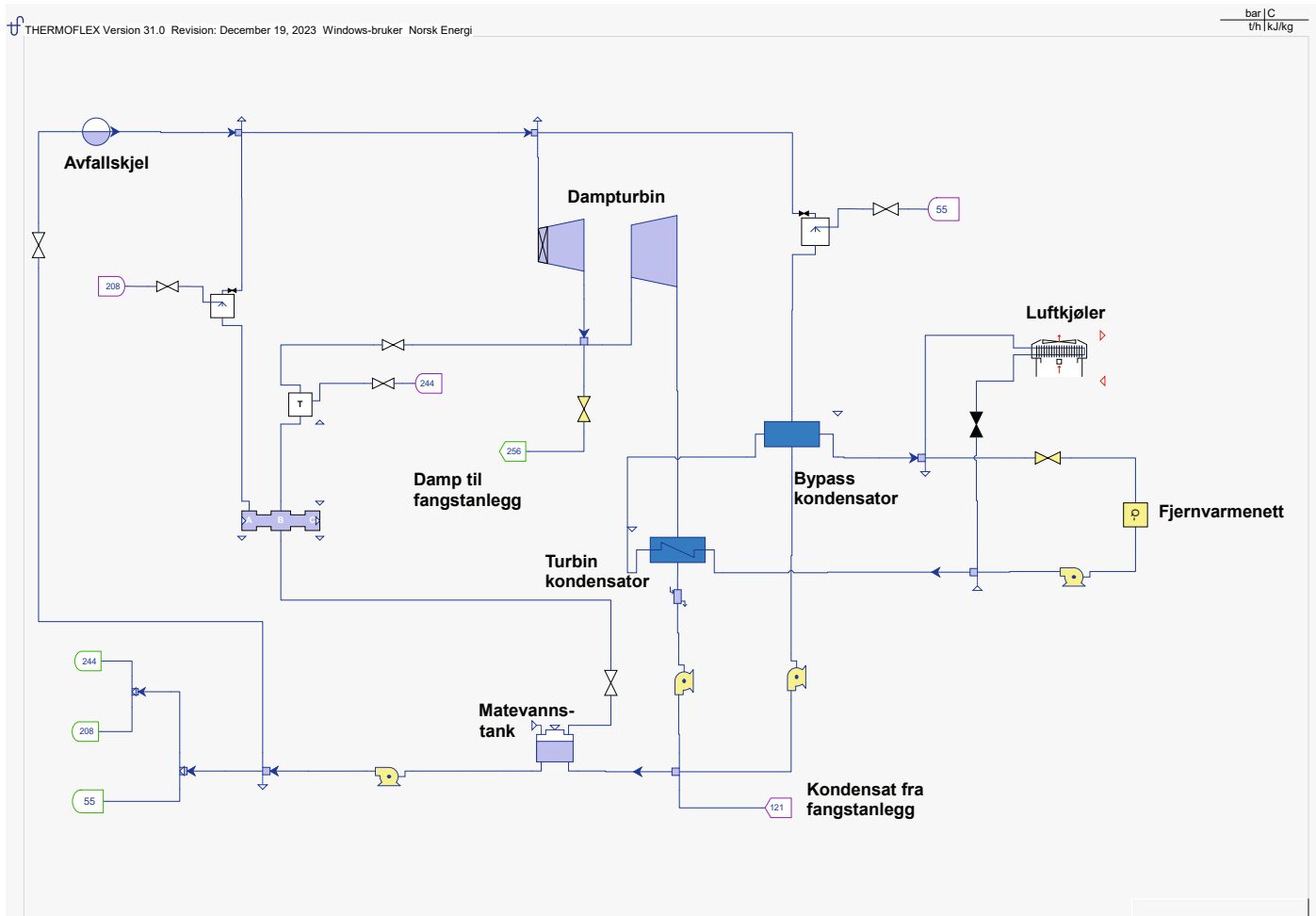
Av Hans Borchsenius

Returkraft vurderer nå CO₂-fangst. Returkraft er et avfallsforbrenningsanlegg som ligger ca 5 km nord for Kristiansand sentrum. De har en forbrenningslinje med kapasitet på 130 000 tonn avfall per år som gir utslipp av ca. 130 000 tonn CO₂ per år. Returkraft har siden 2018 jobbet med å bygge kompetanse om karbonfangst og -lagring (CCS) for å se på hvilke muligheter dette kan gi til å redusere klimagassutslipp ved anlegget. CO₂-fangst er den eneste tekniske metoden som kan fjerne CO₂-utslipp fra avfall som ikke kan eller bør materialgjenvinnes. I tillegg muliggjør det såkalt «karbonfjerning», ettersom man også fanger utslipp fra biogene avfallskilder. Karbonfjerning innebærer både en forretningsmulighet og vesentlige bidrag til lokale og nasjonale forpliktelser om utslippskutt. Målet er å gjøre avfallsforbrenningen utslippsfri samtidig som økningen i renovasjonsgebyret forhåpentligvis blir lavere enn den ellers ville blitt fordi man unngår å betale den rene CO₂-avgift.

Mulighetsstudie i år, bygging innen 2030
Returkraft har nå engasjert Norsk Energi til å gjøre en mulighetsstudie av CO₂-fangst. Fangstanlegget vil



Et CO₂-fangstanlegg influerer på den industriprosessen det er en del av. For eksempel i et avfallsforbrenningsanlegg vil CO₂-fangst påvirke leveransene av fjernvarme. Derfor er det nyttig å kunne simulere dette, noe Thermoflex gir oss muligheten til, sier Paul Andreas Marchioro Ystad i Norsk Energi.



kreve mye energi, men dette kan i stor grad dekkes av overskuddsvarme fra avfallsforbrenningen. Situasjonen er nemlig at det brennes avfall tilsvarende 328 GWh (2022), mens salget av fjernvarme utgjør 117 GWh og strømproduksjonen i dampturbinen utgjør 70 GWh. Varmeoverskuddet varierer hele tiden, og er selvfølgelig størst om sommeren. Her må man derfor forsøke å finne en optimal løsning der CO₂-fangstanlegget får dekket sine behov for varme og kjøling, samtidig som dette i minst mulig grad går på bekostning av fjernvarmeleveransen til Kristiansand eller strømproduksjonen i dampturbinen.

Arealvurderinger og plassering av et mulig fremtidig fangstanlegget er også en sentral del av vurderingen.

Returkrafts mål er å ha et CO₂-fangstanlegg i drift i 2030.


Thermoflex er et egnet simuleringsverktøy

Norsk Energi har kjøpt lisens på prosessimuleringsprogrammet Thermoflex. Thermoflex er et allsidig program for varmebalanse og prosessimulering av termiske energianlegg. Programmet gir muligheten til å dimensjonere og simulere kraftvarmeprosesser (eksempelvis avfallsforbrenningsanlegg), fjernvarme- og dampanlegg,

varmepumpesystemer og andre termiske systemer.

Programmet kan brukes til både designsimulering for å dimensjonere nytt prosessutstyr (varmevekslere, røkgasskjølere, kjeler, dampturbiner, røkgassystemer og rørsystemer). Det gir også mulighet for å simulere andre driftspunkter for en eksisterende anleggskonfigurasjon. Sistnevnte er spesielt nyttig i vurderinger termisk integrasjon mellom et eksisterende anlegg og CO₂-fangst hvor driftsituasjonen i anlegget blir påvirket når man tar ut termisk energi til fangstanlegget. Man har da muligheten til å se hvor den nye driftsituasjonen blir og optimalisere energiforsyningen til CO₂-fangstprosesser for å oppnå bedre effektivitet og reduserte kostnader.

Programmet gir estimater for fysiske dimensjoner, vektorer og kostnader for hovedutstyr, inkludert installasjonskostnader.

I prosjektet for Returkraft benyttes Thermoflex for å simulere eksisterende damp- og fjernvarmesystem. Videre ses det på hvordan energisituasjonen i anlegget påvirkes når man tar ut termisk energi til et fangstanlegg, og man kan derved sjekke hvordan driftsituasjonen i eksisterende anlegg påvirkes av fangstanlegget. 

Thermoflex er et allsidig program for prosessimulering av termiske energianlegg.

Fire teknologier for CO₂-fangst fra røykgasser

For store punktutslipp av CO₂ som for eksempel avfallsforbrenningsanlegg, kraftverk, sementproduksjon og kjemisk og metallurgisk industri finnes det i prinsippet fire ulike teknologier for CO₂-fangst fra røykgassene; absorpsjon, adsorpsjon, membraner og kryogen destillasjon. Denne beskrivelsen av disse fire CO₂-fangstteknologiene er basert på delrapport L2 i prosjektet Klimakur for avfallsforbrenning (KAN).

Av Jos van der Plas, Norsk Energi

Absorpsjon ved bruk av Aminer

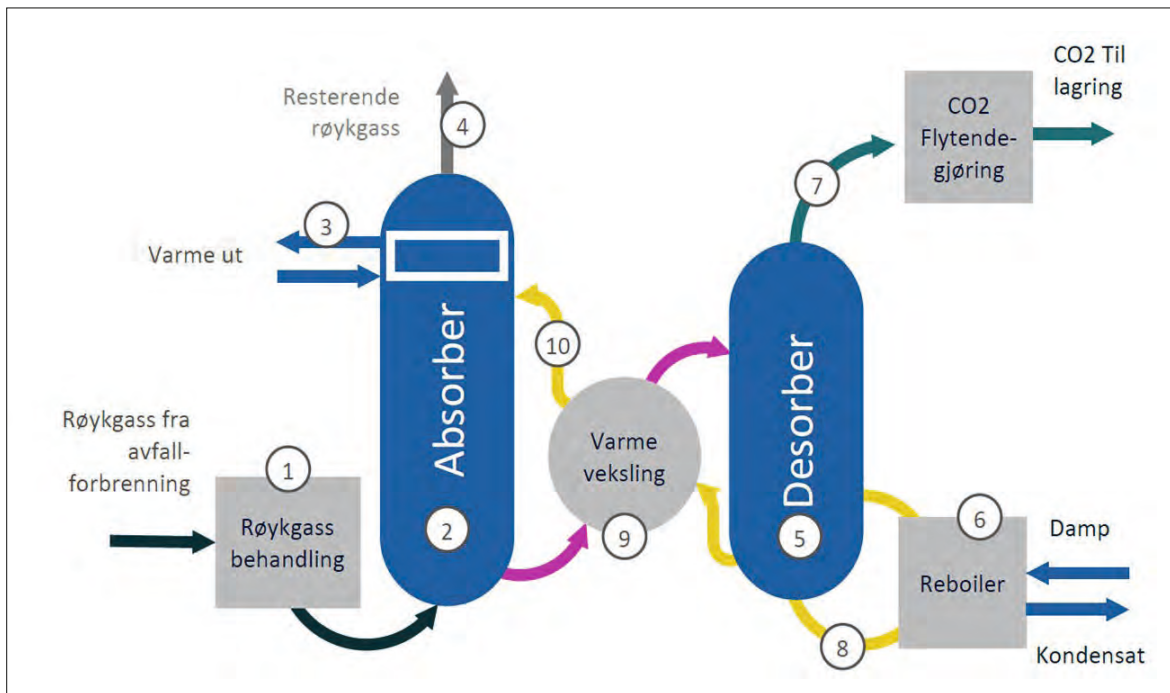
Absorpsjon er den mest utbredte teknologien for karbonfangst. Innenfor denne kategori finnes det flere fangstmedier. Fangst ved bruk av amin-basert fangstmedier er den mest utbredte, og kan regnes som den mest modne av fangstteknologiene.

Aminene er løst i vann og sirkulerer mellom to kolonner. I den første kolonnen møtes fangstmediet og røykgass motstrøms i direkte kontakt og CO₂ absorberes i fangstmediet. Fangstmediet som nå er rikt på CO₂ pumpes deretter over i den andre kolonnen gjennom en kryssveksler og i den andre kolonnen kokes CO₂-en av. Denne kolonnen kalles en desorber eller stripper. CO₂-en som er kokt av sendes videre til kompresjon og flytendegjøring, mens fangstmediet som nå er fattig på CO₂ sendes tilbake til absorber gjennom den samme varmeveksleren klar for ny runde med fangst. Denne varmeveksleren kalles en kryssveksler og kan kjennes igjen i de aller fleste CO₂-fangstanlegg med flytende fangstmedier.

Denne sparer prosessen for en del energibehov.

Det er behov for store mengder termisk energi for å koke av CO₂, og det er mange forskjellige tiltak som benyttes for å begrense dette energibehovet. Dette er også en av hovedutfordringene med aminteknologi. Andre amin-blandinger med lavere energibehov, flere kryssvekslere, kompressorer i prosessen, isolasjon, veksling av varme mellom fangst og kompresjon er noen av tiltakene som benyttes. I tillegg vil fangstanlegget ha en del spillvarme som må kjøles bort.

Det skjer for eksempel en spennende utvikling på integrasjoner av varme for å effektivisere energibehovet i hele verdikjeden, og ikke bare internt i selve fangstprosessen. Spesifikt for avfallsforbrenningsbransjen er det veldig interessante muligheter for integrering med fjernvarme og eksisterende anlegg. Og siden det er vanskelig å omgå fysiske lover som tilsier stort energiforbruk er det utviklet andre teknologier med fordelaktige aspekter sammenlignet med et tradisjonelt aminanlegg.



CO₂-fangst ved absorpsjon gjøres ved at absorpsjonsvæske mettet med CO₂ i absorpsjonsdelen av prosessen endres likevekten ved å endre temperatur eller trykk for å fjerne CO₂ fra væsken i en desorpsjonsprosess. Denne prosessen gjentas ved sirkulasjon av absorpsjonsvæsken mellom de to hoveddelene av prosessen.

Leverandører

- Air Liquide
- Aker Carbon Capture
- Baker Hughes – Compact Carbon Capture
- Cansolv (Kanfa, Carbon Centric)
- Giammarco Vetrocoke
- Honeywell
- Fluor
- Mitsubishi Heavy Industries (Drax)
- m.fl.

Fordeler

- Høy modenhet
- Mange leverandører
- Lav prosjektrisiko

Ulemper

- Høyt varmebehov
- Risiko for utslipp av nitrosaminer/nitraminer

-weishaupt-



Kondenserende gasskjel

Weishaupt sine nye gasskjeler WTC-GB Er utviklet til å drifte på N-gass, propan, LBG og Bio-propan. Ytelse inntil 620 kW.

Fordeler:

- Meget kompakt
- Høy virkningsgrad
- Ultra low NOx forbrenning
- Stillegående
- Digital styring med klimastyring, Varmtvannsprioritering og mulighet for styring av flere varmekretser
- Stort reguleringsområde.

Ta kontakt for ytterligere informasjon

Weishaupt Norge AS

Tel. 22511400

Mail: post@weishaupt.no

www.weishaupt.no



Det er fire ulike prinsipper for CO₂-fangst fra røykgass.

Absorpsjon ved bruk av ammoniakk

Fangst med ammoniakk er prosessmessig ikke ulik aminprosessen, men har i tillegg en ekstra absorber og en ekstra desorber for å unngå ammoniakk-utslipp. Den krever mer kjøling av røykgass til temperaturer ned mot 2–10 °C, og drifter på en høyere temperatur og trykk i desorber. Prosessen har høyt strømforbruk sammenlignet med amin, men lavere varmekonsum. Kjemikalieforbruket er vesentlig høyere enn for amin, men det trengs ingen separat reclaimer for å ta ut degraderingsprodukt. En utfordring som må håndteres med denne prosessen er avsetninger av faststoff. Ammoniakk er et rimelig industrikjemikalium. Det produserer ammoniumsulfat som et biprodukt fra prosessen. Ammoniakk er giftig og brannfarlig som gass og vil ha strenge krav til håndtering. I motsetning til aminer vil det ikke slippes ut stoffer som potensielt kan danne kreftfremkallende stoffer. Resultatene fra testing på testsenteret på Mongstad (TCM) ble vurdert som vellykkede, etter innledende problemer, iht. uttalelser fra nøkkelpersoner i Gassnova/TCM.

Leverandører

- Baker Hughes
- Alstom

Fordeler

- Høy modenhet
- Lavere energiforbruk enn amin
- Rimelig fangstmedium

Ulemper

- Høyere strømforbruk enn amin
- Få leverandører
- Høyt forbruk av fangstmedium
- Giftig og brennbart fangstmedium
- Kompleks prosess

Absorpsjon ved bruk av kaliumkarbonat (trykk/enzym).

Kaliumkarbonat er et uorganisk materiale som har høy løselighet i vann. Ved absorpsjon bindes CO₂ til kaliumkarbonat og vann og danner kaliumbikarbonat (KHCO₃). Ved oppvarming vil bikarbonatet dekomponere i kaliumkarbonat, CO₂ og H₂O igjen. Det ventes at denne løsningen vil egne seg godt for integrering med fjernvarme grunnet en noe lavere temperatur på CO₂-utskilling enn for amin og ammoniakk.

Ved trykksetting av røykgassen som i CO₂-Capsol sin løsning er det antatt større krav til støvreduksjon enn ved f.eks. amin, som kan bruke en mer robust vifteløsning. Trykksetting av røykgass har også et HMS-perspektiv som skal vurderes.

Leverandører

- CO₂ Capsol
- Saipem CO₂-Solutions

Fordeler

- Rimelig fangstmedium
- Lav temperatur gunstig for integrering med fjernvarme
- Mulighet til å optimalisere for strømforbruk eller fjernleveranse

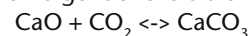
Ulemper

- Middels modenhet

Calcium Looping Process

Calcium Looping Process (CLP) fanger CO₂ med en sirkulerende kalksteinbasert sorbent som blir utsatt for syklisk karboniserings/kalsinerings-reaksjoner. CaO utsettes for røykgassen ved ca. 600 °C.

Denne prosessen bruker to fluidised bed reaktorer der følgende reversible reaksjon finner sted:



Den første reaksjonen kalles karbonisering og er eksoterm ($\Delta H = -178 \text{ kJ/mol}$), hvor CO_2 fanges opp på sorbenten og det faste stoffet transporteres til den andre reaktoren. En endoterm kalsinering ($\Delta H = +178 \text{ kJ/mol}$) skjer i den andre reaktoren som avgir en ren strøm av CO_2 , som komprimeres og sendes til lagring. De to fluidised bed reaktorene er sammenkoblet for tilrettelegging av transport av faste stoffer. Syklonseparatorene brukes til å skille faste og gassformige massestrømmer.

Adsorpsjon

Det finnes to adsorpsjonsteknologier: Pressure Swing Adsorption (PSA) og Temperature Swing Adsorption (TSA).

Pressure Swing Adsorption (PSA) baserer seg på det fenomenet at gasser under høyt trykk tenderer mot å adsorbere seg på overflater til faststoffer. Røygassen trykkes opp og passerer gjennom en tank fylt med adsorbenten, CO_2 fester seg til adsorbenten, og når den er mettet lukkes røygasstilførselen og trykket senkes slik at CO_2 slipper fri. Trykkene er typisk opp mot 6 bar (g) og bruker kun strøm (ikke varme). PSA fungerer på lave CO_2 -konsentrasjoner, men gir

vanskelig renheter over 60–70% CO_2 , PSA bruker kun strøm (ikke varme). PSA+kryogen er en kombinasjon som kan gi lovende resultater.

Temperature Swing Adsorption (TSA) baserer seg på fenomenet at adsorbenter tenderer til å adsorbere mer ved lavere temperaturer. Røygassen er typisk sendt gjennom en CO_2 adsorbent ved lavere temperaturer. Når adsorbenten er mettet stenges røygasstilførselen av, temperaturen heves, noe som frigir store deler av CO_2 -gassen. Deretter kjøles adsorbenten ned igjen til en relativ lav temperatur og gjenbrukes i prosessen. For gjenvinning av ca. 90 % av CO_2 , bør adsorbenten varmes til ca. 250 °C. Adsorbenten kan adsorbere CO_2 ved omgivelsestemperaturer på ca. 30 °C.

Leverandører

- Svante leverer TSA,
Ingen kjente kommersielle leverandører av PSA

Fordeler

- Ingen kjente skadelige utslipp

Ulemper

- Lav modenhet
- Prosess med faststoff kan være krevende



Jarotech AS er nå også leverandør av Danstoker damp- og varmtvannskjeler for industri og fjernvarme.



www.jarotech.no



Jarotech AS | Holmquistveien 9, 1394 Nesbru | Postboks 142, 1378 Nesbru | Telefon: +47 66 98 60 00 |

Kryogen destillasjon

Kryogen destillasjon er som navnet indikerer en destillasjonsprosess ved lave temperaturer. Ved å kjøle ned røykgassen til rundt -50 °C kondenserer CO_2 til væske. Andre flyktige gassforbindelser som nitrogen og oksygen forblir gass ved disse temperaturer, og CO_2 kan dermed relativt enkelt fjernes som væske. Produktet fra denne fangstprosessen er altså flytende CO_2 , så flytendegjøring er inkludert i fangstprosessen. Det er også mulig å senke temperaturen ytterligere og få ut CO_2 som faststoff, også kjent som tørris, men dette er antatt å sjelden være lønnsomt på energibruk og kostnad.

Kryogen destillasjon skiller ikke ut 100 % av CO_2 , og er ikke egnet på lave CO_2 -konsentrasjoner. Desto høyere konsentrasjon av CO_2 , desto mer egnet er denne metoden til fangst. Prosessen egner seg altså dårlig til fangst fra en gassturbin (3–5% CO_2) og bedre til fangst fra sementindustri (20% CO_2), mens avfallsforbrenning ligger et sted midt imellom. Prosessen egner seg også godt i kombinasjon med membraner eller PSA, da gjerne som siste steg etter membransteg med 1:50 eller altså ca. 80 % CO_2 . På denne måten kan man klare seg med et steg membran og ende med ferdig flytendegjort CO_2 med høy renhet.

Kjøling kan gjøres med konvensjonell kjølekrets som gjerne er drevet av elektrisitet i kompresjonen av kjølemediet. Det er altså et betydelig behov for elektrisitet, men derimot ikke noe behov for damp eller varme.

Leverandører

- Air liquide

Fordeler

- Ikke behov for damp/varme
- Tilgjengelig spillvarme

Ulemper

- Middels modenhet
- Høyt strømforbruk

Membraner

Membranteknologier til karbonfangstanlegg er ofte polyetylenoksid-basert. Anlegg av denne typen består det gjerne av flere steg. Hver membran må ha en drivende trykkforskjell over seg. Denne teknologien har ikke varmebehov, kun et strømbehov. Det kan være utfordrende å oppnå riktig CO_2 konsentrasjon i et membranlegg. Dette kan være lurt å undersøke for fangstanlegg som ikke har damp eller hetvann tilgjengelig, men tilgang på billig strøm.

Returkraft i Kristiansand tester ut en pilot med denne teknologien.

Sammenlignet med absorpsjon med aminer er modenheten til membranteknologi lav. Når det er sagt er det store fremskritt og noen større piloter er allerede testet med lovende resultater. Det er stor pågang fra markedet, og teknologien skiller seg ikke særlig stor grad fra andre industrielle bruksområder som for eksempel reversibel osmosefiltrering av sjøvann til ferskvann. Hovedutfordringen virker å være mangelen på stor skala produksjon av selve membranfilmen som igjen vil kunne redusere kostnadene.


Leverandører

- Air Products
- Air Liquide.
- Honeywell
- Membrane Technology Research
- Compact Membrane Systems
- Cool Planet Technologies
- Aqualung Carbon Capture
- OOOO Ltd.
- CoorsTek Membrane

Fordeler

- Lett skalerbar
- Lavt termisk energiforbruk, ikke behov for damp/varme
- Arealeffektivt (og volumeffektivt siden det ikke er behov for høye absorpsjon/desorpsjonstårn)

Ulemper

- Lav modenhet
- Høyt strømforbruk 

Artikkelen er hentet fra KAN-prosjektet

Avfallsforbrenningsanleggene til Statkraft Varme, Forus Energigjenvinning, BIR Avfallsenergi, Returkraft og Hafslund Oslo Celsius har samarbeidet om en håndbok for å bidra til økt informasjonsdeling og bedre løsninger rundt CO_2 -fangst for avfallsbransjen. Håndboka er laget med støtte fra CLIMIT. Norsk Energi har hatt ansvar for to delrapporter, henholdsvis om varmeintegrasjonsløsninger (L3) og benchmark av CO_2 -fangstteknologier (L2). Denne artikkelen er et utdrag av et kapittel i delrapport L2.

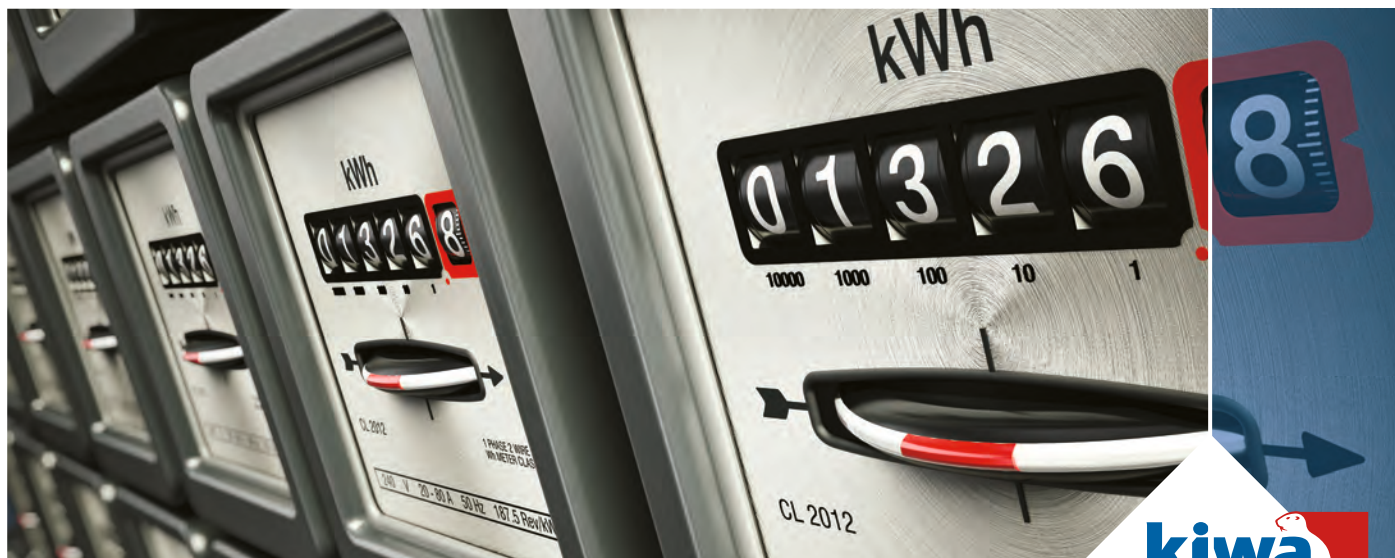
Nyttig lærebok om CO₂-fangst

Hvis du ønsker å gå i dybden for å forstå mer av de tekniske prinsippene for CO₂-fangst, så finnes det blant annet en systematisk lærebok om dette emnet.

Den heter «CARBON DIOXIDE CAPTURE HANDBOOK» utarbeidet av U.S.Department of Energy og The National Energy Technology Laboratory.

Læreboka omtaler de viktigste prinsippene for CO₂-fangst: absorpsjon, adsorpsjon, membraner og destillasjon.

Teknisk sett er CO₂-fangst en hundre år gammel teknologi. Den første anvendelsen av CO₂-fangst var for å fjerne CO₂ fra naturgass som har vært gjort fra omtrent 1930-tallet. Senere, på 1990-tallet, var det omtrent 25 CO₂-fangstanlegg i drift rundt omkring i verden. Disse anleggene hadde ikke som sitt primære mål å redusere utslipp, men snarere tvert imot å injisere CO₂ i brønnene for å øke olje- og gassproduksjonen. Men teknisk er det likevel mye å lære av de tidlige CO₂-fangstprosjektene, og derfor kan denne læreboka være nyttig.



Energikartlegging – veien til effektiv energibruk og reduserte kostnader

Kartlegging av energibruk gir grunnlag for økonomiske og bærekraftige tiltak for energieffektivisering. En ISO 50001-sertifisering for energiledelse hjelper deg å redusere energiforbruk og minske utslipp av klimagasser og andre miljøpåvirkninger.

firmapost@kiwa.com | Tlf.: 22 86 50 00 | www.kiwa.no

Les mer om energiledelse via QR-koden



Partner for progress



AUTOMATIKK/ MÅLEINSTRUMENTER

BYGGAUTOMASJON

Jarotech AS

Holmquistveien 9, 1394 Nesbru
Tlf. 66 98 60 00
postmaster@jarotech.no
www.jarotech.no

Jarotech AS er et ingeniørfirma innen industriell energi, forbrenningsteknikk, spesialbrennere, brennkammer, faste og mobile varmesentraler for fjernvarme/større bygg basert på bioolje, gass, varmpumper samt fornybar energi basert på solfangere og solceller. Vi prosjekterer og leverer anlegg for biobrensel, alle typer fyrings-/bioolje, biogass, propan, butan, naturgass, hydrogen, CO og alle typer spillgasser. I tillegg egen serviceavdeling som foretar service på anlegg i alle størrelser og vi utfører miljømålinger på gasskjeler.

Parat Halvorsen AS

Tjørvågstrand 27, Boks 173
4402 Flekkefjord
Tlf. 99 48 55 00
office@parat.no
www.parat.no
Eneimportør av Viessmann kjeler
Importør av Saacke brennere i Norge.
Spesialprodukter:
Verdensledende produsent av Elektriske Kjeler.
Vi er også installatør og leverandør av varmevekslere.

Sigum Fagerberg AS

Tlf: 41 50 11 00
post@sifag.no
Nyskapende instrumenter og sensorer som virkelig tåler juling. Kjelekontroll og overvåkning fra Gestra og Mobrey. Mengdemålere, nivå-, trykk og temperaturinstrumentering i robust og kraftig konstruksjon for tøffe installasjoner
Mengdemålere fra Badger Meter med over 40 års erfaring i Norge, clamp-on løsninger for både stasjonære og portable installasjoner.

Trykk, nivå og temperaturovervåking fra velkjente leverandører som Baumer og Delta-Mobrey. Norges største utvalg av manometre og termometre fra Bourdon-Haenni. Automatiske vannprøvetakere fra Europas største produsent Maxx.

MÅLEINSTRUMENTER

Jarotech AS

Holmquistveien 9
1394 Nesbru Tlf. 66 98 60 00
postmaster@jarotech.no
www.jarotech.no
Jarotech AS er et ingeniørfirma innen industriell energi, forbrenningsteknikk, spesialbrennere, brennkammer, faste og mobile varmesentraler for fjernvarme/større bygg basert på bioolje, gass, varmpumper samt fornybar energi basert på solfangere og solceller. Vi prosjekterer og leverer anlegg for biobrensel, alle typer fyrings-/bioolje, biogass, propan, butan, naturgass, hydrogen, CO og alle typer spillgasser. I tillegg egen serviceavdeling som foretar service på anlegg i alle størrelser og vi utfører miljømålinger på gasskjeler.

Jumo AS

Tlf. 67 97 37 10
info.no@jumo.net
www.jumo.no

Kamstrup AS

Innspurten 1 A, 0663 Oslo
Tlf. 23 37 18 80
info@kamstrup.no
www.kamstrup.no
Elektroniske vannmålere, varmemålere, kjølemålere, flowmålere og elmålere. Systemer for sentral innsamling av måledata.

Leif Kölner Ingeniørfirma AS

Danholmen 19,
3128 Nøtterøy
Tlf. 33 00 33 00
firmapost@lki.no
www.lki.no

Representasjoner: Autrol, Azbil, Badotherm, Besta, Bulk, Chemitec, Dosch, E+E Elektronik, ECD Electro.Chemical Devices, Flomec, Georin Regulateurs, GPI, Graphtec, H&B Sensors
Ltd.ec, Itec, Kari Finn, Kichner und Tochter, Labkotec, Laumas, MicroSyst, Müttec, Nöding, Optek Danulat, Simex, Sofraser, Weka, Aalborg
Produkter: Nivåtransmittere, mengdemålere, trykk- og diff. trykk transmittere, veieceller, olje i vann, ledningsevne, pH, ORP, prøvetaker, venturirør, måleblender, indikatorer, fuktighet, nivåbrytere og indikatorer, trykk- og temperaturbrytere, Ex interface utstyr.

Sigum Fagerberg AS

Tlf: 41 50 11 00
post@sifag.no
Nyskapende instrumenter og sensorer som virkelig tåler juling. Kjelekontroll og overvåkning fra Gestra og Mobrey. Mengdemålere, nivå-, trykk og temperaturinstrumentering i robust og kraftig konstruksjon for tøffe installasjoner
Mengdemålere fra Badger Meter med over 40 års erfaring i Norge, clamp-on løsninger for både stasjonære og portable installasjoner. Trykk, nivå og temperaturovervåking fra velkjente leverandører som Baumer og Delta-Mobrey. Norges største utvalg av manometre og termometre fra Bourdon-Haenni. Automatiske vannprøvetakere fra Europas største produsent Maxx.

ENERGIANLEGG/ VARMEANLEGG/ KULDEANLEGG

BIOENERGI

Jarotech AS

Holmquistveien 9
1394 Nesbru Tlf. 66 98 60 00
postmaster@jarotech.no
www.jarotech.no

Jarotech AS er et ingeniørfirma innen industriell energi, forbrenningsteknikk, spesialbrennere, brennkammer, faste og mobile varmesentraler for fjernvarme/større bygg basert på bioolje, gass, varmpumper samt fornybar energi basert på solfangere og solceller. Vi prosjekterer og leverer anlegg for biobrensel, alle typer fyrings-/bioolje, biogass, propan, butan, naturgass, hydrogen, CO og alle typer spillgasser. I tillegg egen serviceavdeling som foretar service på anlegg i alle størrelser og vi utfører miljømålinger på gasskjeler.

Parat Halvorsen AS

Tjørvågstrand 27, Boks 173
4402 Flekkefjord
Tlf. 99 48 55 00
office@parat.no
www.parat.no
Eneimportør av Viessmann kjeler
Importør av Saacke brennere i Norge.
Spesialprodukter:
Verdensledende produsent av Elektriske Kjeler.
Vi er også installatør og leverandør av varmevekslere.

Skåland Rør & Industrimontasje AS

Drageland 1, 4380 Hauge i Dalane
Tlf. 40 00 28 50
post@srim.no
www.srim.no
Rørinstallasjoner, kjelanlegg, brennere, economisere og skorsteiner. Enøkrådgivning. Vannbehandlings- og kjelpas-serkurs.
Damp, Dampanlegg, Dampsystemer, Dampkjeler, El-kjeler, Biokjeler, Gassbrennere, Gasstekniker, Oljebrennere, Het vann, Fjernvarme, Prosesrør, Årsservice, Årskontroll, Utslippsmålinger, Teknisk kontroll, Kondenspotter.

BRENNERE

Boilertech AS

Lasta 50, 4405 Flekkefjord
Tlf: 38375200
post@boilertech.no
www.boilertech.no
Forhandler av Unical produkter, i tillegg til egenproduserte dampkjeler. Vi leverer alt utstyret kunden trenger til fyrhuset og tilbyr serviceprogram og vannbehandling for alle kjeltyper. Styretavler med egenutviklet PLS og HMI styringssystemer.

Jarotech AS

Holmquistveien 9, 1394 Nesbru
Tlf. 66 98 60 00
postmaster@jarotech.no
www.jarotech.no
Jarotech AS er et ingeniørfirma innen industriell energi, forbrenningsteknikk, spesialbrennere, brennkammer, faste og mobile varmesentraler for fjernvarme/større bygg basert på bioolje, gass, varmpumper samt fornybar energi basert på solfangere og solceller. Vi prosjekterer og leverer anlegg for biobrensel, alle typer fyrings-/bioolje, biogass, propan, butan, naturgass, hydrogen, CO og alle typer spillgasser. I tillegg egen serviceavdeling som foretar service på anlegg i alle størrelser og vi utfører miljømålinger på gasskjeler.

Parat Halvorsen AS

Tjørvågstrand 27, Boks 173
4402 Flekkefjord
Tlf. 99 48 55 00
office@parat.no
www.parat.no
Eneimportør av Viessmann kjeler
Importør av Saacke brennere i Norge.
Spesialprodukter:
Verdensledende produsent av Elektriske Kjeler.
Vi er også installatør og leverandør av varmevekslere.

Skåland Rør & Industrimontasje AS

Drageland 1, 4380 Hauge i Dalane
Tlf. 40 00 28 50
post@srim.no
www.srim.no
Rørinstallasjoner, kjelanlegg, brennere, economisere og skorsteiner. Enøkrådgivning. Vannbehandlings- og kjelpasserkurs. Damp, Dampanlegg, Dampsystemer, Dampkjeler, El-kjeler, Biokjeler, Gassbrennere, Gasstekniker, Oljebrennere, Het vann, Fjernvarme, Prosessrør, Årsservice, Årskontroll, Utslippsmålinger, Teknisk kontroll, Kondenspotter.

HØYTEMPERATUR PROSESSBRENNERE

Jarotech AS

Holmquistveien 9, 1394 Nesbru
Tlf. 66 98 60 00
postmaster@jarotech.no
www.jarotech.no
Jarotech AS er et ingeniørfirma innen industriell energi, forbrenningsteknikk, spesialbrennere, brennkammer, faste og mobile varmesentraler for fjernvarme/større bygg basert på bioolje, gass, varmpumper samt fornybar energi basert på solfangere og solceller. Vi prosjekterer og leverer anlegg for biobrensel, alle typer fyrings-/bioolje, biogass, propan, butan, naturgass, hydrogen, CO og alle typer spillgasser. I tillegg egen serviceavdeling som foretar service på anlegg i alle størrelser og vi utfører miljømålinger på gasskjeler.

KJELER

Boilertech AS

Lasta 50, 4405 Flekkefjord
Tlf: 38375200
post@boilertech.no
www.boilertech.no
Forhandler av Unical produkter, i tillegg til egenproduserte dampkjeler. Vi leverer alt utstyret kunden trenger til fyrhuset og tilbyr serviceprogram og vannbehandling for alle kjeltyper. Styretavler med egenutviklet PLS og HMI styringssystemer.

Jarotech AS

Holmquistveien 9, 1394 Nesbru
Tlf. 66 98 60 00
postmaster@jarotech.no
www.jarotech.no
Jarotech AS er et ingeniørfirma innen industriell energi, forbrenningsteknikk, spesialbrennere, brennkammer, faste og mobile varmesentraler for fjernvarme/større bygg basert på bioolje, gass, varmpumper samt fornybar energi basert på solfangere og solceller. Vi prosjekterer og leverer anlegg for biobrensel, alle typer fyrings-/bioolje, biogass, propan, butan, naturgass, hydrogen, CO og alle typer spillgasser. I tillegg egen serviceavdeling som foretar service på anlegg i alle størrelser og vi utfører miljømålinger på gasskjeler.

Parat Halvorsen AS

Tjørvågstrand 27, Boks 173
4402 Flekkefjord
Tlf. 99 48 55 00
office@parat.no
www.parat.no
Eneimportør av Viessmann kjeler

Importør av Saacke brennere i Norge.
Spesialprodukter:
Verdensledende produsent av Elektriske Kjeler.
Vi er også installatør og leverandør av varmevekslere.

Skåland Rør & Industrimontasje AS

Drageland 1, 4380 Hauge i Dalane
Tlf. 40 00 28 50
post@srim.no
www.srim.no
Rørinstallasjoner, kjelanlegg, brennere, economisere og skorsteiner. Enøkrådgivning. Vannbehandlings- og kjelpasserkurs. Damp, Dampanlegg, Dampsystemer, Dampkjeler, El-kjeler, Biokjeler, Gassbrennere, Gasstekniker, Oljebrennere, Het vann, Fjernvarme, Prosessrør, Årsservice, Årskontroll, Utslippsmålinger, Teknisk kontroll, Kondenspotter.

Sveiseverkstedet K. G. Karlsson AS

Tlf. 70 13 40 20
firmapost@sveiseverkstedet.no
www.sveiseverkstedet.no
Leverandør av komplette damp- og varmesystemer. Forhandler av Bosch kjeler, rørinstallasjoner, economisere, brennere og skorsteiner.

Varmeteknikk AS

Postboks 6 Alnabru, 0614 Oslo
Brobekkveien 101, 0582 Oslo
Tlf. 23 37 55 00
post@varmeteknikk.no
www.varmeteknikk.no

SKORSTEINER OG RENSEANLEGG

Boilertech AS

Lasta 50, 4405 Flekkefjord
Tlf: 38375200
post@boilertech.no
www.boilertech.no
Forhandler av Unical produkter, i tillegg til egenproduserte dampkjeler. Vi leverer alt utstyret kunden trenger til fyrhuset og tilbyr serviceprogram og vannbehandling for alle kjeltyper. Styretavler med egenutviklet PLS og HMI styringssystemer.

Jarotech AS

Holmquistveien 9, 1394 Nesbru
Tlf. 66 98 60 00
postmaster@jarotech.no
www.jarotech.no
Jarotech AS er et ingeniørfirma innen industriell energi, forbrenningsteknikk, spesialbrennere, brennkammer, faste og mobile varmesentraler for fjernvarme/større bygg basert på bioolje, gass, varmpumper samt fornybar energi basert på solfangere og solceller.

Vi prosjekterer og leverer anlegg for biobrensel, alle typer fyrings-/bioolje, biogass, propan, butan, naturgass, hydrogen, CO og alle typer spillgasser. I tillegg egen serviceavdeling som foretar service på anlegg i alle størrelser og vi utfører miljømålinger på gasskjeler.

Parat Halvorsen AS

Tjørvågstrand 27, Boks 173
4402 Flekkefjord
Tlf. 99 48 55 00
office@parat.no
www.parat.no
Eneimportør av Viessmann kjeler
Importør av Saacke brennere i Norge.
Spesialprodukter:
Verdensledende produsent av Elektriske Kjeler.
Vi er også installatør og leverandør av varmevekslere.

Skåland Rør & Industrimontasje AS

Drageland 1, 4380 Hauge i Dalane
Tlf. 40 00 28 50
post@srim.no
www.srim.no
Rørinstallasjoner, kjelanlegg, brennere, economisere og skorsteiner. Enøkrådgivning. Vannbehandlings- og kjelpasserkurs. Damp, Dampanlegg, Dampsystemer, Dampkjeler, El-kjeler, Biokjeler, Gassbrennere, Gasstekniker, Oljebrennere, Het vann, Fjernvarme, Prosessrør, Årsservice, Årskontroll, Utslippsmålinger, Teknisk kontroll, Kondenspotter.

SOLENERGI

Jarotech AS

Holmquistveien 9, 1394 Nesbru
Tlf. 66 98 60 00
postmaster@jarotech.no
www.jarotech.no
Jarotech AS er et ingeniørfirma innen industriell energi, forbrenningsteknikk, spesialbrennere, brennkammer, faste og mobile varmesentraler for fjernvarme/større bygg basert på bioolje, gass, varmpumper samt fornybar energi basert på solfangere og solceller. Vi prosjekterer og leverer anlegg for biobrensel, alle typer fyrings-/bioolje, biogass, propan, butan, naturgass, hydrogen, CO og alle typer spillgasser. I tillegg egen serviceavdeling som foretar service på anlegg i alle størrelser og vi utfører miljømålinger på gasskjeler.

VARMEPUMPER

Jarotech AS

Holmquistveien 9, 1394 Nesbru
Tlf. 66 98 60 00
postmaster@jarotech.no
www.jarotech.no
Jarotech AS er et ingeniørfirma innen industriell energi, forbrenningsteknikk, spesialbrennere, brennkammer, faste og mobile varmesentraler for fjernvarme/større bygg basert på bioolje, gass, varmepumper samt fornybar energi basert på solfangere og solceller. Vi prosjekterer og leverer anlegg for biobrensel, alle typer fyrings-/bioolje, biogass, propan, butan, naturgass, hydrogen, CO og alle typer spillgasser. I tillegg egen serviceavdeling som foretar service på anlegg i alle størrelser og vi utfører miljømålinger på gasskjeler.

Thermia Norge AS

Gjerdrums vei 14, 0484 Oslo
Tel. 400 35 185
salg@thermia.no
www.thermia.no
Våre varmepumper er markedets ledende innen teknologi, kvalitet og levetid. Vi leverer varmepumper til eneboliger, borettslag, barnehager, skoler, idrettsanlegg, hoteller og næringsbygg - for oppvarming, kjøling samt produksjon av varmt tappevann.

VARMEVEKSLERE

Boilertech AS

Lasta 50, 4405 Flekkefjord
Tlf: 38375200
post@boilertech.no
www.boilertech.no
Forhandler av Unical produkter, i tillegg til egenproduserte dampkjeler. Vi leverer alt utstyret kunden trenger til fyrhuset og tilbyr serviceprogram og vannbehandling for alle kjeltyper. Styretavler med egenutviklet PLS og HMI styringssystemer.

Heat-Con Varmeteknikk AS

Professor Birkeland vei 24B, B4, 1081 Oslo
Tlf: 23 14 18 80
heat-con@heat-con.no
www.heat-con.no

Lyngson AS

Widerøeveien 1, 1360 Fornebu
Tlf. 67 10 25 00
firma@lyngson.no
www.lyngson.no
Avdelinger:
Bergen, Trondheim
Spesialprodukter: Prefabrikerte underentraler

Skåland Rør & Industrimontasje AS

Drageland 1, 4380 Hauge i Dalane
Tlf. 40 00 28 50
post@srin.no
www.srin.no
Rørinstallasjoner, kjelanlegg, brennere, economisere og skorsteiner. Enøk-rådgivning. Vannbehandlings- og kjelpasserkurs. Damp, Dampanlegg, Dampsystemer, Dampkjeler, El-kjeler, Biokjeler, Gassbrennere, Gasstekniker, Oljebrennere, Het vann, Fjernvarme, Prosessrør, Årsservice, Årskontroll, Utslippsmålinger, Teknisk kontroll, Kondenspotter.

ENTREPRENØRER

Enwa PMI AS

Postboks 1241, 3205 Sandefjord
Besøksadresse:
Nordre Kullerød 9,
3241 Sandefjord
audun.haga@enwa.no
www.enwa.no
Avdeling: Oslo
Tlf. 33 48 80 50
Spesialprodukter:
Rørentrepriser.

ENØK

ENERGIEFFEKTIVISERING/ ENØK/ENERGISPARE- KONTRAKT/EPC

Heat-Con Varmeteknikk AS

Professor Birkeland vei 24B, B4, 1081 Oslo
Tlf: 23 14 18 80
heat-con@heat-con.no
www.heat-con.no

Jarotech AS

Holmquistveien 9, 1394 Nesbru
Tlf. 66 98 60 00
postmaster@jarotech.no
www.jarotech.no
Jarotech AS er et ingeniørfirma innen industriell energi, forbrenningsteknikk, spesialbrennere, brennkammer, faste og mobile varmesentraler for fjernvarme/større bygg basert på bioolje, gass, varmepumper samt fornybar energi basert på solfangere og solceller. Vi prosjekterer og leverer anlegg for biobrensel, alle typer fyrings-/bioolje, biogass, propan, butan, naturgass, hydrogen, CO og alle typer spillgasser. I tillegg egen serviceavdeling som foretar service på anlegg i alle størrelser og vi utfører miljømålinger på gasskjeler.

Skåland Rør & Industrimontasje AS

Drageland 1, 4380 Hauge i Dalane
Tlf. 40 00 28 50
post@srin.no
www.srin.no
Rørinstallasjoner, kjelanlegg, brennere, economisere og skorsteiner. Enøk-rådgivning. Vannbehandlings- og kjelpasserkurs. Damp, Dampanlegg, Dampsystemer, Dampkjeler, El-kjeler, Biokjeler, Gassbrennere, Gasstekniker, Oljebrennere, Het vann, Fjernvarme, Prosessrør, Årsservice, Årskontroll, Utslippsmålinger, Teknisk kontroll, Kondenspotter.

INSTALLATØRER

GASSINSTALLATØRER

Jarotech AS

Holmquistveien 9, 1394 Nesbru
Tlf. 66 98 60 00
postmaster@jarotech.no
www.jarotech.no
Jarotech AS er et ingeniørfirma innen industriell energi, forbrenningsteknikk, spesialbrennere, brennkammer, faste og mobile varmesentraler for fjernvarme/større bygg basert på bioolje, gass, varmepumper samt fornybar energi basert på solfangere og solceller. Vi prosjekterer og leverer anlegg for biobrensel, alle typer fyrings-/bioolje, biogass, propan, butan, naturgass, hydrogen, CO og alle typer spillgasser. I tillegg egen serviceavdeling som foretar service på anlegg i alle størrelser og vi utfører miljømålinger på gasskjeler.

Skåland Rør & Industrimontasje AS

Drageland 1, 4380 Hauge i Dalane
Tlf. 40 00 28 50
post@srin.no
www.srin.no
Rørinstallasjoner, kjelanlegg, brennere, economisere og skorsteiner. Enøk-rådgivning. Vannbehandlings- og kjelpasserkurs. Damp, Dampanlegg, Dampsystemer, Dampkjeler, El-kjeler, Biokjeler, Gassbrennere, Gasstekniker, Oljebrennere, Het vann, Fjernvarme, Prosessrør, Årsservice, Årskontroll, Utslippsmålinger, Teknisk kontroll, Kondenspotter.

VARMEINSTALLATØRER

Parat Halvorsen AS

Tjørvgårstrand 27, Boks 173
4402 Flekkefjord
Tlf. 99 48 55 00
office@parat.no
www.parat.no
Eneimportør av Viessmann kjeler
Importør av Saacke brennere i Norge.
Spesialprodukter:
Verdensledende produsent av Elektriske Kjeler.
Vi er også installatør og leverandør av varmevekslere.

VARMEVEKSLERE

Parat Halvorsen AS

Tjørvgårstrand 27, Boks 173
4402 Flekkefjord
Tlf. 99 48 55 00
office@parat.no
www.parat.no
Eneimportør av Viessmann kjeler
Importør av Saacke brennere i Norge.
Spesialprodukter:
Verdensledende produsent av Elektriske Kjeler.
Vi er også installatør og leverandør av varmevekslere.

KONSULENTER/ RÅDGIVNING

KONSULENTER/ RÅDGIVENDE INGENIØRER

Applica Test & Certification AS

Tlf. 924 15 421
kundeservice@applica.no
www.applica.no
Akkrediterte utslippsmålinger og analyser

Jarotech AS

Holmquistveien 9, 1394 Nesbru
Tlf. 66 98 60 00
postmaster@jarotech.no
www.jarotech.no
Jarotech AS er et ingeniørfirma innen industriell energi, forbrenningsteknikk, spesialbrennere, brennkammer, faste og mobile varmesentraler for fjernvarme/større bygg basert på bioolje, gass, varmepumper samt fornybar energi basert på solfangere og solceller. Vi prosjekterer og leverer anlegg for biobrensel, alle typer fyrings-/bioolje, biogass, propan, butan, naturgass, hydrogen, CO og alle typer spillgasser. I tillegg egen serviceavdeling som foretar service på anlegg i alle størrelser og vi utfører miljømålinger på gasskjeler.

Norsk Energi Kontroll

Kontroll av utstyr og anlegg for håndtering av farlig stoff inkl. trykkpåkjent utstyr. Postboks 27 Skøyen, 0212 Oslo

Tlf. 22 06 18 00
kontakt@energi.no
www.energi.no

- Kjelpasserkurs/Kjeloperatørkurs/Opdateringskurs for kjelpasser
- Energiledelse
- Eksplosjonsvern / ATEX
- Praktisk vannbehandling ved kjelanlegg

Parat Halvorsen AS

Tjørvgåstrand 27, Boks 173
4402 Flekkefjord
Tlf. 99 48 55 00
office@parat.no
www.parat.no

Eneimportør av Viessmann kjeler
Importør av Saacke brennere i Norge.
Spesialprodukter:
Verdensledende produsent av Elektriske Kjeler.

Vi er også installatør og leverandør av varmevekslere.

Skåland Rør & Industrimontasje AS

Drageland 1, 4380 Hauge i Dalane
Tlf. 40 00 28 50
post@srim.no
www.srim.no

Rørinstallasjoner, kjelanlegg, brennere, economisere og skorsteiner. Enøkrådgivning. Vannbehandlings- og kjelpasserkurs. Damp, Dampanlegg, Dampsystemer, Dampkjeler, El-kjeler, Biokjeler, Gassbrennere, Gasstekniker, Oljebrennere, Het vann, Fjernvarme, Prosessrør, Årsservice, Årskontroll, Utslippsmålinger, Teknisk kontroll, Kondenspotter.

KURS/OPPLÆRING/ SKOLER/AUTORISASJON

Arcon AS

Haraldsvei 12, 1470 Lørenskog
Tlf. 67 97 96 00
arcon@arcon-as.no
www.arcon-as.no

Kjemikalier, analyseutstyr og konsulentvirksomhet for industriell vannbehandling.

Norsk Energi Kontroll

Kontroll av utstyr og anlegg for håndtering av farlig stoff inkl. trykkpåkjent utstyr. Postboks 27 Skøyen, 0212 Oslo

Tlf. 22 06 18 00
kontakt@energi.no
www.energi.no

- Kjelpasserkurs/Kjeloperatørkurs/Opdateringskurs for kjelpasser
- Energiledelse
- Eksplosjonsvern / ATEX

- Praktisk vannbehandling ved kjelanlegg

Skåland Rør & Industrimontasje AS

Drageland 1, 4380 Hauge i Dalane
Tlf. 40 00 28 50
post@srim.no
www.srim.no

Rørinstallasjoner, kjelanlegg, brennere, economisere og skorsteiner. Enøkrådgivning. Vannbehandlings- og kjelpasserkurs. Damp, Dampanlegg, Dampsystemer, Dampkjeler, El-kjeler, Biokjeler, Gassbrennere, Gasstekniker, Oljebrennere, Het vann, Fjernvarme, Prosessrør, Årsservice, Årskontroll, Utslippsmålinger, Teknisk kontroll, Kondenspotter.

PUMPER

Fuglesangs AS

Tlf. 47 22 54 20 00
www.fuglesangs.no

Alt innen pumper:

- System
- Tetninger
- Belegg
- Verksted
- Analyse
- Service

KSB Norge AS

Tlf. 96 900 900
www.ksbnorge.com

SERVICE

Jarotech AS

Holmquistveien 9, 1394 Nesbru
Tlf. 66 98 60 00
postmaster@jarotech.no
www.jarotech.no

Jarotech AS er et ingeniørfirma innen industriell energi, forbrenningsteknikk, spesialbrennere, brennkammer, faste og mobile varmesentraler for fjernvarme/større bygg basert på bioolje, gass, varmpumper samt fornybar energi basert på solfangere og solceller. Vi prosjekterer og leverer anlegg for biobrensel, alle typer fyrings-/bioolje, biogass, propan, butan, naturgass, hydrogen, CO og alle typer spillgasser. I tillegg egen serviceavdeling som foretar service på anlegg i alle størrelser og vi utfører miljømålinger på gasskjeler.

Parat Halvorsen AS

Tjørvgåstrand 27, Boks 173
4402 Flekkefjord
Tlf. 99 48 55 00
office@parat.no
www.parat.no
Eneimportør av Viessmann kjeler
Importør av Saacke brennere i Norge.
Spesialprodukter:
Verdensledende produsent av Elektriske Kjeler.
Vi er også installatør og leverandør av varmevekslere.

VANNBEHANDLING

Arcon AS

Vannbehandling
Haraldsvei 12, 1470 Lørenskog
Tlf. 67 97 96 00
arcon@arcon-as.no
www.arcon-as.no
Kjemikalier, analyseutstyr og konsulentvirksomhet for industriell vannbehandling.

BWT Birger Christensen AS

Tlf. 67 17 70 00
firmapost@bwtwater.no
www.bwtwater.no
Spesialprodukter:
RO-anlegg, bløtgjøringsanlegg, UV-anlegg.

Filtnor AS

Tlf. 21 95 58 00
post@filtnor.no
www.filtnor.no
Filtrering, avanning og tetninger. Leverandør av filterduker og helautomatiserte filterpresser fra Roxia.

Global Concept Mitco AS

Boks 98 Økern, 0509 Oslo
Tlf. 23 24 62 00
www.mitco.no
Leverer kjemikalier til ma.va dampkjeler, dispergeringsmidler og biocider for kjøletårnsbehandling. Komplette doeringsanlegg og overvåkningssystemer. Kurs i vannbehandling. Risikovurderinger.

Novatek AS

www.novatek.no

Skåland Rør & Industrimontasje AS

Drageland 1, 4380 Hauge i Dalane
Tlf. 40 00 28 50
post@srim.no
www.srim.no
Rørinstallasjoner, kjelanlegg, brennere, economisere og skorsteiner. Enøkrådgivning. Vannbehandlings- og kjelpasserkurs.

Damp, Dampanlegg, Dampsystemer, Dampkjeler, El-kjeler, Biokjeler, Gassbrennere, Gasstekniker, Oljebrennere, Het vann, Fjernvarme, Prosessrør, Årsservice, Årskontroll, Utslippsmålinger, Teknisk kontroll, Kondenspotter.

VENTILER

Bagges AS

Tlf. 64 83 50 00
post@bagges.no
www.bagges.no

KSB Norge AS

Tlf. 96 900 900
www.ksbnorge.com

Lyngson AS

Widerøeveien 1, 1360 Fornebu
Tlf: 67 10 25 00
firma@lyngson.no
www.lyngson.no
Avdelinger: Bergen, Trondheim
Spesialprodukter:
Prefabrierte undersentraler

Matek-Samson Regulerings AS

Porsgrunnsveien 4, 3730 Skien
Tlf. 35 90 08 70
www.matek.no

Sigum Fagerberg AS

Tlf: 41 50 11 00
post@sifag.no
Norges største utvalg av ventiler og aktuatorer for avstengning og regulering av damp, væsker og gass fra velrennerte europeiske produsenter. Damparmatur og kjeleutrustning fra Gestra, kontroll og reguleringsventiler, aktuatorer fra AUMA. Kvalitetsventiler fra PERSTA, RTK, Worcester, BROEN, Zwick, GEFA, Copes m.fl. Strainer og filtreringsløsninger fra Airpel, Plenty filtration og Amazon Filters. Egen serviceavdeling, spør oss gjerne om våre dampkurs.

Skåland Rør & Industrimontasje AS

Drageland 1, 4380 Hauge i Dalane
Tlf. 40 00 28 50
post@srim.no
www.srim.no
Rørinstallasjoner, kjelanlegg, brennere, economisere og skorsteiner. Enøkrådgivning. Vannbehandlings- og kjelpasserkurs. Damp, Dampanlegg, Dampsystemer, Dampkjeler, El-kjeler, Biokjeler, Gassbrennere, Gasstekniker, Oljebrennere, Het vann, Fjernvarme, Prosessrør, Årsservice, Årskontroll, Utslippsmålinger, Teknisk kontroll, Kondenspotter.

Norsk CO₂-fangst løfter karbonfri bioenergi til stjernene

Stockholm Exergi forbereder landing av norsk CO₂-teknologi. Denne gang er ikke månen målet men Europas største fangstanlegg for CO₂, med Capsols patent i sentrum. – Både CO₂-fangst og energigjenvinning blir meget effektiv med dette konseptet, sier Fabian Levihn i Stockholm Exergi.

Av Morten Valestrand



Stockholm har Europas største biobrenselfyrte kraftvarmeverk, fra 2027 også størst på CO₂-fangst.

Varmegjenvinningen til fjernvarmen er en viktig årsak til at vi har valgt denne løsningen, sier Fabian Levihn, forskningssjef på Stockholm Exergi.

Bak dette enkle utsagn gjemmer det seg både verdensnyheter og en tidligere feilslått norsk månelanding. I Stockholm vil man komme ned mykere ved hjelp av Capsol Technologies sin karbonfangstmetode.

Etter å ha avsluttet et flerårig forsknings- og testanlegg med den spesielle «capsol-løsningen» bygger Stockholm Exergi nå Europas største CO₂-fangstanlegg for biogent karbon. Målet er storskala bio-CCS fra 2027.

Størst på biokarbon

Stockholm Exergi er Nordens største fjernvarmeselskap med 11 000 endomskunder og 900 000 sluttbrukere. I 2016 kunne man innvie KVV8, «kraftvarmeverk nummer 8», det som i dag er Europas største biokraftvarmeverk. Biokjelen på 130 MW elektrisk og 280 MW termisk effekt er en del av det hundre år gamle Värtaverket som nå består av mange forskjellige anlegg.

Det spesielle er at Stockholm Exergi skal bruke kaliumkarbonat som CO₂-absorbent istedenfor aminer, en løsning som Capsol Technologies tilbyr en unik design rundt.

Alternativ til aminer?

Absorbenten kaliumkarbonat kalles på engelsk for HPC, som står for Hot Potassium Carbonate, som er et trykksatt solvent bestående av varmt kaliumkarbonat. HPC er en mineralabsorbent som da kan være et alternativ til organiske og flyktige aminer eller andre karbonfangstprosesser.

Hvis alt går som Northern Lights-strategene ønsker så havner CO₂ fra Stockholm til slutt i norske reservoarer under Nordsjøen, men det er langt fra sikkert, påpeker Fabian Levihn. Først skal alt gjennom en EU-kvern og i mellomtiden vokser lagringsmarkedet med nye aktører, for eksempel danske Greensand.

Arven etter Sargas

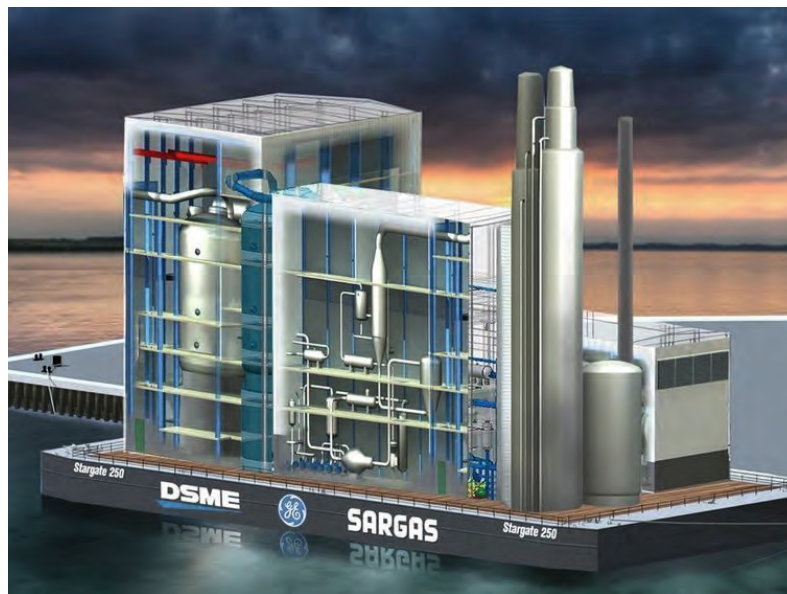
Det særegne HPC-patentet ble lansert av Sargas i 2003, den kjemitekniske oppfinnerbedriften som har fått en unik plass i norsk industrihistorie. HPC-prosessen ble verifisert og formalisert av de tre gründerne Henrik Fleischer, Knut Børseth og Tor Christensen.

I kampen om CO₂-fangstens teknologiske herredømme kom Sargas etter hvert i klem under den såkalte «månelandingen» og i 2013 var det meste over. I 2015 gikk Sargas i konkurs.

HPC-patentet ble imidlertid videreført til Capsol Technologies (tidligere CO₂ Capsol AS). Dermed fikk også samarbeidet rundt CO₂-fangsten i Stockholm en ny start. Capsols samarbeid med Stockholm Exergi er nemlig en arv etter Sargas nesten identiske samarbeid med daværende Stockholm Energi på midten av 2000-tallet, men den gang handlet det om kullkraft.

Velkjent HPC-prosess

Selve HPC-prosessen ble først utviklet under andre verdenskrig da de amerikanske kjemikerne Benson og Field fant ut at man kunne bruke varmt kaliumkarbo-



nat i en trykksatt prosess (gass) som absorbent for innfangning av CO₂. Motivet var at krigen trengte syntetiske drivmidler og at Fischer-Tropsch-prosessen krevde karbonfri syntese. Varemerket Benfield kan i dag dukke opp i alle mulige industrikjemiske sammenhenger hvor det er behov for karbonfjerning, som i oppgradering av naturgass eller produksjon av ammoniakk.

Det var dette Sargas tok videre til kraftverkens forbrenningsrom, nærmere bestemt i Stockholm. Der var HPC en velkjent prosess. Det kommunale gassverkets fire produksjonslinjer for bygass hadde brukt HPC i raffineringprosessen siden 1971.

Trykksatt kullforbrenning

Med Stockholm Exergis nye biokraftvarmeverk begynte utfasingen av KVV6, et i sin tid unikt kullkraftverk med fluidisert forbrenning under høyt trykk, såkalt PFBC eller Pressurized Fluidized Bed Combustion.

KVV6 ble innviet 1989 og skulle gi Värtaverket en nytenning i overgangen fra olje til «miljøvennlig kull» som tok bort «alle» utslipp. CO₂ var det få som brydde seg om, men etter hvert ble CCS et begrep og en dag sto Sargas i døren.

Stjernestatus i 2007

Sargas og Värtaverket ble enige om å sjekke ut kombinasjonen HPC og trykksatt PFBC-forbrenning i et pilotprosjekt. I løpet av noen måneder høsten 2007 ble det gjennomført en test som ga meget gode resultater, da med fokus på trykksatt kullkraft.

En kort periode var Sargas nesten like høyt oppe som den stjernen selskapet hadde hentet sitt navn fra. Den 18. desember 2007 fløy daværende olje- og energiminister Åslaug Haga med en hel delegasjon over til Stockholm for selv å beskue det unike HPC-anlegget. Pulsen ble ikke lavere av at man også hadde fått med seg toppfolk fra president Clintons Climate Initiative.

Noen dager senere holdt statsminister Jens Stoltenberg sin historiske nyttårstale der han kalte CO₂-fangst for Norges kommende «månelanding». Målet var et fullskalert renseanlegg som skulle fjerne

2009 kunne Sargas og sørkoreanske Daewoo tilby flytende 250 MW gasskraftverk med GE-turbin og innebygget karbonfangst. Det ble med tanken.



Fabian Levihn er FoU-sjef på Nordens største fjernvarmeselskap Stockholm Exergi.

CO₂-utslipp fra oljeraffineriet og varmekraftverket på Mongstad.

2014 lå alt i grus med tre dagers høring på Stortinget, drepende kritikk fra Riksrevisjonen og en lang rekke avsløringer i pressen rundt både statlige selskaper og politisk korrupsjon. Sargas ble sugd inn i politikkenes forbrenningskammer og opp av denne aske fløy Capsol.

Det lille i det store

HPC-prosessen trykksetting har vist seg å være en meget energieffektiv fangstprosess. HPC-gassen komprimeres av en gasskompressor som presser den ut til en ekspander som tar trykket ned igjen, og dermed kan mye av energien gjenvinnes. Selve fangstprosessen finner sted mellom kompresjon og ekspansjon.

En ikke uvanlig effekt av CO₂-fangst er at elproduksjonen reduseres. Det kan skyldes ulike saker, mener Fabian Levihn, som at den påvirkes av fangstprosessen eller at strømbruket øker generelt. Modellering av det kommende fangstanlegget på Värtaverket har vist at biokraftvarmens elproduksjon kan reduseres med 0,25 MWh per tonn CO₂ når det er i full drift.

Det betyr at potensialet på 800 000 tonn innfanget

CO₂ kan gi et tap på 200 GWh el per år. Det høres selvsagt mye ut, mener Levihn, men energi er mer enn strøm. Hemmeligheten ligger både i detaljene og systemperspektivet.

Termodynamisk fangst

Etter at karbonet er blitt oppvarmet av røkgassen så oppstår et varmeoverskudd når det skal kjøles ned til flytende form.

– CO₂-prosessen blir som en termodynamisk varmepumpe, sier Fabian Levihn.

Kjelens røygasskondensering er et lite varmeverk i seg selv, fordi den termiske energien fra kondensasjonen av vanddamp, vil bli boostet opp av varmepumper som sender den inn i fjernvarmenettet på rett temperatur.

For å dekke karbonfangstens kjølebehov planlegger Stockholm Exergi å bruke 3–4 store varmepumper hvorav en eller to blir nyinstallert. Som alternativ kan man bruke sjøvann som fangstkjøling fra sitt store sjøvarmeanlegg. Hvis bioforbrenningen og CO₂-fangsten trenger pause på varme sommerdager så kan varmepumpene istedenfor levere kjøling til fjernkjølenettet.

Ingen universell løsning

Det nye biokraftvarmeverket KVV8 har en FBC-kjel med Fluidized Bed Combustion uten trykksatt forbrenning. Den store biokjelen passer allikevel Capsol Technologies HPC-løsning best, er Stockholm Exergis konklusjon.

Den blir best på integrering av CO₂-prosessen og energistrømmene med resten av systemet, ikke minst fjernvarmen, mener Fabian Levihn. I 2022 inngikk Stockholm Exergi en lisensavtale med Capsol Technologies.

– Capsols teknologi er fleksibel og kan optimaliseres for høy fjernvarmeleveranse eller lavt strømforbruk men den er samtidig veldig stedbundet. HPC-konseptet er ingen universalnøkkel til all CO₂-fangst, sier Fabian Levihn.

– Dette er en anleggsspesifikk teknikk som er avhengig av en rekke lokale behov, som for eksempel høyt konsentrasjonsnivå på karbonet. Min personlige refleksjon mot fremtiden er at teknikkvalg rundt karbonfangst vil være mye opp til hvert anleggs egne forutsetninger. Karbonfangst styres av hva som er best akkurat der og da.

Anleggsspesifikk teknikk

Stockholm Exergi undersøker også muligheten til å applisere HPC-teknologien på ett eller flere av sine avfallsforbrenningsanlegg, men det er ikke gitt at det er smart kun fordi det fungerer utmerket på biobrensel, mener Fabian Levihn.



Thor Brønlund i Norsk Energi er nå engasjert som rådgiver for Capsol Technologies. Capsol teknologien kan integreres med prosessen der CO₂ skal fanges uten bruk av varme (damp). Dette gir teknologien noen fortrinn og egenskaper, spesielt der varmeproduksjonen på anlegget er en knapphet, sier Thor Brønlund

Det er der trykket i HPC-prosessen kommer inn, og absorpsjonsevnen hos det hete kaliumkarbonatet. Prosessen med absorpsjon og desorpsjon ligner på en aminprosess men skjer altså med et annet medium.

– På et energigjenvinningsanlegg basert på avfall kan det være lave temperaturer og lav CO₂-konsentrasjon, og da kan aminer, som for eksempel monoethanolaminet MEA, være den mest interessante løsningen, sier Fabian Levihn. ☺

RÅDGIVNING OG SERVICE

- fra start til slutt

Hos ISOPLUS kan du få kvalifisert rådgivning fra prosjektets begynnelse og til rørsystemet er installert.

Vi tilbyr:

- Et omfattende standardprogram innen preisolerte rørsystemer.
- Prosjektoptimalisering og teknisk support med egne eksperter.
- Opplæring i muffemontering og kurs i tilsyn, leggingsregler og alarmovervåking på isoplus campus.

isoplus®

Connecting District Energy

Ønsker du mer informasjon?

Kontakt Peder Gillerborn, markedssjef, på tlf. +46 763 24 84 24 og e-mail p.gillerborn@isoplus.no eller besøk vår hjemmeside: www.isoplus.no

isoplus Fjernvarmeteknik A/S | Korsholm Alle 20 | 5500 Middelfart | Tlf.: +45 64 41 61 09 | iso@isoplus.no | www.isoplus.no


CO₂-kvotepris



Kryssord løsning Norsk Energi 3

				ALKO- HOL- HOLDIG BRUK	→ B	FISKE	HYTTER	GRUE, PEIS	→ A					
	→ B	I	O	K	A	R	B	↓						
	HESTE- FLOKK	S	T	O	JAPANSK SKUESPILL KJ. TEGN SCAND- LUD	N	O							
	EMIL ----- NATURE- GASS- ONRÅDE	P	R	I	S	E	N							
	M	EURO- PEISK FELLES- SKAP	E	E	C	AT- OLL	E							
REDU- SERT ØKONOMI	↓ S	PÅ- TALE	→ A	KJ. TEGN VÅRS, ØK	SPIR VÅRS, ØK	E	T	OPPTAK AV GASSER	R	FOR- TUNLET ANLEGG- BY- NINGER	Ø	R		
HALER- KOST	P	E	→ N	S	E	L	KJØR KDELKE	A	STAD	B	Y	↓		
KISTE JOBBE- PERIODE	A	R	K	MON- STRER	S	K	A	B	E	R	VARDE- DIS	N		
↳	A	R	B	E	I	RED- SKAP	Ø	K	S	FILM FRA 2015	A	M	Y	
BILKJ. TEGN SPANIA	E	↓	TØRR (on VIN)	D	R	Y	MÅNE- FASE	O	FISKE- YNGEL KUL, TRÅL	K	O	T		
TIL- FØRES TREVERK	B	E	I	S	FOR- EDLET	A	N	R	I	K	E	T		
HENDIG HØENNE	L	↑	CAMP	T	MINE- RAL	FRUKT	E	P	L	E	ØNNE, VEKK	I		
↳	H	U	S	L	I	G	U- HYGGE	SKIPS- KROPP	S	K	R	O	G	
LISTIG, RAFFI- NERT	S	N	E	D	I	G	ISLANDSK HØY- TID	J	SITTE TIL HEST	RØNER- TALL 5	V	↓		
FISK RØNER- TAL IO	S	E	I	GARDI- AN	P	R	I	O	R	ED TID- LIGERE	E	F		
X		↑	I	R	T	S	U	D	N	I	←	R	↑	O

Norsk Energis kryssord

					ROMERTALL 10				↖
		"LIVETS LØP"		BILKJ. TEGN ØSTER- RIKE	PRO- SJEK- TIL			ROMERTALL 2000	
			ALE, DIE						
		FORSK- NINGS- ORGANI- SASJON		MYTOLISK VESEN NOBEL- PRIS- VINNER					
		KONODONT						ROMERTALL 1000	
IKKE FORUR- ENS- NING	↓	FOT- TØY	TØY- REDSKAP TONE OG NOTE	SKIVE, PLATE, VAKT- STYRKER					
↳									
KLOV- DYR					HALO- ENE	PÅ- LOGG- ET		ULV	GRESK BOK- STAV
PADLE			GJEN- LYD					LIVS- LYST	
DRIKK			HØY- VANN				ROMERTALL 5	FRED	
↳		ENERGI- SYSTEM							
REDUK- SJON	↓	DØDE- LIG					RENE- GAT SAGN- FIGUR		
↳								PATA- MÅLE- ENHET HEST	
HUD- SYK- DOM		KVIT- TER	KOM- MUNE I NORDLAND					BILKJ. TEGN MAROKKO MORO, GØY	↑
↳			KNUD- RET	VIRKE- LIGE GNAG- SÅR					ØR- STED
RØD STJERNE				KJ. TEGN FOSFOR		LUFT			↑
	↳								↑

Kryssordforfatter: Rolf Bangseid

**SAMSON VALVE
ENGINEERING**



SMART IN FLOW CONTROL

MATEK-SAMSON REGULERING AS · Porsgrunnsveien 4 · 3733 Skien · Tlf: +47 35900870
www.matek.no · www.samsongroup.com



parat.no

ZERO EMISSION HEATING



- Lavere energipris
- Ingen utslipp
- Lite støy
- God reguleringsevne
- Lav minimumsbelastning

Du finner skreddersydde PARAT-kjeler over hele verden. Konfigurert i detalj som sikrer en smidig integrasjon mot dine operasjoner. Vi leverer i to produktgrupper. Høyspent og lavspent elektrodekjele. Lavspent leverer vi normalt for 230V, 400V og 690V. Høyspent leveres for 6kV til 24 kV. Vi leverer elektriske kjeler opptil 75 MW og med trykk helt opp til 85 barg.

**PARAT HØYSPENT ELEKTRODEKJEL.
MILJØVENNLIG ENERGIFORVALTNING.**

