



2006-2016



VEIKART FOR PROSESSINDUSTRIEN

ØKT VERDISKAPING MED NULLUTSLIPP I 2050

INNHold

1	VISJON	4
2	INNLEDNING OG ANBEFALINGER	6
	2.1 Innledning	7
	2.2 Forutsetninger	8
	2.3 Fremtidige prosesseteknologier og produkter i lavutslippssamfunnet	8
	2.4 Veikartets anbefalinger	8
	2.4.1 Følgende nye virkemidler må opprettes	8
	2.4.2 Følgende virkemiddel må bestå og styrkes	9
	2.4.3 Virkemidler for CCS og CCU	9
	2.4.4 Rammebetingelser	9
3	PROSESSINDUSTRIEN OG PRODUKTENE	10
	3.1 Hva er prosessindustri?	11
	3.2 Bransjene og produktene i prosessindustrien	14
	3.2.1 Aluminium	14
	3.2.2 Ferrolegeringer og andre metaller	14
	3.2.3 Karbidindustrien	17
	3.2.4 Kjemisk industri	17
	3.2.5 Mineralgjødsel	19
	3.2.6 Mineralisk industri	22
	3.2.7 Raffinerier	23
	3.2.8 Treforedling	23
4	INDUSTRIEN I DAG	26
	4.1 Norsk industri i verden	27
	4.1.1 Bakgrunn for norsk industriproduksjon	28
	4.1.2 Konkurranseskraft	28
	4.1.3 Norsk prosessindustri i EØS	29
	4.1.4 Industriens betydning for norsk økonomi	29
	4.1.5 Utvikling de siste 10 årene	32
	4.2 Industrien og klima	34
	4.2.1 Kilder til utslipp i prosessindustrien	36
	4.2.2 Norsk industris klimaegenskaper sammenlignet med utlandet	36
5	TEKNOLOGIER FOR Å REALISERE VEIKARTET	38
	5.1 Teknologigjennombrudd	42
	5.1.1 CCS og CCU	42
	5.1.2 Bruk av hydrogen	45
	5.1.3 Økt bruk av biomasse	47
	5.1.4 Andre teknologigjennombrudd	51

5.2	Alternativ energi	58
5.2.1	Biogass	58
5.2.2	Utnyttelse av varme	58
5.3	Produktutvikling	62
5.4	Digitalisering og automasjon	62

6	VEIKARTET	66
6.1	Teknologiutviklingsløp mot lavutslippssamfunnet	68
6.2	Industrivekst i lavutslippssamfunnet	69
6.3	Konsekvenser av veikartet	70

7	VERKTØY FOR Å REALISERE VEIKARTET	72
7.1	Norge som vertsnaasjon	74
7.2	Generelle rammebetingelser	74
7.2.1	Overordnede prinsipper for skatte- og avgiftspolitik	74
7.2.2	Skatte- og avgiftsfritak	75
7.2.3	Handelspolitikk	75
7.2.4	Transport og infrastruktur	75
7.2.5	Kompetanse	78
7.3	Rammebetingelser for klima og energi	78
7.4	Ressurstilgang	80
7.4.1	Ressurseffektivitet og sirkulærøkonomi	80
7.4.2	Tilgang på fornybare råvarer	85
7.4.3	Bruk av naturgass som bro til biogass	85
7.5	Virkemidler og infrastruktur for CCS og CCU	85
7.6	Forskning, utvikling og innovasjon	87
7.6.1	Et mer samordnet virkemiddelapparat	87
7.6.2	Prosess21	87
7.6.3	Næringsrettet forskning	88
7.6.4	Produktutvikling	88
7.6.5	Pilotering	88
7.6.6	«First of a kind»-anlegg	89
7.6.7	Klimateknologi, energieffektivisering og energigjenvinning	89
7.6.8	Miljøteknologiordningen	90
7.6.9	Lånegarantiordning	90
7.6.10	Fornybar AS	90
7.6.11	Klynger og industriparker	90

1

VISJON:

**ØKT VERDISKAPING MED
NULLUTSLIPP I 2050**

Vår visjon er at norsk prosessindustri skal øke verdiskapingen betydelig gjennom økt produksjon og utvikling av nye prosesser og produkter. Samtidig skal klimagassutslippene reduseres til null. Dette er mulig dersom vi lykkes med å utvikle og ta i bruk teknologiene beskrevet i veikartet.

I lavutslippssamfunnet vil det være økt etterspørsel etter produkter med lite karbonavtrykk i produksjon og ved bruk. Det vil også være økt behov for produkter til produksjon og lagring av fornybar energi. Den norske prosessindustrien er godt posisjonert for dette, og bør derfor forbli verdensledende innen energi, klima og miljø.

Norsk Industri, mai 2016

2

INNLEDNING OG ANBEFALINGER

2.1 INNLEDNING

COP21 (Paris-møtet) vedtok ambisiøse klimamål. Målet er å holde økningen i den globale gjennomsnittstemperaturen til godt under 2°C i forhold til før-industrielt nivå, og etterstrebe å begrense temperaturøkningen til 1,5°C. COP21 vedtok også at mellom 2050 og 2100 skal globale menneskeskapt klimagassutslipp ikke være høyere enn hva som kan absorberes i naturen og gjennom karbonfangst, -lagring og -anvendelse. Dette vil være rammene for fremtidens lavutslippssamfunn.

For å forberede norsk næringsliv på lavutslippssamfunnet, har regjeringen bedt et ekspertutvalg utarbeide en strategi for grønn konkurransekraft. Utvalget skal fremme forslag til en overordnet strategi slik at næringslivet evner å konkurrere globalt i en tid hvor sterkere virkemidler tas i bruk i klimapolitikken. I november 2015 henvendte ekspertutvalget seg til Norsk Industri med en forespørsel om å utarbeide et veikart for prosessindustrien frem mot lavutslippssamfunnet i 2050. (Se vedlegg for beskrivelse av bestillingen.)

Prosessindustrien utgjør en viktig del av norsk verdiskaping og står for omfattende eksportverdier levert fra industribedrifter over hele landet. De fleste er viktige hjørnesteinsbedrifter i lokalsamfunnene. I 2013 eksporterte prosessindustrien varer og produkter for rundt 180 av totalt 911 milliarder kroner (om lag 20 prosent av den norske eksporten og om lag 50 prosent av fastlandseksporten). Fra 1990 og frem til 2014 har prosessindustrien redusert sine klimagassutslipp med om lag 40 prosent, samtidig som produksjonen har økt med 37 prosent.

Norsk prosessindustriens største fortrinn er at den er svært energieffektiv og benytter ren fornybar vannkraft som energikilde, noe som gjør den verdensledende innen klima og miljø. I lavutslippssamfunnet vil det være økt global etterspørsel etter produkter med lite karbonavtrykk i produksjon og ved bruk. Verdiskapingen fra den norske prosessindustrien bør derfor økes gjennom økt produksjon og utvikling av nye produkter. En forutsetning for dette er

forutsigbare rammebetingelser og fortsatt tilgang til fornybar energi til konkurransedyktige betingelser.

Norsk prosessindustri er en del av EUs kvotesystem, EU Emissions Trading Scheme (EU ETS). EU har besluttet at utslippene som omfattes av kvotesystemet skal reduseres med 43 prosent innen 2030 sammenlignet med 2005. Reduksjonen vil skje ved at den tilgjengelige kvotemengden i markedet reduseres gradvis med 2,2 prosent hvert år fra 2020. Om lag halvparten av norske utslipp, inkludert utslippene fra prosessindustrien, er omfattet av EU ETS. Norsk kvotepliktig sektor vil derfor bidra til reduksjonene i kvoteområdet på linje med næringslivet i EU. Målet for 2050 er ikke fastsatt, men EU har signalisert at reduksjonen bør ligge på minst 80 prosent i forhold til utslippene i 1990.

Prosessindustrien har møtt en vedvarende og økende global konkurranse med kontinuerlig effektivisering. Dette har skjedd parallelt med at norsk prosessindustri, i samspill med flere forskningsmiljøer og utdanningsinstitusjoner, har bygd opp en bred og omfattende kompetanse. Denne kompetansen vil være et helt avgjørende fundament for utviklingen fremover. De fleste bedriftene baserer sin produksjon på BAT (Best Available Technique) og BAT+ og er benchmark for sine sektorer internasjonalt. Norsk prosessindustri er derfor svært godt posisjonert i dag og har alle forutsetninger for å styrke sin posisjon ytterligere i lavutslippssamfunnet når ytterligere effektivisering og teknologiutvikling trengs.

Når prosessindustrien skal redusere utslippene frem mot 2050 samtidig som verdiskapingen øker, må dette skje gjennom implementering av ny prosess teknologi og effektiviseringstiltak. Alternativet er at reduksjonen skjer som følge av industrinedleggelse. Dette vil føre til karbonlekkasje og dermed økte globale klimagassutslipp, da nedleggelse i Norge gir økt produksjon i land med svakere klimaregulering.

Dette veikartet beskriver teknologiske muligheter som gjør at visjonen kan oppnås, samt

hvilke barrierer som ligger i veien. Tiltakskostnader drøftes ikke. Det er avgjørende at Norge er en attraktiv vertsnaasjon for prosessindustrien med gode og forutsigbare industrielle rammebetingelser, og med tilgjengelig og kraftfulle virkemidler. Gjennom virkemiddelapparatet må staten bidra med den risikoavlastningen industrien trenger for å gjennomføre de omfattende og tidkrevende teknologiutviklingsløpene som trengs. Størrelsen og innretningen av slike ordninger, og om nødvendig teknologiutvikling oppnås, vil være avgjørende for om klimagassutslippene fra norsk prosessindustri er null i 2050.

2.2 FORUTSETNINGER

Økt verdiskaping og reduserte utslipp i prosessindustrien i Norge forutsetter stabile, langsiktige og globalt konkurransedyktige rammebetingelser og virkemidler. Det kreves også politisk vilje til et massivt industrielt løft i Norge. For å nå vår ambisiøse visjon legger vi til grunn følgende:

- Norge er et attraktivt vertskapsland for investering i og utvikling av prosessindustri
- Den industrielle og teknologiske kompetansen opprettholdes og videreutvikles
- Det føres en energipolitikk som bidrar til at det er tilstrekkelig tilgang på fornybar energi til fortsatt konkurransedyktige betingelser, inkludert en CO₂-kompensasjonsordning
- Det innføres ikke strengere reguleringer for klimagassutslipp i Norge enn i EØS for øvrig, slik at ytterligere karbonlekkasje forhindres
- Industrien lykkes med teknologiutvikling og teknologigjennombrudd som er beskrevet i veikartet
- Et dynamisk virkemiddelapparat som avlaster industriens risiko og tilpasser seg utviklingen nasjonalt, i EU og internasjonalt
- Det etableres infrastruktur for transport og lagring av CO₂
- Det er tilstrekkelig tilgang på bærekraftig biomasse

2.3 FREMTIDIGE PROSESSTEKNOLOGIER OG PRODUKTER I LAVUTSLIPPSSAMFUNNET

Det foregår en kontinuerlig teknologi- og prosessforbedring i prosessindustrien.

For å nå vår visjon er det også nødvendig med nye teknologigjennombrudd. I veikartet peker vi på prosessteknologier som vi, gitt forutsetningene over, tror vil være mulig å implementere i 2050-perspektiv. Noen av disse er:

- Karbonfangst og -anvendelse
- Økt bruk av biomasse i prosesser og produkter
- Økt bruk av hydrogen som reduksjonsmiddel og energibærer
- Teknologigjennombrudd på karbonfri prosessteknologi, slik som inerte anoder
- Nye produksjonsmetoder med lavere energiforbruk og lavere utslipp
- Utnyttelse av sidestrømmer til nye produkter
- Utvikling av innsatsfaktorer og produkter med lavt karbonavtrykk i produksjon og ved bruk

2.4 VEIKARTETS ANBEFALINGER

For å lykkes med utvikling og implementering av ny teknologi er det en forutsetning at staten bidrar med målrettede og omfattende virkemidler, slik at industrien får den risikoavlastningen som trengs for å investere store summer i nye produksjonsmetoder som gir store klimagevinster.

2.4.1 Følgende nye virkemidler må opprettes

- Økt industriell medvirkning i innretningen av forskningsinnsatsen – Prosess21
- Eget program for prosessindustri i Norges Forskningsråd
- Støtte til utvikling av produkter med lite karbonavtrykk ved bruk
- Tilskudd til piloter der bredden i industriens behov blir dekket
- Tilskudd til drift av piloter
- Opprettelse av Norsk Katapult
- Legge til rette for økt bruk av naturgass ved å innføre tredjepartsadgang i distribusjonsanlegg for LNG
- Utnytte handlingsrommet i EØS-avtalen ved å etablere en lånegarantiordning
- En Greenfund-ordning som har mandat og er kraftfullt nok til å investere i prosessindustrien
- Det må etableres et standardisert system for livsløpsanalyser

2.4.2 Følgende virkemiddel må bestå og styrkes

- Klimateknologifondet og miljøteknologiordningen
- Tilskudd til energi-, klima- og miljørelaterede piloter
- Tilskudd til energieffektivisering og -gjenvinning
- CO₂-kompensasjonsordningen
- Økt satsing på næringsrettet forskning, økt støtteandel og utvidelse av bevilgningsperiode til 4-8 år
- Klimateknologi må prioriteres i BIA-ordningen (Brukerstyrt innovasjonsarena)
- Øke støtten til forstudier for klimateknologi
- Bedre samordning av virkemiddelapparatet for prosessindustrien
- Minimumskrav for miljøvekting ved offentlige innkjøp
- Tilpasse lovgivningen og virkemiddelapparatet til sirkulærøkonomien
- Bransjeoverskridende tilskudd til markedsintroduksjon av klimateknologi
- Fortsatt satsing på industriparker og klynger

2.4.3 Virkemidler for CCS og CCU

- Betydelig forskningsinnsats på CCS og CCU
- Tilstrekkelige bevilgninger til å utløse store pilotanlegg for karbonfangst og -anvendelse i industrien
- Staten må etablere og ta kostnaden med infrastruktur, transport og lagring av CO₂
- Støtte til implementering av karbonfangst i industrien
- Bedrifter som investerer i karbonfangst må beholde eksisterende kvotetildeling

2.4.4 Rammebetingelser

Av de generelle og industrielle rammebetingelsene som er omtalt i veikartet er det noen som er spesielt viktige for prosessindustrien. Det er en forutsetning at disse rammebetingelsene er til stede for at veikartetets visjon kan nås.

- Tilstrekkelig tilgang på fornybar kraft til konkurransedyktige betingelser, inkludert nettariffer
- Fortsatt fritak for elavgift og sertifikatplikt
- Samme regulering av klimagassutslipp som i EU
- Tilstrekkelig tilgang på bærekraftig biomasse



3

PROSESSINDUSTRIEN OG PRODUKTENE

3.1 HVA ER PROSESSINDUSTRI?

De industribransjer som inngår i dette veikartet faller inn under samlebegrepet prosessindustri og omfatter følgende bransjer:

- aluminium
- ferrolegeringer
- kjemisk industri
- mineralisk industri
- mineralgjødning
- raffinerier
- treforedling



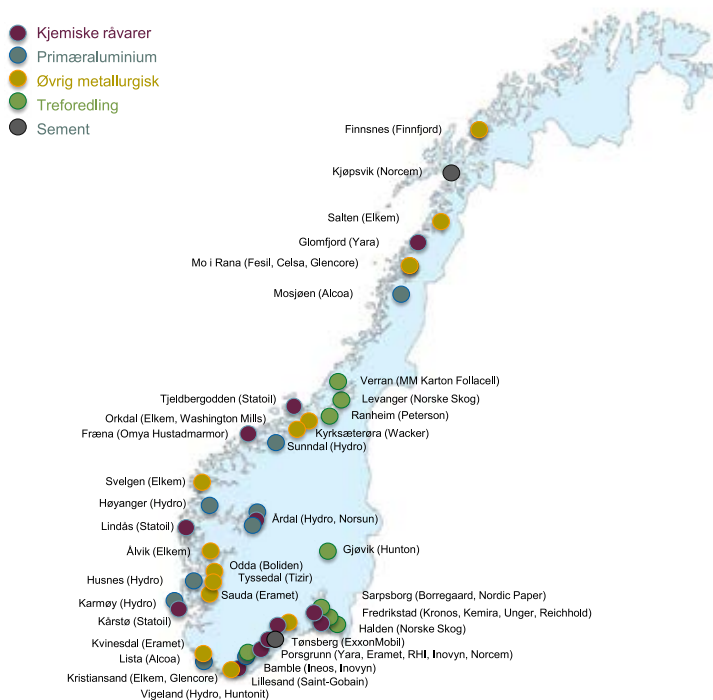
Begrepet prosessindustri er nært beslektet med begrepet kraftintensiv industri som SSB benytter, men begrepene er ikke identiske.

NACE	BESKRIVELSE	BRANSJE
SSBS DEFINISJON AV KRAFTINTENSIV INDUSTRI:		
17.1	Produksjon av papirmasse, papir og papp	Treforedlingsindustri
20.1	Produksjon av kjemiske råvarer	Petrokjemi, mineralgjødning, deler av smelteverksindustrien og bioraffinerier
24.1	Produksjon av jern, stål og ferrolegeringer	Ferrolegeringsdelen av smelteverksindustrien
24.4	Produksjon av ikke-jernholdige metaller	Aluminium, sink og nikkel
I TILLEGG BESTÅR PROSESSINDUSTRIEN OGSÅ AV FØLGENDE BRANSJER:		
19.2	Produksjon av raffinerte petroleumsprodukter	Raffineriene
20	Produksjon av kjemikalier og kjemiske produkter	Inkluderer også 20.1 i tabellen over
23.5	Produksjon av sement, kalk og gips	
23.9	Produksjon av ikke-metallholdige mineralprodukter ikke nevnt annet sted	Steinull og mineralske stoffer

Tabell 3.1 – SSBs kraftintensiv industri og ytterligere 4 næringskoder utgjør prosessindustri



Foto: TIZI



Figur 3.1 – Industribedriftenes geografiske plassering i Norge

Prosessindustrien utgjør en viktig del av norsk verdiskaping, og utgjorde 43 milliarder kroner i 2013. Eksporten fra prosessindustrien lå i 2013 på rundt 180 av totalt 911 milliarder kroner, eller omlag 20 prosent. Bedriftene er lokalisert over hele landet, og de fleste er viktige hjørnesteinsbedrifter i lokalsamfunnet.

Prosessindustrien er samlet sett den største forbrukeren av norsk vannkraft, og har et kraftforbruk på om lag 35 TWh årlig – et avgjørende bidrag til å opprettholde verdien av norsk vannkraft, noe som kommer eierne av kraftverkene, stat, kommuner og fylkeskommuner til gode. Med sitt store og forholdsvis jevne forbruk har prosessindustrien også en stabiliserende og viktig funksjon for hele kraftsystemet. Industrien bidrar også med fleksibilitetstjenester for kraftsystemet gjennom deltagelse i balansemarkeder.

Prosessindustrien skaper betydelige merverdier basert på vannkraften. I et verdikjedeperspektiv bidrar prosessindustrien til ytterligere verdiska-

ping i samarbeid med sine kunder. Sirkulærøkonomien, med enda bedre utnyttelse av ressursene vil også bidra til økt verdiskaping.

Prosessindustrien har møtt en vedvarende og økende global konkurranse med kontinuerlig effektivisering. Dette har skjedd parallelt med at norsk prosessindustri, i samspill med flere forskningsmiljøer og utdanningsinstitusjoner, har bygd opp en bred og omfattende kompetanse. Denne kompetansen vil være helt avgjørende for utviklingen fremover. Omfattende bruk av underleverandører har dessuten bidratt til å skape en kompetent og konkurransedyktig leverandørindustri. Mange av prosessindustribedriftene er etablert i næringsparker eller organisert i klynger. Dette bidrar til å løfte kompetansen, og kan gjennom integrasjonseffekter også bidra til bedre råstoff- og energiutnyttelse.

Siden så godt som all produksjon fra prosessindustrien eksporteres er den svært utsatt for internasjonale konjunkturer. En stor andel av

norske prosessindustribedrifter er eid av globale industrikonsern. Konkurransen på de globale markedene og et variert eierskap forsterker kravet til verdiskaping og konkurransedyktighet.

3.2 BRANSJENE OG PRODUKTENE I PROSESSINDUSTRIEN

I lavutslippsamfunnet vil det være økt etterspørsel etter produkter med lite karbonavtrykk. Dette omfatter produkter som krever mindre energi ved bruk, produkter som inngår i installasjoner for produksjon og lagring av energi og produkter basert på fornybare råvarer. Norsk prosessindustri utvikler mange ulike innsatsfaktorer til slike produkter. Med et stadig økende globalt klimafokus er det god grunn til å tro at etterspørselen etter disse produktene vil vokse.

Fremskrivninger for en del av bransjene er hentet fra IEAs Energy Technology Perspectives, 2015.

3.2.1 Aluminium

Det er syv aluminiumverk i Norge, fem eid av Hydro og to av Alcoa. Aluminium er det metallet det produseres mest av i verden etter jern. Aluminium lar seg lett resirkulere og omtrent 75 prosent av all produsert aluminium gjennom tidene er fortsatt i bruk. Resirkulert aluminium krever kun 5 prosent av energiforbruket sammenlignet med produksjon av primæraluminium. For å produsere 1 tonn primæraluminium trengs 12-15 MWh elektrisk kraft, avhengig av fabrikkens effektivitet og teknologi. Totalt sett forbruker de norske verkene vel 18 TWh per år. Den viktigste råvaren i tillegg til kraft er alumina, som utvinnes fra bauksittmalm som importeres til Norge.

Produksjon av primæraluminium er energiintensivt. Derfor vil lokasjon og tilhørende valg av energikilde for elektrisitetsproduksjon være helt avgjørende for karbonavtrykket for aluminium. Eksempelvis vil vannkraftbasert aluminium i Norge ha et avtrykk på under 3,5 t CO₂-ekv./tonn aluminium, mens tilsvarende produksjon i Kina (basert på kullkraft) vil ha et avtrykk på nærmere 20 t CO₂-ekv./tonn aluminium. Selv om aluminium i utgangspunktet er energi-

intensivt, bidrar aluminiumets egenskaper, spesielt lav vekt og korrosjonsbestandighet, til betydelige besparelser i bruksfasen.

EU har satt strenge krav til utslipp fra transportsektoren. For å møte disse kravene øker europeiske bilprodusenter andelen aluminium i sine biler, da lettere vekt gir betydelig redusert drivstofforbruk og utslipp. Også i byggsektoren bidrar aluminium til betydelige besparelser gjennom muliggjøring av avanserte byggsystemer med integrasjon av ventilasjon, elektrisitetsproduksjon, solskjerming etc.

IEA legger til grunn at den samlede produksjonen av primær- og sekundær aluminium skal stige med i underkant av 150 prosent frem mot 2050.

3.2.2 Ferrolegeringer og andre metaller

Det produseres flere ulike typer ferrolegeringer i Norge, herunder ferrosilisium, ferromangan og silisiummangan. Grunnet lik produksjonsprosess, og at samme bedrift kan produsere både ferrosilisium og silisiummetall, inkluderes produksjon av silisiummetall i denne gruppen bedrifter, herunder Elkem, Fesil, Finnfjord, Wacker Chemicals og Eramet. I denne sammenheng inkluderes også produksjon av sink (Boliden Odda), titandioksid (TiZir Titanium & Iron) og stål (Celsa Armeringsstål).

Kull og koks er sentrale råvarer i produksjon av ferrolegeringer, som produseres ved en karbotermisk prosess. Forenklet innebærer det at råvarer som malm og kvarts blandes sammen med kull/koks, som under høy temperatur gir en kjemisk reduksjon av malm til metall. Utslippet fra denne prosessen danner CO₂. Prosessen er energiintensiv og bransjen bruker i dag om lag 7 TWh elektrisk kraft i året.

Ferrolegeringer og sink benyttes som innsatsfaktor ved produksjon av jern og stål. Silisiummetall brukes som legeringer i aluminiumproduksjon og som innsatsfaktor i kjemisk og elektrobasert industri, herunder i solcelleindustrien. Biproduktet microsilica fra ferrosilisium/silisiumproduksjon brukes som tilsetning i betong.

The background of the page is a photograph showing several large stacks of cylindrical aluminum rods. A metal strip with several holes is draped across the top of the stacks. The lighting is bright, highlighting the metallic texture and the circular ends of the rods.

ALCOA OG PHINERGY: **ALUMINIUMLUFTBATTERI**

Alcoa og teknologibedriften Phinergy skal utvikle nye batterier drevet på luft og aluminium som kan løse rekkeviddeutfordringen til elbiler og elbåter, og bidra til nullutslippsmålene.

Aluminium har mye kraft lagret i metallet, og de nye aluminiumluftbatteriene skaper energi når aluminium reagerer med luft. Aluminiumluftbatteriet inneholder 15 kilo aluminium, som gir en elbåt 25 timer ekstra navigasjonstid, sammenlignet med de 5 timene til en båt med lignende navigasjonsprofil uten rekkeviddeforlenger (aluminiumluftbatteri).

Det er spesielt krevende med elektriske kjøretøy på vann. Dette har Alcoa løst ved å utvikle en ny legering som har styrken, støpeegenskapene og korrosjonsbestandigheten som kreves av metaller brukt i marine fartøy.

For elbiler kan batteriet øke rekkevidden med omtrent 1 600 kilometer. Teknologien der luft og vann utløser energien som er lagret i aluminium, gir muligheter for elbiler med rekkevidde, pris og livssykluskostnader som er sammenlignbare med biler som bruker fossilt drivstoff.



ELKEMS BATTERIPROSJEKT

Elkem forsker sammen med IFE og SINTEF for å videreutvikle sitt spesialprodukt til Li-ion-batterier - Silgrain® eSi. Målet er å tilby et produkt som gir batteriene vesentlig høyere kapasitet enn dagens materialer. Silisium (Si) skal brukes som aktivt materiale i den ene elektroden (anoden) i batteriet, og erstatte deler av grafitten som brukes i dagens batterier. Produksjon av Silgrain® eSi pågår ved Elkem Bremanger i dag. Det er tre hovedmarkeder med betydelig vekstpotensial: Forbrukerelektronikk, elektriske kjøretøy eller lagring av strøm fra blant annet fornybare strømkilder (for eksempel veggmonterte batterier med høyere lagringskapasitet enn dagens utgaver). Elkem forventer en betydelig økning i etterspørselen som følge av pågående innovasjonsprosjekt. Det nye produktet antas å være klart for industriskala pilottesting i 2017.



Foto: Elkem

Titandioksid brukes i hovedsak som hvitt pigment. Siden ferrolegeringer i stor grad benyttes som innsatsfaktor i andre produkter avhenger fremtidig produksjon av etterspørselen etter disse produktene. Hvis bruk av aluminium øker, kan man forvente økt etterspørsel etter silisiummetall. Ved økt forbruk av stål vil etterspørselen av manganlegeringer øke. Ved en økning i etterspørselen av solceller fremover vil markedet for silisium til solceller vokse.

IEA legger i sine fremskrivninger blant annet til grunn at utbygging av solceller skal mangedobles frem mot 2050, og at den globale produksjonen av stål skal øke med rundt 50 prosent frem mot 2050.

3.2.3 Karbidindustrien

Denne bransjen inkluderer Saint-Gobain i Lillesand og Arendal og Washington Mills i Orkanger. Silisiumkarbid for mekaniske anvendelser fremstilles ved å varme en blanding av kvartssand og petroleumskoks til rundt 2 500 °C i elektriske motstandsovner. Under produksjonen utskilles CO-gass som avbrennes.

Silisiumkarbid (SiC) er et eksempel på et kjemisk industriprodukt produsert i Norge med potensielt høy gjennomslagskraft i et lavkarbonsamfunn. SiC er ekstremt hardt, kjemisk inert, har lav tetthet, høy termisk ledeevne og er veldig slagfast. Silisiumkarbid brukes i dag blant annet til trådsaging av solcellewaferer, dieselpartikkelfiltere, i produkter som utsettes for ekstreme temperaturer og til slipeprodukter. Silisiumkarbid benyttes også som strukturmateriale i satellitter. Mulig fremtidig bruk inkluderer sprøyting av SiC som belegg (coating) i alt fra flymotorer til turbiner og borekroner. Med sine egenskaper vil SiC gi en bedre ytelse og langt lengre levetid for industrielle komponenter.

3.2.4 Kjemisk industri

Den petrokjemiske industrien i Norge omfatter anleggene til INEOS og INOVYN i Grenland, samt metanolfabrikken på Tjeldbergodden. INEOS produserer de petrokjemiske byggesteinene etylen og propylen fra naturgass.

Etylenet brukes videre i produksjon av plastråstoffet polyetylen (INEOS), mens INOVYN produserer plastråstoffet PVC fra etylen og klor, der klor produseres ved elektrolyse av salt. Produksjonen er i hovedsak eksportrettet, selv om Norge også har en ikke ubetydelig nedstrømsindustri, som for eksempel rørproduksjon. I likhet med raffineriene drives mye av prosessene med gasser som dannes som en del av prosessene. Produktene fra den petrokjemiske industrien brukes til en lang rekke formål blant annet i plastprodukter, isolasjonsmaterialer, avanserte materialer, maling, sprengstoff og drivstoff. Flere av disse anvendelsene bidrar til reduksjon i klimagassutslipp, både direkte som lette materialer, isolasjon, energieffektive konstruksjoner, og indirekte som mer effektive solpaneler og mulighet for større rotorblader på vindturbiner. I følge en nylig utgitt rapport fra UK Chemical Industries Association sparer den kjemiske industrien om lag to tonn klimagasser for hvert tonn som produseres. Dette kan økes til fire tonn besparelse per tonn utslipp i produksjonen i 2030 ved riktig politisk rammeverk.

Metanol-fabrikken på Tjeldbergodden er Europas største metanolfabrikk med sin kapasitet på 900 000 tonn/år. Fabrikken er også svært godt energiintegert og er ansett for å være verdens mest energieffektive metanolfabrikk. Spillvarme fra fabrikken utnyttes til landbasert oppdrett av laks og rognkjeks. Ny forsyningsavtale for naturgass for metanolanlegget med varighet frem til 2024 (Statoil og ConocoPhillips) ble signert i 2015. I tillegg til metanolproduksjonen, så vil LNG-produksjon starte oktober 2016 for regional forsyning i Midt-Norge til industri og samferdsel (AGA). Firmaet Reinertsen planlegger med støtte fra Gassnova å etablere en pilot for å teste ny teknologi for produksjon av rent hydrogen ved Tjeldbergodden.

IEA legger til grunn at produksjonen av metanol skal øke med rundt 230 prosent frem mot 2050, og andre kjemikalier inkludert etylen med rundt 35 prosent.

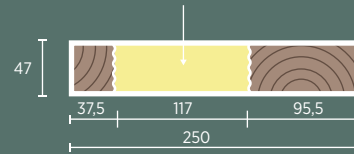


POLYMERE SOM KJERNEMATERIALER I VINDMØLLER

For vindturbiner gir dobling av bladlengden en firedobling av energiproduksjonen. Anvendelse av polymere i kjernen kan gi redusert vekt av konstruksjonen sammenlignet med for eksempel stål, og gir dermed muligheten for økt effekt.

ENERGISPARING I BYGG: PU-SKUM I TREKONSTRUKSJONER

Ved bruk av PU-skum (polyuretanskum) for isolasjon i trekonstruksjoner kan man oppnå en energibesparelse til oppvarming på opp mot 20 prosent.



3.2.5 Mineralgjødning

Det er to fabrikker som produserer mineralgjødning i Norge, Yara Porsgrunn og Yara Glomfjord. Om lag 90 prosent av produksjonen eksporteres.

Økt bruk av mineralgjødning er en helt nødvendig forutsetning for en globalt bærekraftig matproduksjon. OECD anslår at i 2050 vil verden bestå av 9 milliarder mennesker og at matbehovet vil øke med nærmere 60 prosent sammenlignet med i dag. Mineralgjødning må derfor produseres slik at man får økt produktionsutbytte fra landbruk uten at man belaster naturressurser i prosessen. Bruk av mineralgjødning har dessuten flere klimamessige fortrinn fremfor økologisk landbruk; mineralgjødning gir mindre brakklegging av jord, gir høyere avlinger

(og høyere CO₂-opptak i biomassen), og mer fruktbar og næringsrik jord. Den største kilden til klimagassutslipp fra mineralgjødningproduksjon er produksjon av ammoniakk ved Yaras anlegg i Porsgrunn. Katalysatorteknologi har redusert lystgassutslippene (en potent klimagass som er kvotepliktig) betraktelig fra produksjon av salpetersyre både i Porsgrunn og Glomfjord. I et klimaperspektiv gir riktignok produksjon og bruk av gjødningprodukt netto lavere utslipp enn det alternative scenariet; uten økt gjødningforbruk men med et mer arealkrevende landbruk. For hvert ekstra tonn gjødning i årlig forbruk i landbruket, er klodens netto utslippsbesparelse om lag 170 tonn CO₂-ekv. per år.

IEA antar at produksjonen av ammoniakk vil stige med nærmere 60 prosent frem mot 2050.

YARA: REDUSERTE KARBONAVTRYKK I LANDBRUKET

Landbruket slipper ut store mengder klimagasser, men gjennom systematisk arbeid og utnyttelse av tilgjengelig teknologi, kan utslippene reduseres betydelig til en fornuftig kostnad. Med økt effektivitet i arealbruken som det grunnleggende premiss, må det jobbes systematisk for å redusere utslipp for hver kilo avling. Tilnærmingen er ikke et avgrenset prosjekt, men en bred tilnærming gjennom en livsløpsforståelse fra råstoff til gjødselproduksjonen frem til høsting av bondens avling. Hver del av verdikjeden må være seg sitt ansvar bevisst. Det gjelder også å vri landbruksstøtten om i en klimavennlig retning gjennom ulike krav til klimaeffektivt landbruk.

Karbonavtrykk

Yara deltar i «Cool Farm Alliance», en allianse som skal rådgi bønder til å legge om til et mer klimavennlig landbruk og som har et mindre karbonavtrykk. «Cool Farm Tool» (CFT) er en klimagasskalkulator på nett, som bonden kan bruke til å identifisere kilder til utslipp og for å redusere utslippene gjennom bedre praksis. I tillegg vil kalkulatoren identifisere hvor store negative utslag det gir på gårdsdriftens karbonavtrykk dersom man kjøper gjødsel fra produsenter som ikke benytter klimagassrensing i fabrikkene. Status: Kalkulatoren er gjort tilgjengelig, og er gratis for bønder.

Krav til klimarensing

Yara selger produkter som er DNV GL-verifiserte og med et lite karbonavtrykk. Gjødselproduksjon i Norge og innenfor EØS-området drives betydelig mer miljøvennlig enn produksjon i andre verdensdeler. I Norge er rundt 95 prosent av gjødslet som selges klimarensset. Øvrige volumer kan enkelt erstattes fra andre produsenter innenfor EØS-området, så et slikt krav vil ha små, om noen, kostnader. Et tiltak som kan iverksettes er å vri landbruksstøtten

slik at den gis kun ved gjødsling med gjødsel produsert med klimarensing. Ved å være en foregangsnaasjon kan Norge gi et internasjonalt løft til klimakrav for gjødselproduksjon. Ytterligere om lag 70 millioner tonn CO₂-ekv. kan renses med Yaras eller tilsvarende teknologi, i tillegg til om lag 30 millioner tonn som allerede er fjernet. Status: Yaras lystgasskatalysator, hvor opptil 90 prosent av lystgassen omdannes til ufarlig nitrogen og oksygen, er kommersielt tilgjengelig, og er implementert i Yaras produksjonssystem og om lag 60 fabrikker utenom Yara.

Økt presisjon

Det er i dag langt bedre kunnskap om landbruksvekstenes behov for plantenæringsstoffer: hvilke næringsstoffer, mengde og når i vekstsesongen avlingen har størst behov for næring (delgjødsling). I tillegg har Yara utviklet verktøy for presisjonsgjødsling, som N-Sensor. Å øke mengde avling for hver kilo gjødsel vil redusere karbonavtrykket. N-sensoren er en del av Yara Form Management System som har til hensikt å støtte bonden i hele produksjonsperioden – fra testing av jordkvalitet til innhøsting – gjennom å gi anbefalinger i de ulike vekstfasene. Ved bruk av Yaras N-Sensor (koster om lag 160 000 kroner) ser vi typisk at avlingen øker 3-7 prosent og karbonavtrykket for avlingen reduseres 10-30 prosent på grunn av mer effektiv bruk av mineralgjødsel.

Alle maskinleverandører av gresshøstingsutstyr utvikler nå teknologi for å måle avlingsstørrelse og kvalitet «on the go». Dette arbeidet vil gi gårdbrukerne verdifull informasjon for å gjødsle mer presist gjennom optimalisering av «hver kvadratmeter» jordareal (identifisert ved bruk av GPS-punkter som påviser nøyaktig hvor bonden har forbedringspotensial til enhver tid). Orkel er en norsk maskinprodusent som



I Norge er ca. 95 prosent av gjødslet som selges klimarensset.

er langt fremme i denne utviklingen. Status: N-Sensor er kommersielt tilgjengelig og har økende popularitet i Europa. Det er også betydelig interesse for N-sensor i det norske markedet.

God agronomi

Fangvekster, drenering, økt kalking og mindre jordpakking er de mest relevante tiltakene for god agronomi med god effekt for klimautslipp. Status: Velkjente tiltak, men komplisert å måle/kvantifisere.

Skoggjødsling

Med en tilvekstsøkning på 0,15 m³ per dekar per år, vil skoggjødsling gi en forventet klimagasseffekt på 2,7-4,5 tonn CO₂ i året etter 10 år (jf. lavt anslag MD, høyt anslag Klimakur 2020). Det er i Norge om lag 60 millioner dekar skog som er interessant for ordinær skogbruksvirksomhet. Gjødslingseffekten i form av økt tilvekst, vil vare i omtrent 10 år uansett på hvilket tidspunkt i omløpet det gjødsles. Dersom det gjødsles 20 år før hogst vil imidlertid karbonlageret på de gjødslede arealene være høyere i 20 år før økt tilvekst tas ut i form av avvirkning. Årlig optak av CO₂ vil ha tilsvarende effekt som gjødsling 10 år før hogst.



Foto: Yara



Foto: Yara





NORCEM: LAVKARBONBETONG

Norcem arbeider kontinuerlig med å utvikle sementtyper med lavere karbonavtrykk. En vesentlig del av CO₂-utslippene kommer fra produksjon av mellomproduktet klinker. Dersom klinkeren delvis kan erstattes av materialer som har mye av de samme egenskapene, men som ikke bringer med seg samme karbonavtrykk, vil sementens karbonavtrykk bli mindre. Flyveaske fra kullfyrte kraftverk og slagg fra stålindustrien er de vanligste erstatningsmateriale.

Sementen utgjør i overkant av 30 prosent av betongen, og betongens karbonavtrykk kommer hovedsakelig derfra.

Norcems sementer har i dag i gjennomsnitt 20 prosent innblanding av flyveaske. Det er utviklet EPD'er (Environmental Product Declaration) for alle Norcems sementer hvor karbonavtrykket er dokumentert. De mest miljømessige sementene har redusert karbonavtrykket med mer enn en tredjedel sammenliknet med standardsementene. Videre har man i samarbeid med byggherrer utviklet spesialsementer for større prosjekter. Et eksempel er at elementene i Bjørvika-tunnelen i Oslo ble produsert med spesialsement med innblanding av en stor andel flyveaske, og samlet karbonavtrykk fra elementene var 9 000 tonn lavere enn om man hadde brukt standardsement i betongen.

Produktutviklingen har i hovedsak skjedd internt i bedriftene (og sammen med byggherrer og entreprenører) uten støtte. Muligheter til å få bidrag/støtte vil øke innsatsen med å utvikle produkter med lavere avtrykk.

3.2.6 Mineralsk industri

Norcem har to sementfabrikker i Norge. Det er to kilder til CO₂-utslippene fra produksjonsprosessen: CO₂ som spaltes av fra kalkstein for å produsere klinker, som er hovedbestanddelen i sement, og fra forbrenningen som trengs for å drive denne prosessen. Den viktigste råvaren som brukes i sementproduksjon er kalkstein, normalt fra lokale kilder. De fleste sement-

fabrikker er derfor lokalisert i tilknytning til en kalksteinsgruve. Produksjonen går hovedsakelig til et regionalt marked, og er i mindre grad eksportrettet. I tillegg til sement hører også produksjon av kalk, gips og steinull, med produksjon av steinull hos Rockwool, samt kalk fra Franzefoss Minerals og Hustadmarmor, med i mineralsk industri.

Sement er og vil forbli et svært viktig industriprodukt. Få andre materialer er så anvendelige når det gjelder bygging av hus, veier og annen stor infrastruktur. Sement lages stort sett ved hjelp av samme oppskrift som for 100 år siden, men særlig på energisiden er teknologien mange ganger mer effektiv i dag. Det brukes også innovative metoder for å gjøre produktet mer klimavennlig. Et tiltak har vært å erstatte kull med avfallsbasert brensel med størst mulig andel biomasse. I tillegg er nye sementtyper blitt utviklet. Et eksempel er en sement hvor deler av klinkeren erstattes av flyveaske – et avfallsprodukt fra kullfyrte kraftverk som ellers ville blitt deponert. I tillegg tar betongkonstruksjoner opp CO₂ fra luft i en kjemisk prosess som blir kalt karbonatisering. Avhengig av bruk blir 15-20 prosent av utslippene fra produksjonen tatt opp igjen i løpet av betongens levetid. IEA antar at produksjonen av sement skal stige med rundt 17 prosent frem mot 2050.

3.2.7 Raffinerier

Det er to raffinerier i Norge, Statoil Mongstad og ExxonMobil Slagentangen. Utslippene stammer fra raffineriprosessen (hovedsakelig cracking), forbrenning av gass for dampproduksjon og fyring. En betydelig andel av utslippene stammer fra forbrenning av gasser som oppstår som en del av prosessene for dampproduksjon og direkte oppvarming i raffineriprosessen.

Raffineriprodukter brukes til drivstoff, petrokjemi som plast og kjemikalier, anoder, og er råvarer for en rekke produkter. På Mongstad er raffineriet integrert med energiverket for å forbedre energiutnyttelsen.

Utfasing av fossile brenslere er generelt et viktig klimatililtak i andre sektorer, og dette vil få konsekvenser for etterspørselen etter raffinerienes viktigste produkter. IEA anslår, basert på sitt togradersscenario, at etterspørselen etter olje vil bli redusert med 45 prosent på verdensbasis og over 60 prosent i EU innen 2050.

3.2.8 Treforedling

Det er tolv treforedlingsbedrifter i Norge, der Norske Skog og Borregaard er de to største

selskapene. Bedriftene lager produkter fra fornybare råvarer som skog og vannkraft. Produktspekteret er meget bredt og basert på de tre hovedbestanddelene i trevirke:

- Fra trefiber produseres papir, papp, cellulose og spesialcellulose
- Fra bindemiddelet lignin lages lignin-baserte kjemikalier og vanillin
- Fra sukker lages bioetanol

Cellulosebaserte produkter kan i stor grad gjenvinnes. Klimagassutslippene fra industrien er lave og stammer i hovedsak fra forbrenning, mens prosessutslippene er minimale.

Bruk av biobaserte produkter kan erstatte fossile innsatsfaktorer og gi klimagevinster dersom biomassen forvaltes på riktig måte. Biobaserte produkter har en klar fordel ved at de kan gå inn som direkte substitutter der olje brukes uten betydelig omlegging av drift av forbruket. Biodrivstoff til kjøretøy er allerede veletablert, det samme er biomasse til kraft/varme-produksjon. I tillegg kommer biokjemiske produkter som brukes i blant annet farmasøytisk industri og maling og lakk, spesialcellulose til tekstil-, bygg- og oljeindustrien, og lignin som kan brukes som tilsetningsstoff i betong og keramikk. Biobaserte produkter kan dessuten inngå som reduksjonsmiddel i annen prosessindustri, for eksempel i form av trekull. Lignin kan også vise seg å bli en kostnadseffektiv innsatsfaktor i utvikling av storskala batterier. Katoder, en av batteriets tre bestanddeler, må være laget av et produkt som kan motta og holde på en ladning i store mengder. Lignin i kombinasjon med et kjemisk stoff kalt polypyrrol har disse egenskapene, og er billigere å bruke enn metaller. Dersom det på sikt kan utvikles et lignende stoff for anoder så vil et rent biobasert batteri være en realitet.



BORREGAARD: **EXILVA**

Borregaard besluttet i 2014 å investere i et anlegg for produksjon av mikrofibrillær cellulose (MFC). Produktet og produksjonsprosessen er utviklet av Borregaard, og kalles Exilva. Anlegget bygges på Borregaards fabrikkområde i Sarpsborg. Investeringen er beregnet til 225 millioner kroner. Produksjon er forventet å starte i 3. kvartal 2016. Anlegget vil ha en kapasitet på 1 000 tonn årlig med mulighet for senere utvidelser.

Borregaard startet utviklingen av Exilva MFC i 2005 gjennom forskning og pilottesting i nært samarbeid med potensielle kunder. Forskningsstøtte til utvikling av prosessen har vært en viktig risikoavlastning, og Borregaard har mottatt rundt 35 millioner kroner fra EU, Innovasjon Norge og Forskningsrådet. Råstoffet er spesialcellulose som splittes opp til et komplekst nettverk av fibriller ved hjelp av en egenutviklet, proprietær teknologi.

MFC har unike egenskaper som blant annet viskositetsregulator, stabilisator, konsistens-giver og vannbindingsmiddel. Produktet kan benyttes i en rekke anvendelser som lim, maling, vaskemidler, kosmetikk, komposittmaterialer og andre industrielle bruksområder. Exilva vil i tillegg gjøre det mulig å erstatte løsemiddelbaserte systemer med vann-baserte systemer.

MFC er basert på naturlige og fornybare råstoffer og bærekraftig energiforsyning, og vil kunne erstatte petrokjemiske eller ikke-fornybare alternativer. Samlet sett vil dette gi en betydelig positiv miljøeffekt. Den spesifikke klimagevinsten avhenger av anvendelsesområdet.



NORSKE SKOG: **PRODUKSJON AV MIKRO- FIBRILLÆR CELLULOSE**

Norske Skog Saugbrugs har nylig ferdigstilt et større pilotanlegg/demonstrasjonsanlegg for produksjon av mikrofibrillær cellulose (MFC). Anlegget er allerede tatt i bruk, og vil kunne produsere MFC til en rekke ulike formål, bl.a som tilsats for å øke styrken i eget magasinpapir. Styrkeøkningen i magasinpapiret vil åpne for at man kan redusere innholdet av mekaniske trefibre i papiret, noe som igjen vil gi reduksjoner i forbruket av elektrisk energi.

Norske Skog Saugbrugs jobber også med utvikling av MFC til andre applikasjoner enn tilsats i eget papir, og det nye demonstrasjonsanlegget vil gi viktige bidrag også

til dette arbeidet. Bruk av MFC vil kunne bidra til substitusjon av fossilt baserte produkter med biobaserte produkter, og således gi en klimagevinst. Størrelsen på klimagevinsten vil variere, avhengig av applikasjon. De siste ti årene har det vært et tett forskningssamarbeid med PFI i Trondheim, med delfinansiering fra Norges forskningsråd. Forskningssamarbeidet og støtten fra Forskningsrådet har dannet grunnlaget for etableringen av demonstrasjonsanlegget. Innovasjon Norge har bidratt med finansiell støtte under byggingen av demonstrasjonsanlegget, en støtte som for Norske Skog Saugbrugs har vært helt avgjørende.

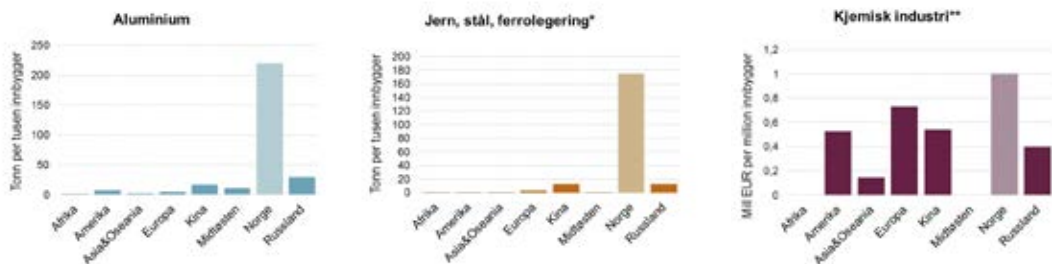
4

INDUSTRIEN I DAG

4.1 NORSK INDUSTRI I VERDEN

Prosessindustrielskaper kjennetegnes ved at de er relativt få, opererer i flere land og er meget konkurranseutsatte. Tilgang til transportmuligheter har således vært viktig. I Norge ligger derfor de fleste industribedrifter langs kysten eller nær jernbane-forbindelser. Siden selskapenes produksjonsprosesser ofte er svært energikrevende ble virksomheten etablert i nærheten av steder der det er, eller har vært, rikelig tilgang til energi. Dette er gjerne steder hvor alternative bruksområder for kraften er små («energirike lommer»).

Lokaliseringen av mange typer prosessindustri på verdensbasis viser hvordan industrietablering følger råvarer, energikilder og effektive logistikk-løsninger til markedet. Den største andelen av produksjon av verdens aluminium og silisium er i Kina, der produksjonskapasiteten har økt formidabelt siden årtusenskiftet. Nesten 90 prosent av kinesisk kraft kommer fra kull, noe som forklarer oppblomstringen av industri inne i landet der kullforekomstene er størst. Ellers varierer energibærerne med hvor man befinner seg i verden – primært vannkraft i Norden, Russland og Canada, gass i Midtøsten og variert i USA og Europa. Norge har en stor andel av verdensproduksjon av flere prosessindustri-varer. Norske industrielskaper har også bygget stor internasjonal produksjonskapasitet. Figur 4.1 viser ulike typer industriproduksjon per innbygger for flere regioner.



Figur 4.1 – Verdens produksjonskapasitet i ulike industrigrener per innbygger. Kilde: USGS Mineral Yearbook, Cefic, Statista, FN-Sambandet.

4.1.1 Bakgrunn for norsk industriproduksjon

Foruten tilgang til energiresurser er industri-tradisjon og industriell kompetanse viktige grunner til Norges betydelige posisjon. Kompetansetilgangen sikres gjennom tette bånd til landets utdanningsinstitusjoner, som NTNU i Trondheim, og også en lærlinge- og fagbrevordning få land kan vise til. Norsk industri tiltrekker seg mange internasjonale forskere og industriarbeidere som lokkes av høy teknologisk kvalitet og innovasjonskultur i tillegg til gode arbeidsbetingelser.

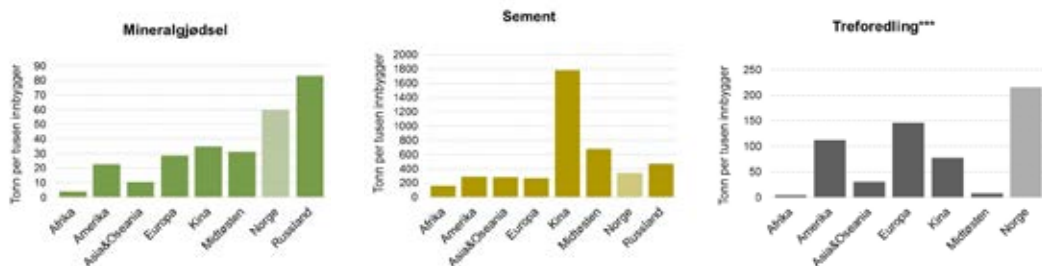
Prosessindustrien ble etablert i nærheten av vannkraftressursene. Med utgangspunkt i prosessindustrien har det vært en utvikling og etablering av ny industri og nye tjenester i lokalsamfunnene. Denne klynge- og innovasjonsvirksomheten består og er videreutviklet. Norges industrikluser er ikke unike, men det finnes relativt få slike kluser på verdensbasis.

4.1.2 Konkurranseskraft

Prosessindustriens konkurranseskraft er avgjørende for dens størrelse og vekstmuligheter på verdensmarkedet. Dens kostnader, derav både

investeringskostnader og driftskostnader, vil variere mellom land. Råvarekostnader utgjør en relativt høy andel av totalen. De råstoffene som brukes i industriproduksjon omsettes som regel på globale markeder til markedsbestemte priser, selv om det finnes tilfeller med «innlåste» råvarer med lave alternativkostnader. Lønnskostnader varierer også, men land med høye lønnskostnader har en tendens til å ha høyere grad av automatisasjon og produktivitet, hvilket utjevner forskjeller i kostnader per produsert enhet.

Kraftkostnader kan derimot være svært forskjellige fra land til land, ettersom forhold som produksjonsmik, markedsdesign, skatter og avgifter etc., ofte er nasjonalt bestemt. I Norge vil kraftprisene som regel være lavere enn i resten av Europa hvis vi har et overskudd på kraftbalansen, og høyere dersom vi har et underskudd. Det er mer krevende å sammenligne norske kraftpriser med priser i land som Kina der priser varierer mellom regioner og ikke rapporteres på samme måte. Det er trolig tilfelle at dersom norske markedspriser er høyere enn på kontinentet så vil de også være høyere enn i Kina og andre ikke-europeiske land som USA og



* Ferrolegering inkluderer produksjon av råjern og stål, ferromangan, ferrosilisium, silisiummangan og silisiummetall

** Kjemisk industri i omsetning, mill eur/innbygger

*** Treforedling: Europa inkluderer Russland

Canada. Kraftkostnader består dessuten av nettariffer og andre avgifter. I Norge har nettariffene økt de seneste år på grunn av utbygginger i nettet og økte systemkostnader, en utvikling som trolig vil fortsette.

4.1.3 Norsk prosessindustri i EØS

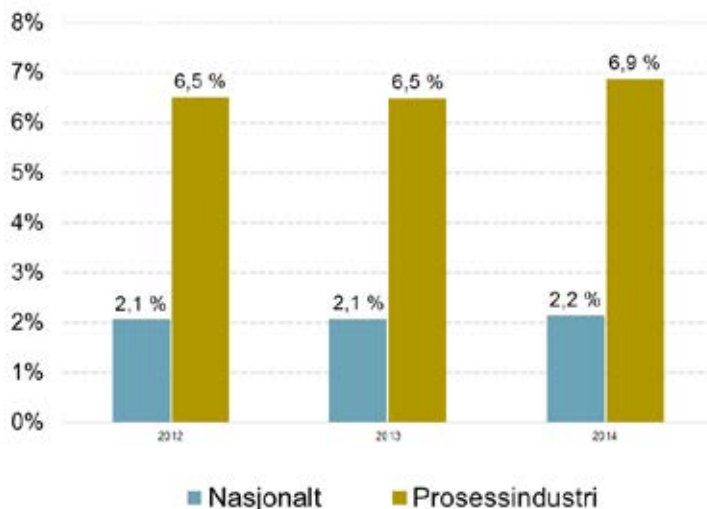
EU har en svært tydelig industristrategi, hvor industrivekst er en vesentlig forutsetning i en bred målsetting for økonomisk vekst og konkurranseevne. Et av EUs mål er at industrien skal stå for 20 prosent av BNP i 2020. Kommisjonen påpeker at industrien i EU står for 80 prosent av eksport og 80 prosent av privat forskning og innovasjon. Videre har EU tydeliggjort sin industrisatsing ved å opprette en rekke aksjonsgrupper med hensikt å fremme europeisk industrisatsing gjennom forbedret konkurranseevne og effektivitet, mer sømløse interne markeder og fremme av aktiv industripolitikk i medlemsland.

Det er flere grunner til at EUs industrivisjon krever sterk norsk deltagelse. Norge står for en høy andel av samlet europeisk produksjon av en rekke industrivarer og vi er på områder

også ganske enerådende. Industrien i Norge produserer svært mange innsatsfaktorer som industribedrifter i EU bruker. Europeisk bilindustri benytter seg av norsk aluminium og ferrolegeringer, mens byggesektoren benytter flere norske metaller og mineralprodukter. Mineralgjødsel til europeisk matproduksjon er ytterligere et eksempel. Stadig tøffere internasjonal konkurranse kombinert med nasjonale miljøkrav har medført en rekke effektiviserings- og forbedringstiltak i Norge. Dette har gjort norsk prosessindustri både produktiv og klimavennlig, en utvikling som følgelig er blitt tvunget frem i andre europeiske land. Mange norske industribedrifter er aktører også utenfor Norges grenser, og opererer i flere verdikjeden, som for eksempel direkte eierskap på råvaresiden i andre land.

4.1.4 Industriens betydning for norsk økonomi

Prosessindustrien har stor nasjonal betydning, og er dessuten en svært viktig næring i enkelte regioner. Næringens betydning kommer særlig gjennom vesentlige eksportinntekter, forbruk av elektrisk kraft, utvikling av kompetansemiljøer og etablering av klyngenæringer.



Figur 4.2 – Andel FoU-kostnader av lønnskostnader i norsk næringsliv samlet og for prosessindustrien Kilde: SSBs Nasjonalregnskap

Forbruk av elektrisk kraft

Prosessindustrien bruker 35 TWh elektrisk kraft årlig, og er den største enkeltforbrukeren i Norge. Dette gir avgjørende bidrag til å opprettholde verdien av norsk vannkraft, som igjen kommer eiere til gode. Industriens jevne og forutsigbare forbruk er positivt for nettstabiliteten. Industrien bidrar også med fleksibilitetstjenester for kraftsystemet gjennom deltagelse i balansemarkeder.

Kompetansemiljøer

Industrien har møtt den vedvarende og økende globale konkurransen med kontinuerlig effektivisering. Dette arbeidet er i stor grad gjennomført i tett samarbeid med forskningsmiljøer og utdanningsinstitusjoner, og har dermed ført til en veldig avansert prosesskompetanse med gjensidig kompetanseforsterkning mellom de ulike institusjonene. Denne kompetansen er en ingrediens i industriens utvikling fremover.

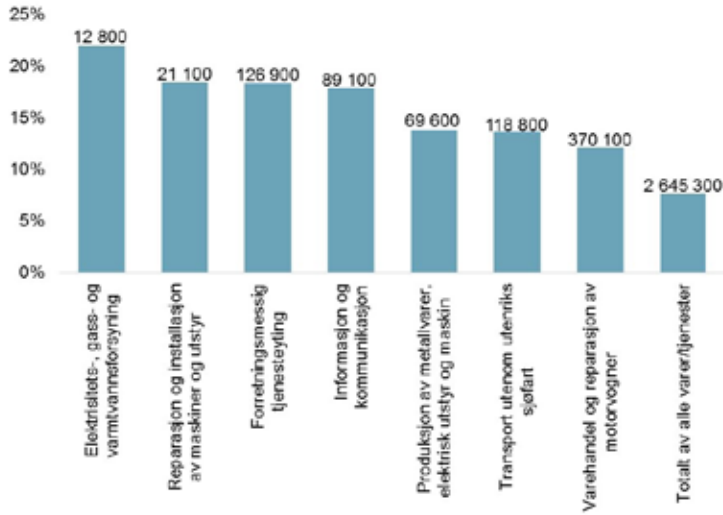
Forskningssamarbeidet styrkes ytterligere ved at industrien organiserer sterke forskningsmiljøer, blant annet knyttet til industribedriftenes egne forskningssentre. Disse forskningsmiljøene jobber for å utvikle nye teknologier som gjør at produksjonsprosessen blir mer effektiv, både med tanke på energi, kostnader og miljø.

Utviklingen av industriens FoU-virksomhet er sterkt knyttet til den fysiske produksjonen. Samhandling mellom akademia, FoU-institusjoner og forretningsmessig anvendelse krever felles kunnskapsmessig forståelse som vanligvis favoriserer geografisk nærhet. For at den langsiktige kunnskapsutviklingen i akademia skal opprettholdes er høy industriproduksjon en forutsetning. Utgiftene til forskningen i prosessindustrien utgjør en klart høyere andel av produksjonsverdi, verdiskaping og lønnskostnader enn i gjennomsnittet av andre norske næringer (se figur 4.2).

Ringvirkninger

Mange av prosessindustribedriftene er etablert i næringsparker eller organisert i klynger. Dette skaper positive ringvirkninger i lokalsamfunn gjennom for eksempel god tilgang på kvalifisert arbeidskraft, fremvoksende næringer og industriprodukter og infrastrukturutvikling. Klyngene gir også en arena som gjør det lettere å ta ut prosessmessige og organisatoriske synergier.

Stolpene i figur 4.3 viser industriens andel av totalt innkjøp fra syv ulike næringer. Tallene over stolpene er antall sysselsatte i disse næringene. Den høye andelen viser at industribedriftene er viktige kunder for disse næringene. Industrien

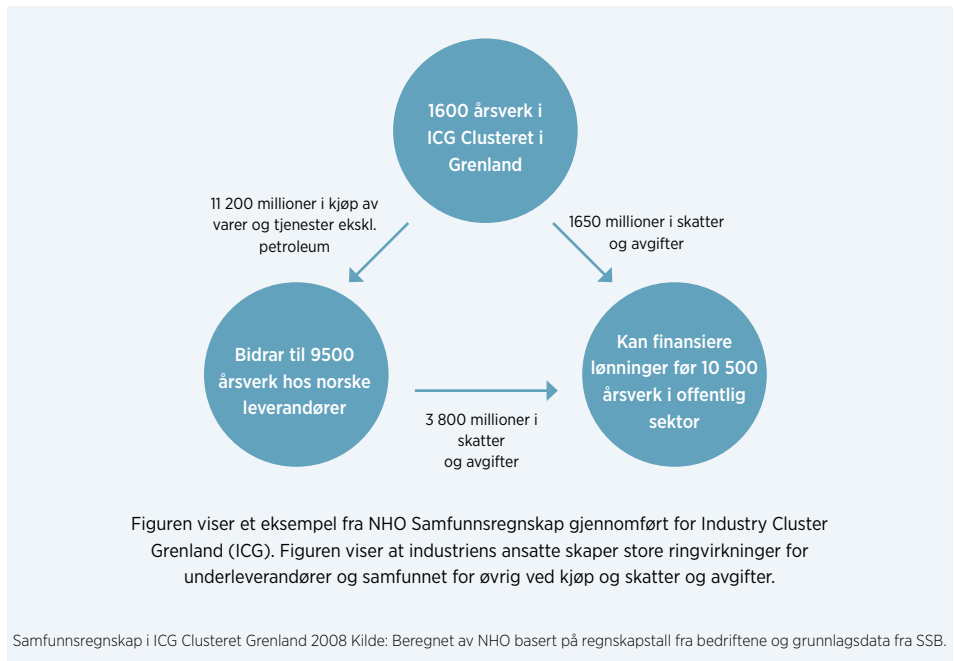


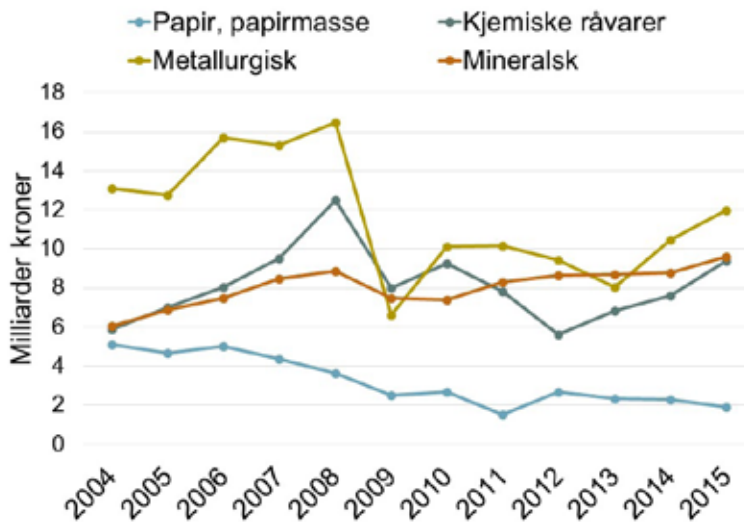
Figur 4.3 – Kraftforedlende industris innkjøp av andre tjenester Kilde: SSBs Nasjonalregnskap

skaper dermed etterspørsel fra bedrifter med spesialiserte produkter eller tjenester, og som ofte er lokalisert i nærområdet.

Stolpen helt til høyre i figuren over viser at industrien står for rundt ni prosent av samlet innkjøp av alle varer/tjenester, som totalt sysselsetter 2,6 millioner sysselsatte. Svært forenklet sagt

utgjør derfor industriens samlede kjøp av varer og tjenester en aktivitet som sysselsetter om lag 210 000 personer. Disse underleverandørens industrileveranser har skapt et komparativt fortrinn også i større markeder, på landsbasis eller internasjonalt. Årsaken er at disse bedriftene over tid har kunnet utvikle sin kompetanse på basis av kunderelasjoner med industrien.



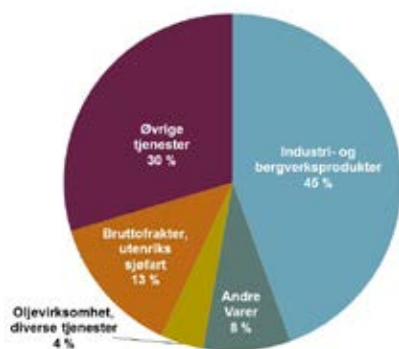


Figur 4.4 – Verdiskaping industrien i Norge (ihht SSBs definisjon av kraftintensiv industri – treforedling, petrokjemi, kjemisk industri, mineralgjødsel, smelteverksindustri, aluminium, sink og nikkel), milliarder kroner. Kilde: SSB

Eksport

En svært høy andel av produksjonen fra prosessindustrien eksporteres. Industriproduksjon representerer dermed en viktig nasjonal inntektskilde. Figur 4.5 viser andelen av eksport for alle vare- og tjenestegrupper utenom salg av råolje og naturgass.

Nest etter olje og gass utgjør industriprodukter den største gruppen av eksporterte varer.



Figur 4.5 – Eksportandel ulike næringssektorer utenom salg av råolje og gass. Kilde: SSB

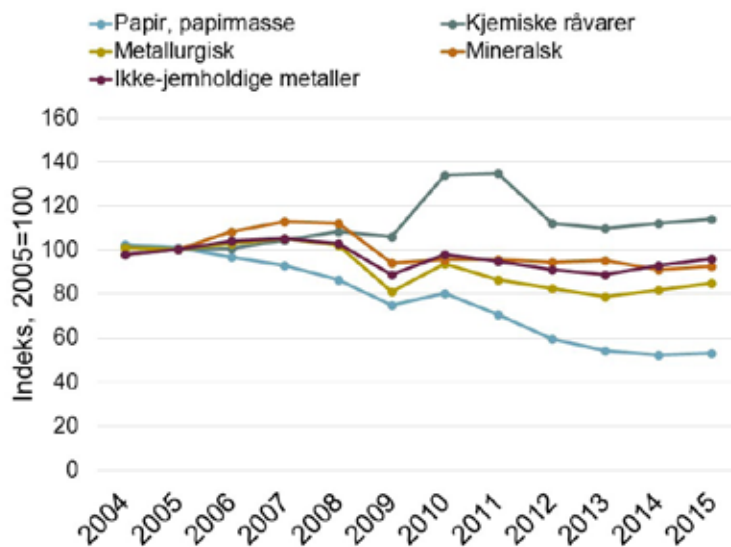
Mellom 80 og 90 prosent av prosessindustriens produksjonsverdi blir eksportert (tallet er noe lavere for mineralindustrien og kjemisk industri). Andelen eksport av produserte varer er vesentlig høyere enn for andre norske næringsgrener, med unntak av olje og gass.

4.1.5 Utvikling de siste 10 årene

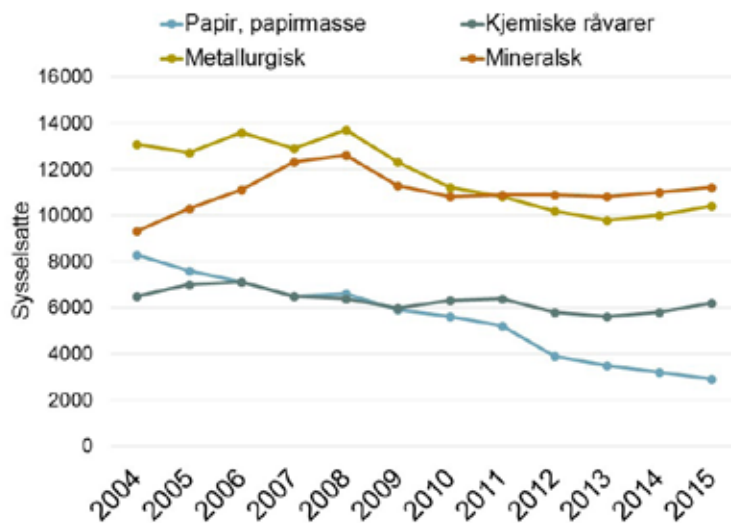
Et bilde på utviklingen i industrien er vist ved makroøkonomiske parametere i figur 4.4, 4.6 og 4.7.

Antall sysselsatte i industrien har falt i løpet av de siste ti årene. Fallet kan delvis forklares med gjennomføring av en rekke effektiviseringsprosesser. Industribedrifter har også brukt eksterne tjenesteprodusenter til arbeidsoppgaver som tidligere ble utført internt, med den hensikt å øke fleksibilitet, konkurranseevne og produktivitet. Effekten av en slik endret arbeidsfordeling bidrar dermed til å «overdrive» den statistiske reduksjonen i sysselsettingen.

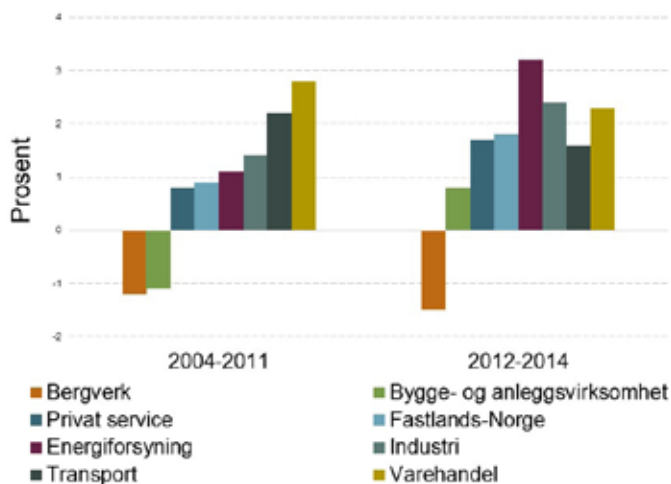
Verdiskaping i kraftforedlende industri varierer i takt med prisene på industriens produkter,



Figur 4.6 - Produksjonsindeks for industrien i Norge (iht SSBs definisjon av kraftintensiv industri - treforedling, petrokjemi, kjemisk industri, mineralgjødning, smelteverksindustri, aluminium, sink og nikkel), 2005=100. Kilde: SSB



Figur 4.7 - Sysselsetting industrien i Norge (iht SSBs definisjon av kraftintensiv industri - treforedling, petrokjemi, kjemisk industri, mineralgjødning, smelteverksindustri, aluminium, sink og nikkel), antall sysselsatte. Kilde: SSB



Figur 4.8 – Totalfaktorproduktiviteten Kilde: SSBs Nasjonalregnskap

som bestemmes i internasjonale markeder og påvirkes av valutasingninger. Verdiskapingen varierer langt mer enn i de fleste andre næringer. Den kraftige reduksjonen i løpet av 2008 og 2009 var en direkte følge av fallet i metallpriser og priser på andre industriprodukter, som følge av finanskrisen. Med en verdiskaping på 34 milliarder kroner for de industrisektorene vist over har verdiskapingen hevet seg siden finanskrisen for de fleste industrisektorer, med unntak av treforedlingsindustrien.

Industriens produksjon er mer stabil enn svingninger i priser og verdiskaping tilsier. Produksjonen falt noe rundt finanskrisen på grunn av lavere etterspørsel på verdensbasis, men har siden vokst eller stabilisert seg.

Industrien har lenge vært blant næringene med høyest verdiskaping per sysselsatt, og har dessuten hatt en relativt positiv produktivitetsutvikling, Totalfaktorproduktiviteten (TFP). Denne er vist i figur 4.8.

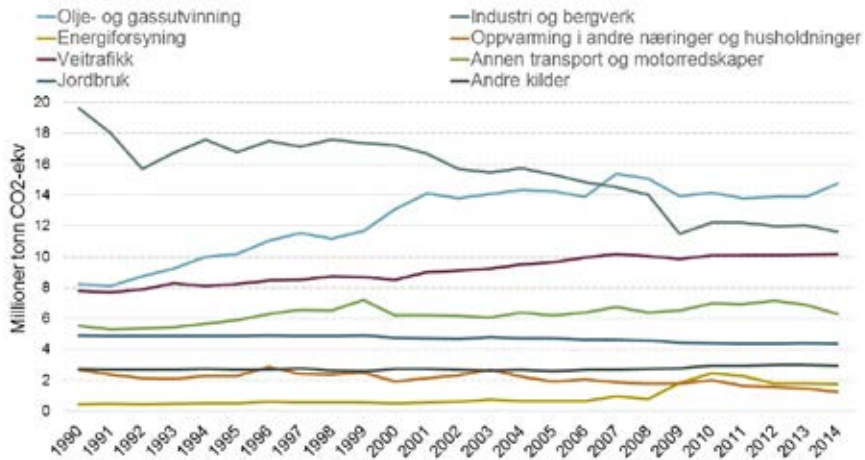
Mens arbeidskraftproduktiviteten kan økes ved at arbeidskraften utstyres med mer realkapital og/eller andre innsatsfaktorer, defineres veksten i TFP som den delen av verdiskapingsveksten som ikke kan tilskrives endring i en eller flere

innsatsfaktorer (arbeid, kapital og produktinnsats). Veksten i TFP regnes som den indikatoren som best uttrykker bedriftenes evne til å arbeide smartere. Industriens vekst i TFP har vært omfattende de siste ti år. Dette viser at industrien har lyktes i å utnytte sine ressurser stadig bedre i takt med økende konkurranse fra omverdenen. Samtidig har industrien en høy TFP-vekst sammenlignet med mange andre næringer og fastlands-Norge generelt.

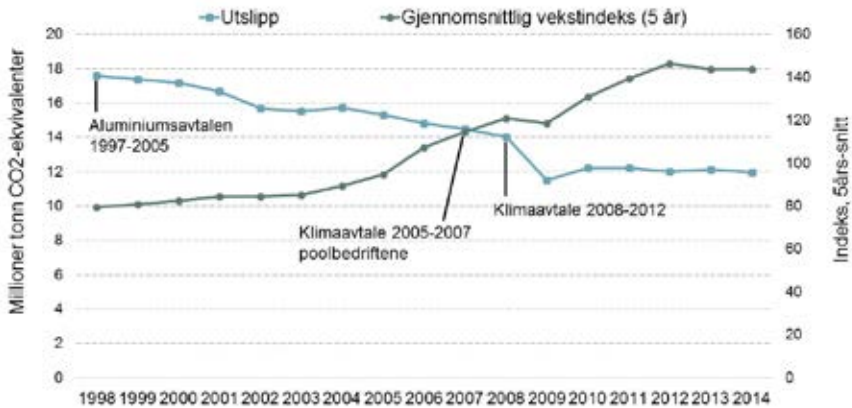
4.2 INDUSTRIEN OG KLIMA

Prosessindustrien, inkludert bergverksnæringen, sto i 2014 for om lag 20 prosent (11 millioner tonn CO₂-ekv.) av samlede norske klimagassutslipp på 53,2 millioner tonn CO₂-ekv. Dette er en nedgang fra 1990 på nærmere 40 prosent. Dette står i betydelig kontrast til Norges samlede utslipp som har økt svakt over samme periode. Industrien er således den eneste næringsgrenen som har lyktes i å redusere sine utslipp betydelig (se figur 4.9).

Det er også verdt å merke seg at industriens utslippskutt ikke har gått på bekostning av omsetningen, som har økt over samme periode. I figur 4.10 presenterer vi industriens utslippsutvikling fra 1998 til 2014 sammen med en gjennomsnittlig vekstindeks (fem år).



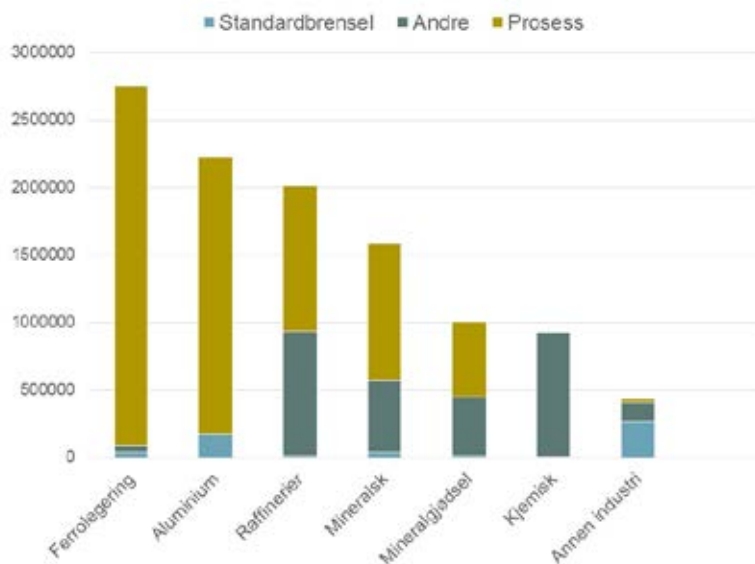
Figur 4.9 - Samlede klimagassutslipp i Norge 1990 og 2014, millioner tonn CO₂-ekv. Kilde: SSB



Figur 4.10 - Industriens utslipp og omsetningsvekst 1998 - 2014, millioner tonn CO₂-ekv. og vekstindeks. Kilde: SSB

Utslippskutt samtidig med omsetningsvekst kan tilskrives en kombinasjon av industriell satsing, politisk vilje og et tilpasset virkemiddelapparat. Bilaterale avtaler mellom industribedriftene og staten har gitt industrien fleksibilitet til å gjennomføre kostnadseffektive tiltak, for eksempel

aluminiumavtalen (1997), svovelavtalen (2001), klimaavtaler (2005, 2007) og NOx-avtalen (2007). Utslippskuttene som er gjennomført utenfor kvotehandelssystemet på tidspunktet de ble gjennomført.



Figur 4.11 – Utslippene fra den norske prosessindustrien er nært knyttet til industriprosessene. Kvotepålagte utslipp i 2014 fordelt på prosessutslipp, forbrenning av standardbrensel, og forbrenningsutslipp som er nært knyttet til den aktuelle prosessen. Kilde: Miljødirektoratet

4.2.1 Kilder til utslipp i prosessindustrien

Hoveddelen av industriutslippene stammer fra noen relativt få store anlegg innen metallindustri, mineralproduktindustri, og kjemisk industri (se figur 4.11). Utslipp er stort sett knyttet til de industrielle prosessene og forbrenning av gasser for energitilførsel til prosessene, det siste er vanskelig å substituere med fornybare energikilder, og mye av potensialet for ytterligere reduksjoner med dagens kommersielt tilgjengelige teknologi er tatt ut.

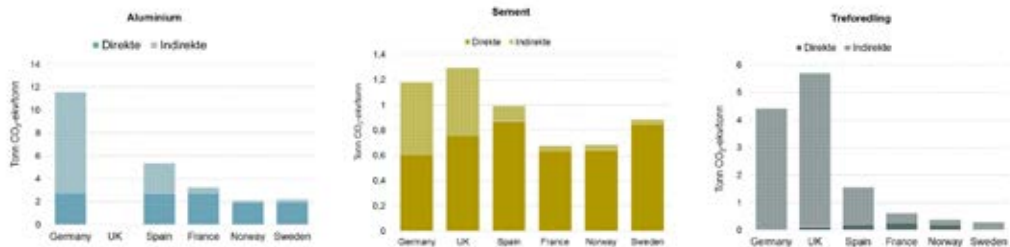
4.2.2 Norsk industris klimaegenskaper sammenlignet med utlandet

For de fleste industrisektorer ligger norske utslipp per tonn produserte varer lavere enn i andre land. Kraften som benyttes i industrien er nærmest utelukkende basert på fornybare energikilder, hvilket gjør at indirekte utslipp gjennomgående er lavere. Det er likevel variasjoner mellom ulike industrigrener. Bedriftene har effektivisert prosessene, slik at produktene fremstilles med minimal bruk av innsatsfaktorer.

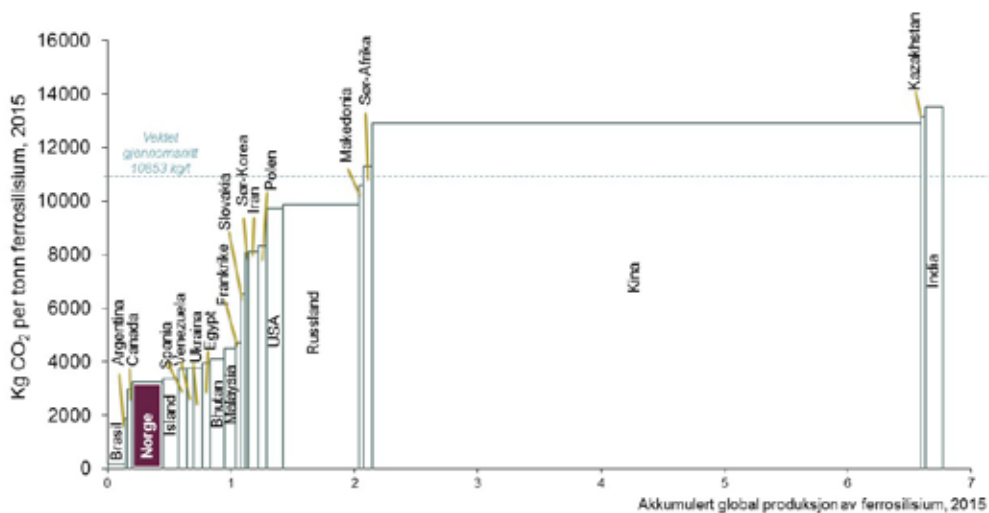
Dessuten har norske bedrifter drevet kontinuerlig teknologiutvikling.

Figurene 4.12 og 4.13 under viser utslippsnivå i industrien per tonn produkt for ulike europeiske land. Utslippene er fra stasjonære prosesser (direkte utslipp) og utslipp fra kraftproduksjon (indirekte utslipp).

For aluminium er summen av direkte og indirekte utslipp under 3,5 kg CO₂ per kilo aluminium, mens gjennomsnittet globalt er om lag 16 kilo. Denne forskjellen kan i all hovedsak tilskrives forskjeller i elektrisitetskilder, altså indirekte utslipp. Aluminiumsektoren i Norge har også lave direkte utslipp, som hovedsakelig kan tilskrives relativt moderne elektrolyseteknologi og/eller betydelige utbedringer på eldre teknologi. Ferrolegeringsutslipp ligger derimot noe høyere enn i resten av Europa, noe som kan forklares med at det i Norge produseres produkter med større renhet som gir høyere utslipp per produserte enhet. Kjemisk industri,



Figur 4.12 – utslipp per tonn produsert vare kilde: Eurostat, Prodcorn, USGS, Hydro, Alcoa, Statista. *Kjemisk industri omfatter her PVC.



Figur 4.13 – Utslppsindikator for ferrosilisium, direkte og indirekte utslipp. Kilde: AlloyConsult.

representert over ved PVC, har lavere utslipp enn det europeiske gjennomsnittet, både fordi ny teknologi er tatt i bruk de siste årene og fordi norsk kraft er fornybar. Det samme gjelder for mineralindustrien. Treforedlingsindustrien har gjennomgående lave direkte utslipp. De relativt høyere utslippene i Norge forklares ved at nedlagte fabrikker ved Tofte og Follum

benyttet olje til spisslast. Utslipp fra kjemisk industri, representert ved produksjon av PVC, ligger på rundt 1,2 tonn CO₂ per tonn i Norge. I Europa er det tilsvarende tallet i snitt 1,9 tonn CO₂ per tonn, mens i Kina varierer tallet mellom fem og ti tonn CO₂. Forskjellen mellom Norge og Europa består i at klorelektrolyse i Norge er basert på fornybar kraft.

5

TEKNOLOGIER FOR Å REALISERE VEIKARTET

De globale makrotrendene, som befolkningsøkning, globalisering og urbanisering, i kombinasjon med behovet for å bekjempe klima- og miljøutfordringer, vil kreve økt bruk av produkter og materialer med lite karbonavtrykk. Dette er produkter og materialer prosessindustrien i Norge produserer i dag. Industrien er godt posisjonert til å utvikle nye produkter lavutslippssamfunnet vil etterspørre.

Bedriftene i prosessindustrien jobber kontinuerlig med forbedringer i prosesser, energi- og råstofforbruk for å redusere utslipp og forbruk og øke verdiskaping. Disse stadige forbedringene og kontinuerlig driftsoptimalisering har vært og er en forutsetning for å opprettholde konkurransekraften i et globalt marked.

Norsk prosessindustri har sammen med forskningsmiljøer og leverandørindustri utviklet en betydelig kompetanse på prosessteknologier. I tillegg til at denne kompetansen er avgjørende for utviklingen av næringen i Norge, kan teknologien i seg selv bli en viktig eksportvare.

NORCEM: ALTERNATIVT BRENSEL SOM ERSTATNING FOR FOSSILT BRENSSEL I SEMENTPRODUKSJON

En tredjedel av CO₂-utslippene fra sementproduksjon kommer fra brenslene. Tradisjonelt har kull vært primærbrensel, men stadig flere fabrikker søker å erstatte en størst mulig del av kullet med alternative, ofte avfallsbaserte brensler. Fabrikken i Brevik har utviklet bruken av alternativt brensel siden begynnelsen av 1990-tallet. Fra noen tusen tonn (tilsvarende en til to prosent av det termiske energibehovet) til i dag vel 160 000 tonn (som tilsvarer to tredjedeler av energibehovet).

Hovedutfordringen med bruk av alternativt brensel er først og fremst knyttet til kvaliteten på brenselet (partikkelstørrelse, kjemisk innhold og energiinnhold). Klarer en å ha kontroll på disse parameterne, er det mulig å øke andelen ytterligere. I klimasammenheng er det mengden biomasse (CO₂-nøytralt) som er avgjørende.

Samlet utgjør reduksjonen i utslippene fra Norcems to fabrikker over 150 000 tonn pr år ved bruk av alternative brensler. Anleggene som er bygget i denne sammenheng er finansiert uten ekstern økonomisk bistand.

Norcem jobber kontinuerlig med å prøve ut bruken av nye brensler. Målet ved fabrikken i Brevik er å øke andelen til 75 prosent og senere til 85 prosent av energibehovet. Et svært interessant pågående prosjekt er bruk av tørket slam fra fiskeoppdrett. Dette utgjør store volumer og er ren biomasse. I tillegg til at det vil kunne gi et svært godt klimabidrag for Norcem, vil det være et viktig bidrag til utviklingen av oppdrettsnæringen.

Foto: Norcem



GLENCORE NIKKELVERK: NY KOBBERELEKTROLYSE- TEKNOLOGI

Ved Glencore Nikkelverk i Kristiansand produseres det årlig om lag 40 000 tonn kobber. Dagens produksjon er basert på gammel teknologi som er lite effektiv. Glencore Nikkelverk har derfor utviklet en ny teknologi, som har vært testet i et mindre pilotanlegg i Kristiansand siden 2012. Bedriften skal nå bruke teknologien i et fullskala demonstrasjonsanlegg med samme produksjonskapasitet, men med 30 prosent lavere energiforbruk (35 GWh). Dette kan gi grunnlag for bærekraftig utvidelse av produksjonen dersom demonstrasjonsanlegget bekrefter teknologien.

Totalt skal det investeres en milliarder kroner i prosjektet. Enova har støttet det med 380 millioner kroner, og understreker potensialet for spredning av teknologien internasjonalt. Dersom teknologien blir implementert i Glencores verk og øvrige elektrolyseverk internasjonalt, vil det kunne gi en energireduksjon på 7 TWh/år innen produksjon av sink og kobber. Dette vil tilsvare en reduksjon i årlige klimagassutslipp på 3,5-4 millioner tonn globalt.

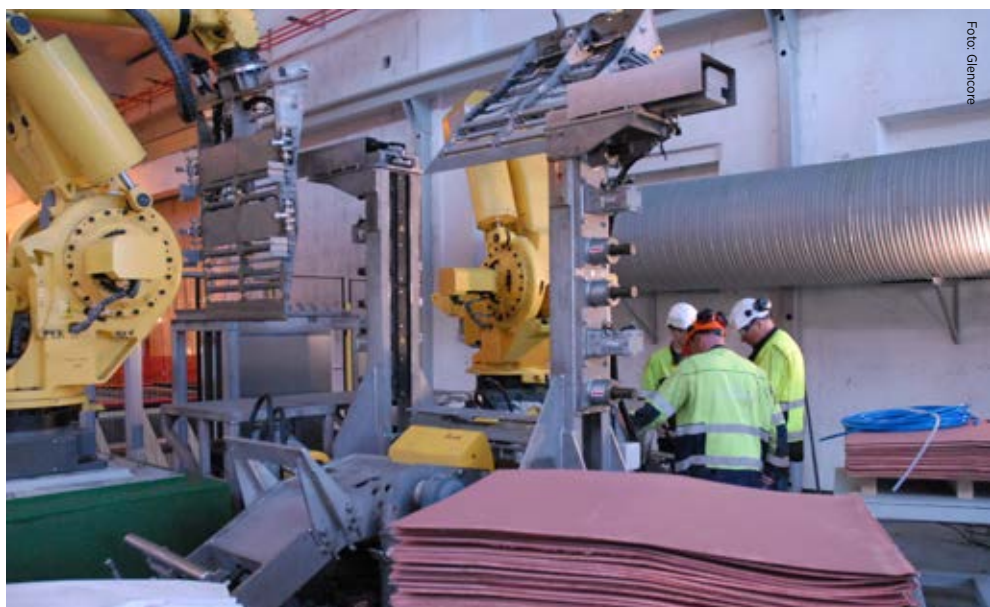


Foto: Glencore

5.1 TEKNOLOGIJENNOMBRUDD

5.1.1 CCS og CCU

Karbonfangst og -lagring eller anvendelse (på engelsk carbon capture and storage – CCS, eller carbon capture and utilisation – CCU) er samlebegrep for en rekke prosesser som går ut på å fange CO₂ fra utslippskilder, transportere og lagre den i geologiske formasjoner eller gjenbruke den i nye prosesser. Det er forsket mye på teknologier knyttet til karbonfangst. Det eksisterer allerede flere anlegg i liten eller stor skala (Boundary Dam (kullkraft) i Canada er det største), men det er hittil ikke realiserte fullskalaanlegg i prosessindustrien. For flere industriprosesser der prosessutslipp er vanskelig å unngå, er karbonfangst en av ytterst få teknologier som kan gi store utslippskutt.

I Norge evaluerer tre selskap anlegg for fullskala karbonfangst i tilknytning til sine virksomheter som en del av en større studie i regi av OED og Gassnova. Disse er Norcem i Brevik, Yara i Porsgrunn og Energigjenvinningsetatens avfallsforbrenningsanlegg på Klemetsrud i Oslo. Norge har gode forutsetninger for storstilt satsing på karbonfangst og lagring eller anvendelse. Det er etablert et teknologisenter for testing av ulike karbonfangstløsninger på Mongstad, som har vært et nyttig laboratorium for modning av teknologispor og kvalifisering av enkeltteknologier. Punktutslipp, der konsentrasjonen av CO₂ er høy, forbedrer og reduserer kostnadene ved fangst. Det er tilgang på geografiske formasjoner til havs der CO₂ kan lagres (CO₂ lagres allerede ved Sleipner-feltet og ved Snøhvit), samt en betydelig samlet offshore-kompetanse som kan videreutvikle transport- og lagringsteknologi.

Det finnes tre typer fangstteknologi i dag. En er etterforbrenning, der CO₂ fjernes etter forbrenning av fossilt brensel. Her blir CO₂ fanget fra avgassen fra for eksempel et kraftverk eller et industrianlegg. En annen teknologi er for-forbrenning (pre-combustion), som er mest aktuell for industriell karbonfangst, som for eksempel i produksjon av gjødsel og kjemikalier. Brenselet kan være kull som forgasses eller naturgass som reformeres til syntesegass (H₂, CO₂/CO). CO₂ fanges før det hydrogenrike brenselet brennes i en gassturbin. Oksybrenselforbrenning, der brensel blir brent i oksygen er en tredje teknologi. Brenselgassen består av hovedsakelig CO₂ og vanddamp, hvorav sistnevnte blir kondensert ved avkjøling. Resultatet er en nesten ren CO₂ som kan transporteres og lagres.

Fangst etter forbrenning med aminbaserte prosesser er i dag en relativt moden teknologi, og i mange tilfeller klar for bruk i fullskala anlegg. Metoden er testet på Norcems anlegg sammen med membranteknologi, faststoff absorpsjonsteknologi og kalsiumsyklus.

En metode som også er under utvikling, er chemical looping combustion (CLC). Kjemisk looping bruker et metalloksid som en fast oksygenbærer. Metalloksidpartikler reagerer med et fast stoff, væske eller fast brensel i en væskeforbrenning, og det dannes faste metallpartikler og en blanding av CO₂ og vanddamp. Vanddampen blir kondensert, slik at ren CO₂ kan lagres. De faste metallpartiklene blir resirkulert til en ny væskeforbrenning.



KARBONFANGST VED BREVIK

Norcem Brevik tester fire teknologier for fangst av CO₂. Prosjektet gjennomføres med støtte fra CLIMIT-programmet med start våren 2013, og skal avsluttes i løpet av første kvartal 2017. Samlet prosjektkostnad er 93 millioner kroner, som finansieres av CLIMIT/Gassnova (75 prosent), Norcem HeidelbergCement og European Cement Research Academy (ECRA).

Norske myndigheter har en ambisjon om å realisere et fullskala karbonfangst-prosjekt i 2020, og Olje- og energidepartementet (OED) har tatt initiativet til å gjennomføre en mulighetsstudie for å etablere en «kjede» fra utslipp, via fangst, kondisjonering og transport til lagring. Norcem Brevik, med den mest modne teknologien som er testet i Brevik (Aker Solutions' aminteknologi), er som et av tre prosjekter med i «Mulighetsstudien».

Fullskalaprojektet ved Norcem Brevik vil være basert på å utnytte tilgjengelig overskuddsvarme fra produksjonen og har et reduksjonspotensiale på 400 000 tonn CO₂/år. Dette tilsvarer i størrelsesorden 50 prosent av utslippene fra fabrikk.

Mulighetsstudiene skal leveres til departementet i slutten av mai 2016. Evaluering skjer gjennom sommeren med tanke på en politisk avklaring i løpet av høsten 2016 om å gå videre med en vurdering/studie som grunnlag for en investeringsbeslutning. Parallelt vil det gjennomføres samtaler/diskusjoner med tanke på de økonomiske rammene for et slikt prosjekt.

Når det gjelder fremdrift med tanke på realisering, så vil fangstprosjektet være avhengig av fremdriften på transport- og lagringsløsningen. Dersom en klarer å holde planen lagt til grunn i «Mulighetsstudien», vil et fullskalaanlegg ved fabrikk i Brevik kunne realiseres i 2020-2021.



YARA PORSGRUNN: MULIGHETSSTUDIE FOR FANGST AV CO₂ FRA AMMONIAKKFABRIKKEN

Foto: Yara



På oppdrag fra Olje- og Energidepartementet (OED), representert ved Gassnova, gjennomfører Yara en mulighetsstudie på mulig CO₂-fangst eller reduksjon av CO₂-utslipp fra ammoniakkfabrikken i Porsgrunn. Prosjektet er et delprosjekt i en større mulighetsstudie eid og styrt av OED, som ser på fangst fra tre kilder rundt Oslofjorden, transport til deponeringssted, og injeksjon/deponering i et tomt offshore reservoar.

Yara gjennomfører delvis selv, og delvis ved innleid ekspertise fra TEL-TEK i Porsgrunn, en desk-top studie av mulighetene for å ta ut CO₂ fra reformerrøykgass og prosessgass, prosessering av gassen til flytende O₂. De ser også på muligheten for mellomlagring av gassen før utskipning og videre transport.

Studien skal beskrive prosessanlegg, nødvendig infrastruktur og lokalisering, og skal levere et investerings- og driftsestimert med +/- 40 prosent nøyaktighet. Studien legger til grunn at «mest moden» teknologi skal brukes, som for røykgassbehandling vil være en generisk MEA (amin)-prosess.

Fra prosessgass (hydrogen til ammoniakk-syntese) tas det i dag ut betydelige mengder CO₂ gjennom vannabsorpsjon. Om lag

200 000 tonn/år av denne CO₂-gassen blir videre prosessert til flytende kullsyre for salg, men det slippes også ut en del CO₂. Prosjektet skal også se på mulig modifisering eller forbedring av denne eksisterende prosessen, slik at mindre CO₂ slippes ut.

Det ligger forskjellige opsjoner for kombinerte renseløsninger i prosjektet, hvor en av opsjonene også vil medføre endring i eksisterende absorpsjonsprosess.

Fullt reduksjonspotensiale ved 90 prosent rensing av røykgass, samt optimalisering av eksisterende absorpsjonsprosess, vil ligge fra i underkant av 700 000 tonn, til rundt 800 000 tonn CO₂/år, avhengig av hvilke løsninger man velger for CO₂ fra eksisterende absorpsjonsprosess.

Mulighetsstudien skal leveres OED i slutten av mai 2016. Den vil da inngå i en presentasjon og vurdering av hovedprosjektet med tanke på realisering av et fullskala CCS-system i Norge innen 2020. Yara har indikert at uansett hvor raskt en beslutning vil kunne tas i hovedprosjektet, vil realisering av et eller flere av de foreslåtte tiltakene hos Yara Porsgrunn først skje etter 2020.

YARA: FREMTIDIG PRODUKSJON AV AMMONIAKK

Hydrogen fra elektrolyse er en klimavennlig måte å fremstille ammoniakk til bruk i mineralgjødselproduksjon på. Teknologien er nær 100 år gammel, og var en viktig del av ammoniakkproduksjonen i Norge frem til 1991. Dagens markedspris for kraft og CO₂-kvoter er langt unna å gjøre denne hydrogenteknologien lønnsom igjen. Antar vi en kraftpris på 300 kr/MWh og en gasspris på 6,5 USD/MMBTU blir råstoffkostnaden det dobbelte ved bruk av elektrolyse i forhold til naturgass. I en situasjon hvor rammebetingelsene endres som følge av internasjonale gjensidige klimaforpliktelser vil dette bildet kunne vippe til fordel for vannelektrolyse.



Foto: Yara

5.1.2 Bruk av hydrogen

Bruk av hydrogen som energibærer og innsatsfaktor i industriprosesser er velkjent. Det som gjør hydrogen til en svært aktuell energibærer er brenselceller, som konverterer hydrogenets kjemiske energi til elektrisitet og varme for blant annet bygninger og kjøretøy. Virkningsgraden i en brenselcelle er svært høy sammenlignet med andre teknologier for konvertering av energi. Restproduktet er rent vann. I dag brukes hydrogen mest innenfor kjemisk industri, for eksempel til å fremstille ammoniakk til mineralgjødsel. Et annet stort bruksområde er i raffinerier, hvor hydrogen blir brukt til å produsere bensin og diesel fra råolje. TiZir er

i ferd med å utvikle en teknologi som gjør at selskapets titandioksidsmelteverk i Tyssedal kan erstatte kullbasert forreduksjon i roterende ovner med en fluidisert prosess med hydrogen som reduksjonsmiddel. Denne teknologien vil gi store utslippsbesparelser da bruken av kull ved smelteverket vil opphøre.

Hydrogen kan fremstilles fra alle primære energikilder. På verdensbasis er den vanligste produksjonsformen dampreformering, eller spalting, av naturgass/metan. Denne prosessen gjør separasjon av CO₂ relativt enkelt, og dampreformering er således en velegnet måte å returnere og lagre CO₂ på. Dette kan være et

TIZIRS HYDROGENTEKNOLOGI

TiZir vil erstatte kull med hydrogen som reduksjonsmiddel i produksjonen av titan-slagg og rent råjern i forbindelse med produksjonsøkning. Dette skal gjøres gjennom et prosjekt med fire trinn:

Av prosjektets fire trinn er nå trinn 1 i gang der ny teknologi skal introduseres. Det skal forberedes for fremtidig overgang fra kull til hydrogen, spesifikke CO₂-utslipp og spesifikt energiforbruk skal reduseres, samt at produksjonskapasiteten skal økes uten å øke grensene i utslippstillatelsen. Det brukes 450 millioner kroner på dette trinnet, med støtte fra Enova på 122 millioner kroner. Trinn 2 i 2017 er demoanlegg for prereduksjon med hydrogen. Trinn 3 i 2019 er fullskala pilot og trinn 4 omkring i 2021 er full produksjonslinje med prereduksjon med hydrogen og ytterligere en ovn.

Nåværende produksjonsprosess har kald innmating til smelter, noe man taper energi på. Planlagt prosess med hydrogen skal sørge for varm innmating til smelter. Ved bruk av hydrogen i stedet for kull vil spesifikt utslipp gå ned fra 1,73 til 0,18 tonn CO₂/tonn slagg (reduksjon på 90 prosent) og energiforbruket reduseres fra 6,4 til 3,8 MWh/tonn slagg (reduksjon på 40 prosent). Totalt sett skal slagproduksjonen økes fra 195 000 til 655 000 tonn/år og CO₂-utslippet reduseres fra 338 000 til 118 000 tonn/år. I forbindelse med prosjektet skal det også installeres nye renseanlegg som skal redusere diffuse støvutslipp og redusere støv-konsentrasjonen i rensed avgass.

Hydrogen skal produseres fra vann med vannelektrolyse basert på kraft. Teknologien som utvikles vil være mulig å overføre til annen produksjon og andre bransjer.



Foto: TiZir

attraktivt alternativ for storskala ammoniakkproduksjon men også produksjon av hydrogen som drivstoff, dersom man lykkes med karbonfangst til akseptabel kostnad. Alternativt kan ammoniakk brukes som drivstoff i stedet for hydrogen. Teknologien for dette er utviklet.

Et alternativ er elektrolyse, der elektrisitet brukes for å splitte vannmolekyler til sine bestanddeler, hydrogen og oksygen. Bruk av fornybar energi i denne omstillingsprosessen gjør fremstilling og bruk av hydrogen til en viktig klimateknologi.

Selv om fremstilling og bruk av hydrogen i dag er modne teknologier er det begrenset hvor mye hydrogenfremstilling og -bruk kan vokse med dagens virkemidler. Bruk av hydrogen som reduksjonsmidler krever store ressurser – kapital, areal og ikke minst tilgang til selve råvaren er krevende å få etablert. Det gjenstår fortsatt omfattende testing og pilotering før den optimale reduksjonsprosessen er etablert. Samtidig som det må foretas et valg på om elektrolyseprosessen skal skje via fornybar kraft eller naturgass. Risikoen knyttet til store investeringer i ny reduksjonsteknologi må også veies opp mot risikoen for produktpriser.

5.1.3 Økt bruk av biomasse

Mange materialer og legeringer kan i dag ikke produseres uten karbon som reduksjonsmateriale. Karbon benyttes som reduksjonsmateriale i silisium-, ferrosilisium- og aluminiumproduksjon eller som råmateriale i sluttproduktet i for eksempel silisiumkarbid. I dag kommer mesteparten av karbonholdige innsatsfaktorer i prosessindustrien fra fossile kilder, som petrokkoks og kull. Teoretisk sett kan karbon fra fornybare kilder som trekull og treflis erstatte fossilt kull. Per i dag er fremste barrierer for økt bruk av biokarbon kostnad, tilgang på bærekraftig biokarbon og utfordringer knyttet til produktkvalitet. Flere industribedrifter vurderer i dag norsk skog som et alternativ til fossilt karbon, spesielt i smelteverksindustrien. Dette vil gi langt større etterspørsel etter norsk trevirke enn i dag.

For å sikre tilstrekkelig tilgang av trevirke til nye formål må man sikre tilgangen for de bruksområdene som gir størst verdiskaping eller hvor det ikke fins alternativer for utslippsreduksjon. Ved bruk av biomasse må det foretas en kontinuerlig vurdering av hvilken anvendelse som gir størst gevinst i form av utslippsreduksjoner og verdiskaping. Forskjellige typer biomasse, herunder skog og trevirke, har forskjellige kvaliteter og anvendelsesområder. Optimal utnyttelse av skogressursene innebærer bruk av kaskadeprikkippet, der bruk til høyverdige produkter som trelast, celluloseprodukter, kjemikalier og reduksjonsmaterialer har prioritet på trevirke, der bestemte kvaliteter er nødvendige for sluttproduktet. Annet skogsvirke, overskuddsmasse og avfall fra skog, sagbruk og treforedling anvendes deretter til fremstilling av drivstoff, og til sist direkte til varme- og energiformål.

Veikartet baserer seg i stor grad på en massiv økning av biomasse til industriformål. Man kan øke avvirkningen i Norge fra 10 til 15 millioner fm³ per år per år på miljømessig og økonomisk bærekraftig vis (ref. Skog22). For å øke avvirkningen av skog i Norge vil være nødvendig med en nasjonal strategi for å øke tilgangen på trevirke gjennom bærekraftige verdikjeder fra skogen. Fra et klimaståsted er det viktig at det ikke skapes en forståelse for at den beste forvaltningen av skogen er å la den stå. Det er et større potensial for utslippskutt så vel som verdiskaping ved at skogen utnyttes som ressurs i en rekke industrier, kombinert med økt forskning på trevirke for maksimal og optimal utnyttelse.

For å oppnå alle tiltak inkludert i veikartet kan det bli nødvendig å vurdere andre kilder enn norsk skog, for eksempel marin biomasse eller etablering av plantasjoner med hurtigvoksende trær i andre land.



EYDE BOKARBON: MILJØVENNLIG BOKARBON TIL PROSESS- INDUSTRI BASERT PÅ NORSK TREVIRKE

Målet er å etablere produksjon av biokarbon fra norsk trevirke. Dette vil redusere klimagassutslippene fra norsk prosessindustri ved delvis å erstatte fossile råstoff som koks og kull med trekull. Prosjektet skal finne produksjonsmåter for biokarbon som kan bidra til lønnsom avsetning av massevirke.

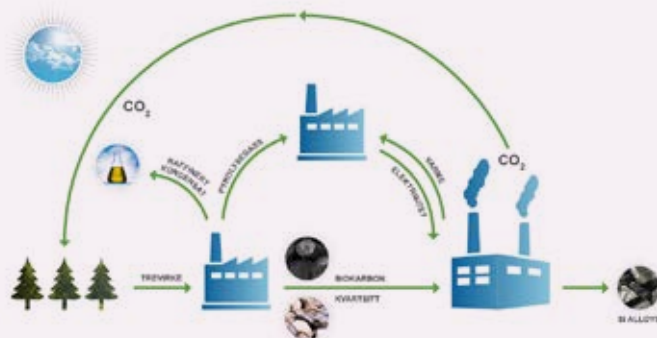
Potensial for utslippsreduksjoner:

- Ferrosilisiumindustrien: 150 000 tonn CO₂-ekv. ved 20 prosent innblanding innen 2030.
- Ferromanganindustrien: 220 000 tonn CO₂-ekv. ved 20 prosent innblanding. (Betydelig mer krevende å realisere enn for ferrosilisiumindustrien.)
- Ved produksjon av trekull produseres også gass og kondensat. Bruk av disse til erstatning for fossile råstoff medfører at vi nær doubler utslippsreduksjonene beskrevet over dersom vi tar med hele produktutbyttet i beregningen.
- Økt årlig forbruk av massevirke forventes å bli mellom 0,5 og 1,2 millioner fm³.

Totale prosjektkostnader er 10,8 millioner kroner. Industrien finansierer 6,48 millioner kroner og Norges Forskningsråd (BIA) 4,32 millioner kroner. Innovasjon Norge har delfinansiert de innledende prøveproduksjonene. Prosjektperioden er fra 2015 til 1. kvartal 2018. Prosjektet kan piloteres og demonstreres i industriell skala i 2017-2020 og implementeres i 2020.

En vellykket produksjon av biokarbon vil også medføre nye industrielle muligheter basert på kondensat og syntesegass til kjemisk industri og energiformål.

I forbindelse med prosjektet er det også laget en LCA-modell for å se på klimaeffekten av produksjon av biokarbon basert på norsk virke til bruk i smelteverksindustrien. I et eksempel er det tatt utgangspunkt i en produksjon på 100 000 tonn biokull, tilsvarende 20 prosent substitusjon for Eyde-bedriftene eller i underkant av 40 prosent substitusjon i Elkems silisium- og ferrosilisium-produksjon. Dette vil kunne spare et utslipp på 5-600 000 tonn CO₂-ekv. 40 prosent av besparelsen kommer fra erstatning av fossil olje med bioolje, som er et viktig biprodukt i pyrolysen. I eksempelet brukes det tredje biproduktet, nemlig biogassen, til å drive pyrolyseprosessen.



ELKEM: KARBONNØYTRAL METALLPRODUKSJON (CARBON NEUTRAL METAL PRODUCTION – CNMP)

Siden 2013 har Elkem forsket på muligheten for å bygge et fullskala smelteverk uten fossile CO₂-utslipp og uten netto forbruk av energi. Elkem benytter allerede i dag betydelige mengder biokarbon som reduksjonsmiddel, og ser på mange muligheter for å øke dette forbruket, både ved hjelp av import av bærekraftig trekull og ved utvikling av norsk trekullproduksjon.

CNMP bygger på Elkems prinsipp om null sløsing: Alle stoffer og all energi som puttes inn i produksjonen skal utnyttes. CNMP vil i realiteten være å koble sammen tre anlegg:

- Pyrolyseanlegg for produksjon av trekull og bioolje
- Smelteovnen for produksjon av ferrosilisium eller silisium
- Varmekraftverk for produksjon av strøm

Konseptet går ut på å produsere trekull på det samme anlegget som vi produserer ferrosilisium og silisium, og å koble begge produksjons-syklusene til et varmekraftverk. Trekullet vil benyttes i silisiumproduksjonen og kraftproduksjonen kan, ved en optimal prosess, være større enn kraftforbruket. I tillegg vil det kunne bli produsert bioolje, som kan raffineres. Elkem har søkt om patentbeskyttelse for konseptet.

Prosjektet deles opp i et generasjon 1- og et generasjon 2-konsept. I generasjon 1 ser man for seg ettermontering av teknologien på eksisterende smelteverk og å øke trekullandelen gradvis. Hvis trekullandelen økes til for eksempel 40 prosent på Elkems smelteverk i Norge vil dette tilsvare en reduksjon i fossile utslipp på 320 000 tonn. I tillegg vil biooljen kunne benyttes som for eksempel drivstoff og redusere utslippene i transportsektoren. For å oppnå den ideelle, karbonnøytrale og energinegative prosessen er det imidlertid nødvendig med et betydelig teknologisprang – lukking av smelteovnen. Dette betegnes som CNMP generasjon 2 og vil kreve betydelig forskningsinnsats og et langt forskningsløp.

CNMP-prosjektet har fått syv millioner kroner i støtte fra Norges forskningsråd over en toårsperiode. Elkems egen innsats tilsvarer vel åtte millioner kroner i samme periode. Elkems teknologiske partnere er SINTEF Energi og Teknova. Forskningsprosjektet skal være avsluttet ved utgangen av 2016. Da skal Elkem ta stilling til om prosjektet skal videreføres med storskalatester i laboratorium og industrielle pilotanlegg samt videreføring av forskningen som kreves for å oppnå full karbonnøytralitet.

PRODUKSJON AV ETYLEN FRA BIOMASSE

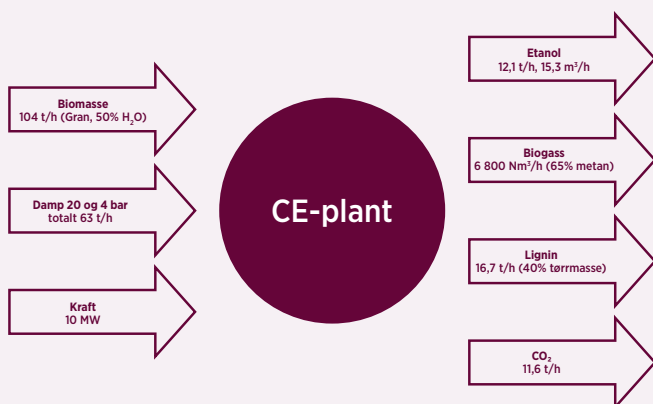
Første trinn er produksjon av etanol fra biomasse. Figuren under viser overordnet masse- og energibalanse for et anlegg som produserer om lag 100 000 tonn etanol per år fra skogsavfall (fra rapporten «From Green Forrest to Green Commodity Chemicals», Vinnova (Sverige) 2015).

Neste trinn er omsetning av etanol til etylen. 100 000 tonn etanol gir rundt 60 000 tonn etylen per år. Total investeringskostnad for de to trinnene er estimert til om lag 2,1 milliarder kroner.

60 000 tonn etylen utgjør omlag 10 prosent av total etylenproduksjon ved INEOS' fabrikk på Rafnes. Investeringskostnaden for kjeden fra biomasse til etylen med tilsvarende produksjonskapasitet som på Rafnes, kan derfor grovt anslås til minst 15 milliarder kroner med dagens status for denne teknologien.

Ved å erstatte 30 prosent av produksjonen med denne teknologien, estimeres om lag 20 prosent reduksjon i klimagassutslippene i følge rapporten.

Teknologien har fortsatt en meget stor skalautfordring sammenlignet med konvensjonell teknologi. Investeringene vil bli høye og det vil være logistikkutfordringer. Det vil være behov for betydelig incentivordninger for å gjøre produksjon av «commodity»-kjemikalier fra biomasse konkurransedyktige, og kunder må eventuelt være villig til å betale betydelig premium for produkter basert på biomasse.



5.1.4 Andre teknologigjennombrudd

For å få redusert utslippene i prosessindustrien mot null, må det mer til enn gradvis teknologiutvikling. Man er avhengig av teknologigjennombrudd, som endrer produksjonsprosesser eller energiforbruk radikalt i flere av bransjene. Under er det gitt en oversikt per bransje over mulige gjennombruddsteknologier. Disse vil kreve mye forsknings- og utviklingsinnsats frem til pilot- og demonstrasjonsanlegg før de eventuelt kan realiseres i fullskala. I tillegg vil det helt sikkert være ny teknologi tilgjengelig frem mot 2050 som vil ikke kjenner til i dag, og som vil bidra til ytterligere utvikling av prosessindustrien.

I dette avsnittet omtales teknologigjennombrudd utover CCS og CCU, biomasse og hydrogen som er omtalt over.

Aluminium

Norsk aluminiumindustri jobber meget målrettet og langsiktig med ny og banebrytende produksjonsteknologi med betydelig lavere eller ingen CO₂-utslipp. Det er dog lite sannsynlig at slik teknologi kan implementeres i eksisterende anlegg, da de vil kreve bygging av helt nye anlegg som kan ta teknologien i bruk. Ser man aluminiumindustrien i et globalt perspektiv, vil det på kort og mellomlang sikt gi størst globale reduksjoner å øke produksjonen basert på ren norsk vannkraft til globalt konkurransedyktige priser, fremfor å risikere flytting av produksjon til områder basert på kullkraft og andre fossile energikilder. På lang sikt vil utskiftning av dagens teknologi med lav- og nullutslippsteknologi være et viktig og nødvendig steg om vi skal oppnå visjonen om en utslippsfri norsk aluminiumindustri. Dette er kun mulig gjennom et tett og nært samarbeid med norske myndigheter og virkemiddelapparatet.

Hydro er i gang med byggingen av en teknologipilot for verdens mest energi- og klimaeffektive aluminiumproduksjon på Karmøy. Det nye verket vil redusere energiforbruk og utslipp, og bruke færre kWh per kilo aluminium enn noe annet aluminiumverk i verden, samtidig som verifiserte teknologielementer potensielt kan implementeres i eksisterende aluminium-

verk. CO₂-utslipp vil være lavere enn ved andre smeltere, men kun marginalt. Med dette anlegget nærmer industrien seg grensen for hvor langt det er mulig å redusere utslippene fra dagens teknologi. Dagens prosess er basert på gradvise forbedringer av Hall-Heroult-metoden for fremstilling av aluminium, en prosess som ble patentert i 1886, og som har vært i bruk i industrien siden 1888. Industrien trenger i snitt omkring 14 kWh per kilo aluminium produsert. Piloten til Hydro på Karmøy sikter mot et forbruk på under 12 kWh, med en langsiktig visjon om å komme under 10 kWh. Redusert energiforbruk vil i seg selv ikke gi reduserte CO₂-utslipp, men frigjøre fornybar vannkraft som kan erstatte fossilt brennstoff og som kan brukes til annen lokal verdiskaping.

Siden levetiden på de norske anleggene er rundt 30 år fra nå og tilpasning av fremtidig banebrytende teknologi på dagens anlegg trolig ikke vil være mulig, er det viktig å jobbe videre også med andre energi- og klimatiltak på den eksisterende teknologien. Bruk av ny digital teknologi og forbedrede styringssystemer muliggjør redusert anodeeffekt og utslipp av PFC-gasser, og vil kunne redusere direkteutslippene av CO₂-ekv. ned mot den teoretiske grensen på 1,4 kg CO₂-ekv. per kilo aluminium.

Karbotermisk primærproduksjon kan redusere energibehovet og gi lavere utslipp av klimagasser, og potensielt gjøre det enklere å realisere karbonfangst og -lagring, da CO-gass i stedet for CO₂-gass er et biprodukt fra produksjonen. Samtidig kreves det ekstremt høye temperaturer, opp mot 2 000 °C, for å kunne bruke denne metoden i aluminiumproduksjon. Selv om det er forsket aktivt på denne teknologien de siste 20 årene, har det ennå ikke lyktes noen aktører å utvikle teknologi som kan tåle disse temperaturene.

På veien mot en visjon om nullutslipp fra aluminiumproduksjon, kan fangst og lagring av CO₂ være et virkemiddel. Det er teoretisk mulig å fange CO₂ fra avgassene fra aluminiumproduksjon. En utfordring er likevel at konsentrasjonen av CO₂ i avgassene er så lav som 0,5 prosent.



HYDRO: TEKNOLOGIPILOT PÅ KARMØY

Teknologipiloten på Karmøy skal verifisere verdens mest klima- og energieffektive produksjon av primæraluminium. Ambisjonen er å redusere energiforbruket med rundt 15 prosent per kilo aluminium produsert målt i forhold til verdensgjennomsnittet, og med de laveste CO₂-utslippene i verden.

Teknologipiloten er planlagt med en årlig produksjonskapasitet på om lag 75 000 tonn, og vil bestå av 48 celler med HAL4e-teknologi (12,3 kWh/kg) og 12 celler med HAL4e Ultra-teknologi (11,5-11,8 kWh/kg). Dette er verdensledende. Ingen har tidligere klart å produsere aluminium med så lavt energi-

forbruk og så høy produktivitet som Hydro nå planlegger å gjøre. I tillegg ventes det at implementeringen av teknologiske spinoff-effekter på eksisterende produksjonslinjer vil forbedre produktiviteten i nåværende primærproduksjon, noe som vil bidra til Hydros ambisjon om en ytterligere økning i årlig kapasitet på 200 000 tonn innen 2025.

De samlede kostnadene er beregnet til 4,3 milliarder kroner, og består av netto prosjektkostnader på 2,7 milliarder og rundt 1,6 milliarder i støtte fra Enova. Teknologipiloten ventes å starte produksjon i løpet av andre halvår 2017.

Med dagens fangstteknologi gir dette en svært ineffektiv fangst, til en kost som ikke vil gjøre dagens fangstteknologi økonomisk forsvarlig å ta i bruk. I tillegg er det utfordringer rundt rensing av korrosive elementer i gassen. Hydro har gjennom egen forskning kommet et stykke på vei mot å oppkonsentrere CO₂ i avgassen. På pilotanlegget på Karmøy har Hydro ambisjoner om å teste ut varmegjenvinning. Tiltakene som gjør det mulig å fange CO₂ fører til en rekke andre utfordringer, som oppheting, driftsforstyrrelser og andre utslipp, av for eksempel fluor. Selv om en skulle finne frem til teknologiske løsninger for å fange CO₂ i produksjonsprosessen, forutsetter transport og lagring av CO₂ etablering av infrastruktur utenfor fabrikk som er mer kostnadskrevende enn en aluminiumprodusent alene kan dekke over driften. Det må være myndighetenes ansvar å tilrettelegge for infrastruktur for transport og lagring av CO₂.

Muligheten for bruk av såkalte inerte anoder i aluminiumproduksjon ble skissert allerede i Charles Martin Halls originalpatent for produksjonsprosessen fra 1886, og det er forsket aktivt på dette i mer enn 50 år. Konklusjonen er at å erstatte dagens anoder, som hovedsakelig er basert på karbon, forutsetter identifisering og utvikling av nye materialer som i dag ikke er industrielt verifisert. I dag arbeider aktører i bransjen med å utvikle teknologien, som foreløpig er på pilotstadiet.

Det er flere veier som kan lede mot visjonen om nullutslipp fra aluminiumindustrien i Norge. Dette inkluderer banebrytende teknologiutvikling på inerte anoder, karbotermisk primærproduksjon, fangst og lagring av CO₂, samt andre løsninger som i dag ikke er kjent. Ulike aktører har over tid arbeidet med flere av de mulige løsningene. Utvikling av ny teknologi vil kreve mye grunnforskning, utvikling, pilotering og kommersiell testing, og vil sannsynligvis ikke kunne ettermonteres og brukes i eksisterende anlegg, men vil kreve bygging av helt nye anlegg. Det er derfor begrensede muligheter for CO₂-fri aluminiumproduksjon innen 2050, uten at myndighetene bidrar i vesentlig større grad til det kostbare utviklingsarbeidet som kreves for å

lykkes med denne type gjennombruddsteknologi. Selv da vil det ta lang tid.

Aluminiumindustrien ser også nærmere på andre løsninger på veien mot nullutslipp. Felles for disse er at de krever omfattende forskning og utvikling før en mulig gjennombruddsteknologi skal kunne implementeres i industriell skala. På denne veien vil det være avgjørende at Norge har et solid virkemiddelapparat som støtter alle fasene i utviklingsarbeidet, fra forskning og utvikling i tidlig fase helt frem til pilotering og industrialisering.

Smelteverk

Metallindustribedrifter er involvert i flere forskningsprosjekt på ny smelteteknologi med vesentlig lavere utslipp enn dagens. Slike forskningsprosjekt foregår i samarbeid med utdanningsinstitusjoner og forskningsinstitutter. Bruk av naturgass som reduksjonsmiddel er en velkjent, men fortsatt umoden teknologi. Siden naturgass ikke direkte kan erstatte kull og koks i dagens anlegg, vil bruk av naturgass kreve helt nytt prosessdesign og helt nye anlegg. Selve klimagevinsten ligger i naturgassens relativt lave karbonintensitet sammenlignet med kull, samt at naturgass inneholder færre andre urenheter.

Lukking av ovner er en annen teknologi med stort klimapotensial. Hensikten med lukking er knyttet til en bedre konsentrasjon av utslippsgasser som gjør fangst mer hensiktsmessig. Lukking har også andre fortrinn, ved at man ikke brenner CO eller SiO, men kan levere CO til nærliggende bedrifter til nyttiggjøring. En mer kontrollert forbrenning gir også bedre kvalitet på blant annet microsilica i ferrosilicium-anlegg og mulighet for utslippskutt av NO_x og PAH. Utfordringen ligger i at kontroll og overvåking i selve ovnsprosessen blir mer krevende, avgassforhold og HMS.

Inerte anoder er, som i aluminiumindustrien, mulig å innføre i smelteverksindustrien. Dette vil drastisk redusere klimagassutslipp, men vil som med andre nye teknologier kreve helt nye prosessdesign og anlegg.



ALCOA: GRØNN ALUMINIUM MED KARBOTERMISK PRODUKSJON

Produksjonen av aluminium krever mye energi og medfører utslipp av klimagasser. I Norge produseres aluminium med grønn fornybar vannkraft. Fordi etterspørselen etter aluminium øker, vil det være store miljø- og klimagevinster ved å utvikle nye lavutslippsteknologier for produksjon. En av metodene som det er forsket mye på i mer enn hundre år, er karbotermisk aluminiumsproduksjon. Lykkes man med å utvikle en teknologi for karbotermisk aluminiumsproduksjon, har dette flere fordele. Energibehovet kan reduseres betydelig, smelteverkene krever vesentlig mindre plass, kapitalbehovet reduseres og utslippene av klimagasser (kun CO) fanges enklere opp pga. høy konsentrasjon og langt færre og større ovner. Flexibiliteten i produksjonsprosessen er langt større enn i konvensjonell teknologi, og det vil være enklere å styre energiforbruket. Karbotermisk aluminiumsproduksjon passer derfor godt sammen med fornybar og lite fleksible kraftkilder slik som vind- og solkraft. Videre er prosessen nærmest fri for avfallsprodukter.

Den såkalt karbotermiske metoden for å produsere aluminium ble patentert allerede i 1888. Denne metoden brukes i dag i blant annet i silisumproduksjon. Men fordi metoden krever ekstremt høye temperaturer for å kunne brukes i aluminiumsproduksjon, over 2 000 °C, er det svært utfordrende å utvikle teknologi som kan tåle disse temperatuene. Sammen med Elkem har Alcoa forsket på dette siden 1997 og utviklet teknologien til pre-pilot stadiet hvor bl.a. er produsert flytende aluminium i flere forsøkskjøringer. I 2011 overtok Alcoa det fulle ansvaret for prosjektet. Alcoa har et forskningskontor i Kristiansand, og en stor lab på over 1 000 kvadratmeter på Lista i Farsund kommune, der det er utført betydelige tester over de siste årene. Prosjektet er et samarbeid mellom en rekke nasjonale og regionale aktører, samt Alcoa Lista, kontoret i Kristiansand og Alcoas teknologisenter i Pittsburgh, USA.

Karbidindustrien

Lukking av ovner for å kunne samle opp ovngass er aktuelt også for karbidindustrien, der utslippet fra ovnen vil bestå primært av CO-gass. Per i dag antennes denne gassen slik at den omdannes til CO₂. I tillegg vil det finnes forurensning i form av svovelholdige gasser og andre flyktige bestanddeler fra lette hydrokarboner i petrolkoksen. Det er også støv fra brenning på overflaten av ovnen. Partikler kan inneholde noen tungmetaller og PAH. Ved å lukke ovnen vil det være mulig i større grad å rense avgassen for partikulært materiale. Videre vil det ved slike gassmengder være mulig å etablere et eventuelt scrubber-system for rensing av svovelholdige gasser fra petrolkoks. I fremtiden ligger det også et potensial for å i større grad utnytte CO-gassen. Renset CO-gass kan kjøres gjennom gassturbin av energiøkonomiske grunner, den kan samles og lagres i form av CO₂-deponering eller den kan utnyttes på grunn av sin høye CO₂-konsentrasjon.

Det foregår begrenset resirkulering av silisiumkarbid fra sluttbrukermarkedet. Silisiumkarbid kan resirkuleres med betydelig lavere kraftbehov. For å utnytte dette i større grad vil det være nødvendig med et system i markedet for resirkulering og gjenbruk av silisiumkarbid.

Kjemisk industri

Prosessintensivering innenfor kjemitekniske områder som reaktortechnologi, varmeintegrasjon, separasjon etc. kan gi betydelige reduksjoner i energiforbruk. Dette er et område det forskes mye på internasjonalt, og hvor også norske miljøer er aktive.

Store teknologisprang kan også bestå av mer direkte ruter fra råstoff til produkt, gjerne i kombinasjon med nye katalytiske prosesser. Petrokjemiske produksjonsprosesser innebærer som regel flere trinn fra råstoff til ferdig produkt, og det kan ligge store besparelser i investeringer og energiforbruk ved å redusere antall trinn i slike prosesser. I de aller fleste petrokjemiske prosesser, er råstoffet alkaner som etan og propan. Disse råstoffene omsettes til etylen og propylen ved såkalt «steam cracking», som

er en relativt energiintensiv prosess. For noen petrokjemiske produkter er etylen og propylen helt nødvendige for å lage sluttproduktet (for eksempel polyetylen og polypropylen), mens for andre produkter ville det representere et stort teknologigjennombrudd om man kunne «hoppe over» trinnet med «steam cracking». INOVYNs produksjon av Vinyl Klorid Monomer (VCM), som polymeriseres til PVC, er et slikt eksempel. Dette ville innebære produksjon av VCM direkte fra etan, ikke via etylen, med en betydelig energigevinst. INOVYN og andre selskap har jobbet med slike radikale teknologikonsepter.

For metanolproduksjon har det i flere omganger vært jobbet med direkte konvertering av metan til metanol, men så langt har ingen konsepter kunnet konkurrere med dagens metanolteknologi, hverken økonomisk eller i form av energieffektivitet.

Produksjon av de store plastråstoffene polyetylen, polypropylen og PVC skjer gjennom polymerisasjonsprosesser. I INOVYNs tilfelle polymeriseres VCM til PVC. Et av etterbehandlingstrinnene er tørking av polymeren, hvilket krever energi. Å gjøre polymeriseringen i et hydrokarbon, vil kreve langt mindre energi i tørkingen. Reduksjon i energiforbruket i PVC-prosessen har et potensial på 30-50 prosent. Det er oppnådd lovende forskningsresultater, men det er fortsatt betydelige utfordringer på produktivitet og produktegenskaper.

Bioetanol kan produseres kommersielt, men teknologien har fortsatt en betydelig skalautfordring. Dette gjelder også trinnet for omsetning av bioetanol til bioetylen. Konsepter som kan bringe en slik produksjonsskjede skala- og kostnadsmessig på linje med konvensjonell teknologi (steam cracking) vil være å anse som teknologigjennombrudd.

Generelt i petrokjemisk industri kan teknologigjennombrudd også ligge i alternative måter for energitilførsel, eksempelvis ved bruk av elektrisk energi for oppvarming i stedet for å fyre med gass.

Mineralsk industri

Kalk- og sementindustriens utslipp fra kalsineringsprosessen er fysisk uunngåelig. Foruten energieffektivisering og forbedret ressursutnyttelse er derfor karbonfangst trolig den eneste løsningen som på sikt kan gi bransjen betydelige utslippskutt.

Når det gjelder det kontinuerlige forbedringsarbeidet, så er det flere forhold som gir grunnlag for utslippsreduksjoner knyttet til ny produksjonsteknologi. Et eksempel er utvikling av nye sementresepter, hvor innblanding av flyveaske og slagg bidrar til et redusert karbonavtrykk. I tillegg kan slagg i større grad brukes som råmateriale istedenfor kalkstein. Dette vil gi lavere utslipp knyttet til spaltingen. I dag gjennomføres det et større forskningsprosjekt som går ut på å utvikle alternative klinkertyper med lavere kalksteininnhold (som gir redusert råvareforbruk) og lavere smeltepunkt (som gir redusert energiforbruk).

Mineralgjødsel

Utslippskutt vil måtte skje enten gjennom prosessoptimalisering eller ved implementering av ny teknologi.

Prosessoptimalisering: Den sterke klimagassen lystgass (N₂O) stammer hovedsakelig fra salpetersyreproduksjonen hvor Yara har utviklet en katalysator som reduserer utslippet med om lag 90 prosent. Denne teknologien er kommersielt tilgjengelig. Katalysatoren kan ytterligere optimaliseres, og dessuten kan små forbedringer i prosessen bidra til en ytterligere reduksjon av klimagassutslippene. Samlet effekt for Yara Norge kan være på 50-100 000 tonn CO₂-ekv./år.

Ny teknologi: Det er også noe lystgassutslipp fra selve gjødselproduksjonen. Vellykket pilottesting i 2015 har vist at dette utslippet kan reduseres med 85 prosent ved bruk av ozon, tilsvarende 70 000 tonn CO₂-ekv./år. Imidlertid må dette suppleres med en mer klimavennlig ammoniakkproduksjon.

Treforedling

Norsk treforedlingsindustri jobber målrettet og langsiktig med å utvikle og ta i bruk ny teknologi for å redusere forbruket av elektrisk energi. Produksjon av mekanisk masse er en energintensiv prosess. Industrien har derfor gjennomført flere forsknings- og utviklingsprosjekter på energieffektivisering, i tett samarbeid med relevante FoU-miljø som PFI. Fortløpende implementering har ført til betydelige reduksjoner i energiforbruk. Som et nylig eksempel ble prosjektet «EffNews: Effective Newsprint production with an ultra-low energy consumption» avsluttet i 2015, med Norske Skog Skogn AS som prosjekteier og PFI som FoU-partner. Prosjektet var delfinansiert av Norges forskningsråd, gjennom EnergiX. Resultater fra dette prosjektet har fortløpende blitt implementert, og har gitt betydelige kostnadsbesparinger, blant annet gjennom reduksjon i spesifikt energiforbruk ved raffinering, redusert belastning på renseanlegg samt redusert avfall til deponi. Som et annet eksempel investerte Norske Skog Saugbrugs AS i 2013 i et nytt anlegg for termomekanisk masse, og har gjennom dette oppnådd betydelige energibesparinger.

Det er fortsatt et stort potensial for ytterligere energibesparelser. I 2016 startet prosjektet «TempSens – Temperatursensorer og avansert modellering for redusert energiforbruk ved papirproduksjon», med Norske Skog Skogn AS som prosjekteier og PFI som hoved-FoU-partner. Prosjektet skal blant annet benytte helt ny sensorteknologi til å oppnå en mer stabil produksjon, og dermed redusert energiforbruk. Målsetningen er at prosjektet skal gi en reduksjon i energiforbruket med 10 prosent.

Treforedlingsindustrien jobber også strategisk med å utvikle og ta i bruk ny teknologi for å minimere utslipp. Både ved Norske Skog Saugbrugs AS og Norske Skog Skogn AS jobbes det nå med å etablere biogassproduksjon fra bioslam.



Foto: Borregaard

BORREGAARD: **BALI**

BALI (Borregaard Advanced Lignin) er et prosjekt på konseptstadiet som testes i et kontinuerlig driftet demonstrasjonsanlegg kalt Biorefinery Demo i Sarpsborg. Anlegget startet innkjøring sommeren 2012 og ordinær drift i 2013. Det baserer seg på Borregaards patenterte, egenutviklede BALI-teknologi, som er en videreføring av dagens bioraffinerikonsept. Teknologien består av flere prosessstrinn og har gitt gode resultater i laboratorieskala. I demonstrasjonsanlegget oppskaleres prosessene 1 000 ganger for å teste og videreutvikle teknologien frem til fullskalaproduksjon.

BALI-teknologien går ut på å omdanne cellulosefibrene i biomasse til sukker mens andre komponenter i biomassen (lignin) blir til avanserte biokjemikalier. Sukkeret kan brukes til å produsere 2. generasjons bioetanol. Borregaard har også mottatt midler fra Forskningsrådet til prosjektet «VASP - Value Added Sugar Platform» som skal optimalisere kritiske prosessstrinn, produsere skreddersydd sukker og utvikle høyverdi produkter fra sukker. Lignin fra BALI vil gå inn i Borregaards eksisterende

produktassortiment og har videre potensiale til å kunne benyttes som et bærekraftig karbonalternativ til kullprodukter til metallindustrien, og dermed redusere prosessutslipp av fossilt CO₂ betraktelig.

Med BALI-prosjektet kan Borregaard øke sin produksjon av biokjemikalier med svært godt klimaregnskap. Produktene kan erstatte oljebaserte og fossile alternativer, og råstoffet kan ikke benyttes i matvareproduksjon. Biorefinery Demo er således et godt eksempel på hvordan ny teknologi både kan bidra til miljøløsninger og være kommersielt interessant.

Byggingen av selve demonstrasjonsanlegget har kostet i underkant av 140 millioner kroner, hvorav 58 millioner er investeringsstøtte fra Innovasjon Norges Miljøteknologiordning. Støtten var en avgjørende risikostøtte og utløsende for at Borregaard gikk videre med prosjektet. Innovasjonsprosjektet BALI har også fått 19 millioner kroner i støtte fra Norges forskningsråd, samt 35 millioner fra EUs sjuende rammeprogram for forskning og utvikling.

Generelt har treforedlingsindustrien også et stort potensiale i å bidra positivt til klimautfordringene ved å utvikle og produsere produkter som kan erstatte fossilt baserte produkter eller produkter med høyere klimaavtrykk. Dette er et område treforedlingsindustrien jobber strategisk med, i tett samarbeid med relevante FoU-miljøer. Videre forskningsinnsatser er helt nødvendig, og gode støttemuligheter fra det offentlige virkemiddelapparatet har avgjørende betydning.

5.2 ALTERNATIV ENERGI

5.2.1 Biogass

Industrien benytter i dag noe fossilt brensel i sin produksjon. I bestemte prosesser er man nødt til å benytte brennbart materiale, og da er biobasert brensel et alternativ til fossilt. Rent praktisk vil biogass være det mest anvendbare alternativet, og på lang sikt kan det eksempelvis erstatte fyringsolje. Av bedriftsøkonomiske og praktiske årsaker vil imidlertid store utslippsreduksjoner ved bytte av brensel ikke la seg gjennomføre de nærmeste år. Det krever store investeringer, brenselet er ikke tilgjengelig i markedet, og produksjon og transport er for kostbart. Utgangspunktet for overgang til fornybart brensel må da være trinnvise løsninger der man bygger videre på hvert nye steg.

I en trinnvis prosess vil infrastrukturløsninger som tillater overgang til biobrensel være absolutte forutsetninger for at både tilbuds- og etterspørselssiden skal kunne vokse og modnes til et fungerende marked. Det mest aktuelle og praktisk anvendbare biobrenselet slik vi ser det i dag er biogass. Høye volumer distribueres best i et gassrørsystem, som vil være både kostnads- og klimaeffektivt ved at det tar transport vekk fra vei- og jernbanenettet. Et slikt gassnettverk må bygges opp i forbindelse med forsyning av naturgass til næringslivet og offentlige instanser. Det avgjørende første steget er da et velfungerende og modent marked for LNG og naturgass i Norge, inkludert et gassrørsystem. Når mer biogass blir tilgjenge-

lig kan det mates gradvis inn i rørsystemet, og man kan således få en sømløs overgang fra bruk av naturgass til bruk av biogass.

5.2.2 Utnyttelse av varme

Det er mye utnyttet lavtemperatur varme i prosessindustrien. Teknologi for å utnytte denne til prosess- eller energiformål vil kunne gi reduserte utslipp, reduksjon i energiforbruk og mer effektive prosesser. I 2009 utførte Enova, Norsk Energi, NEPAS og Norsk Industri en potensialstudie for utnyttelse av spillvarme fra norsk industri. Studien viste at det var om lag 19,4 TWh tilgjengelig spillvarme med temperatur over 25°C. Sannsynligvis utnyttes mye av varmen i dag, men det er fortsatt et stort potensial for den delen av varmen som har lav temperatur. I 2015 ble det utført en oppfølgende teknologikartlegging for kraftgjenvinning fra lavtemperatur spillvarme (Rambøll for Enova). Det slås fast at det har skjedd mye på teknologiutvikling de siste årene. For kraftproduksjon fra spillvarmekilder ned mot 70-80°C er ORC (Organic Rankine Cycle), blitt kommersiell teknologi. For kraftproduksjon fra varmekilder med temperatur lavere enn 60-70°C er det fremdeles få kommersielle aktører som leverer tilfredsstillende virkningsgrader i dette området. Det er alltså fortsatt behov for ytterligere teknologiutvikling for å kunne utnytte ennå mer av spillvarmen fra prosessindustrien.

Denne lavtemperaturvarmen kan også brukes av andre næringer i nærheten av prosessindustribedriftene, f.eks. landbasert klekkeri og oppdrett, gartnerivirksomhet og generell oppvarming/fjernvarme av boliger, næringsbygg, idrettsanlegg etc.



ALSTOM OG ALCOA: **VARMEVEKSLERTEKNOLOGI OG ORGANIC RANKINE CYCLE**

Et pilotanlegg for rensing av avgasser og gjenvinning av lavtemperert spillvarme ble i 2013 åpnet ved Alcoa Mosjøen. AHX- og ORC- (Organic Rankine Cycle) teknologien som er brukt i anlegget, er utviklet over ti år i samarbeid mellom Alstom og Alcoa, med betydelig støtte fra Enova.

I produksjonen av anoder til aluminiumsproduksjonen, dannes det avgasser. Det har tidligere ikke vært mulig å utnytte den lavtempererte spillvarmen fra avgassene. Alstom har imidlertid utviklet varmevekslere (HEX'er) som gjør at avgassene nå kan utnyttes – ikke bare til varmeformål, men også til produksjon av elektrisk kraft, som igjen kan føres tilbake i Alcoas interne nett og brukes i anodeproduksjonen.

Teknologien som brukes i anlegget er utviklet av Alstom, og testet på anlegget til Alcoa Mosjøen, og utviklet med støtte fra Enova på 7,1 millioner kroner. Teknologien muliggjør flere ting på en gang; den både renses avgasser fra Alcoas anodebakeri, den gjenvinner lavtemperert spillvarme og omformer den til energi, og den reduserer energiforbruket.

Teknologien i dette prosjektet har stor overføringsverdi og kan på sikt bidra til et mer effektivt og renere energiforbruk, og til reduksjon av både nasjonale og globale klimautslipp.



NORSKE SKOG: **BIOGASSANLEGG**

Norske Skog iverksetter sitt første globale biogassprosjekt basert på avløpsvann fra papirproduksjonen ved sin fabrikk Saugbrugs i Halden. Dette er en del av en større strategisk satsning på bioenergi ved sine produksjonsanlegg for papir. Investeringen er på 150 millioner kroner, hvorav 52 millioner er støtte fra Enova. Investeringene vil resultere i et anlegg som kan produsere høykvalitetsbiogass egnet for biler.

Biodrivstoff kan spille en viktig rolle i overgangen til en mer klimavennlig transportsektor. Et biogassanlegg bidrar med to økonomiske fordeler: Ny inntektsstrøm fra biogass samt reduksjon i papirproduksjonskostnadene.

De totale CO₂-utslippene fra hele anlegget i Halden blir drastisk redusert fra 8 400 til 2 400 tonn per år, eller en reduksjon på rundt 70 prosent. Dessuten har biogass store potensialer i å forbedre luftkvaliteten i byene.

Biogassen fra anlegget i Halden forventes å være i drift i løpet av 2017. Da vil anlegget produsere 2,7 millioner normale kubikkmeter årlig, som tilsvarer 2,7 millioner liter diesel. Det meste av biogassen vil bli solgt til den internasjonale gassleverandøren AGA. Busser og renovasjonsbiler i Østfold vil kunne gå på klimavennlig biogass laget av restprodukter fra Norske Skog.

NORSKE SKOG: «HIGH PERFORMANCE WOOD FIBRE COMPOSITE MATERIALS»

Norske Skog Saugbrugs gjennomførte i 2013 investeringer på over 200 millioner kroner i et nytt anlegg for produksjon av termomekanisk masse (TMP). Anlegget har gitt betydelige reduksjoner i energiforbruket ved fiberproduksjonen, og vil være et stort konkurransemessig fortrinn i utviklingen av nye produkter. Norske Skog Saugbrugs har identifisert flere nye aktuelle produkter i sin utviklingsstrategi. Ett av disse produktområdene er biokompositter for ulike applikasjoner.

Innovasjonsprosjektet «FibreComp – High Performance Wood Fibre Composite Materials» har som hovedmål å utvikle den teknologiske plattformen som er nødvendig for å etablere produksjon av neste generasjon biokompositter med høy ytelse i Norge. Norske Skog Saugbrugs er prosjekteier, og det er i prosjektet etablert et

strategisk samarbeid med flere plastindustri-bedrifter. PFI, Norner og NTNU Gjøvik er FoU-leverandører i prosjektet, som er delfinansiert av Norges forskningsråd gjennom Brukerstyrt Innovasjonsarena. Prosjektperioden er fra 2015 til 2018.

Prosjektkonsortiet har omfattende kunnskap om trefiber, polymerteknologi og plastprosessering, og har dermed et svært godt utgangspunkt for å kunne utvikle nye biobaserte komposittprodukter med sterkt forbedret funksjonalitet. En fremtidig biokomposittproduksjon vil gi en klimagvinst, ved at fossil plast kan delvis erstattes med fornybare trefiber. På lengre sikt kan man også se for seg 100 prosent biobaserte komposittprodukter, basert på trefiber og bioplast.



5.3 PRODUKTUTVIKLING

Det vil bli økt global etterspørsel etter prosessindustriens produkter, og det foregår betydelig utvikling av nye produkter som vil etterspørres i lavutslippssamfunnet. Produktutviklingen foregår i samarbeid med kundene, og prosessindustrien i Norge er store leverandører til mange kunder over hele verden. Bedriftene deltar i felles prosjekter med kundene for å sikre optimal tilpasning av materialene til bruksområdene. Produktene fra prosessindustribedriften tilpasses prosessuelt basert på nødvendig FoU og dertil hørende prosessutvikling. Det finnes utallige spesifikasjoner til hvert enkelt materiale og til hvert enkelt bruksområde. Produktene må tilfredsstille krav som for eksempel kjemisk renhet, partikkelstørrelse og form, krystallografisk spesifikasjon etc. Selv om en prosessbedrift lager ett materiale kan antall produkter ofte være flere hundre.

5.4 DIGITALISERING OG AUTOMASJON

Sterkt fokus på effektivisering, automatisering og digitalisering er et kjennetegn ved norsk prosessindustri. Dette har gjort industrien mindre arbeidsintensiv og mer kapitalintensiv. Med sterkt økende tilgang på teknologi vil denne utviklingen akselerere. Med høy digital kompetanse blant ansatte har norsk prosessindustri et fortrinn i denne utviklingen. Det forutsetter at norsk industri og våre forskningsmiljøer fortsatt er i fremste rekke i utviklingskappløpet. Eyde-klyngen jobber med en satsing kalt «brilliant industry» hvor bedriftene videreutvikler digitaliseringsbølgen spesielt for prosessindustrien. I dette programmet samarbeides det med utenlandske klynger, universitetsmiljøer og norske FoU-miljøer.

ALCOAS ULTRAHJUL

Lastebil- og trailerprodusenter verden over er i ferd med å gå over fra stålfelger til aluminiumhjul for å øke nyttelasten, bedre drivstofføkonomien og møte utslippskravene.

De nye Ultra ONE™-hjulene er laget av et eneste stykke smidd aluminium, noe som gjør dem lettere og fem ganger sterkere enn stålhjul, samtidig som de øker drivstoffeffektiviteten og nyttelasten. Ultrahjulet er dessuten laget med den sterkeste hjullegeringen på markedet, Alcoas MagnaForce™-legering. MagnaForce er utviklet ved Alcoa Technical

Center i Pittsburgh i USA, og er i gjennomsnitt 17 prosent sterkere enn industristandarden for aluminiumhjul.

Alcoas ultrahjul kommer med Alcoas Dura-Bright® EVO overflatebehandling, som ivaretar hjulenes glans og omtrent eliminerer behovet for polering. Regelmessig rengjøring med såpe og vann er nok til å holde hjulene skinnende, selv etter hundrevis av vasker og tusenvis av kilometer. Dette reduserer behovet for vedlikehold og minimerer kostnadene.

TJELDBERGODDEN BIOPARK

Tjeldbergodden er i dag det eneste ilandføringsstedet i Norge som har tilrettelagt for utnyttelse av spillvarme til marin produksjon. Tjeldbergodden er svært godt egnet til denne type industri, siden bioparken ligger midt i en region med høy kompetanse innen avl, oppdrett og foredling av marine arter. Det er høy regularitet på tilførselen av spillvarmen fra industrianleggene og ideell temperatur på spillvarmen. Det etablerte distribusjonssystemet har kapasitet til å ta imot ytterligere store mengder spillvarme fra eventuelt nye industrianlegg.

Brukere av spillvarme i dag er Njord Salmon AS som driver landbasert produksjon av postsmolt

(stor settefisk), Tjeldbergodden Rensefisk AS med produksjon av rognkjeks og Salmar som bruker spillvarme til varmeveksling i produksjon av laksesmolt.



Foto: Statoil

Foto: Alcoa

BORREGAARD: LIGNIN TIL BRUK I BETONG





Den største anvendelsen av ligninprodukter i verden i dag, er i betongtilsetninger. Fra Borregaard benyttes lignosulfonat som dispergeringsmiddel for å redusere vanninnholdet og øke flyteevne, stabilitet og styrke i betong.

Klimagevinsten ved å benytte trebasert dispergeringsmiddel er betydelig. CO₂-utslipp fra utvinning, transport og produksjon av lignosulfonat fra Borregaard i Sarpsborg er anslått til 0,192 kg CO₂-ekv. per kilo tørrstoff (EPD av Østfoldforskning mars 2016). Tilsvarende tall for et petroleumbasert dispergeringsmiddel er nær ti ganger så høyt; 1,88 kg CO₂-ekv. per kilo tørrstoff (EPD av EFCA). En ytterligere gevinst oppstår ved at karbon absorbert av treet blir lagret i betongen. Ett kilo lignosulfonat inneholder 450 gram karbon. Binding av denne mengden karbon i betong tilsvarer at 1,65 kilo CO₂ tas ut av karbonsyklusen.

I mindre utviklede markeder der dispergeringsmiddel i dag ikke anvendes vil tilsetning av lignosulfonat redusere sementbehovet i betong med 20 prosent, og øke levetiden på betongen fra 5-10 år til mer enn 20 år. Dette gir en reduksjon av CO₂-utslipp fra betonganvendelse på opp mot 75 prosent, eller omtrent ett tonn CO₂ per kilo tilsatt lignosulfonat tørrstoff.

6

VEIKARTET

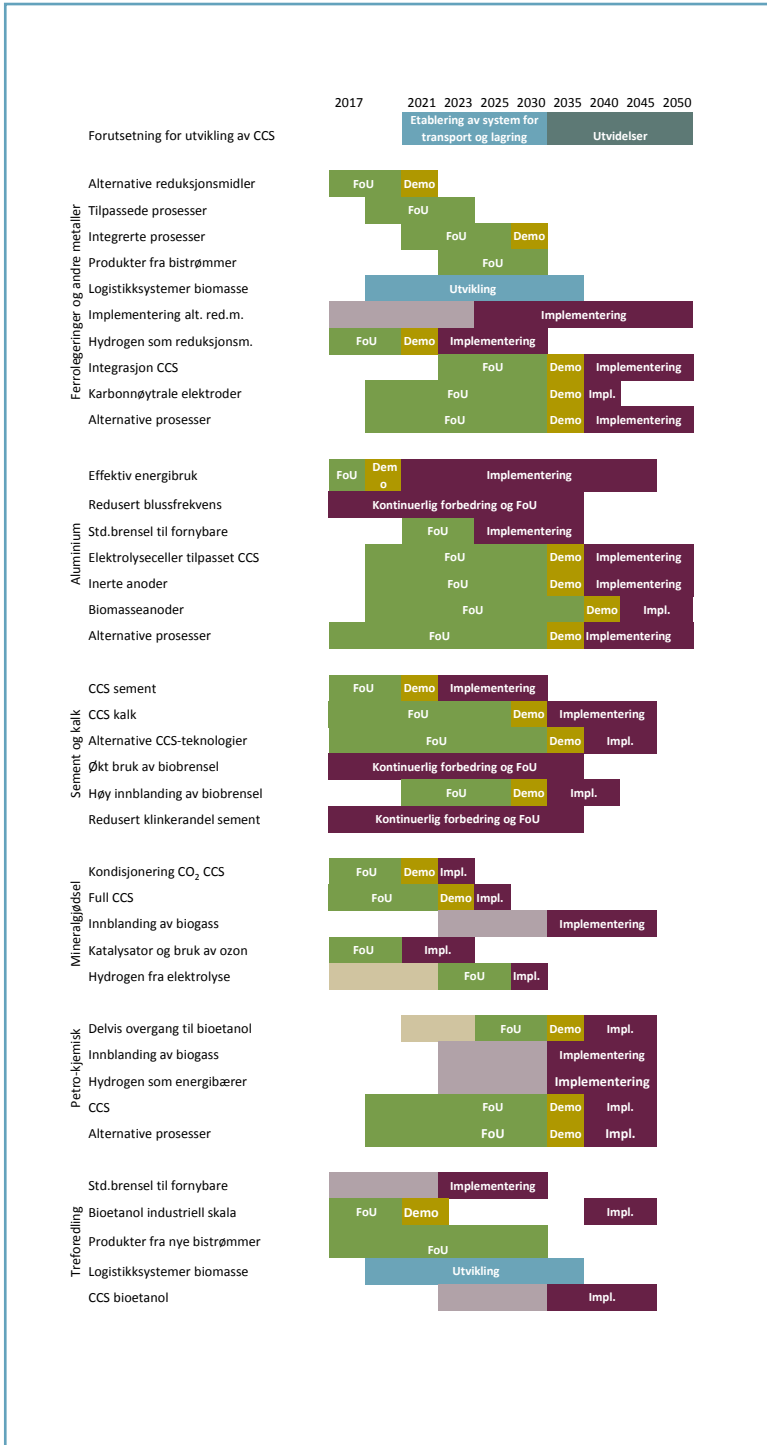
Det er flere veier industrien kan gå for å redusere utslippene. Felles for alle disse er omfattende teknologiutvikling og teknologigjennombrudd:

- Den eksisterende prosessteknologien kan tilpasses og optimaliseres for bruk av fornybare innsatsstoffer.
- Det kan utvikles ny prosessteknologi som ikke fører til utslipp av klimagasser.
- Teknologi for karbonfangst kan utvikles og installeres på eksisterende prosessteknologi.
- Det kan utvikles helt ny prosessteknologi hvor karbonfangst er designet inn fra starten.
- Det kan utvikles nye produkter med mindre karbonavtrykk enn de vi bruker i dag.

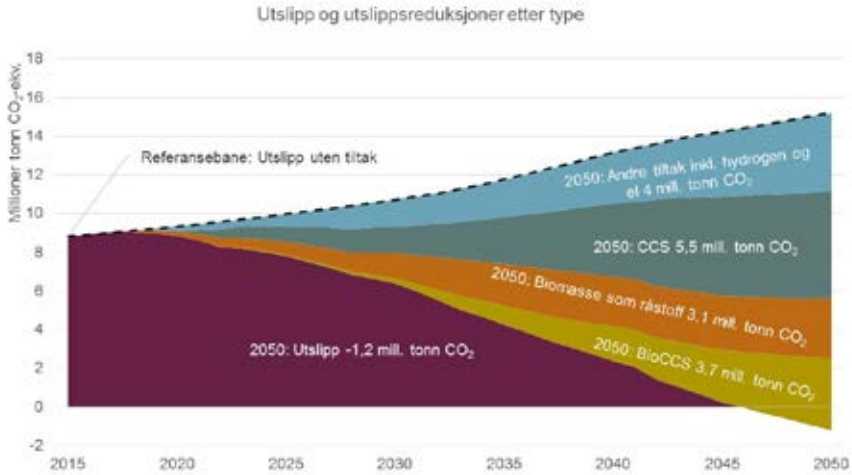
Noen av teknologiløpene er relativt nær kommersialisering, men mangler en forretningsmodell og finansiering. De fleste er på et lavere utviklingsnivå og vil kreve en omfattende satsing på forskning, utvikling og demonstrasjon. Andre muligheter som vi ikke kjenner i dag kan komme fra forskningen, og hvilke teknologier som blir mest konkurransedyktige vil vise seg over tid.

Videre følger en overordnet gjennomgang av noen av disse teknologiløpene, med en forenklet vurdering av sannsynlig forløp fra i dag mot midten av dette århundret innen bransjene i prosessindustrien, foruten raffineriene. De fleste av disse løpene er grundigere beskrevet i kapittel 5.

6.1 TEKNOLOGIUTVIKLINGSLØP MOT LAVUTSLIPPSSAMFUNNET



Figur 6.1 - Forskjellige mulige teknologiløp for prosessindustrien i overgangen til lavutslippssamfunnet.



Figur 6.2 – Utslipp og utslippsreduksjoner etter type sammenlignet med en referansebane med robust vekst i industrien.

6.2 INDUSTRIVEKST I LAVUTSLIPPS-SAMFUNNET

I lavutslippssamfunnet vil det bli økt global etterspørsel etter produkter med lite karbonavtrykk, for eksempel metaller som aluminium og silisium, basiskjemikalier og andre materialer.

Den norske industrien er konkurransedyktig og godt posisjonert. Dersom grepene som anbefales i veikartet (jf. kapittel 2) innføres, vil det bety at utslippene blir negative før 2050, samtidig som det blir industrivekst i Norge.

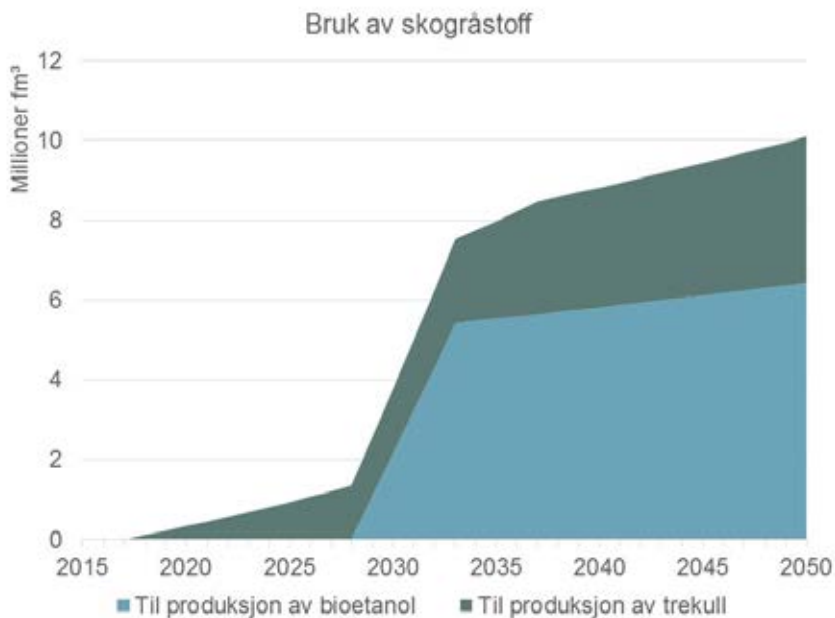
Til grunn for veikartet, illustrert i figur 6.2, er det lagt inn produktionsvekst som forutsetter at Norge utnytter sine komparative fortrinn og at den norske industrien beholder sine markedsandeler. For mange bransjer vil dette innebære at produksjonen dobles fra dagens nivå frem mot 2050. Dette reflekteres i veksten i referansebanen som illustrerer hvordan den økte produksjonen gir økte utslipp dersom ingen tiltak gjøres.

Veikartet omtaler flere teknologiløp, og det er gjort en vurdering av når de kan være teknologisk tilgjengelige og hvor lang tid det kan ta å implementere dem. Dette er så vurdert opp

mot vekstbanene beskrevet over. Dette danner veikartet. Implementeringen av teknologiene vil være avhengig av at det finnes mekanismer som gjør dem bedriftsøkonomisk lønnsomme å ta i bruk.

Teknologivalgene er gjort med følgende kriterier: Hvilke teknologier de ulike bedriftene har begynt å forske på og utvikle, hvilke teknologier som passer best til gitte prosesser, samt ulike teknologiers modenhet, klimagevinst og implementeringstid. En underliggende forutsetning er at industriens produksjon vokser med 10-100 prosent frem til 2050 i de forskjellige bransjene, samtidig som energi- og utslippseffektiviteten forbedres. Dette danner «referansebanen» for veikartet.

Teknologier for karbonfangst er svært kostnadskrevenende. Av de veiene prosessindustrien står foran er likevel denne typen teknologier blant de som er mest modne teknologisk, sammen med bruk av biomasse. Veikartet reflekterer dette. Biogass og hydrogen er også viktige elementer i veikartet. Andre teknologispør og teknologigjennombrudd kan endre dette bildet vesentlig. Dette understreker poenget om at



Figur 6.3 - Bruk av skogråstoff til produksjon av bioetanol og trekull.

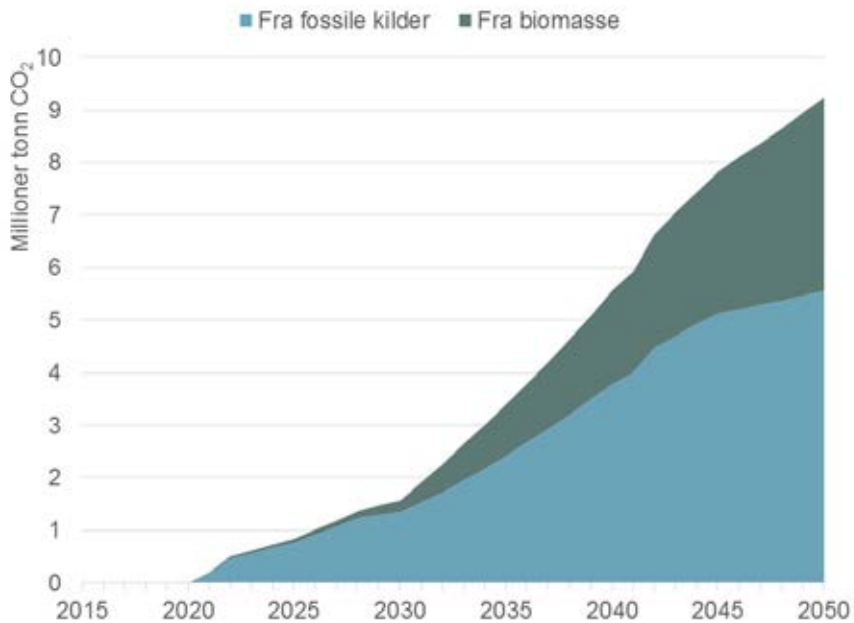
veikartet representerer én mulig vei frem til lavutslippssamfunnet, og at mulighetsrommet er langt større.

6.3 KONSEKVENSER AV VEIKARTET

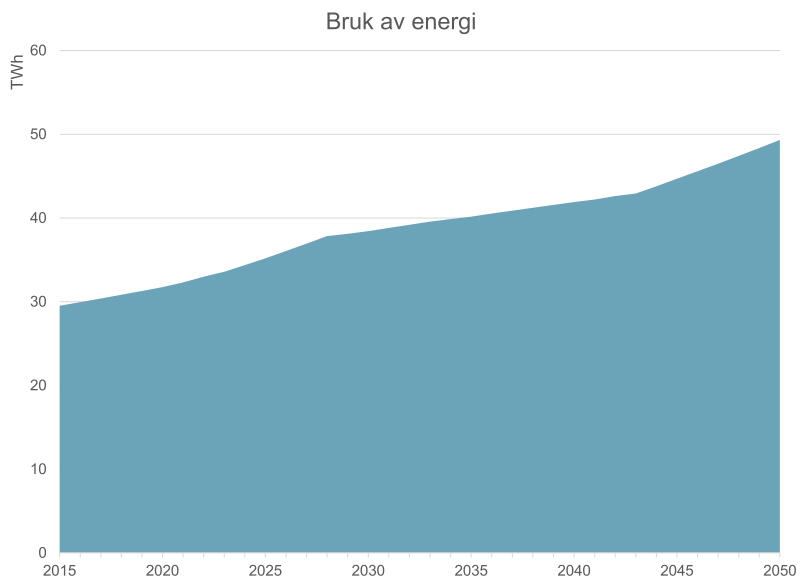
Teknologiene i veikartet krever store mengder biomasse til produksjon av bioetanol og trekull. Bruk av biomasse til produksjon av bioetanol vil tonn for tonn gi en like stor mengde ren CO₂. Dette er en av de aller enkleste prosessene å utstyre med CCS, siden CO₂ allerede forekommer som en ren strøm – den trenger ikke fanges, kun transporteres til lager. Dette kan gi negative utslipp dersom det etableres ordninger som gir incentiver for dette. Bioetanol har imidlertid en skala- og logistikkutfordring. Dersom bioetanol brukes videre til produksjon av plast bindes karbonet i produktene, i mange tilfeller i lang tid. Tilsvarende vil også metallproduksjon med trekull på sikt kunne utstyres med CCS.

Dersom bruken av disse, og også andre prosesser, skal utstyres med CCS i et omfang som beskrevet, vil det være en gradvis økning i behovet for å transportere og lagre CO₂ geologisk. Denne infrastrukturen må utvikles parallelt med utviklingen av fangstteknologier.

Noen av teknologivalgene vil føre til økt kraftforbruk, andre til lavere. Den sterkeste driveren for økt behov for kraft vil være veksten i industrien. Bruken av CCS er også relativt energikrevende der det er lite tilgjengelig overskuddsvarme. Ikke all denne energibruken trenger å være basert på elektrisitet. Produksjon av hydrogen er potensielt veldig energikrevende. Dette er en utfordring alle land som produserer materialer vil bli møtt med.



Figur 6.4 - Fanget og lagret CO₂ fra fossile kilder og biomasse.



Figur 6.5 - Bruk av energi.

7

VERKTØY FOR Å REALISERE VEIKARTET

Utvikling og implementering av teknologigjennombruddene som beskrevet i kapittelet over, medfører svært store kostnader og investeringer. Tiltakskostnader for reduksjon av CO₂-utslipp i industrien er gjennomgått i rapporten Kunnskapsgrunnlag for lavutslippsutvikling (2014). Det fremgår av rapporten at det er svært vanskelig å gi gode kostnadsanslag for implementering av umodne teknologier, og alle anslag baserer seg på en rekke usikre forutsetninger. I rapporten er tiltakskostnadene ved for eksempel implementering av CCS anslått til 1 000-1 700 kr/tonn CO₂. Dette må anses som et minimumsanslag for hva tiltakskostnaden kan komme til å være. Kostnadene vil høyst sannsynlig være større for en del prosjekter.

Disse kostnadene vil langt overskride dagens kvotepris og trolig også kvoteprisen langt frem i tid. Videre utvikling av teknologigjennombrudd for CO₂-utslippsreduksjoner i en innovativ og globalt konkurransedyktig prosessindustri, krever derfor støtte og risikoavlastning langt utover dagens rammer og ordninger. Den omfattende industrisatsingen som skisseres i dette veikartet vil kunne bidra med både utvikling av klimavennlig industriteknologi, utvikling av produkter som etterspørres i lavutslippssamfunnet samt forhindre at globale klimagassutslipp øker som følge av at industriproduksjon flyttes til land med høyere utslippsintensitet i produksjonen. En slik industrisatsing er derfor en riktig prioritering for å bidra til reduksjon av klimagassutslipp i Norge.



AMERIKANSK GASS GRUNNLAG FOR NORSK VERDISKAPING

Skifergassrevolusjonen i USA, som har gitt tilgang til billig gass, har hatt betydelig påvirkning på europeisk kjemisk industri. INEOS har investert milliardbeløp i å etablere en transportkjede for skifergass-etan fra USA til Europa, der Grenland er et av få landingspunkter. Dette illustrerer at Norge er en attraktiv lokalisering for denne type industri.

7.1 NORGE SOM VERTSNASJON

Beslutningsgrunnlaget for hvor en global næring som prosessindustrien velger å investere og reinvestere i produksjonskapasitet, avhenger av mange faktorer. På tross av høyt kostnadsnivå har mange industrikonsern valgt Norge for lokalisering av fabrikker. Forutsigbare og langsiktige rammebetingelser, stabilitet, trepartssamarbeid, industriell og teknologisk kompetanse, satsing på FoU og risikoavlastning for langsiktig teknologiutvikling, er noen viktige faktorer som er bestemmende for om Norge skal være en attraktiv vertsnasjon. Flere av disse faktorene er avhengige av norske myndigheter og deres vilje til å legge til rette for prosessindustrien. Norges komparative fortrinn må opprettholdes og videreutvikles, for fortsatt å kunne veies opp mot høye kostnader for blant annet arbeidskraft.

7.2 GENERELLE RAMMEBETINGELSER

Prosessindustriens investeringer er store og langsiktige. Derfor er det behov for stabile og forutsigbare rammebetingelser. Dette betyr at rammebetingelser må ligge fast uavhengig av politisk flertall samtidig som det føres en langsiktig politikk som fremmer investeringer i fastlands-Norge.

7.2.1 Overordnede prinsipper for skatte- og avgiftspolitik

Forskjeller i bedriftsbeskatning og avgifter mellom land skaper tilpasningsmuligheter for internasjonale selskaper som enten kan flytte overskudd eller produksjon til lavskatteland. Skatte- og avgiftspolitik gir også føringer for valg av etableringssted for ny produksjon. Dersom industrien i Norge skal opprettholde og øke sin virksomhet er det derfor helt avgjørende at skatte- og avgiftssystemet, både i Norge og Europa, er konkurransedyktig med andre industriland. Dette gjelder både nasjonale element som selskapskatt og avskrivingsregler på kapital, og europeiske energi- og klimarelaterte avgifter som karbonpriser. Ettersom kostnadsnivået generelt utfordrer norsk industriproduksjon er det svært viktig å dempe virkningen av særnorske og særeuropeiske energi- og klimaavgifter, og andre utgifter som land utenfor EU ikke har.

7.2.2 Skatte- og avgiftsfritak

Det juridiske rammeverket for klimarelaterte skatte- og avgiftsfritak er EUs retningslinjer for statsstøtte. I prinsippet åpner retningslinjene for en rekke former for skatte- og avgiftsfritak knyttet til energi- og klimainvesteringer i industrien, så lenge visse kriterier er oppfylt. De prosjektkategorier som oppgis som berettiget til fritak er energi- og ressurseffektivisering, avfallsbehandling og CCS, men andre prosjekter vil også kunne vurderes på individuell basis.

Mulige skatter og avgifter som det kan gis fritak for deles inn i to grupper: Harmoniserte og ikke-harmoniserte skatter og avgifter. Harmoniserte skatter er er EUs felles energiavgifter. Ikke-harmoniserte skatter er fortrinnsvis sektor-spesifikke miljøskatter og øvrige særnasjonale miljøavgifter. Kriterier for fritak fra harmoniserte skatter og avgifter er gitt i EUs energiskattedirektiv.

Kriterier for å tildele fritak på ikke-harmoniserte skatter og avgifter som følge av klimainvesteringer er noe mer komplekst. Blant annet må fritak tildeles på lik linje til alle bedrifter innenfor en bestemt næringsgren som er i samme situasjon med hensyn til miljøinvesteringer. Det må også godtgjøres at skatten, hvis den ikke fjernes, utgjør en høy andel av en bedrifts samlede kostnader, og at den går på bekostning av internasjonal konkurranseevne.

Selve tildelingen av skatte- og avgiftsfritak for miljørelaterte investeringer vil typisk være et resultat av en avtale inngått mellom mottaker og stat, der mottakeren forplikter seg til å gjennomføre investeringen mot lovnad om fritak. I henhold til regelverket kan mottaker motta «fritaksverdier» på inntil 40-60 prosent av investeringssummen. Den fordelene som følger av fritaket må sammen med eventuell annen støtte ikke overskride støttetaket.

I Norge er det relativt utbredt med visse former for fritak. De fleste prosessindustribedrifter betaler redusert eller ingen elavgift, og heller ikke avgift for elsertifikater for kraft til produksjon. I tillegg er de fleste kvotepliktige bedrifter

i Norge ikke pålagt spesifikke CO₂-avgifter, selv om det finnes noen unntak.

7.2.3 Handelspolitikk

I en liten og åpen økonomi er gode internasjonale avtaler for å unngå handelsbarrierer helt avgjørende. Norske eksportbedrifter må ha tilgang til markeder på like vilkår som konkurrentene. EØS-avtalen er en bærebjelke og har vært helt fundamental for norsk eksportindustri og norsk velferd. Det er helt avgjørende at det fortsatt er et bredt politisk flertall i Stortinget for fortsatt å bygge de norske økonomiske relasjonene til Europa på denne avtalen. Myndighetene må derfor være svært aktive og søke å komme tidlig inn i de mange politiske prosesser i EU som påvirker industrien. Bedriftene tåler ikke en utvikling der våre rammer avviker fra de som gjelder for våre viktigste konkurrenter. En aktiv handelspolitikk med sterkt fokus på handelsavtaler er også av stor betydning for norske eksportbedrifter. Dette vil både gjelde forholdet til de fremvoksende økonomiene og særlig det transatlantiske samarbeidet gjennom TTIP.

7.2.4 Transport og infrastruktur

CO₂-utslipp ved transport kommer både fra innkommende råvarer og utgående produkter, biprodukter og avfall. Industrien arbeider med å optimalisere transporten innenfor eksisterende rammebetingelser slik at utslipp av klimagasser reduseres. Generelt vil transport på jernbane være å foretrekke, men jernbaneinfrastrukturen i Norge begrenser mulighetsrommet for industrien. Over lengre distanser er transport på skip det eneste bærekraftige alternativet. For å få ned utslipp fra transport av produkter fra prosessindustrien bør derfor infrastrukturen forbedres, med større kapasitet på jernbanenettet og bedre grensesnitt mellom jernbane, havner og veier. På kort sikt kan utslippene fra transport av industriprodukter reduseres ved å forbedre rammevilkårene for overgang til renere brensel på vei og skip. Prosessindustrien kan gjøre en viktig forskjell ved utvikling av karbonnøytrale drivstoff som bioetanol, metaller til lettere kjøretøy og materialer til mer effektive batterier med større lagringskapasitet.

SAINT-GOBAIN: RÅMATERIALER TIL SiC-ELEKTRONIKK

På grunn av mindre energitap og mindre volum og vekt sammenlignet med tradisjonell silisium-basert elektronikk, er halvlederteknologi basert på SiC i ferd med å inngå som en del av det grønne skiftet. Slik elektronikk benyttes blant annet i elektriske biler hvor både vekt og minimalt energitap er helt essensielt. Et annet eksempel er SiC-invertorer som omvandler likestrømmen fra solceller til vekselstrøm før den sendes inn på kraftnettet.



Foto: Saint-Gobain

ALCOA OG FORD: LETTERE BILER

Fords F-150 er den første bilen på konsumentmarkedet som i så stor grad benytter seg av aluminium som erstatning for stål. 2015-modellene av bilen er på grunn av aluminiums andelen og aluminiums lave vekt blitt 700 kilo lettere, sammenlignet med tidligere modeller. Dette gir betydelige forbedringer i drivstoffeffektivitet og reduksjoner i utslipp.

Måten bildelene produseres skjer også på en revolusjonerende måte.

Ford blir første bilmerke som tar i bruk Alcoas Micromill™-teknologi, som er en ny måte å støpe deler, som reduserer produksjonstiden og energibehovet. Aluminium laget med Alcoas mikromølle er 40 prosent mer formbart enn dagens bilaluminium, noe som gjør det mer designvennlig. Ford vil bruke materialet i flere komponenter på 2016-modellen av Ford F-150. Deler produsert på Alcoas Micromill™ gir en kombinasjon av styrke, lett vekt, formbarhet og overflatekvalitet som tidligere ikke har vært mulig.



Foto: Ford

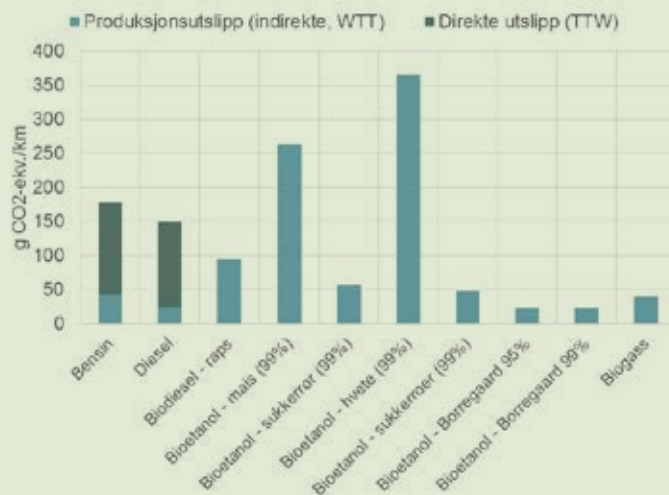
BORREGAARD: BIOETANOL

Borregaards bioetanol har et stort potensielt anvendelsesområde som drivstoff i kjøretøy. Bioetanol både fra dagens anlegg i Sarpsborg og fra et eventuelt fremtidig BALI-anlegg har et særskilt lavt CO₂-avtrykk. Dette skyldes i hovedsak to forhold:

1. Svært høy utnyttelse av råstoffet/biomassen: Mer enn 87 prosent av trevirket som kommer inn til Borregaard i Sarpsborg blir omgjort til kommersielle produkter. Bruk av biomasse utgjør en stor forskjell sammenlignet med fossile alternativer og sammenlignet med annen biobasert etanol, er utnyttelsen av biomassen bedre.

2. Energiforsyningen er bærekraftig og i hovedsak basert på fornybare energikilder og energigjenvinning.

En LCA-analyse fra Østfoldforskning i 2015 viser karbonavtrykket i gram CO₂-ekv. per kilometer fra Borregaards bioetanol er lavere enn de fleste andre alternative drivstoff til bruk i privatbiler.



7.2.5 Kompetanse

Prosessindustrien er en kompetanseintensiv industri, og behovet for ansatte med riktig kompetanse er stort i alle deler og nivå av virksomhetene. Felles for alle må være «forbedringskompetanse», det vil si evnen til kontinuerlig forbedring av prosesser og arbeidsoppgaver, samt evnen til læring og fornying i takt med teknologit utviklingen. Det som kjennetegner den norske fagarbeideren er selvstendighet og forståelse for industrielle prosesser. I industrien kommer dette for eksempel til syne ved at operatørene spiller en nøkkelrolle i å foreslå og gjennomføre, små og store effektiviserings tiltak. Dette fungerer godt når har man et tett samarbeid mellom fagarbeideren, ingeniøren og ledelsen i bedriften.

En grunnleggende forutsetning er gode utdanningsinstitusjoner og at interessen for realfag og teknologi utvikles gjennom hele utdanningsløpet. Vi mener at tettere samarbeid mellom utdanningsinstitusjonene, forskningsinstitusjonene og industrien kan sikre mer relevante utdanningsløp, og mer oppdaterte læreplaner og ikke minst faglig oppdaterte lærere.

Fremover vil digitaliseringen stille høyere krav til digital kompetanse i alle ledd i industrien. Mer automatisering og færre mennesker i produksjonen vil kreve bredere kompetanse hos operatørene, men også mer spesialkompetanse. Kritisk kompetanse og spisskompetanse innenfor bransjen og forskningsinstitusjoner som NTNU og SINTEF må opprettholdes og videreutvikles. Noen fagområder er viktigere enn andre for prosessindustrien, som prosesseteknikk, kjemi, materialteknikk og metallurgi, miljø og klima, digitalisering og automasjon, bygg, energi og elektro. Her trengs det kompetanse på alle nivå fra prosessoperatøren og fagarbeideren, ingeniører og sivilingeniører, til doktoringeniører og professorer. Høy økonomisk kompetanse og markedskompetanse er også nødvendig i konjunkturutsatt næring som prosessindustrien.

7.3 RAMMEBETINGELSER FOR KLIMA OG ENERGI

Det overordnede globale klimaregelverket er definert gjennom Paris-avtalen. Avtalen inneholder ikke noen konkrete utslippsmål og tillater alle land å utforme sin egen klimapolitikk. På sikt betyr dette en fragmentert klimainnsats med få koordinerte virkemidler. Sjansen for en global karbonpris innen 2050 er dermed svært liten. Industri tilknyttet EU ETS vil dermed ha høyere utslippskostnader enn industri utenfor, og Norge og EU må sørge for at virkemidler for å dempe denne konkurranseulempen opprettholdes og forsterkes når kvoteprisen øker. Norsk prosessindustri må fortsatt å ha en sterk og langsiktig kobling til EU ETS. Det må fortsatt tildeles vederlagsfrie kvoter og gis CO₂-kompensasjon for påslaget i kraftprisen. Dette er nødvendig for å motvirke karbonlekkasje.

Karbonlekkasje defineres som flytting av utslipp til andre land når et land gjennomfører tiltak som reduserer egne CO₂-utslipp. Industriledelse i EU etterfulgt av tilsvarende industriutbygging i land uten like sterk klimaregulering er et eksempel på karbonlekkasje.

EU kommer mest sannsynlig til å opprettholde sin klimainnsats mot 2030 og forsterke denne mot 2050. Land utenfor EU vil trolig også skjerpe sin klimainnsats, men i et langsommere tempo og ikke nødvendigvis gjennom prising av utslipp. Kvote markedet vil være EUs primærvirkemiddel for avkarbonisering, men vi forventer at det vil suppleres med støtte til umodne teknologier som har spesielt høye kostnader men også store klimagassreduksjoner. Kraftforbruket i EU vil mest sannsynlig øke frem mot 2050. Fornybar energi vil i stadig større grad erstatte fossilt brensel, og det vil bli økt energieffektivisering.

Tilstrekkelig tilgang på fornybar kraft til konkurransedyktige betingelser er en forutsetning for en bærekraftig prosessindustri. Selv om andre kostnadsforhold er av betydning, kan neppe



industrien i Norge overleve på sikt med vedvarende høyere kraftkostnader enn konkurrerende land.

I et normalår vil norsk vann- og vindkraftproduksjon overstige forbruket. Overskuddskraften eksporteres til utlandet. Utenlandsforbindelsene brukes også til import, noe som kan gi et innslag av termisk kraft i Norge, men dette innslaget vil være svært beskjedent. Mye av det

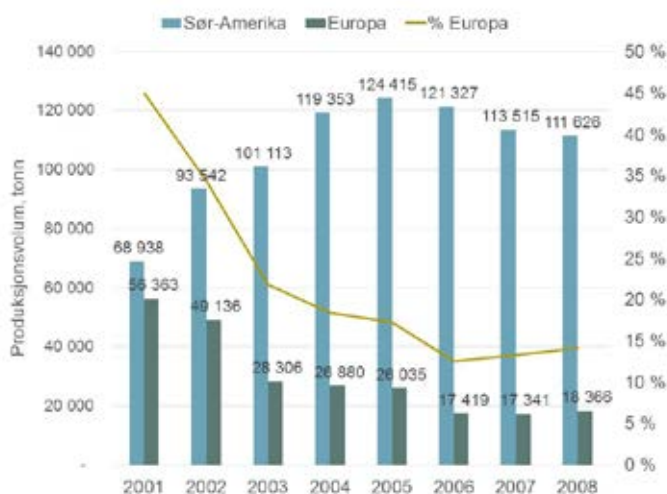
som importeres er dansk vindkraft. Norsk kraft er 100 prosent fornybar. I Stortingsmelding 25 (2015-2016) Kraft til endring, skriver Regjeringen at det er viktig å unngå at ordningen med opprinnelsesgarantier virker villedende når det gjelder sammenhengen mellom produksjon, forbruk og opprinnelsesgarantier. Det understrekes at produksjonsstatistikken i det enkelte land kan benyttes som varedeklarasjon. NVEs praksis må endres slik at dette blir gjort.

KARBONLEKKASJE I SILISIUMKARBIDBRANSJEN

Saint-Gobain Ceramic Materials AS med fabrikker i Lillesand og Arendal er en del av det franske konsernet «Companie de Saint-Gobain», med hovedkontor i Paris. Saint-Gobain er verdens største verdensomspennende silisiumkarbidprodusent. Saint-Gobain har fabrikker i Bhutan, India, Belgia, Brasil og Venezuela i tillegg til Norge. Fabrikken i Lillesand er den mest komplette og avanserte silisiumkarbidfabrikken i konsernet. Forskningscenteret til silisiumkarbid divisjonen til Saint-Gobain ligger i Lillesand. Fabrikken i Arendal har ingen «crude»-produksjon i dag.

Opprinnelig silisiumkarbid «crude»-kapasitet ved de to fabrikkene var 66 00 tonn (henholdsvis 24 000 tonn i Lillesand og 42 000 tonn i Arendal).

Ved starten på 2000-tallet var bransjen utsatt for en stadig tøffere konkurranse. Prisene på kraft i Norge var stigende og tilsvarende gunstigere langtidskontrakter på kraft kunne signeres i henholdsvis Brasil og Venezuela. Dette kombinert med forestående investeringer i ytterligere rensing av avgasser gjorde det mer lønnsomt å flytte produksjon av silisiumkarbid «crude» til Brasil og Venezuela. Saint-Gobain valgte da å flytte transformatorer fra Arendal til Venezuela for å øke kapasiteten, og det ble investert i økt kapasitet ved fabrikken i Brazil. Figuren under viser produsert volum i overgangsperioden.



Dagens kraftpris er i stor grad påvirket av lave priser på kull, gass og CO₂, og lav kraftetterspørsel. Det forventes at utfasing av svensk kjernekraft og nye utenlandsforbindelser vil påvirke det nordiske kraftmarkedet de kommende årene. Videre vekst og utvikling av norsk industri og økt elektrifisering av for eksempel transportsektoren, krever at norske fornybare ressurser videreutvikles også de neste tiårene.

Behovet for mer kraftproduksjon forsterkes av nye klimavennlige teknologier som kan kreve store mengder energi, eksempelvis CCS, CCU og hydrogenproduksjon. Produksjon av hydrogen ved elektrolyse krever 53 MWh per produserte tonn. Hvor mye kraft som trengs til karbonfangst vil variere med prosjekt, deriblant hvilken teknologi som brukes. Estimater for kraftverket på Kårstø anslår at det totale kraftbehovet i fangstanlegget vil være på mellom 27 og 30 MW, som med en utslippsfangst på 1,05 millioner tonn CO₂ hvert år tilsvarer 230 GWh per millioner tonn CO₂.

Utbygging av overføringskapasitet til utlandet spiller også en rolle. Med flere utenlandskabler vil kraftprodusenter ha flere eksportmuligheter, og det er trolig at de velger den løsningen som gir høyest betaling for kraften. Dette gir alt annet likt høyere kraftpris her hjemme. I tillegg utløser utenlandsforbindelser behov for innenlands nettforsterkning, som gir høyere nettariffer for alle forbrukere. Fra norsk side er det vedtatt å bygge to nye overføringskabler til henholdsvis Tyskland og Storbritannia. Begge vil ha en kapasitet på 1 400 MW og begge forventes ferdigstilt innen 2022. I tillegg har Sverige konkrete planer om forsterkninger av overføringskapasitet mot kontinentet. Den økte utvekslingskapasiteten vil ha virkninger på det norske kraftsystemet. Det er derfor behov for å høste erfaringer og gjøre grundige analyser før utvekslingskapasiteten økes ytterligere.

Sentralt i diskusjonen om bygging av kraftkabler til utlandet må være hvorvidt det gir samfunnsmessig høyere verdi å eksportere kraften direkte eller benytte kraften til utvikling av industrivarer her hjemme og så eksportere disse.

Prosessindustriens jevne kraftforbruk yter en viktig tjeneste til kraftnettets stabilitet, en tjeneste som reflekteres i prosessindustriens nettariffer. Industriens andel av det totale forbruket bidrar til å opprettholde etterspørselen og gjør den til en svært viktig kunde hos kraftprodusentene. Utover kraftprisen som fastsettes i markedet utgjør nettariffer en stor del av industriens kraftkostnader. Som en konsekvens av at det gjøres og planlegges store investeringer både i sentralnettet og i regionale kraftnett, vil nettleien for prosessindustrien øke betydelig. I dag varierer prosessindustribedriftenes tariffkostnader mye utfra om de er knyttet til sentralnettet eller regionale nett. Det må etableres en ordning der prosessindustribedriftene får samme nettariff uavhengig av tilknytningsnivå.

Størstedelen av prosessindustrien har i dag fritak for elavgift. Dette fritaket må opprettholdes. Fritaket bør utvides til å gjelde all kraftintensiv industri, inkludert treforedling, mineralgjødsel og kjemiske prosesser som i dag ikke har fritak. Ved en eventuell videreføring eller omgjøring av ordningen med el-sertifikater må også fritaket for sertifikatplikt opprettholdes.

Bruk av avtaler mellom industrien og staten, har vært treffsikre virkemidler for å redusere utslipp på en kostnadseffektiv måte. Eksempler er aluminiumavtalen av 1997, svovelavtalen av 2001, klimaavtaler av 2005 og 2007 og opprettelsen av NOx-fondet i 2007. Fremover vil industriens klimagassutslipp være regulert gjennom EU ETS. På generelt grunnlag bør imidlertid ikke muligheten for bruk av avtaler avskaffes. Avtaler kan for eksempel anvendes på andre utslipp enn klimagasser. I tillegg kan avtaler benyttes for å gi insentiv til tiltak som gir indirekte utslippsgevinster, som for eksempel bedre ressurs-håndtering og økt anvendelse av avfall.

7.4 RESSURSTILGANG

Her omtales andre innsatsfaktorer enn kraft.

7.4.1 Ressurseffektivitet og sirkulærøkonomi

Sirkulærøkonomi er et helhetlig system forankret i produktutvikling, produksjon, forbruk og tilbakeføring av ressurser. Tradisjonelt har

prosessindustrien vært gode på ressursutnyttelse. Hovedfokus har vært på lineære prosesser som kostnader for råvarer, prosesseffektivitet og mineralisering av avfall og bi-produkter. Videre har det vært vesentlig fokus på energioptimering og energigjenvinning. Det er likevel fortsatt et stort potensiale i å se avfalls- og sidestrømmer som potensielle innsatsfaktorer for nye produkter og ytterligere utnyttelse av spillvarme. Økt samarbeid på tvers av fabrikker, bransjer og industrigrener kan bidra til dette. Utnyttelse av energi i Mo Industripark, Norcems avfallsbaserte brenslers som erstatning for kull, Glomfjord industripark til smoltproduksjon, Elkem Salten til oppdrett og roseproduksjon og Waste to Value-prosjektet innen Eyde-klyngen er gode eksempler. Det ligger et betydelig potensiale i bedre utnyttelse av sidestrømmer, økt bruk av fornybare råvarer og økt verdiskaping ved en mer systematisk sirkulærøkonomisk tenkning. Dette kan vi oppnå gjennom kartlegging og informasjon om sidestrømmer, mer klyngesamarbeid, økt oppmerksomhet i industrien og samarbeid med virkemiddelapparatet.

Det er begrensninger knyttet til dagens lovgivning og virkemiddelapparat som begge i all vesentlig grad er utformet for lineærøkonomien. Potensielle produkter anses som avfall og begrenser mulige løsninger for fremtidig reduksjon av avfall. Europeisk lovgivning for import og eksport av avfallsprodukter er også for streng. Det er behov for en gjennomgang av dagens lovgivning slik at den tilpasses sirkulærøkonomien.

Life Cycle Analysis (LCA) vil i større grad være viktig for alle leverandører. Det er lite helhetlige standardiserte system for komplett analyse. Det er derfor nødvendig å utvikle et helhetlig system som er anerkjent i EU for prosessindustri. Et etablert system for LCA vil også i større grad kunne muliggjøre og etablere incentiver for kjøp av varer med høyere grad av resirkulerbarhet, fornybare råvarer og mindre karbonavtrykk.

MO INDUSTRIPARK: SIRKULÆR ØKONOMI

En vesentlig fordel med å være etablert i en industriklynge er mulighetene for utveksling av varme, biprodukter og gjenbruk av overskuddsmasse. Dette ønsker Mo Industripark å videreutvikle gjennom å kartlegge ytterligere muligheter.

- Celsa gjenvinner skrapstål fra hele Norden og smelter om ca. 70 prosent av alt skrapstål i Norge. Moderne teknologi har ført til at Celsa er et av verdens mest miljøvennlige skrapstålverk.
- Miljøteknikk Terrateam er et godkjent deponi for farlig avfall i Norge. De har også relevant kompetanse med tanke på kartlegging av øket utnyttelse av biprodukter.
- FESIL har installert renseanlegg i røykerørene. Støvet i avgassene fra ferrosiliciumproduksjonen ble tidligere deponert, men er nå et etterspurt produkt under merkenavnet silika. FESIL leverer også metallisk silisium til nabobedriftene Glencore Manganese og Celsa som benytter det i sin produksjon.
- Slagg fra flere smelteverk blir i utstrakt grad benyttet som eksempelvis fyllmasse og asfalt.

I sum utgjør dette en betydelig resirkulering og gjenbruk av biprodukter og overskuddsmasse. På grunn av at flere prosessbedrifter er etablert i samme industripark øker mulighetene for å kunne utvikle en betydelig sirkulær økonomi og gjøre avfall til en ressurs.



EYDE-KLYNGEN: WASTE TO VALUE

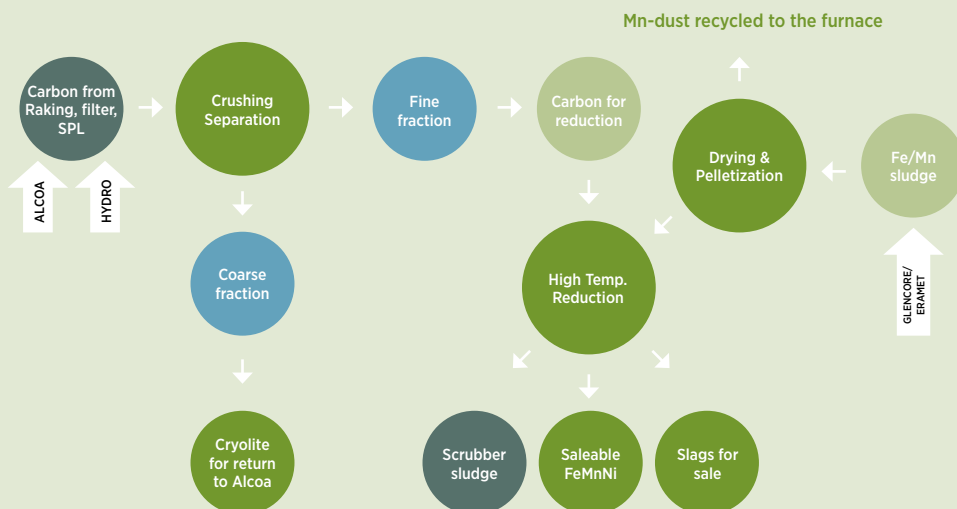
Prosjektets mål er å utvikle banebrytende teknologi for produksjon av Fe-Mn-Ni-metaller og råvarer til manganproduksjon, basert på å kombinere og behandle oksid- og karbonholdige avfallsstrømmer. Prosjektet vil bidra til betydelig reduksjon i behovet for avfallsdeponier.

Eyde-klyngen har gjennomført en omfattende kartlegging av sidestrømmer fra egen produksjon og arbeider nå gjennom «Waste to Value» og andre prosjekter systematisk med å omgjøre disse til produkter med verdi. I dette prosjektet benyttes sidestrømmer fra Alcoa, Eramet og Glencore Nikkelverk sammen med pilotutstyr og kompetanse ved Elkem, ReSiTec og SINTEF for å utvikle og kommersialisere nye produkter og løsninger.

Potensial for utslippsreduksjoner:

- Gjennom prosjektet søkes det å omgjøre 25 000 tonn deponiavfall til produkt.
- Gjenbruk av mangan og jern reduserer behovet for nyproduksjon av disse metallene med tilhørende reduksjon i CO₂-utslipp og energiforbruk.

Totale prosjektkostnader er 23,6 millioner kroner. Industrien finansierer 14,4 millioner og Norges Forskningsråd (BIA) 9,2 millioner. Prosjektperioden er 2016-2018. Industrialisering og kommersialisering forventes gjennomført i løpet av fem år fra 2019.



ELKEM SOLAR: BIPRODUKT GIR STOR MILJØGEVINST



Foto: Elkem



At solcellene fra Elkem Solars produksjon av solcelle-silisium er godt nytt for klimaet, er det liten tvil om. Men fra anlegget kommer det nesten like mye av et biprodukt, som også viser seg å ha positiv effekt på miljøet. Et av Elkem Solars biprodukter er en svært ren kalkholdig silisiumslagg som brukes i det første rensetrinn på vei til å produsere solcelle-rent silisium. Dette produktet har fått navnet Solaritt® og er registrert som kalkingsmiddel i jordbruket. Elkem Solar har gjennom 10 år med forskning, felttester og produktutvikling etablert kunnskap om egenskaper til Solaritt®. I tillegg til å være et godt kalkingsmiddel i jordbruket har forskningen vist at biotilgjengeligheten av silisium fra Solaritt® er god. Silisium er viktig for planter og øker resistens mot sykdoms-, sopp- og insektangrep. I tillegg styrker silisium plantevevet. Forsøk med Solaritt® har blant annet gitt styrket skinn på agurk, noe som kan gi langt bedre holdbarhet i butikkhyllene. Solaritt® brukes også i rensebasseng for å rense giftig og sur avrenning fra deponier av masse fra veiutbygging. Sulfidholdig stein i slike deponier gir avrenning som skader naturen og forårsaker fiskedød. Solaritt® er også en kandidat for kalking og «fangning» av skadelige aluminiumioner i våre innsjøer og vassdrag. Med mange markeder etablert og flere på trappene har Elkem Solar valgt å la et selskap nærmere markedene ta dette videre. Det innovative Grimstad-selskapet HØST verdien i avfall AS jobber nå med å videreutvikle Solaritt® og få uttelling også for den lovende silisiumeffekten dette materialet gir. HØST har produkter i gjødselsmarkedet og har erfaring med omgjøring av avfall til produkt innenfor dette markedet. Solaritt® er et godt eksempel på sirkulær økonomi i praksis og hvordan materialer fra teknosfæren kan føres tilbake til biosfæren med gevinst for miljøet.

NOAH: UTNYTTELSE AV CO₂ FRA SEMENT- INDUSTRI TIL STABILISERING AV FLYVEASKE

NOAH er et av Europas ledende kompetansemiljøer for behandling av uorganisk farlig avfall, forurenset jord og sedimenter. De største mengdene behandles i anlegget på Langøya utenfor Holmestrand. Hovedprosessen i behandlingen er nøytralisering av jernholdig svovelsyre. I denne prosessen nyttiggjøres et annet avfallsprodukt, nemlig flyveaske fra forbrenningsanlegg. Andre tungmetallholdige avfallsstrømmer ledes også inn i nøytraliseringsprosessen, der tungmetallene bindes og avgiftes. Resultatet er en jernholdig gips-slurry. Denne pumpes ned i de to dagbruddene på Langøya, skapt gjennom over 100 år med uttak av kalkstein. Her danner gipsen et fundament som skal være utgangspunktet for rehabilitering og gjenskaping av Langøya slik den fremsto før kalksteinsuttaket.

NOAH gjennomfører et FoU-prosjekt (støttet av Gassnova og Norges Forskningsråd via CLIMIT-programmet), der man tester stabilisering av flyveaske basert på fangst, bruk og fjerning av CO₂ fra industrirøkgass. Testanlegget, som er plassert på industriområdet til NOAHs samarbeidspartner Norcem i Brevik, er Norges første industrielle testanlegg av sitt slag.

Miljøgevinstene er mange:

- Reduserer Norges klimagassutslipp: Prosessen danner kalk gjennom reaksjon mellom kalsiumhydroksid

i flyveaske og CO₂ i røkgass. Muliggjør fangst av 1,25 millioner tonn CO₂ over 25 år, tilsvarende utslipp fra 25 000 personbiler i 25 år.

- Stabiliserer farlig avfall: Binder miljøgiftene (tungmetaller) i farlig avfall slik at de ikke forurenser omgivelsene.
- Nyttiggjør farlig avfall: Muliggjør stabilisering og rehabilitering av nedlagte gruver / dagbrudd / ødelagt naturlandskap. Fremstår som moderne deponeringsløsning uten negative langtidseffekter.
- Energinøytral prosess: Prosessen dekker sitt eget energibehov.
- Ingen miljøutslipp: Tørr prosess uten miljøutslipp til grunn, sjø eller luft.

Resultatene er så langt lovende, og indikerer at betydelige mengder CO₂ kan fanges med en slik løsning. Er prosjektet vellykket, vil NOAH være med på å løse en samfunnsmessig miljøutfordring. Løsningen er skalerbar og anvendelig i industriområder med høye CO₂-utslipp – både i Norge og i resten av verden.



7.4.2 Tilgang på fornybare råvarer

Tilstrekkelig tilgang på biomasse, særlig tømmer, krever økt avvirking i Norge. Det er et bærekraftig potensial for å øke avvirkingen med 50 prosent til 15 millioner fm³ per år (ref. Skog22). For å få til en økt aktivitet i skogbruket er det nødvendig å legge til rette for dette gjennom skatteincentiver, endringer i beskatning ved eierskifte og endringer til et mer næringsmessig eierskap av skogen. Det er også viktig å opprettholde støtten til infrastruktur (skogsbilveier). Biomassen bør fortrinnsvis anvendes der den gir høyest verdi (kaskadepriippet) eller der det ikke finnes alternativer for utslippskutt. I en situasjon der det er underskudd på biomasse, bør man tilstrebe å benytte biomassen til produkter med høyere verdiskaping som til mat og fôr, kjemikalier og materialer, samt til industrielle anvendelser der det ikke finnes andre bærekraftige alternativer.

Det er avgjørende for optimal utnyttelse av skogressursene at støtte og incentivordninger er teknologinøytrale. Incentivordninger som retter seg mot uttak og bruk av norsk skog vil kunne vri bruk bort fra den mest verdiskapende produksjonen. Dette er per i dag trelast, celluloseprodukter, papir og kjemikalier. Verdiskaping fra annen bruk, herunder biomasse som reduksjonsmiddel i metallindustrien, kan bli høyere over tid og med ny teknologi. Et velfungerende marked uten forstyrrende støtteelementer vil da gi de rette prisinsentivene til alle parter, og skogen vil bli benyttet der verdiskapingen er størst. Det vil bli viktig å etablere universelle beregningsmetoder for karbonavtrykk som tar hensyn til at produkter som binder biomassekarbon og/eller erstatter fossilt baserte produkter medfører reduserte globale utslipp av CO₂ sammenlignet med f.eks. forbrenning av biomasse. Dette vil stimulere markedsvekst for produkter som gir CO₂-gevinst både i produksjon og bruk.

Dersom veikartets ambisjoner skal nås kan det bli nødvendig med import av trevirke eller tre-kull til Norge. For å sikre at slik trevirke er bærekraftig og ikke fører til hogst av regnskog eller annen skade på biodiversitet, bør myndighete-

ne vurdere å justere på eksisterende virkemidler slik at det blir mulig å gi støtte til investeringer i utlandet, f.eks. til plantasjer med hurtigvoksende skog, som kan redusere utslippene i Norge.

7.4.3 Bruk av naturgass som bro til biogass

En forutsetning for økt bruk av naturgass er at det åpnes for tredjepartsadgang i distribusjonsanleggene som alt er bygget og vil bli bygget. Slik dagens marked fungerer består det av flere regionale monopol som ikke bidrar til nødvendig konkurranse i markedet. En annen mulighet er å kombinere bygging av regional infrastruktur for innsamling av CO₂ fanget med CCS-teknologi med utbygging av distribusjonssystemer for naturgass og biogass.

7.5 VIRKEMIDLER OG INFRASTRUKTUR FOR CCS OG CCU

En forutsetning for utvikling og investering i karbonfangst er et høyt nivå på bevilgningene til forskning, utvikling og demonstrasjon av teknologier for CO₂-håndtering. Industribedrifter som investerer i fullskala fangstanlegg for klimagasser må få risikoavlastning ved at det gis en betydelig støtte til investering og drift av slike anlegg.

Teknologien er fortsatt umoden og kostbar som fullskalaløsning. Det er liten grunn til å tro at kvoteprisen alene skal kunne iverksette en storstilt implementering av karbonfangst, -lagring eller -anvendelse. Kostnadsbildet og kompleksitet har ført til at flere karbonfangsttiltak har stoppet opp, siden det er mange aktører, usikkerhet om volum av CO₂ og kommersielle forhold.

Utover fangstanlegg må det etableres infrastruktur for transport og lagring av CO₂. Staten må ta et helhetlig ansvar for dette. Det bør derfor opprettes et statlig selskap som får i oppgave å etablere transportsystemer, CO₂-hubber og permanente deponi.

Parallelt med utviklingen av teknologi for karbonfangst er det også utviklet teknologi for CO₂ som innsatsfaktor i produkter og byggematerialer. CO₂ kan brukes til biomasseproduksjon,

ALGEPRODUKSJON BASERT PÅ SPILLVARME OG CO₂

Telemark fylkeskommune har bevilget inntil en million kroner til en mulighetsstudie for å kartlegge potensialene for å benytte spillvarme og CO₂ fra industrien i Grenland til å produsere volumprodukter som biobrensel eller fiskefôr basert på mikroalger.

Prosjektet ledes av Preventia på Herøya, og Høyskolen i Telemark og Pilotarenaen på Herøya er viktige bidragsytere.

Mulighetsstudien skal besvare noen sentrale spørsmål:

- Hvilke overordnede muligheter gir produksjon av mikroalger?
- Har industrien i Grenland de rette innsatsfaktorene?
- Har Grenland relevant kompetanse for produksjon av mikroalger og utvikling av relatert teknologi?
- Kan man nyttiggjøre seg spillvarmekilder og de ulike CO₂-punktutslippene i Grenland til produksjon av mikroalger?

Foreløpig er det gjennomført massebalanseberegninger og litteraturstudier, man har sett på utnyttelse av røykgass i produksjon av mikroalger, oppstrøms- og nedstrøms produksjonsteknologi, markedspotensial for algekulturer og igangsatt kartlegging av ulike mikroalgerelaterte aktiviteter i Norge. Videre skal det kartlegges energibalanser for fototrof produksjon, kartlegging av spillvarmekilder, mulig labskalastudie for utnyttelse av røykgass direkte, kartlegging av arealer for mulig fremtidig produksjon, kartlegging av spesifikke utfordringer knyttet til oppskalering og det skal gis anbefalinger om FoU-aktiviteter og mulige veier videre.

Bildet er hentet fra et prosjekt i Degerhamn i Sverige der HeidelbergCement og Linné Universitetet gjør forsøk med bruk av røykgass for å dyrke alger.



som kjemisk råstoff og til karbonatisering. Livs- syklusanalyser viser at bruk for eksempel via mikroalger for produksjon av fiskefôr, fettstoffer, biodrivstoff og andre verdifulle biokjemikalier har et stort potensiale, men kan være energi- og ressurskrevende. Bruk av CO₂ og spillvarme fra industriprosesser vil imidlertid være elementer i et mer lukket energi- og CO₂-kretsløp – i en sirkulær økonomi. En omfattende kartlegging for mulige bruksområder og potensielt hvilket volum som kan etterspørres bør gjennomføres. Det bør legges til rette for norsk deltagelse/ partnerskap i internasjonale forskningsprosjekt og innovasjonsfond.

En bedre samordning av virkemidlene Gassnova og Enova sammen disponerer for CCS, kan forenkle og dermed fremskynde utviklingen av fangstteknologi, og realisering av en CO₂-kjede.

7.6 FORSKNING, UTVIKLING OG INNOVASJON

For å oppnå økt satsing på forskning og utvikling som vil gi bedriftene et enda større konkurransefortrinn innen ressurseffektiv og bærekraftig produksjon, trengs det en betydelig satsing på kompetanse, forskning, utvikling og innovasjon. Hvis man skal oppnå forserte teknologiløp for å sikre enda raskere overgang til lavutslippsteknologi, er det nødvendig å i større grad se på sammenhengen i insentiver og virkemidler i klima-, miljø-, forsknings- og industripolitikken. En utfordring med deler av virkemiddelapparatet er at støtteprosenten er for lav. Dermed støttes mange prosjekter isteden for mer støtte til store prosjekter med mulig høyere verdiskapings- og utviklingspotensial.

7.6.1 Et mer samordnet virkemiddelapparat

De skisserte teknologiløpene i veikartet krever samhandling, langsiktighet og investeringer som overstiger de eksisterende virkemidlene. Eksisterende virkemidler er knyttet til enkelt-bedrifters prosjekter, og støtte gis basert på relativt korte lønnsomhetsbetraktninger. Dette gjelder også Forskningsrådets næringsrettede ordninger, BIA. Virkemidlene bør i sterkere grad innrettes slik at prosjekter som bidrar til å redu-

sere globale klimagassutslipp vektlegges. Det må også etableres programmer som kan bidra til å løfte langsiktige og bransjeoverskridende satsinger.

Prosessindustrien forholder seg i hovedsak til Norges forskningsråd, Innovasjon Norge og Enova, i mindre grad SIVA. Hvordan disse aktørene møter industrien oppleves svært ulikt. Det stilles ulike krav, programmene kan ha ulike formål og trekker ikke nødvendigvis i samme retning. Vi mener det er behov for alle disse organene fremover. Men det er behov for en bedre samordning og at industrien blir guidet til rett støtteordning og i mellom instansene i virkemiddelapparatet. Det kan også opprettes et program etter liknende modell som CLIMIT. CLIMIT-programmet er et samarbeid mellom Gassnova og Norges forskningsråd. CLIMIT omfatter Forskningsrådets støtteordning for forskning og utvikling (FoU-delen), og Gassnovas støtte til utvikling og demonstrasjon (Demo-delen). Gjennom CLIMIT kan støttebeløpet være opptil 80 prosent. En slik støtteandel vil trolig også være en forutsetning for å realisere pilotanlegg for å teste ut nye teknologier i prosessindustrien.

7.6.2 Prosess21

Det bør etableres et overordnet strategisk organ for å sikre en samordnet nasjonal teknologi-, forsknings- og kompetansestrategi for prosessindustrien, Prosess21. I Prosess21 skal myndighetene sammen med prosessindustrien og forsknings- og kompetansemiljøer samles om en nasjonal og langsiktig strategi for utviklingen frem mot lavutslippssamfunnet. Dette bør gjøres etter modell av strategiene OG21 og Energi21.

Denne modellen innebærer at Prosess21 ledes av et styre oppnevnt av næringsministeren, bestående av representanter fra prosessindustrien, forsknings- og kompetansemiljøene, relevante offentlige virkemiddelaktører og Norsk Industri. Det operasjonelle arbeidet ledes og gjennomføres av et sekretariat i samarbeid med relevante aktører bransjen.

Hovedfunksjonen til Prosess21 skal være å bidra med strategiske råd og anbefalinger til myndighetene om rammebetingelser, kompetanse, forskning, utvikling, demonstrasjonsaktiviteter og innovasjon rettet mot utvikling av ny teknologi og nye produkter, inkludert digitalisering for prosessindustrien.

Anbefalingene fra Prosess21 vil deretter brukes som beslutningsgrunnlag når regjeringen vedtar bevilgninger til forskning, utvikling og demonstrasjon innen denne industrien.

7.6.3 Næringsrettet forskning

Økt satsing på næringsrettet og brukerstyrt forskning er nødvendig. Bedriftene og industrien må være «driveren» for en større del av forskningen. Det er derfor nødvendig at en økt andel av de samlede forskningsmidlene må gå til å støtte opp under anvendt og brukerstyrt forskning. Det må være en sterkere bedriftsinvolvering i forskning- og utviklingsprosjekter. Forskningsrådet har i sine nylig reviderte strategier løftet frem innovasjon og bærekraft som styrende for sin virksomhet. Dette gjenspeiles foreløpig ikke i det viktigste programmet for prosessindustrien, BIA (Brukerstyrt Innovasjonsarena). Det må etableres et eget program for prosessindustrien i Norges Forskningsråd som retter seg tematisk mot både produkter og prosesser. Støtten fra virkemiddelapparatet må være mer langsiktig. Den bør bevilges i et 4-8-årsperspektiv. 3-4 år slik det er i dag, er ikke nok. NFR må også finansiere en større andel av bedriftenes FoU-prosjekter, der hovedformålet er kommersialisering av produkter og prosesser. Det må også være større rom for å avslutte forskning innenfor slike programmer dersom resultatene uteblir, slik at forskningsinstitusjoner ikke tvinges til å bruke tid på å lage omfattende publikasjoner, men heller bruker tid på andre prosjekter med større potensiale.

7.6.4 Produktutvikling

Norsk prosessindustri har omstilt seg fra å levere standard produkter til mer spesialiserte produkter. Utvikling av nye produkter vil

stå sentralt for prosessindustrien i veien mot lavutslippssamfunnet. Det er videreutviklingen av eksisterende og kommersialiseringen av nye produkter som vil være grunnlaget for verdiskapingen i industrien. Norsk prosessindustri er ikke bare verdensledende på miljø- og klimavennlig produksjon. Eksempler i veikartet viser også at industrien har en rekke eksisterende og potensielle produktlinjer som ved bruk reduserer globale CO₂-utslipp.

Virkemiddelapparatet bør derfor få mandat til å støtte utvikling av produkter som har et lite karbonavtrykk, også i bruk.

Offentlige anskaffelser utgjør i underkant av 500 milliarder kroner i året. Myndighetenes innkjøpspolitikk og miljøkrav fra offentlige innkjøpere, kan være et sentralt virkemiddel som kan bidra til innovasjon og teknologiutvikling, og for å nå klima- og miljømål. Det bør derfor innføres et minimumskrav for miljøvekting ved alle offentlige anbud og innkjøp der det er relevant. Vi trenger en standard for LCA-analyser som skaper tillit til beregninger av karbonavtrykk og som forbedrer dokumentasjon av klimavennlige produkter.

7.6.5 Pilotering

For mange formål er dagens støtteordninger til pilotering gode, men er for snevre og/eller for små til at de dekker bredden i prosessindustriens behov. Det må derfor etableres ordninger som kan ta flere teknologiutviklingsprosjekt videre til piloteringsfasen. For prosessindustri-bedriftene trengs det kraftfulle nok ordninger som støtter opp under piloter som ikke er miljø- eller klimarelaterte, og har som formål å utvikle nye prosesser, bruk av sidestrømmer i et sirkulærøkonomiperspektiv og nye produkter med lavt CO₂-utslipp ved bruk.

Det må videre opprettes en katapultordning der flere bedrifter eller klynger går sammen om å etablere piloteringsfasiliteter. Samarbeidsprosjektet mellom Herøya Industripark, Notodden og Kongsberg er et eksempel på et slikt pro-

sjeikt. En infrastruktur for testing og pilotering som kan benyttes til flere formål, dekkes ikke av dagens virkemiddelapparat. Det bør derfor etableres en støtteordning til slike prosjekt.

Det er ofte i driftsfasen at utgiftene ved pilotprosjekter er størst. Ordninger som gir støtte til pilotinvesteringer bør derfor også gi rom for støtte til drift av pilot, slik det er mulighet for i EUs statsstøtteregulverk.

Pilotering er i følge Norges forskningsråd, utvikling av en ny (state of the art) fungerende løsning (produkt, tjeneste eller prosess) for uttesting i mindre skala enn fullskala. Skalaen kan variere mellom teknologiområder og overlape med demonstrasjonsprosjekter. Testen kan gjelde rent tekniske forhold eller utprøving mot en (pilot) kunde. Det er en forutsetning at det er teknisk, industriell eller markedsmessig risiko forbundet med uttestingen. Begrepet prototyping brukes i mange sammenhenger tilnærmet synonymt med pilotering.

7.6.6 «First of a kind»-anlegg

Radikal teknologisk omstilling skjer ikke uten at noen er villig til å ta den første beslutningen om å investere i ny og ukjent teknologi. Slike investeringer er svært kostbare og risikable; det kreves mye kapital og kompetanse, skalafordeler er begrenset og man vet ikke om teknologien er gjennomførbar i stor skala. Når ny klimateknologi er realisert ved at noen er først ute, vil neste investering være mindre bedriftsøkonomisk risikabel.

Den første investeringen i ny klimateknologi har svært høye bedriftsøkonomiske kostnader, samtidig som investeringen kan gi betydelige samfunnsøkonomiske gevinster. For å utløse investeringen må de bedriftsøkonomiske kostnadene og de samfunnsøkonomiske gevinstene vektlegges. Det bør derfor gis støtte til førstegangsinvestorer som reflekterer samfunnsøko-

nomiske mergevinster og bedriftens risiko ved en førstegangsinvestering. I praksis betyr dette at en eventuell støtte til ny teknologi ikke bare bidrar til at kostnader dekkes, men også at førstegangsinvestorer kan tildeles en ekstra støtte i henhold til samfunnsøkonomisk nytte (ref. nye statsstøtteretningslinjer fra ESA 27. april 2016).

En slik spesialtilpasset støtte til førstegangsinvestorer kan tildeles etter flere kriterier. Et viktig overordnet prinsipp er at slik støtte bør være ikke-diskriminerende og teknologinøytral. «First mover disadvantage» må hensyntas. En slik støtteordning må anerkjenne at løsninger har en verdi selv om de ikke fungerer, da andre kan lære av dem og bli inspirert til å finne bedre løsninger.

7.6.7 Klimateknologi, energieffektivisering og energigjenvinning

Enova er den viktigste aktøren i virkemiddelapparatet for å utvikle og utløse industriinvesteringer innen klimateknologi. Industrien har fått en stadig tydeligere stilling, og støtten har gått fra å finansiere små prosjekter for energieffektivitet, til i dag å omfatte energi, klimaforandringer, ny teknologi og støtte til studier og investeringer. Gjennom omfattende programvirksomhet støttes aktører i alle deler av industrisektoren. Støttemidlene utgjøres av bevilgninger fra Energifondet. Industrisatsingen består av en rekke støtteprogrammer for investeringsstøtte og støtte til utredninger og forprosjekter knyttet til energirelaterte tiltak i industrisektoren.

Det er helt avgjørende at avkastningen fra Fondet for klima, fornybar energi og energiomlegging (Klimateknologifondet), er på et høyt nok nivå til å utløse nye store investeringer i klimateknologi i prosessindustrien. Støtte til forstudier er i dag begrenset til en million kroner for hvert prosjekt. Denne grensen må heves betydelig, da slike prosjekter ofte har en mye større ramme i store prosessindustribedrifter.

7.6.8 Miljøteknologiordningen

Miljøteknologiordningen til Innovasjon Norge er svært relevant for prosessindustrien. Mange av prosjektene i prosessindustrien er store og kapitalintensive. De årlige bevilgningene til ordningen er for små til å kunne risikoaavlaste slike prosjekt. Bevilgningene til ordningen må derfor trappes kraftig opp dersom den skal ha tilstrekkelig relevans for prosessindustrien. Dette kan gjøres ved å renotifisere ordningen til ESA, slik at det er mulig å gi større andel støtte i prosjekter. I EU-rammeverket har det blitt viktigere med støtte til testfasen i et forskningsprosjekt, og det vil dermed trolig være mulig å få videre rammer til miljøteknologiordningen ved en renotifisering under nytt rammeverk. I forbindelse med revisjon av de ulike rammebetingelsene bør dette undersøkes nærmere.

7.6.9 Lånegarantiordning

Det er behov for å få utløst store investeringer i prosessindustrien fremover. Med en noe avventende finansnæring bør det etableres en ordning for statsgarantier for låneforpliktelser til landbasert industri innenfor reglene i EØS-avtalen, eventuelt en låneforsterkingsordning som kombinert med andre virkemidler bidrar til at større investeringer blir realisert.

7.6.10 Fornybar AS

Stortinget har vedtatt å opprette Fornybar AS («Greenfund»). Fondet skal sammen med private kunne investere i selskaper som utvikler og benytter grønn teknologi, herunder for eksempel fornybar energi, hydrogen, energilagring, transportløsninger med lave klimetrykk, reduksjon, fjerning, transport og lagring av CO₂, energieffektive industriprosesser, og innrettet slik at selskapet forventes å gi markedsmessig avkastning over tid.

Dersom fondet tilføres nok kapital og får en langsiktig og industriell innretning, kan det få en positiv betydning for investeringer i prosessindustrien. Selskapet må få en rolle i teknologitvikelings-selskaper i langsiktige utviklingsfaser, selskaper som investerer i større pilotprosjekter eller fullskalaproduksjon basert på ny teknologi, og større eller mindre industriselskaper som

utvikler gjennombruddsteknologier med høy risiko. Prosjektene og selskapene Fornybar AS engasjerer seg i må utvikle banebrytende teknologi og være drevet frem av industrielle aktører. Det må legges til rette for at selskapet kan finansiere prosjekter som er en del av en større verdikjede, uten at det må investeres i ordinære industrielle aktiviteter. Selskapet må også kunne tilby ulike former for langsiktig kapital tilpasset industriens behov. Ved å gi Fornybar AS et globalt mandat med krav om norsk tilknytning, vil selskapet i samarbeid med utenlandske industriaktører kunne trekke teknologitvikeling til Norge.

7.6.11 Klynger og industriparke

Prosessindustribedrifter lokalisert i et nært geografisk område som industriparke eller organisert i klynger har store fordeler av å samarbeide. Utover samarbeid om felles grunnleggende infrastruktur, samarbeider bedriftene om viktige forsknings- og utviklingsprosjekt. Klynger og industriparke har særlig vist seg viktig for å få utløst prosjekter for bruk av sidestrømmer og bedre utnyttelse av energistrømmer, og oppnår på denne måten god ressursutnyttelse sett i et sirkulærøkonomiperspektiv. Gode insitamentordninger for videreutvikling av industriparke og industriklynger vil være et viktig bidrag til bærekraftig utvikling av prosessindustrien.

MO INDUSTRIPARK: ENERGIGJENVINNING

Gjennom de ti siste årene er det investert nærmere en milliard i energieffektiviserende tiltak. MIP AS har eget konsesjonsområde i industriparken og gjennom det oversikt over all energidistribusjon. Mo Industripark AS står for all distribusjon av energi, vann og industrigasser med døgnkontinuerlig kontrollromsovervåking. MIP får kraft gjennom åtte linjer, og vi har fire vannkraftverk i regionen. Dette gir svært høy redundans og sikker energitilførsel. Energiforbruket i industriparken er på 1 650 GWh, omtrent 1,5 prosent av Norges totale energibruk.

Effektive gjenvinningstiltak:

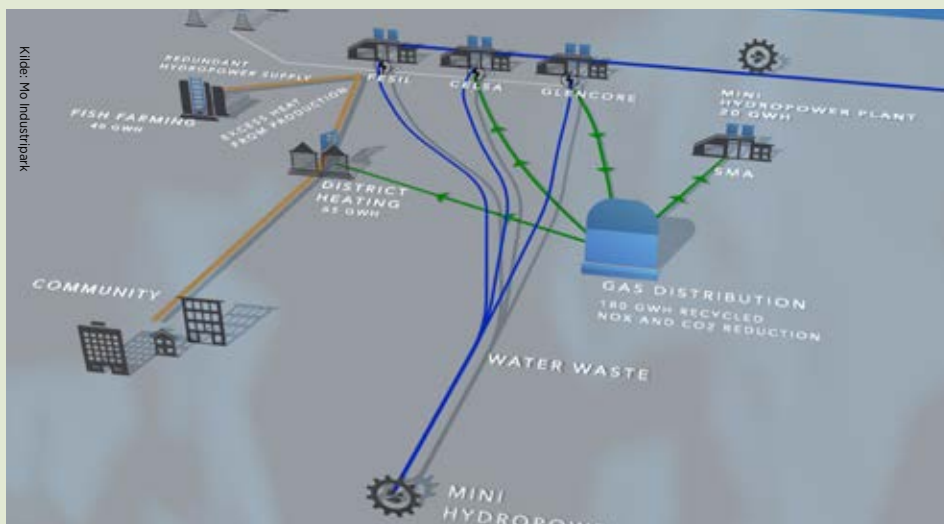
- Smelteprosessen hos Fesil Rana Metall AS er kilden til Mo Fjernvarme som leverer fjernvarme til bygg og gater i Mo i Rana. Mo Fjernvarme er Norges største industrielle fjernvarmeanlegg og gjenvinner 73 GWh i året, 65 av disse kommer fra Fesil og resten er bruk av CO gass fra Glencore Manganese Norway.
- Oppvarmet kjølevann fra FESIL og oksygenfabrikken til AGA utnyttes også til oppdrett av fem millioner laksesmolt i året, en gjenvinning på 40 GWh per år

Det største miljøtiltaket i Mo Industripark er utnyttelse av CO gass fra Glencore, her gjenvinnes 180 GWh per år. Den erstatter behovet for andre fyringskilder som olje og naturgass

og reduserer utslipp av CO₂ og NOx. Glencore har lukket elektrokjemisk prosess som gjør det mulig å fange CO-gassen som distribueres gjennom rørgater, ubenyttet CO-gass samles i en stor gassklokke, et magasin som også regulerer trykket. CO-gassen benyttes av SMA Minerals Norway AS til brenning av kalk, Celsa til forvarming av stål som skal vales til armeringsjern og Mo Fjernvarme.

Vannet kommer fra egne vannmagasin gjennom et innløp. Her er det installert et minikraftverk som også fungerer som trykkregulering. Avløpet er også samlet på ett utløp, noe som gir gode muligheter for utslippskontroll. Også her er det installert et minikraftverk og totalt gjenvinnes det 26 GWh på disse kraftverkene. Mo Industripark foredler store mengder fornybar energi fra Rana-distriktet. Høye fjell, isbreer og mye nedbør har skapt et enormt energireservoar for industriell utvikling i Rana. Vannet i Mo Industripark utnyttes fire ganger før det renner ut i fjorden. På avløpsvannet ligger det et potensiale for gjenvinning i størrelsesorden 700 GWh dersom vi har rett teknologi for energigjenvinning fra lavtemperert vann.

Totalt gjenvinnes det 391 GWh i Mo Industripark, dette tilsvarer energibruken i 24 370 boliger.



ARBEIDSGRUPPENS MANDAT OG SAMMENSETNING

(Nedsatt av Norsk Industris klima- og energiutvalg, NIKE-utvalget)

Regjeringens ekspertutvalg for grønn konkurransekraft har henvendt seg til Norsk Industri med en utfordring om å lage en god skisse av en mulig nasjonal satsing, gjerne i form av et «veikart». Målet med skissen er å få frem «grep» utvalget kan anbefale, basert på en vurdering av forskjellige utviklingsløp mot lavutslippsteknologier og en vurdering av virkemiddelapparatet og rammebetingelser. Norsk Industri har stilt seg positiv til initiativet og skal i løpet av mai levere et slikt veikart til ekspertutvalget. Arbeidsgruppen nedsatt av NIKE 16. desember 2015 består av følgende:

Per Brevik, Norcem

Håvard Moe, Elkem

Bjørn Kjetil Mauritzen, Norsk Hydro

Kai Rune Heggland, Alcoa

Jan Petter Fossum, Yara

Jostein Røynesdal, Borregaard

Steinar Kvisle, INEOS/INOVYN

Lars Petter Maltby, Eyde-klyngen

Sekretariatet ledes av Øyvind Slåke, og består av Marit Holtermann Foss og Ole Løfsnæs fra Norsk Industri, Henrik Gade fra Miljødirektoratet og Helene Fladmark fra Eyde-klyngen.

I tillegg deltar Birgitte Laird fra sekretariatet for Ekspertutvalget for grønn konkurransekraft, på arbeidsgruppens møter. NIKE-utvalget er referansegruppe.

Veikartet skal blant annet inneholde følgende elementer:

En analyse av nå-situasjonen for prosessindustrien avgrenset til områdene aluminium, ferrolegeringer, mineralsk industri, mineralgjødsel, kjemisk industri og treforedling. Analysen skal beskrive verdiskaping, produksjons- og eksportverdi, antall sysselsatte, Norges posisjon internasjonalt med mer. Analysen bør også bestrebe å beskrive ringvirkninger av prosessindustrien i den norske økonomien. Norsk

prosessindustri er energieffektiv og har i dag lave spesifikke utslipp sammenlignet med globale konkurrenter. Dette utgangspunktet må synliggjøres.

En oversikt over hvilke teknologier for reduksjon av klimagassutslipp industrien har under utvikling, når disse kan tenkes implementert og hvilke overordnede målsetninger bedriftene og selskapene har skal beskrives. Med utgangspunkt i analysen skal arbeidsgruppen se på mulighetsrommene for å redusere og på sikt eliminere klimagassutslippene fra hver sektor.

De fleste bedriftene er kvotepliktige. Innen EU-ETS skal klimagassutslippene innen 2030 reduseres med 43 prosent i forhold til utslippene i 2005, og EUs langsiktige mål forutsetter at utslippene fra industrien reduseres med 83-87 prosent innen 2050, samtidig som kraftproduksjonen reduserer sine utslipp med 93-99 prosent. Gruppen skal skissere hvilke teknologimuligheter og utslippsreduksjoner man ser for seg innen 2030. Arbeidsgruppen skal videre peke på utfordringer og nødvendige tiltak for å nå visjonen om null-utslipp eller karbonnøytralitet fra prosessindustrien i lavutslippssamfunnet i 2050. Det er viktig å peke på hvilke løsninger som finnes, og hvilke teknologiutviklingsløp som kan gjennomføres for at disse skal bli kommersielt tilgjengelige.

I tillegg til å analysere og se på tiltak innen hver av sektorene skal det gjøres en vurdering av forsknings og virkemiddelapparatet for prosessindustrien som helhet, og gruppen bør foreslå endringer eller satsinger dersom man mener det er nødvendig. Nødvendige rammebetingelser for at Norge skal være en attraktiv vertskapsnasjon for prosessindustri skal også beskrives.

Arbeidsgruppen bør vurdere hvordan overgangen til lavutslippssamfunnet vil påvirke etterspørsel etter produktene prosessindustrien produserer. Behovet for produktutvikling og nødvendige virkemidler for dette skal også beskrives.

BESTILLING FRA EKSPERTUTVALG FOR GRØNN KONKURRANSEKRAFT

Bakgrunn

I et globalt perspektiv står industrien, dominert av produksjon av jern og stål, sement og kjemikalier, for rundt 20 prosent av verdens direkte CO₂-utslipp og i underkant av 40 prosent av energiforbruket. I en verden med befolkningsvekst og velstandsøkning vil etterspørselen etter industriens produkter øke kraftig (IEA, 2015).

En ny studie indikerer at nye investeringer i energiforsyning globalt bør bli CO₂-nøytrale innen fem til ti år. Nye langsiktige investeringer i utslipp-intensive anlegg må unngås så raskt som mulig for å unngå å bli avhengig av å gjennomføre tiltak som innebærer negative CO₂-utslipp, som BioCCS og økt skogareal, i svært stor skala. Et liknende resonnement kan relateres til nye industriallegg som har tilsvarende levetid. Samtidig finnes det i dag lavutslippsløsninger for energiproduksjon, mens det er få kommersielt tilgjengelige teknologier for å produsere produkter uten klimagassutslipp i prosessindustrien, og det kan ta lang tid å utvikle slike løsninger (IPPC, 2014; IEA, 2015; Miljødirektoratet, 2014 og 2015).*

Med dette bakteppet kan langsiktig satsing på utvikling av teknologi som reduserer de direkte utslippene fra prosessindustrien være en viktig brikke i den globale innsatsen for å nå togradersmålet. Spørsmålet er om en nasjonal satsing på prosessindustrien kan gi reduserte klimagassutslipp, økt verdiskaping og norske arbeidsplasser? Er det ytterligere grep som kan tas som gir økt konkurransevne samtidig som direkte utslipp per produsert enhet reduseres – over tid mot null?

Nasjonal satsing: Veikart mot 2050

På møtet i Kristiansand 2. november, mellom regjeringens ekspertutvalg for grønn konkurransekraft og representanter fra prosessindustrien, ble muligheten for en nasjonal satsing på prosessindustrien diskutert. Utvalget mener temaet er relevant for utvalgets videre arbeid. Hvordan bør en «nasjonal satsing» innrettes og hvilke

muligheter kan en slik satsing gi? I en nasjonal satsing ligger en forståelse av en felles visjon som industrien og myndigheter jobber mot: En innovativ og verdiskapende norsk prosessindustri med minimale klimagassutslipp innen 2050. Utvalget oppfordrer prosessindustrien til å lage en god skisse av en mulig nasjonal satsing, gjerne i form av et «veikart». Målet med skissen er å få frem forslag til «grep» utvalget kan anbefale, basert på en vurdering av forskjellige utviklingsløp mot lavutslippsteknologier og en vurdering av virkemiddelapparatet og rammebetingelser. Utvalget vil med dette ha et bedre kunnskapsgrunnlag for sine anbefalinger.

TEMA SOM BØR BELYSES:

Fremtidens prosessindustri

- Oversikt over virksomhetens eksisterende målsetninger som er relevante for klima
- Oversikt over eksisterende FoU-satsninger
- Oversikt over mulige nye klimasatsninger – hvordan kommer vi til null utslipp?
- TRL-kobling (Technology Readiness Level)
- Satsing på CCS - hva er betingelser for implementering og behov for utvikling?

En verdiskapende prosessindustri

- Rammebetingelser for verdiskaping (inkludert en konkret vurdering av «beste konkurrentland»)
- Prosessindustriens rolle i den sirkulære økonomien - identifisering av mulige nye forretningsområder for videreforedling av prosessindustriens produkter, avfall og spillvarme
- Potensialer for å utvikle nye produkter som vil etterspørres i et lavutslippssamfunn
- Verdiskapingspotensial/klimapotensialet i å se kraftbransjen og industrien i sammenheng

En innovativ prosessindustri

- En vurdering av norske utdanningsinstitusjoner i et globalt perspektiv
- En vurdering av norske forskningsinstitusjoner i et globalt perspektiv
- En vurdering av norske inkubator- og VC-ordninger i et globalt perspektiv
- En vurdering av det norske virkemiddelapparatet for innovasjon (Forskningsrådet,

* Implications of long-term scenarios for medium-term targets (2050), PBL Netherlands Environmental Assessment Agency, 2015

Innovasjon Norge, Enova, Gassnova, Siva, GIEK)

- Hvordan utnytte innovasjon som skjer utenfor Norge?
- Vertskap for innovasjon og industrietablering
- Basert på erfaringer fra andre land,
- Hvordan kan virkemiddelapparatet bidra til å gjøre Norge mer attraktivt for satsing på innovasjon og industrietablering?
- Hvordan bidra til «hjemtaking» av innovasjoner ute, og «globalisering» av innovasjoner fra Norge?

FORSLAG TIL ANBEFALINGER

Tema kan være:

- Grep for å styrke fokuset på klimagass-reduksjoner og teknologiutvikling internt i virksomhetene.
- Tiltak for bedre samarbeid på tvers innen bransjer, og på tvers av bransjer. Samarbeid på tvers av landegrenser? (For eksempel innen utvikling av CCS).
- Langsiktige rammevilkår
- Justeringer innen dagens virkemiddelapparat for innovasjon
- Forslag til nye satsinger som for eksempel et endret/utvidet mandat for statlig finansiering etter modell av ARPA-E, eller et organ som samordner virkemiddelapparats satsinger for å legge til rette for en bedre vertskapsrolle for innovasjonssatsinger og industrietablering.
- Evaluere hvordan for eksempel bruk av standarder kan bidra til å etablere/sikre etterspørsel og pris som reflekterer klimafotavtrykk.
- Produktstandarder
- Klima-avtrykk utover CO₂-prising?





NOTATER



BESØK VÅR FACEBOOK-SIDE
Skann QR-koden eller gå inn på
www.facebook.com/NorskIndustri/



SJEKK UT VÅR NETTSIDE
Skann QR-koden eller gå inn på
www.norskindustri.no

NORSK INDUSTRI

Næringslivets Hus, Middelthuns gate 27
Postboks 7072 Majorstuen, 0306 Oslo

Tlf. 23 08 88 00
post@norskindustri.no

norskindustri.no
twitter.com/NorskIndustri

Norsk Industri er den største landsforeningen
i Næringslivets Hovedorganisasjon (NHO).