

September 2010

KRAFTTAK FOR RIKTIG KRAFTBRUK

En rapport om hvordan norsk kraft
bør brukes til beste for miljø og grønn
verdiskapning



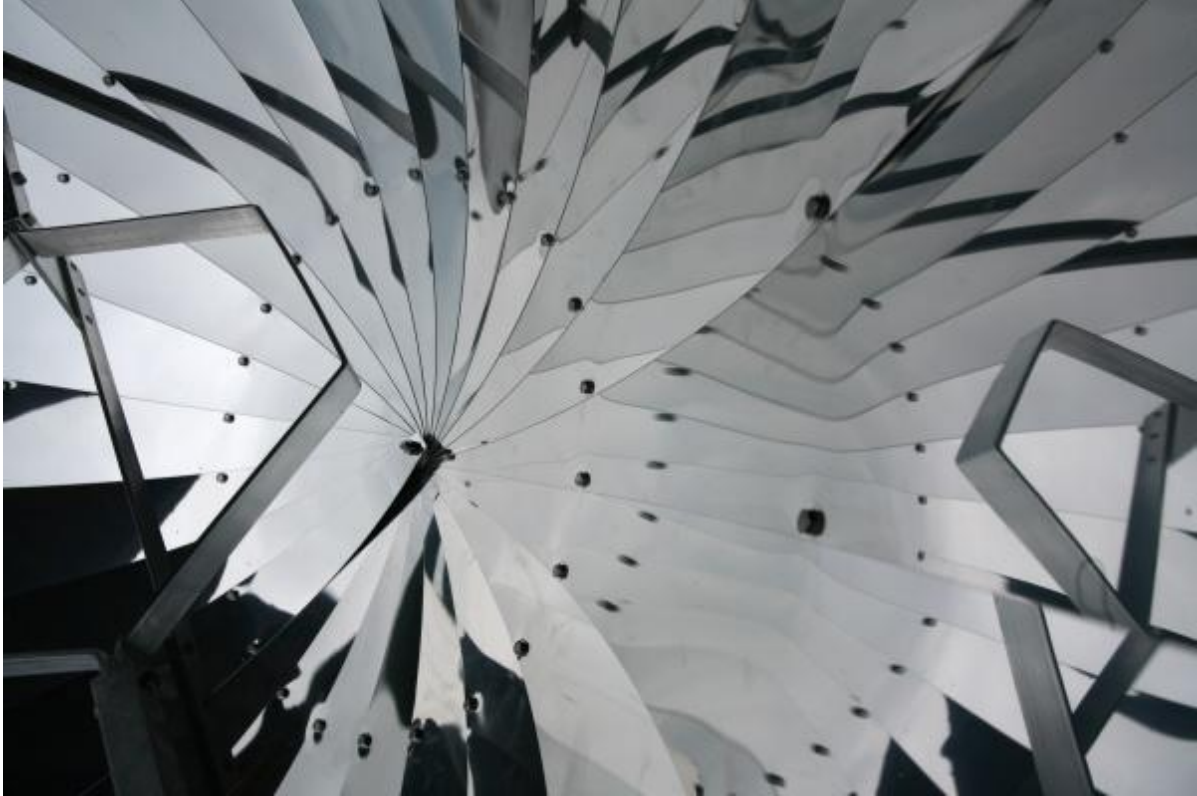
NITO



Norsk Industri



Norges
Naturvernforbund
Friends of the Earth Norway



ISBN: 978-82-7478-284-6

ISSN: 0807-0946

Bildet over: Solcellepanel. Fotograf: Jean Schweitzer (www.energypicturesonline.com)

Mer informasjon om organisasjonene bak denne rapporten:

www.naturvernforbundet.no

www.nito.no

www.norskindustri.no

(2. opplag, oktober 2010. Noen få feil er korrigert i forhold til 1. opplag. En feil på side 60 er korrigert i november 2011.)



FORORD

Norges Naturvernforbund, Norges Ingeniør- og Teknologorganisasjon – NITO – og Norsk Industri har i lengre tid, sammen med andre aktører, satt søkelyset på at energieffektiviseringsinnsatsen må økes. Som et ledd i dette har organisasjonene vært med på å arrangere Lavenergikonferansen i 2009 og 2010.

Samtidig har vi opplevd et behov for å føre debatten et skritt videre, nemlig å sette søkelyset på hva skal vi gjøre med den energien som energieffektivisering vil frigjøre. Denne rapporten skal derfor bidra til å:

- Avklare om tilgang på kraft er en begrensende faktor i arbeidet med å bytte ut fossile brensel med strøm i ulike sektorer
- Gi et bilde av miljøeffekten, og særlig klimaeffekten, av energieffektivisering i Norge
- Synliggjøre at miljøriktig bruk av kraft gir muligheter for grønn verdiskapning

Rapporten har i hovedsak et faglig fokus. Vår intensjon er å synliggjøre en utviklingsretning og stå sammen om noen hovedgrep som bør gjøres, uten at organisasjonene nødvendigvis er enige i alle forutsetningene og eksemplene som trekkes fram i rapporten. Temaene som behandles, kan videreutvikles av hver enkelt organisasjon i etterkant og gjøres mer detaljerte og med mer spesifikke konklusjoner.

Rapporten er redigert av Holger Schlaupitz (Norges Naturvernforbund). Han har sammen med Tore Brænd (frittstående konsulent) skrevet kapittel 1–8. Det siste kapitlet er i all hovedsak skrevet av NITO. Foruten de nevnte personene har arbeidsgruppa bak rapporten bestått av Tone Tønnessen, Sindre Østby Stub, Håvard Lismoen og Tony Christian Tiller (alle NITO), Svein Sundsbø (Norsk Industri) samt Audun Randen Johnson og Torhildur Fjola Kristjansdottir (begge Norges Naturvernforbund), som alle har kommet med verdifulle bidrag. John Hille har lest korrektur på teksten så vel språklig som faglig.

Vi vil i tillegg takke Jan Bråten i Statnett, Einar Wilhelmsen og Geir Taugbøl i Energi Norge samt Benedicte Fasmer Waaler i IKT-Norge for nyttige innspill og kommentarer, uten at noen av dem er ansvarlige for innholdet i rapporten.

Oslo, september 2010

INNHold

KONKLUSJONER.....	6
SAMMENDRAG.....	8
1. INNLEDNING.....	12
2. TILGJENGELIG KRAFT.....	14
2.1. Valg av basisår for beregningene.....	14
2.2. Status for kraftbalansen 1999–2008.....	15
2.3. Hovedtrekkene i Statnetts scenarier.....	15
2.4. Virkningen av økt energieffektivisering.....	16
2.5. Vår referansebane.....	18
3. REGIONAL KRAFTTILGANG.....	22
4. MILJØEFFEKTEN AV ØKT KRAFTBRUK.....	25
4.1. Viktige forutsetninger.....	25
4.2. Oppvarming: El erstatter fossile brensel.....	26
4.3. Petroleum: Kraft fra land til offshore-installasjoner.....	27
4.4. Petroleum: Kraft fra nettet forsyner landanlegg.....	28
4.5. Kraftproduksjon: Kårstø omgjøres til reservekraftverk.....	29
4.6. Veitransport: Elbiler erstatter vanlige biler.....	29
4.7. Persontransport: Mer eldre vet kollektivtransport.....	30
4.8. Godstransport: Eldrevne godstog erstatter vogntog.....	31
4.9. Flytransport: Eldrevne tog erstatter fly.....	32
4.10. Sjøtransport: Skip til kai får el fra land.....	33
4.11. Ferjer: Elmotorer erstatter forbrenningsmotorer.....	33
4.12. Industri: El erstatter fossil energi.....	34
4.13. Restaurering av utbygde vassdrag.....	35
4.14. Drøfting av totaleffekten.....	35
5. BØR STRØMMEN HELLER EKSPORTERES?.....	39
5.1. Gir økt tilbud økt forbruk?.....	39
5.2. Utslippsforpliktelsene styrer.....	39
5.3. Europeisk kraftmarked må ses i en sammenheng.....	40
5.4. Langsiktige klimaeffekter av norsk krafteksport.....	41
5.5. Erstatte norske varer produksjon med høyere CO ₂ -utslipp?.....	41
5.6. Krafteksport gjennom kabler.....	42
5.7. Vannkraft som "batteri".....	43
5.8. Konklusjoner.....	44
6. BEHOV FOR NY OVERFØRINGSKAPASITET?.....	46
6.1. Generell drøfting av ulike bruksområder.....	46
6.2. Regionvise endringer i kraftforbruket.....	48
6.3. Tap ved transport av energi.....	50
6.4. Regionvise konsekvenser for overføringsnettet.....	50

6.5.	Overføringsnettet mellom Norge og Sverige.....	52
6.6.	Overføringsnettet mellom Norge og kontinentet.....	52
6.7.	Konklusjoner.....	53
7.	VIRKEMIDLER	54
7.1.	Virkemidler for utvikling av overføringsnettet.....	54
7.2.	Virkemidler for bruk av strøm til ulike tiltak	55
7.3.	Oppsummering av noen aktuelle virkemidler.....	58
8.	FORNYBARDIREKTIVET	60
8.1.	Om fornybarbrøken	60
8.2.	Hvordan bør Norge nå fornybarmålet?	61
9.	GRØNN VERDISKAPNING.....	63
9.1.	Grønn verdiskapning	63
9.2.	Grønn verdiskapning og grønne arbeidsplasser i Norge	65
9.3.	Kompetanse – grønt arbeidsliv.....	69
9.4.	Oppsummering.....	70
	LITTERATUR.....	71

KONKLUSJONER

Rapportens hovedkonklusjoner kan sammenfattes slik:

- Energieffektiviseringsinnsatsen i Norge må økes, for å frigjøre store mengder kraft til bruk på nye formål.
- Det foreligger mange aktuelle bruksområder for den økte kraftmengden. Vi ønsker at den brukes på tre hovedområder:
 - (1) Realisering av utslippsreduksjoner i Norge
 - (2) Satsing på grønn teknologi og næringsliv som kan gi utslippsreduksjoner globalt og verdiskapning i Norge
 - (3) Økt kraftutveksling med utlandet gjennom kabler
- Vi har identifisert tiltak som kan kutte Norges klimagassutslipp med om lag 10 mill. tonn CO₂-ekvivalenter i 2020.¹ Disse tiltakene vil kreve omtrent halvparten av den økte kraftmengden. De politiske rammebetingelsene for omstilling i bygg-, petroleums-, transport- og industrisektoren vil bli svært viktig i dette arbeidet.
- Mer energieffektivisering, noe ny kraftproduksjon og de tiltakene som resulterer i utslippsreduksjoner i Norge, vil ikke svekke kraftbalansen vesentlig i noen regioner. Tvert imot: Den vil bedres i de fleste. Dette taler for at det sannsynligvis ikke er behov for store, nye kraftledninger mellom landsdelene for å realisere disse utslippsreduksjonene. Situasjonen for Finnmark må imidlertid analyseres nærmere dersom det skal tas i bruk større mengder kraft i gassprosessanlegget på Melkøya.
- Bruk av "kortreist kraft" vil redusere behovet for kraftledninger og redusere energitapet i overføringsnettene. Dette kan gjøres ved at kraftkrevende virksomhet etableres i områder med stort kraftoverskudd. Et eksempel er Nordland, der det økende kraftoverskuddet kan "eksporteres" gjennom f.eks. aluminium eller datalagringskapasitet, framfor at det bygges en kostbar kraftledning sørover med påfølgende naturinngrep. Fram mot 2030 ligger det an til en betydelig bedre kraftbalanse også i andre regioner, som kan legge grunnlag for mer kraftbasert verdiskapning også der.

¹ Reduksjonen fordeler seg på om lag 1 mill. tonn (Mt) fra forutsetningen om økt energieffektivisering i referansebanen i denne rapporten samt om lag 9 Mt fra tiltak der kraft erstatter fossil energibruk. Dette innebærer en utslippsreduksjon på 17 prosent dersom vi sammenlikner med Klimakurs referansebane, som anslår at Norges klimagassutslipp i 2020 blir på nærmere 59 Mt. Denne reduksjonen tilsvarer om lag en tredel av reduksjonen som er nødvendig dersom Norge skal kutte sine utslipp med 40 prosent innen 2020 sett i forhold til 1990-nivå. Utover tiltak som beskrives i denne rapporten, er det nødvendig med betydelige utslippsreduksjoner gjennom mer energieffektive kjøretøy og skip, tiltak som reduserer transportbehovet, biogass til tyngre kjøretøy, biobrensel (primært til produksjon av høytemperaturvarme og som reduksjonsmiddel i industrien og til produksjon av spisslastvarme generelt), fangst og lagring av CO₂ (CCS), reduksjon av øvrige prosessutslipp m.m.

- For å realisere klimagevinsten av energieffektivisering er det helt avgjørende at frigjort kraft erstatter fossil energi. For å gjennomføre dette kreves det forutsigbare og effektive virkemidler og rammebetingelser som gjør det mulig å utnytte potensialet i alle sektorer av offentlig og privat virksomhet og i husholdningene.
- EUs fornybardirektiv skal gjelde for Norge. Gjennom grepene som skisseres i denne rapporten, der energieffektivisering og bruk av frigjort kraft til utfasing av fossil energibruk står sentralt, vil Norge kunne øke fornybarandelen betydelig. Dette tilsier at Norge bør forplikte seg til en høy fornybarandel i forhandlingene med EU.
- Norge må ha ambisjon om å være i en ledende posisjon i "den grønne industrirevolusjonen". Dette betyr at norsk næringsliv og offentlig virksomhet må satse på å utnytte både klima- og verdiskapningspotensialet som ligger i energieffektivisering, til å skape et grønt næringsliv med grønne arbeidsplasser. I dette ligger et enormt markedspotensial for kompetanse og teknologi som vil oppleve stor etterspørsel internasjonalt. En slik ambisjon vil kreve en tydelig politisk kurs fra Stortinget og framtidige regjeringer med satsing på forskning, innovasjon og rammebetingelser for et grønt næringsliv og grønn verdiskapning.



SAMMENDRAG

REDUSERT BRUK AV FOSSIL ENERGI NØDVENDIG

Målet om å hindre en temperaturstigning på mer enn 2 °C i forhold til førindustriell tid krever at Norge reduserer sin bruk av fossil energi. FNs klimapanel har anslått at det er nødvendig med utslippsreduksjoner i den rike del av verden på 25–40 prosent innen 2020 og 80–95 prosent innen 2050, sett i forhold til 1990-nivå, dersom vi skal unngå temperaturstigninger på mer enn i overkant av 2 °C.

MYE KRAFT BLIR GJORT TILGJENGELIG

I kapittel 2 i denne rapporten estimerer vi endringene i kraftproduksjon og kraftforbruk i Norge fra 2008 og fram til 2020 og 2030. Dette gir oss et bilde av hvor mye kraft som kan være tilgjengelig for nye, utslippsreducerende tiltak. Estimater forutsetter noe økt kraftbehov i industrien, men at energi-effektiviseringsinnsatsen i både industri, husholdninger og tjenesteytende næringer økes vesentlig. Videre forsøker vi å estimere endringene i kraftproduksjonen som vi antar vil komme, uten at vi nødvendigvis mener at dette er riktig nivå eller har riktig sammensetting.

Ifølge estimatet vil krafttilgangen øke med 29 TWh i 2020 og 49 TWh i 2030, i forhold til 2008. I 2020 blir mer enn halvparten av denne kraftmengden gjort tilgjengelig gjennom en mer effektiv energiutnyttelse i industri og bygg. Resten kommer fra ny kraftproduksjon og økt tilsig til eksisterende vannkraft. I 2030 står energieffektivisering for mer enn to tredeler av den nye kraftmengden som blir gjort tilgjengelig.

Krafttilgangen bedres i alle regioner, bortsett fra for Finnmark, der den vil holde seg på omtrent dagens nivå i 2020. Kraftsituasjonen i Midt-Norge blir betydelig bedre enn i dag. Den betydelige mengden kraft som gjøres tilgjengelig for nye bruksområder, skaper med andre ord nye muligheter for utfasing av fossil energi i så godt som hele landet.

STORE UTSLIPPSREDUKSJONER MULIG

Det kan oppnås store utslippsreduksjoner ved å bytte ut fossil energi med elektrisitet. Tiltakene vi skisserer i denne rapporten, er ment som en illustrasjon på en ambisiøs politikk. De vil i sum kutte klimagassutslippene med 13 Mt CO₂-ekvivalenter i 2020. Deler av dette potensialet innebærer at kraft brukes for å erstatte fossile brensel til produksjon av høytemperaturvarme.

Kraft egner seg svært godt til å drive motorer samt produsere lavtemperaturvarme gjennom varmepumper, mens biobrensel egner seg godt til å produsere høytemperaturvarme i industrien. Det tilsier at vi generelt ikke anbefaler å bruke kraft til å produsere høytemperaturvarme. Da står vi igjen med et potensial for å redusere klimagassutslippene med 9 Mt i 2020. Det vil kreve at fossil energi erstattes med 14 TWh kraft. Potensialet øker til 10 Mt i 2030, som vil kreve 17 TWh kraft.

I 2020 vil utskifting av fossil energi til oppvarming av bygg med varmepumper kunne bidra til en utslippsreduksjon på 1,5 Mt CO₂-ekvivalenter, mens aktuelle tiltak som erstatter gassturbiner med kraft i petroleumssektoren, vil bidra med 4,6 Mt. Redusert aktivitetsnivå i denne sektoren gjør at reduksjonspotensialet reduseres fram til 2030. Tiltak i transportsektoren kan kutte 1,6 Mt. Her øker potensialet etter hvert som flere vanlige biler erstattes med elbiler og banetilbudet gjøres mer attraktivt. I industrien har vi estimert en mulighet til å bruke varmepumper som erstatning for fossil energi, som gir utslippsreduksjoner på 0,9 Mt i 2020.

Utslippsreduksjonen per energienhet varierer mye. Erstatning av flyreiser med togreiser skårer desidert høyest etter det kriteriet, etterfulgt av varmepumper som erstatning for fossile brensel. Deretter følger flere transporttiltak samt bruk av kraft fra land til å erstatte kraftproduksjon i gassturbiner på offshore-installasjoner, som også skårer relativt høyt. Tabell 4-1 på side 37 oppsummerer de skisserte tiltakenes effekter på utslipp av klimagasser og kraftbehov samt utslippsreduksjon per energienhet.

Ytterligere kutt i klimagassutslipp er mulig, om enn med lavere utslippsreduksjon per energienhet. Det vil være fornuftig dersom det ikke fins gode muligheter for eksport av kraft eller kraftintensive produkter.

Vår forutsetning om økt energieffektivisering frigjør ikke bare strøm, men bidrar også direkte til utslippsreduksjoner på om lag 1 Mt gjennom å redusere behovet for fossil energi. Dette kommer i tillegg til de nevnte effektene av å bytte ut fossil energi med kraft.

VANSKELIG Å BEREGNE MILJØEFFEKTEN AV EKSPORT

Det er ikke opplagt at norsk kraft bør brukes til å dekke behov i Norge. Den kan også eksporteres, enten gjennom kabler eller i form av energiintensive varer/tjenester, f.eks. primæraluminium eller datalagringskapasitet, slik at vi oppnår større utslippsreduksjoner i andre land enn det vi ville oppnådd i Norge.

Klimaeffekten av norsk krafteksport er et komplisert tema med mange usikkerhetsmomenter. Siden det er vanskelig å estimere miljøeffekten av krafteksport gjennom kabler og produkter, kan det framstå som sikrere å bruke strømmen til tiltak som reduserer Norges klimagassutslipp. Med de store mengdene kraft som kan bli gjort tilgjengelig, vil Norge i tillegg kunne øke eksporten gjennom kabler og produkter.

Kraftutveksling mellom Norge og sørlige naboland kan bidra positivt også på andre måter enn bare eksport av energi. Regulerbar vannkraft kan brukes som "batteri" til å utjevne avvik mellom kraftproduksjon og kraftforbruk, noe som kan gjøre det lettere for andre land å satse mer på f.eks. vindkraft. De regulerbare vannkraftressursene kan via kabler forsyne naboland med strøm f.eks. når det blåser lite. I perioder med mye vindkraftproduksjon vil kablene forsyne Norge med kraft. Slik såkalt effektkjøring av vannkraftverk fører til raskere svingninger i vanninntak og vannutslipp og kan være en trussel mot vassdragsnaturen. Dette kan dempes ved at effektkjøring helst drives i kraftverk der utløpet går rett ut i en fjord eller innsjø.

NEPPE BEHOV FOR STORE, NYE OVERFØRINGSLEDNINGER

Det er et grunnleggende mål at kraftforsyningsikkerheten er tilfredsstillende i hele landet. Samtidig bør behovet for nye kraftledninger reduseres fordi slike fører til naturinngrep som kan være en alvorlig trussel mot naturmangfoldet. Ledninger er også kostbare. Pengene kan brukes på andre tiltak, f.eks. energieffektivisering.

Når vi geografisk fordeler den framtidige tilgangen på og forbruket av kraft, inkludert behovet for ny kraft til våre skisserte tiltak som reduserer Norges klimagassutslipp, ser vi av tabell 6-1 og tabell 6-2 på side 49 at kraftbalansen ikke svekkes vesentlig i noen regioner. Derimot blir det flere regioner som får en bedre kraftbalanse. I 2030 gjelder dette alle regionene unntatt Finnmark. Dette taler for at dagens overføringsnett mellom landsdelene trolig vil takle endringene. Det er imidlertid usikkert om overføringsnettet har kapasitet nok til å tilføre gassprosessanlegget på Melkøya de mengdene kraft vi skisserer.

Siden kraftoverskuddet i Nordland ventes å bli stort, finner vi det nærliggende at det legges til rette for ny kraftkrevende virksomhet her, framfor at det må bygges en kostbar kraftledning sørover med påfølgende naturinngrep. I 2030 ligger det an til en betydelig bedre kraftbalanse også i andre regioner, som kan legge grunnlag for mer kraftkrevende virksomhet der.

Vi har estimert at frakt av primæraluminium med skip fra Nordland til kontinentet vil gi et langt lavere energitap, kanskje ned i en tidel av hva som hadde vært tilfelle om kraft fra Nordland skulle vært eksport gjennom ledninger.

I 2020 og særlig 2030 ligger det an til at mer kraft blir tilgjengelig også for eksport gjennom kabler. Dette, sammen med ønskene om å utnytte deler av norsk regulerbar vannkraft som "batteri" for annen kraftproduksjon i våre sørlige naboland, krever flere kabler mellom Norge og kontinentet. I 2030 vil det være naturlig med mer eksport fra både Øst-Norge, Sør-Norge og Vest-Norge mot kontinentet og eventuelt Storbritannia.

FORUTSIGBARE VIRKEMIDLER NØDVENDIG

Å fase ut fossil energibruk til fordel for kraft forutsetter to ting: Utbygging av kraftnett og endring i rammebetingelsene for fossile versus klimavennlige energiløsninger. I rapporten drøfter vi noen aktuelle virkemidler.

Når det gjelder kraftnettet, står prisdifferensiering sentralt. Norge bør fortsatt være delt inn i mer enn ett markedsområde for strøm, slik at det gis insentiver til å bruke mer av strømmen der det er kraftoverskudd. Også nettariffen bør fortsatt være differensiert, for å speile kostnaden som tap i overføringsnettet representerer.

Når det gjelder rammebetingelsene, står prisen på bruk av fossil olje og gass og CO₂-utslipp sentralt. Prisøkninger på bruk av fossil energi og CO₂-utslipp er nødvendig og må være forutsigbart, slik at næringsliv og husholdninger kan tilpasse seg. Midler fra økte avgifter bør brukes til å støtte energi-effektivisering og energiomlegging. Også forbud og krav ved konsesjonstildeling er viktige virkemidler. På sikt bør det innføres forbud mot oppvarming av bygg med olje og gass. Og for installasjoner på sokkelen bør det stilles strengere krav om bruk av kraft fra land.

Ytterligere differensiering av engangsavgiften på personbiler er også et viktig virkemiddel, for å stimulere til kjøp av elbiler og ladbare hybridbiler. Det er også viktig at staten investerer betydelig mer i skinnegående transportsystemer for både person- og godstransport, slik at det blir mulig og attraktivt å flytte transport over på bane.

Det er også viktig at industrien sikres ordninger som hindrer at virksomheter flytter ut fra Norge til andre land som har lavere utslippskrav (såkalt karbonlekkasje). Dette bør kombineres med avtaler som sørger for energieffektiviseringstiltak i industrien. Da kan overskuddskraft brukes til produksjon av varer eller tjenester som ellers ville ha blitt produsert på en mer forurensende måte.

Der er verd å understreke at vi i rapporten har identifisert ambisiøse tiltak for utfasing av fossil energibruk og mer bruk av kraft. Dersom myndighetene ikke lykkes i å fase ut den fossile energien, vil kraftoverskuddet kunne bli enda større. Da vil vi i så fall misbruke en verdifull mulighet til å oppnå store utslippsreduksjoner.

ENERGIOMLEGGING SLÅR UT PÅ NORGES FORNYBARANDEL

Fornybardirektiv, som tar sikte på å øke EUs bruk av fornybar energi til 20 prosent innen 2020, skal gjelde også for Norge. Fornybarandelen, i henhold til EUs beregningsmåte, var på 62 prosent i 2008. Dersom våre estimerte forutsetninger om bl.a. energieffektivisering og ny kraftproduksjon blir en realitet, og våre skisserte tiltak for utslippsreduksjoner innenlands gjennomføres, vil Norge oppnå en fornybarandel på 78 prosent. Dette tilsier at Norge bør forplikte seg til en høy fornybarandel, og at norske myndigheter må sørge for fortgang i implementeringen av direktivet.

GRØNN VERDISKAPNING – EN MULIGHET FOR NORGE

Energieffektivisering er avgjørende for å spare energi og redusere klimagassutslipp. Samtidig er svært mange energieffektiviseringsprosjekter lønnsomme og vil gi virksomheter fortrinn i den kommende grønne økonomien dersom de realiseres. Fornybar energi gir store vekstmuligheter for norske bedrifter, og flere norske selskap er allerede i verdenstoppen i denne sektoren.

De økte kraftmengdene som gjøres tilgjengelig, vil kunne brukes i mer tradisjonell energikrevende industri som aluminiumsproduksjon eller produksjon av silisium til solceller. Det åpner seg også et marked for bruk av kraft til drifting av datasentre for kunder i andre deler av Europa, der strømmen "eksporteres" i form av serverkapasitet.

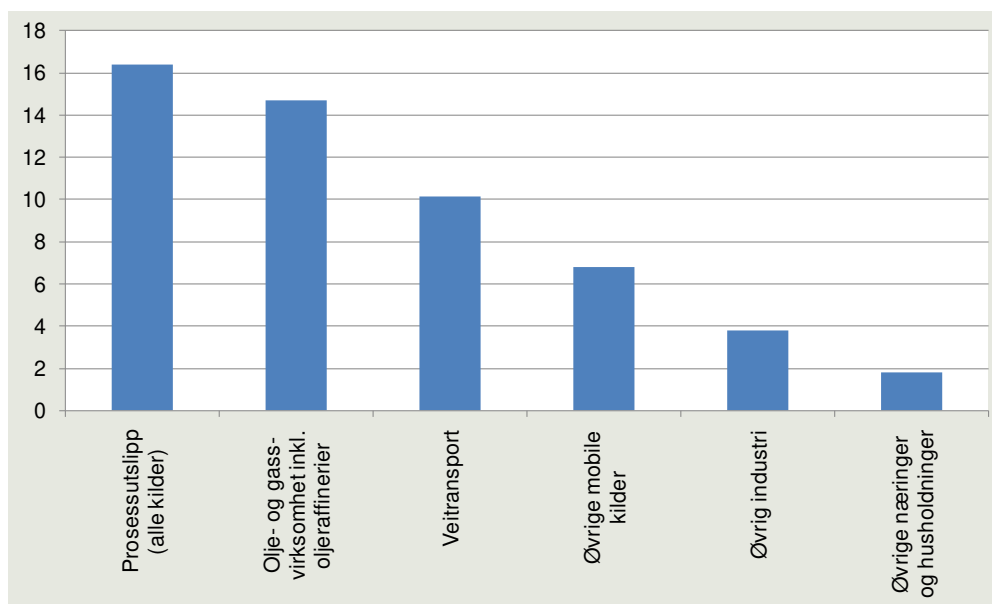
Dårlige rammebetingelser samt mangel på kompetansemiljøer og investeringskapital gjør imidlertid at lovende norske, teknologiløsninger kan forsvinne til utlandet. Dersom vi i Norge ikke er i stand til å skape god nok betingelser for å utløse potensialet for lovende teknologi på forsknings- og utviklingsstadiet, risikerer vi at videreutvikling og eventuelt industrialisering, med all verdiskapning det medfører, forsvinner til andre land.

1. KAPITTEL

INNLEDNING

Både Norge og EU har som mål at den globale gjennomsnittstemperaturen ikke må stige med mer enn 2 °C i forhold til førindustriell tid. Dette målet fikk også støtte av de aller fleste land under klimatoppmøtet i København i 2009 (COP 15). FNs klimapanel har anslått at det er nødvendig med utslippsreduksjoner i den rike del av verden på 25–40 prosent innen 2020 og 80–95 prosent innen 2050, sett i forhold til 1990-nivå, dersom vi skal unngå temperaturstigninger på mer enn 2 °C (Gupta mfl. 2007, s. 776). Til tross for utslippsreduksjoner i denne størrelsesordenen vil sannsynligheten for å overstige 2-gradersmålet kunne være høy (Stern 2006, s. 195), noe som peker mot at utslippsreduksjoner på 40 prosent eller mer i verdens rike land i perioden 1990–2020 vil være mest i tråd med 2-gradersmålet. Det er hersker derfor ingen tvil om at Norge, som et rikt land med mye fagkompetanse og stor fornybar energiproduksjon, har et stort ansvar for å gjennomføre egne samt å bidra til større globale utslippsreduksjoner.

Som figur 1-1 viser, var Norges klimagassutslipp i 2008 på nesten 54 mill. tonn (Mt) CO₂-ekvivalenter. Av dette kom 37 Mt fra forbrenning av om lag 150 TWh fossil energi², som er langt mer enn Norges totale vannkraftproduksjon. Mesteparten av Norges klimagassutslipp kommer med andre ord fra bruk av energi og påvirkes dermed av energibrukens størrelse og sammensetting. Øvrige klimagassutslipp, på vel 16 Mt, kom fra såkalte prosessutslipp i ulike sektorer. Klimakur (2010a, s. 63)⁵ forventer at Norges klimagassutslipp vil stige til 59 Mt i 2020 dersom ingen nye tiltak iverksettes.



Figur 1-1: Klimagassutslipp i Norge i 2008 (Mt CO₂-ekv.). Prosessutslipp (ikke kildefordelt) samt utslipp fra forbrenning (kildefordelt)³

² SSBs statistikk *Energibruk i Norge 1998-2008 utenom råstoffbruk og utenriks sjøfart, fordelt på fornybar og ikke-fornybar energi*, friggitt 1. desember 2009 og korrigert 19. mai 2010, viser et fossilt energiforbruk i Norge på 148 TWh i 2008: <http://www.ssb.no/emner/01/03/10/energiregn/arkiv/tab-2009-12-01-15.html>. I tillegg kommer energi som gikk med til faking av gass i petroleumssektoren, som er inkludert i utslippsregnskapet.

³ Tabellen er basert på data fra SSBs statistikkbank: *Emne 1: Naturressurser og miljø. Tabell 03964:Utslipp til luft, etter kilde og vare*: <http://statbank.ssb.no/statistikkbanken/>

Det internasjonale energibyrået (IEA) viser at energieffektivisering vil måtte stå for 65 og 57 prosent av de energirelaterte utslippsreduksjonene globalt som er nødvendig fram mot hhv. 2020 og 2030 (World Energy Outlook 2009, s. 211).⁴ For mange i Norge kan dette virke litt fjernt fordi vi er vant til at strømmen kommer fra vannkraft. Vi vil i denne rapporten vise at energieffektivisering vil bidra til betydelige utslippsreduksjoner fordi frigjort kraft kan brukes til å erstatte fossil energi.

Mye tyder på at det kan bli et solid kraftoverskudd i Norge og Norden. Det illustreres av Statnetts nettutviklingsplan (Statnett 2009) og understøttes av en fersk rapport fra Institutt for energiteknikk (IFE), som peker på at varmere klima gir mindre oppvarmingsbehov, samtidig som kraftproduksjonen øker som følge av mer nedbør (Seljom mfl. 2010).

Nye tiltak for økt energieffektivisering vil øke mengden tilgjengelig kraft ytterligere. Dette snur opp ned på en langvarig debatt om kraftsituasjonen, som lenge har gitt inntrykk av at Norge om noen år vil mangle kraft.

Nå trenger vi en grundig diskusjon om hvordan vi skal bruke den økte kraftmengden for å oppnå størst mulig positiv effekt for miljøet og grønn verdiskapning. Organisasjonene bak denne rapporten har, med hvert sitt ståsted i debatten, gått sammen om å utrede og drøfte dette temaet. Vi trenger denne diskusjonen nå fordi omstilling tar tid og klimatrusslene er en hastesak. Gjennom å vise at kraft kan erstatte fossil energi, øker sjansene for at energieffektiviseringstiltak og ny fornybar kraftproduksjon faktisk blir gjennomført.

Siden det aller meste av Norges kraftproduksjon kommer, og sannsynligvis fortsatt vil komme, fra vannkraft, er det naturlig at lokale miljøkonsekvenser inngår i debatten. Likevel er det virkningene på det globale klimaet som har hovedfokus. Da står utfasing av fossil energibruk sentralt.

Hvordan skal vi greie å bruke mer kraft til å erstatte bruken av fossil energi? Vil vi ha nok kraft, og vil overføringsnettet takle at frigjort kraft brukes på nye bruksområder? Disse og flere spørsmål forsøker vi å besvare i denne rapporten. Dette gjør vi gjennom flere steg:

- Først, i kapittel 2 og 3, drøfter vi hvor mye mer kraft vi vil kunne bruke til å erstatte fossil energi i 2020 og 2030. Som ledd i en miljøvennlig politikk forutsetter vi en ambisiøs innsats for energieffektivisering.
- Så går vi gjennom alternative bruksområder for strømmen og forsøker å beskrive miljøeffektene av disse.
- I kapittel 5 går vi litt lenger og drøfter miljøeffekten av å bruke kraft hjemme sett i forhold til å eksportere den.
- Deretter ser vi på mulige konsekvenser for kraftoverføringsnettet av å bruke strøm for å erstatte fossil energi, og vi viser konsekvensene for kraftbalansen regionalt.
- I kapittel 7 drøfter vi aktuelle virkemidler som trengs for å erstatte fossil energi med kraft.
- Siden virkningen på Norges fornybarandel er av interesse, ser vi på dette i kapittel 8.
- I det siste kapitlet går vi nærmere inn på grønn verdiskapning og hvordan denne kan stimuleres bl.a. gjennom å bruke kraft til erstatning for fossil energi.

Rapporten omhandler i hovedsak temaer som er direkte relatert til bruk av elektrisitet. Det gjør at f.eks. bioenergi og energieffektivisering innen termisk energibruk i liten grad er berørt.

⁴ Se også lysbilde 19 i IEAs presentasjon av World Energy Outlook, november 2009: http://www.iea.org/speech/2009/Tanaka/WEO2009_Press_Conference.pdf

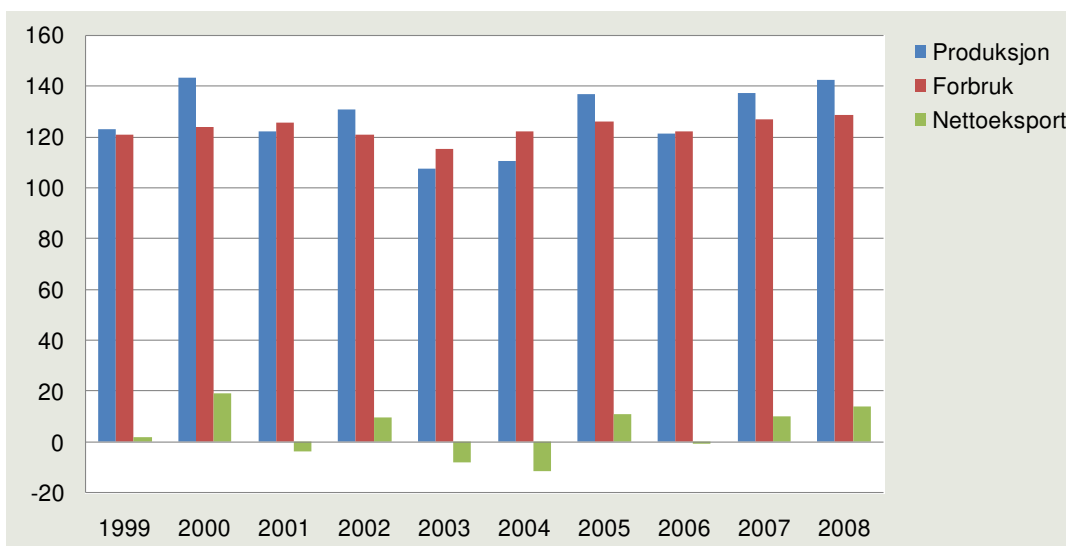
2. KAPITTEL

TILGJENGELIG KRAFT

For å få et bilde av sannsynlig krafttilgang framover må vi vite noe om hvordan kraftproduksjonen og kraftforbruket vil utvikle seg i Norge. Med støtte i ulike kilder og antakelser etablerer vi i dette kapitlet det som ofte kalles en referansebane, dvs. en beskrivelse av sannsynlig utvikling gitt dagens politikk. I vår referansebanen, som bringer tall for 2020 og 2030, legger vi dessuten inn en stor innsats energieffektivisering.

2.1. VALG AV BASISÅR FOR BEREKNINGENE

Vi velger 2008 som basisår av to grunner. For det første bruker Statnett dette året som basisår i sin nettutviklingsplan (Statnett 2009). I tillegg er dette det ferskeste året som SSB har publisert kommunefordelt energistatistikk for. Statnett bruker for øvrig 2025, og dels 2015, som beregningsår i sin nettutviklingsplan. Vi bruker som nevnt 2020 og 2030 i denne rapporten. Klimakur-utredningen⁵ bruker også 2020 som beregningsår og tar også med 2030 for å vise langsiktige effekter. 2030 egners seg for å vise effekten av ny teknologi og løsninger som det vil ta lengre tid å innfase.



Figur 2-1: Kraftbalansen 1999–2008 (TWh)⁶

⁵ Klimakur 2020 var de offentlige fagetatenes arbeid med å kartlegge tiltak og virkemidler for å redusere Norges klimagassutslipp for å oppfylle Norges klimamål. Se: www.klimakur.no

⁶ SSBs statistikk: *Tilgang og forbruk av elektrisitet 1998–2009*. Frigitt 23. april 2010.

2.2. STATUS FOR KRAFTBALANSEN 1999–2008

Av figur 2-1 ser vi at kraftproduksjonen i Norge i 2008 var på 143 TWh, mens forbruket lå på 129 TWh. I siste tiårsperiode har overskuddet vært på gjennomsnittlig 4,2 TWh årlig, men både produksjon, forbruk, import og eksport har svingt kraftig. I vannkraftsystemet er en variasjon på pluss/minus 15 prosent i årlig produksjon vanlig. Dersom vi utjevner disse variasjonene, finner vi at det reelt sett vært overskudd i kraftbalansen også mye lenger bakover i tid.

2.3. HOVEDTREKKENE I STATNETTS SCENARIER

Statnett har satt opp tre uavhengige scenarier for perioden fram til 2025. Disse beskriver hver for seg mulige utviklingsbaner, hvor forutsetningene i hvert enkelt scenario er innbyrdes konsistente.

Scenariene belyser hvordan usikre drivkrefter virker sammen og leder utviklingen i forskjellige retninger, med ulike utfordringer for sentralnettet. Scenarienes fremtidsbilder gir dessuten tallgrunnlag til Statnetts modeller som benyttes ved våre analyser. De viktigste drivkreftene i scenariene er i noen grad "forstørret" for å få frem forskjellene i påvirkningene på kraftsystemet og tilhørende nettmessige utviklingsbehov.

(Statnett 2009, s. 16)

Statnetts behov for å se framover er åpenbar. Det er kostbart og tidkrevende å bygge nye kraftledninger. Derfor er det viktig å forutse framtidige forsyningsbehov og å bygge ut tilstrekkelig kapasitet før de blir akutte. Statnett har ikke kontroll over drivkreftene som påvirker tilbud og etterspørsel av kraft og dermed behovet for overføringskapasitet. Scenariene gjør det mulig å ta mer robuste beslutninger om utvikling av sentralnettet.

Vi er mest interessert i hvilke følger drivkreftene får for produksjon og forbruk. For lettere å kunne sammenlikne de ulike scenariene er noen hovedtall gjengitt i tabell 2-1.

	Scenario Stillstand	Scenario Vindkraft og forbruksvekst	Scenario Eksport og utveksling
Vannkraft (inkl. økt tilsig)	2	12	18
Varmekraft	0	0	0
Vindkraft inkl. offshore	3	19	6
Bioenergi etc.	1	0	2
<i>Kraftproduksjon normalår</i>	<i>128</i>		
Mildere klima	-3	-3	-3
Kraftintensiv industri	3	5	5
Treforedling	-2	-5	0
Petroleumssektor	0	12	7
Kjelkraftforbruk	1	0	1
Alminnelig forsyning	6	11	-2
Samferdsel	1	2	3
<i>Kraftforbruk i 2008</i>	<i>129</i>		
<i>Balanse (normalår)</i>	<i>-1</i>	<i>7</i>	<i>13</i>

Tabell 2-1: Kraftproduksjon og -forbruk i Norge i 2025 etter Statnetts scenarier. Endringer fra 2008 i TWh

Det viktigste ved tabellen er at to av tre scenarier viser et solid overskudd i kraftbalansen. Det tredje, stillstandsscenarioet, viser en liten netto underbalanse som det normalt ikke er noe problem å dekke inn gjennom import.

Vannkraftproduksjonen i balansen er uttrykk for et normalår. Det vil fortsatt være eksport i år med mye nedbør, også i stillstandsscenarioet. Omvendt vil det kunne bli import i år med mindre nedbør enn gjennomsnittet, også i de andre scenariene. Antall år med behov for netto import vil derimot minske jo høyere overskuddet i normalår blir.

For hele Norden viser Statnett til at ulike prognoser tyder på at det går mot et stort kraftoverskudd de neste tiår (Statnett 2009, s. 10).

2.4. VIRKNINGEN AV ØKT ENERGIEFFEKTIVISERING

Både ny kraftproduksjon og nye kraftlinjer vil nesten alltid føre med seg nye naturinngrep. Hensynet til naturmangfold og naturverdier tilsier at en generelt bør prioritere energieffektivisering.

Flere rapporter har pekt på tekniske og økonomiske potensialer for effektivisering av den stasjonære energibruken. De kanskje viktigste er rapportene *Energieffektivisering* fra Lavenergiutvalget (2009), *Energieffektivisering i bygninger – mye miljø for pengene* (Dokka mfl. 2009) og *Potensial for energieffektivisering i norsk landbasert industri* fra Enova og Norsk industri (2009). I det følgende refererer vi noen viktige tall for energieffektiviseringspotensial for hhv. industrien og byggsektoren fra disse rapportene. Det bør påpekes at Lavenergiutvalget ikke har gjort egne anslag for energieffektiviseringspotensialer, men henviser til tidligere studier. Når vi henviser til potensialer, er det effektene per år som oppgis.

INDUSTRI OG PRIMÆRNÆRINGER

Lavenergiutvalget (2009, s. 22–27) refererer til en undersøkelse fra 2002 som viser et teknisk energieffektiviseringspotensial i prosessindustrien (inkludert treforedling) på om lag 5,3 TWh. Av dette er om lag 2,5 TWh bedriftsøkonomisk lønnsomt. Andre studier viser at det tekniske potensialet i næringsmiddelindustrien er på 1,3 TWh og i landbruket (inkludert veksthus) på nærmere 0,3 TWh. Lavenergiutvalget viser videre til flere studier som omhandler effektivisering av elektrisk utstyr i industrien. Disse indikerer et energieffektiviseringspotensial på nærmere 6,2 TWh, men vi ser ikke bort fra at noe av dette er inkludert i de tidligere nevnte potensialene. Det er uansett viktig å være klar over at de sektorvise potensialene gjelder all energi og ikke bare elektrisitet.

I tillegg refererer Lavenergiutvalget til undersøkelser av potensialet for gjenvinning av spillvarme. Det totale tekniske potensialet er anslått til opp imot 16 TWh for kraftkrevende industri og på inntil 3,2 TWh for øvrig industri. I den grad spillvarmen kan brukes til å generere strøm eller erstatte strøm, vil dette også kunne påvirke kraftbalansen.

Lavenergiutvalget anbefaler at det settes et politisk mål om minimum 20 prosent reduksjon i energiforbruk per produsert enhet i industrien og i primærnæringene innen 2020, utover generell teknologitviking (Lavenergiutvalget 2009, s. 6).

Enova og Norsk Industri (2009) tar i sin rapport for seg totalt 120 enkelttiltak som de deler opp fem hovedkategorier. Potensialet i de ulike kategoriene er gjengitt i tabell 2-2. Det lønnsomme potensialet, og som ikke forutsetter ekstern utnyttelse av varme, er oppgitt til 12 TWh årlig.

Tabellen viser at det tekniske potensialet for energieffektivisering i landbasert industri er på hele 27 TWh. Rapporten oppgir at 80 prosent av dette potensialet gjelder elektrisitet.⁷ Den omtaler ikke

⁷ 27 TWh av antatt forbruk i 2020 uten forbedringer gir et energieffektiviseringspotensial på 34 prosent. Dersom vi skiller ut elektrisitetsforbruket og antar at andelen elektrisitet utgjør 60 prosent av antatt energiforbruk i industrien i 2020, vil energieffektiviseringspotensialet for elektrisitet bli på 45 prosent. Dersom vi bare regner på det lønnsomme potensialet (12 TWh) og legger skjønnsmessig til 2 TWh i form av utnyttelse av spillvarme, og regner de samme andelene for elektrisitet, finner vi et energieffektiviseringspotensial for elektrisitet på 29 prosent.

næringsmiddelindustrien, men viser til den tidligere nevnte studie som har identifisert et potensial der på 1,3 TWh. Det er verd å være klar over 10 TWh av potensialet for utnyttelse av spillvarme forutsetter ekstern infrastruktur og etterspørsel for å kunne utnyttes (Enova og Norsk Industri 2009, s. 4–7). Det gjør det usikkert om en større del av spillvarmepotensialet blir realisert.

Intern og ekstern utnyttelse av spillvarme	13,3
Elektrisitetsproduksjon og kraftvarmeanlegg	1,8
Effektivisering av støttesystemer	4,3
Forbedret drift og kontroll	2,5
Effektivisering av industrispesifikke kjerneprosesser	4,9
Sum	26,9

Tabell 2-2: Teknisk potensial for energieffektivisering i norsk landbasert industri i 2020 (TWh/år)⁸

HUSHOLDNINGENE OG TJENESTEYTENDE NÆRINGER

Her er det ulike drivkrefter som trekker i ulike retninger. Befolkningsvekst og økonomisk vekst trekker i retning av økt forbruk, mens varmere klima og energieffektivisering trekker i motsatt retning.

For byggsektoren refererer Lavenergiutvalget (2009, s. 27–30) til eksisterende utredninger som har identifisert et energisparepotensial i størrelsesorden 8–12 TWh. Disse er i mindre grad underbygd med en analyse av nybyggingsrate, rehabiliteringsrate og rivingsrate. Potensialet synes mest relatert til effektiviseringstiltak i den eksisterende bygningsmassen som ikke hovedrehabiliteres. Utvalget derfor gjort en egen analyse som tar hensyn til nybyggingsrate og hovedrehabilitering. Analysen er koordinert med en tilsvarende analyse i prosjektet Klimakur 2020, men de to utredningene gjør ulike valg og antakelser for potensialberegningene og framskriving av energibruken.

	2020	2030	2040
Boliger	4,5	13,6	23,0
Yrkesbygg	6,5	15,8	26,2
Sum	11,0	28,8	49,2

Tabell 2-3: Absolutt energieffektiviseringspotensial i 2020, 2030 og 2040, i forhold til energibruk i 2007 (TWh/år) (Lavenergiutvalget 2009, s. 30)

Ifølge SSBs energistatistikk sto elektrisitet for 78 og 81 prosent av totalt sluttenergiforbruk i hhv. private husholdninger og privat og offentlig tjenesteyting inkludert forsvar i 2008.⁹ Lavenergiutvalgets energieffektiviseringspotensial for byggsektoren gjelder reduksjoner i forhold til framskrivinger som tar høyde for at forbruket øker som følge av befolkningsvekst og økt velstand.

Lavenergiutvalget anbefaler at Norge setter seg som mål å redusere energibruken i byggsektoren med 10 TWh i 2020, 25 TWh i 2030 og 40 TWh i 2040, fra dagens 80 TWh (Lavenergiutvalget 2009, s. 6). Kommunal- og regionalminister Liv Signe Navarsete har også uttalt at det er et mål å halvere energibruken i bygg innen 2040.¹⁰

⁸ Basert på Enova og Norsk Industri (2009, s. 4–5). Dersom vi trekker fra for naturlig teknologiutvikling som antas å skje "uansett", reduseres potensialet til 21 TWh. Dette potensialet utgjør 29 prosent av energiforbruket i referansebanen for 2020, ifølge e-post fra Marit Sandbakk i Enova, datert 29. juni 2010.

⁹ SSBs statistikk: *Energibalanse for Norge. 2008*. Frigitt 1. desember 2009, korrigert 19. mai 2010: <http://www.ssb.no/emner/01/03/10/energiregn/arkiv/tab-2009-12-01-03.html>

¹⁰ Pressemelding fra Kommunal- og regionaldepartementet 14. mai 2010: Nye og meir miljøvennlige krav til energiforsyning i bygg: <http://www.regjeringen.no/nr/dep/krd/pressesenter/pressemeldinger/2010/Nye-og-meir-miljovennlige-krav-til-energiforsyning-i-bygg-.html?id=604895>

Dokka mfl. (2009, s. 11) går litt lenger enn Lavenergiutvalget og peker på at strengere energikrav og forbildeprosjekter vil bidra til at energiforbruket i byggsektoren kan reduseres med 12,2 TWh i 2020 i forhold til dagens nivå. Arbeidsgruppa som har gitt innspill til handlingsplan for energieffektive bygg, nedsatt av Kommunal- og regionaldepartementet, har beskrevet virkemidler som etter egne beregninger vil gi reduksjoner på 10,9 TWh i 2020, 29,4 TWh i 2030 og 51,8 TWh i 2040 i forhold til dagens totale energiforbruk i byggsektoren, men peker samtidig på stor usikkerhet (SBE 2010, s. 69).

2.5. VÅR REFERANSEBANE

Hensikten med å etablere en referansebane for kraftforbruket er å få et bilde av hvor mye kraft som kan brukes på nye, utslippsreducerende tiltak, inkludert eksport og/eller mer industriproduksjon i Norge. Vi kan derfor ikke kopiere noen av Statnetts scenarier direkte, i og med at vi da vil ende opp med mye "dobbelttelling". Vi må først skille ut de forbruksendringene i Statnetts scenarier som vi betrakter som mulige nye forbruksområder. For å gjøre dette har vi fått bakgrunnsdata fra Statnett som sier mer om forutsetningene for deres scenarier. Vi har etablert vår referansebane med støtte i data fra Statnetts scenarier, kombinert med egne vurderinger, i hovedsak om energieffektivisering. Vi understreker at vår analyse ikke har som hensikt å få fram detaljer om forbruk og produksjon, men å vise det store bildet.

Organisasjonene bak denne rapporten ønsker, i likhet med store deler av det politiske miljøet, at det satses langt sterkere på energieffektivisering. For energieffektivisering blir referansebanen derfor *normativ*, dvs. at vi legger til grunn noe vi ønsker skal skje. Bortsett fra dette er referansebanen i stor grad *deskriptiv*, dvs. at den beskriver noe som vi antar vil skje.

FORBRUKSENDRINGER

For industrien forutsetter vi i hovedsak de samme endringene i kraftforbruket som Statnett har lagt til grunn i sitt eksport- og utvekslingsscenario (Statnett 2009, s. 16). For kraftkrevende industri vil dette si at forbruket *øker* med 5,3 TWh i både 2020 og 2030, med økt aluminiumsproduksjon på Karmøy (K6), Høyanger og Årdal som de største nye postene. I treforedlingsindustrien er det forutsatt en *reduksjon* i Øst-Norge og Midt-Norge på til sammen 2,0 TWh. Når det gjelder petroleumssektoren, har vi derimot gjort noen endringer i forhold til det nevnte scenariet fra Statnett. Vi har ikke lagt inn noe nytt gassprosessanlegg på Melkøya i Finnmark (Snøhvit II). Vi har heller ikke tatt med flere offshore-installasjoner med kraft fra land som ikke er vedtatt, siden vi regner dette som tiltak som drøftes i kapittel 4.3. Vi har i tillegg justert forbruket til vedtatte offshore-installasjoner noe på bakgrunn av nyere opplysninger, og vi har redusert aktiviteten på Kårstø gassprosessanlegg i 2030. Dette gjør at vi forutsetter et merforbruk i petroleumssektoren i forhold til 2008 på 2,5 TWh i 2020 og 2,2 TWh i 2030.

Vi understreker at forutsetningene er optimistiske på den kraftkrevende industriens vegne, og krever en aktiv politikk som styrker dens rammebetingelser. Økte kostnader som følge av EUs kvotehandelsregime, som Norge tar del i, kan bidra til utflytting av industri til land uten tilsvarende kostnader. Det kan føre til at den kraftkrevende industriens forbruk isteden synker med hele 10–15 TWh.

Statnett har i sine scenarier forutsatt et økt strømforbruk til kjeler og fjernvarme. Isolert sett kan dette være riktig, men siden omlegging til fjernvarme også kan redusere bruken av elektrisitet til oppvarming¹¹, regner vi her skjønnsmessig med at nettoeffekten blir null.

¹¹ Med støtte i Hamnaberg og Selfors mfl. (2010, s. 6 og 13) kan vi anslå at mengden levert fjernvarme vil øke med vel 3 TWh årlig i 2020 og vel 6 TWh årlig i 2030.

ENERGIEFFEKTIVISERING

For industrien og primærnæringene har Lavenergiutvalget som nevnt foreslått et mål om 20 prosent energieffektivisering innen 2020 ut over generell teknologiutvikling. Vi velger mer forsiktig å forutsette 20 prosent effektivisering i referansebanen for 2020, uten noe tillegg for generell teknologiutvikling. Lavenergiutvalget har ikke satt noe mål for 2030, men vi regner her med 30 prosent reduksjon i forhold til i dag.

Det relative potensialet for energieffektivisering spriker mellom de ulike industrikategoriene.¹² Vi har vurdert om energieffektiviseringsgevinsten i vår referansebane burde differensieres mellom de ulike kategoriene, noe som kunne være særlig interessant når gevinsten skal fordeles geografisk i kapittel 3. Vi har valgt å ikke gjøre dette da det uansett vil være store variasjoner innenfor de enkelte industrikategoriene samt betydelig avhengighet av lokale forhold, spesielt når det gjelder utnyttelse av spillvarme.

I byggsektoren, altså husholdningene og tjenesteytende næringer, tar vi utgangspunkt i Lavenergiutvalgets mål om en reduksjon på 10 TWh innen 2020 og 25 TWh innen 2030. Lavenergiutvalgets beregninger gjelder all energibruk i bygg. Vi forutsetter i referansebanen at strømforbruket kan reduseres prosentvis like mye, altså med 12,5 prosent innen 2020 og 31,3 prosent innen 2030, i forhold til 2008-nivået. Som nevnt peker Dokka mfl. (2009, s.11) og SBE (2010, s. 69) på at potensialet kan være enda større. Det burde tilsi at våre forutsetninger er robuste.

Vi understreker at forsiktige forutsetninger om energieffektivisering i referansebanen ikke må brukes som argument mot en mer ambisiøs politikk på dette området.

For å finne den absolutte effekten av energieffektiviseringstiltak tar vi utgangspunkt i forbrukstall for 2008 fra SSBs energistatistikk.¹³ Denne statistikken inkluderer ikke tap i strømmettet. For å inkludere dette legger vi 5 prosent til forbruket for industri, primærnæring og banetransport og 10 prosent til øvrig forbruk.¹⁴

ENDRINGER I KRAFTPRODUKSJONEN

Vi trenger å estimere mengden ny kraft som med sannsynlighet vil komme i 2020 og 2030. Mengden ny kraft som vil bli produsert, påvirkes av bl.a. etterspørselen i Norge, overføringskapasiteten til utlandet, utbyggingskostnadene inkludert naturinngrep samt hvilke politiske virkemidler som brukes for å stimulere til f.eks. fornybar energiproduksjon. Vi finner det riktig å legge inn i referansebanen den mengden kraft som det er sannsynlig at vedtatte virkemidler vil bidra med.

Av slike virkemidler vil innføring av et felles elsertifikatmarked for Norge og Sverige kunne få en betydelig effekt. Myndighetene tar sikte på å etablere et slikt marked fra 1. januar 2012. Norge er, ifølge energiminister Terje Riis-Johansen, innstilt på en like ambisiøs forpliktelse som Sverige, målt fra etableringstidspunktet. Sverige har tidligere vedtatt å øke målet for elsertifikatmarkedet til 25 TWh årlig i 2020 (dvs. ny fornybar kraft i forhold til 2002).¹⁵ Med støtte i Energimyndigheten (2009, s. 30) finner vi at om lag 13 TWh av det svenske målet vil gjenstå å realiseres i perioden 2012–2020. Riis-Johansens uttalelser tilsier at Norge må øke sin fornybare elektrisitetsproduksjon like mye i samme periode.

¹² Se bl.a. figur 3.3.1 i Enova og Norsk Industri (2010, s. 22).

¹³ SSBs statistikk: *Nettoforbruk av elektrisk kraft, etter kommune og forbruksgruppe*. Frigitt 23. februar 2010.

¹⁴ Se nærmere omtale i kapittel 4.1.

¹⁵ Pressemelding fra Olje- og energidepartementet 7. september 2009: *Enige om prinsippene for et felles elsertifikatmarked*: <http://www.regjeringen.no/nb/dep/oed/pressesenter/pressemeldinger/2009/enige-om-prinsippene-for-felles-elsertif.html?id=575821>

ENKL-planen (BI, SINTEF og EBL 2009, s. 18) regner 10 TWh ny, fornybar kraft i 2020 sett i forhold til 2005 som "business as usual" under forutsetning av vedtatte støttesystemer.

Vi mener at 11 TWh ny, fornybar kraft mellom 2008 og 2020 er en robust forutsetning for denne rapportens formål. Innføring av elsertifikatmarkedet i Norge kan bidra med hele 13 TWh¹⁶, men det er ikke garantert at alt dette vil komme i Norge. Vi finner det derfor riktig å forutsette et noe lavere produksjonsvolum, særlig fordi vi også skal fordele det regionvis. Vi finner ikke grunnlag for å gjøre estimater for 2030 og beholder derfor 2020-anslaget også for dette året. Våre anslag for ny fornybar kraftproduksjon gir ikke uttrykk for hva vi *mener* om dette, og må på ingen måte sette en demper for offensiv satsing på ny fornybar kraftproduksjon som vindkraft til havs, bølgekraft etc. eller brukes som brekkstang for å få realisert kontroversielle utbygginger.

På grunnlag av egne vurderinger, med støtte i bakgrunnstall fra Statnett, forutsetter vi at den økte produksjonen vil fordele seg på 6 TWh vannkraft (inkludert opprustingsprosjekter), 4 TWh vindkraft (inkludert 1 TWh vindkraftproduksjon til havs og eventuell bølgekraft) samt 1 TWh fra bioenergidrevne kraftvarmeverk eller bioraffinerier. Vi forutsetter at utbygging av småkraft og vindkraft gjøres etter helhetlige fylkesplaner, og at opprustingsprosjekter prioriteres innen vannkraft.¹⁷ Av gasskraft regner vi, som Statnett, med at Kårstø og Mongstad produserer hhv. 1,7 og 2,4 TWh årlig i 2020. Vi anslår samtidig at produksjonen i eksisterende vannkraftverk øker som følge av større nedbør og tilsig, med 2 og 4 TWh årlig i hhv. 2020 og 2030.

	2020	2030
Forbruk i industrien (før energieffektivisering)	-6	-5
Energieffektivisering i industrien og primærnæringene	11	17
Husholdningene og tjenesteytende næringer	8	21
Produksjon (økt kapasitet og økt tilsig)	15	17
Sum ¹⁸	29	49

Tabell 2-4: Endring i krafttilgangen fra 2008 til 2020 og 2030 (TWh/år), forutsatt normalårsproduksjon

ENDRING I DEN TOTALE KRAFTTILGANGEN

Tabell 2-4 viser endringene i krafttilgangen for Norge som helhet *før* vi innfører tiltak som øker bruken av elektrisitet på bekostning av fossil energi. Første rad viser endringer i forbruket i industri og samferdsel som følge av endringer i aktivitetsnivå. Økt forbruk er uttykt med negative verdier siden dette svekker kraftbalansen. Andre rad viser effekten av energieffektivisering i industri og primærnæringer. Positive verdier betyr at kraftbalansen bedres. Tredje rad viser netto forbruksendringer i husholdninger og tjenesteytende næringer. Vi ser at energieffektiviseringsgevinsten er større enn forbruksveksten som kan forventes av økt befolkning og økonomisk vekst.

Basert på våre forutsetninger vil tilgangen til kraft, som kan brukes til enten utfasing av fossil energi i Norge eller til eksport, øke med nesten 30 TWh i 2020 og nesten 50 TWh i 2030. Dette til tross for noe høyere aktivitetsnivå i industrien. Vi har også gjort et grovt estimat for 2015 og oppnår da en økt krafttilgang på 15–20 TWh.

¹⁶ Tallet gjelder ny årsproduksjon som etableres fra 1. januar 2012. I tillegg bør vi ta hensyn til ny produksjon som etableres i 2009, 2010 og 2011. Med støtte i tall i e-post fra Håvard Hamnaberg i NVE, datert 13. august 2010, finner vi at summen av ny vannkraftproduksjon etablert i 2009 samt produksjon fra vannkraftverk under bygging per 1. januar 2010 tilsvarer 1,8 TWh årlig.

¹⁷ Opprusting av kraftverk og reduksjon av flomtap har et teknisk-økonomisk potensial på 2 TWh i årlig produksjon, ifølge NVEs nettside om opprusting og utvidelse, datert 12. februar 2009: <http://www.nve.no/no/Energi1/Fornybar-energi/Vannkraft/Opprusting-og-utvidelse/>

¹⁸ Summen for 2020 påvirkes av avrunding av ovenstående tall.

Den økte krafttilgangen kommer imidlertid ikke uten at det samtidig skapes et marked for denne energien. Dersom markedet uteblir, vil prisene falle, noe som reduserer incentivene til både energi-effektivisering og ny kraftproduksjon. Nye bruksområder for strømmen i Norge omtales nærmere i kapittel 4, mens eksport og utveksling med utlandet drøftes i kapittel 5.

3. KAPITTEL

REGIONAL KRAFTTILGANG

For å kunne si noe om hva det er lurt å bruke strømmen til, er det viktig få et overblikk over hvor endringene i krafttilgangen vil oppstå. Det regionale bildet vil også fortelle om mulige behov for forsterkninger i kraftoverføringsnettet, noe vi kommer tilbake til i kapittel 6.

Statnetts nettutviklingsplan beskriver konsekvensene av dens scenarier på regionnivå (Statnett 2009, s. 34–53). Statnett opererer der med fem regioner. Vi finner det hensiktsmessig, og mulig ut fra opplysningene i planen, å skille ut Finnmark fra resten av Nord-Norge. De tre nordligste fylkene har i sum et solid kraftoverskudd i dag, men situasjonen for Finnmark er likevel noe usikker fordi overføringskapasiteten mellom dette fylket og resten av Nord-Norge er svak.

Det å dele Norge inn i seks regioner er så absolutt ikke tilstrekkelig for å kartlegge behovet for opprusting av kraftoverføringsnettet, men det vil gi oss en verdifull pekepinn om behovet for nye, store overføringsledninger.

Region	Definisjon	Kraftbalanse i normalår (2008)	Andel av Norges befolkning	
			2020	2030
Øst-Norge	Østfold, Oslo og Akershus samt mesteparten av Hedmark, Oppland, Buskerud og Telemark	Underskudd på om lag 8 TWh *	50 %	50 %
Sør-Norge	Områdene sørvest for Grenland fram til Boknafjorden	Overskudd på om lag 6 TWh	13 %	14 %
Vest-Norge	Rogaland nord for Boknafjorden, Hordaland og Sogn og Fjordane	Overskudd på i underkant av 5 TWh	14 %	14 %
Midt-Norge	Møre og Romsdal, Sør-Trøndelag og det meste av Nord-Trøndelag samt en liten del av Hedmark og Oppland	Underskudd på om lag 8 TWh	14 %	13 %
Nordland og Troms	Nordland og mesteparten av Troms samt en liten del av Nord-Trøndelag	Overskudd på vel 4 TWh **	7 %	7 %
Finnmark	Finnmark og en liten del av Troms (øst for Goulas)		2 %	1 %

* Områdene utenom Oslofjord-regionen har et overskudd
** Inkluderer Finnmark, som i normalår har et overskudd på 0,7 TWh

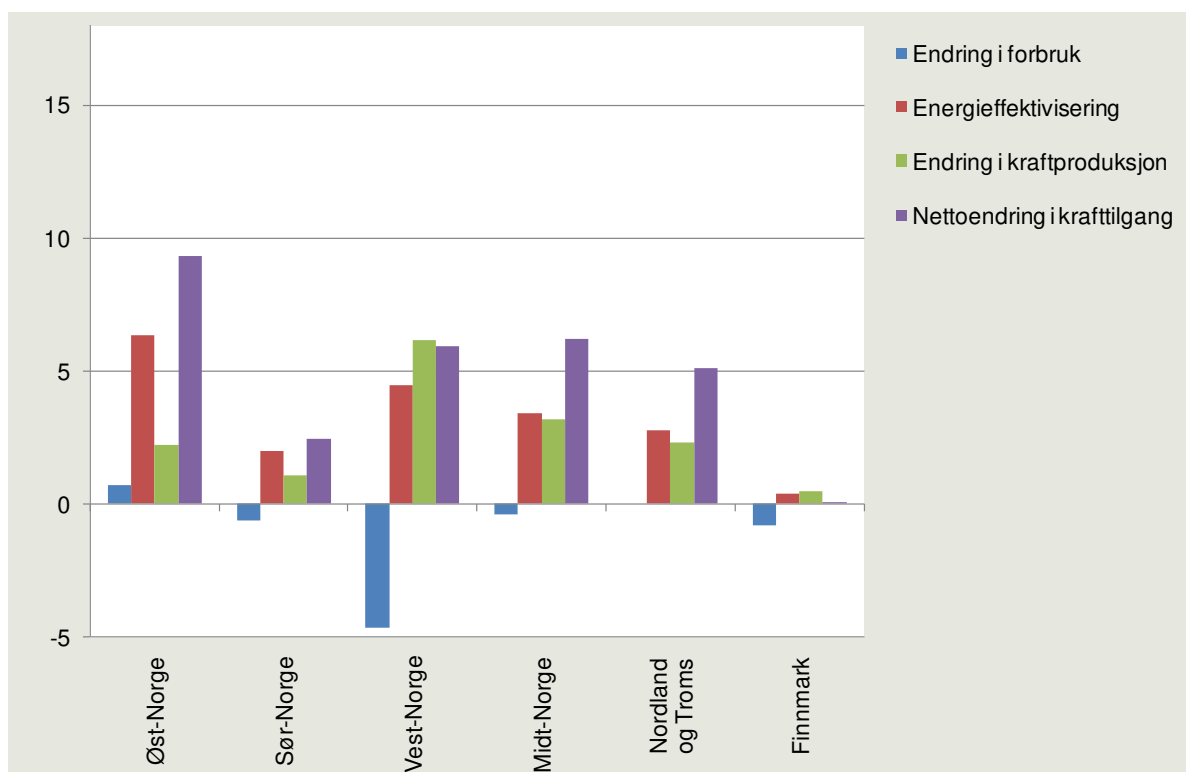
Tabell 3-1: Regionoversikt

Tabell 3-1 gir opplysninger om de seks regionene. Regiongrensene og kraftbalansene bygger på Statnett (2010, s. 34–49). Befolkningsandelene i 2020 og 2030 bygger på SSBs befolkningsframskrivinger ("middels nasjonal vekst").¹⁹

Endringene i forbruk og produksjon fra tabell 2-4 er fordelt på de seks regionene med støtte i bakgrunnsinformasjon fra Statnett. Effekten av energieffektiviseringstiltak er fordelt flatt ut fra SSBs elektrisitetsstatistikk på kommunenivå for 2008.²⁰ For husholdningene og tjenesteytende næringer har vi i tillegg korrigert forbruket for forskyvninger i folketallet mellom regionene.²¹ Når det gjelder vindkraftproduksjon til havs, har vi fordelt halvparten hver på Vest-Norge og Midt-Norge.

Figur 3-1 og figur 3-2 viser endringene i den regionale krafttilgangen i hhv. 2020 og 2030 som skyldes endringer i aktivitetsnivå/forbruk, energieffektivisering og økt kraftproduksjon. Energieffektivisering og økt kraftproduksjon vises som positive verdier, mens økt aktivitetsnivå/forbruk vises som negative verdier, ettersom dette reduserer mengden ledig kraft. Merk at figuren viser *endringer fra 2008* og ikke den absolutte kraftbalansen. Vi finner dette mest interessant i analysesammenheng fordi det sier noe om hvilke endringer som kreves i overføringsnettene etc.

Av figurene ser vi at krafttilgangen i alle regioner vil bedres vesentlig, bortsett fra i Finnmark i 2020. Kraftsituasjonen i Midt-Norge blir en helt annen enn i dag. Den betydelige mengden kraft som gjøres tilgjengelig for nye forbruksområder, skaper nye muligheter for utfasing av fossil energi i så godt som hele landet.

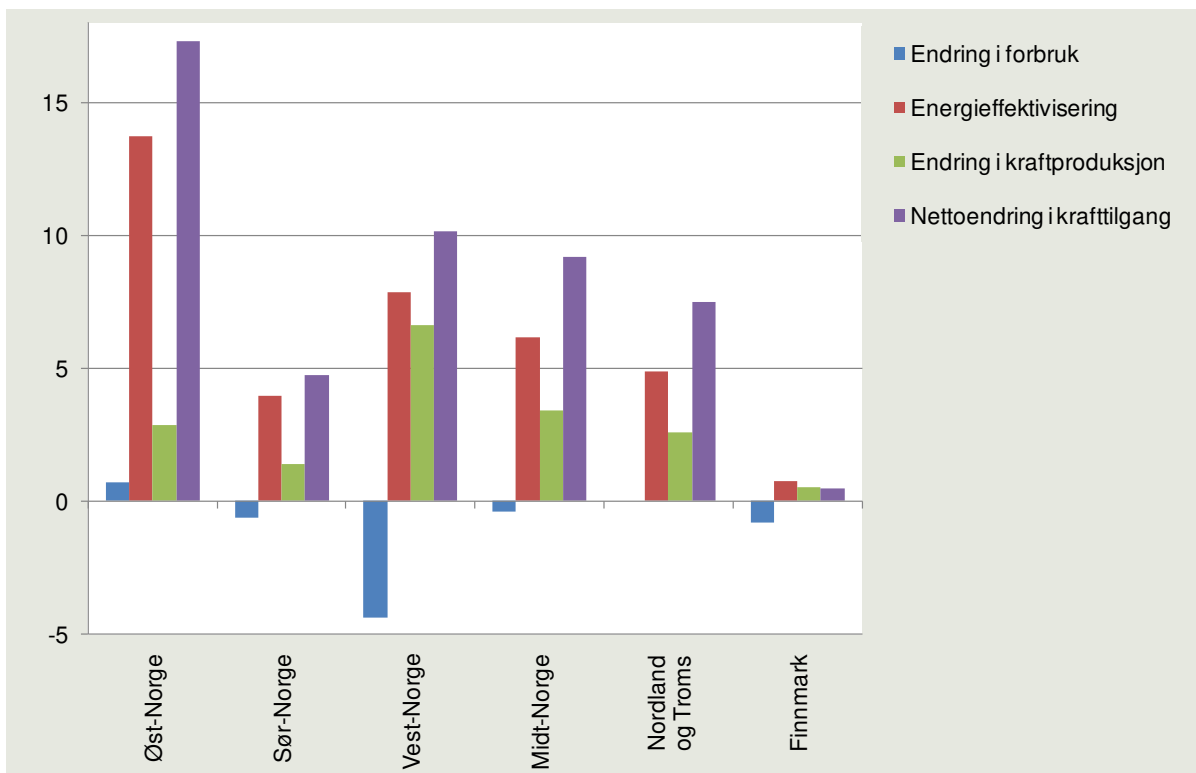


Figur 3-1: Regionvis endring i krafttilgangen fra 2008 til 2020 (TWh/år, forutsatt normalårsproduksjon)

¹⁹ SSBs statistikkbank: *Emne 2: Befolkning. Tabell 08109: Framskrevet folkemengde etter kjønn og alder i 9 alternativer (K)*: <http://statbank.ssb.no/statistikkbanken/>

²⁰ SSBs statistikk: *Nettoforbruk av elektrisk kraft, etter kommune og forbruksgruppe*. Frigitt 23. februar 2010.

²¹ Dette er gjort med bakgrunn i tall i tabell 3-1 og opplysninger om folketall per 1. januar 2009 ("middels nasjonal vekst") i SSBs statistikkbank: *Emne 2: Befolkning. Tabell 05231: Beregnet folkemengde 31. desember og beregnet folketilvekst i året (K)*: <http://statbank.ssb.no/statistikkbanken/>



Figur 3-2: Regionvis endring i krafttilgangen fra 2008 til 2030 (TWh/år), forutsatt normalårsproduksjon

4. KAPITTEL

MILJØEFFEKTEN AV ØKT KRAFTBRUK

Dette kapitlet drøfter energi- og klimaeffektene av å øke bruken av strøm til ulike formål innenlands. Muligheter for eksport drøftes i kapitel 5, mens regionale perspektiver, inkludert begrensninger i kraftoverføringsnettet, omtales nærmere i kapitel 6.

Det er viktig å være klar over at kostnadene og barrierene samt tidsperspektivet for å erstatte bruken av fossil energi med elektrisitet varierer sterkt fra tiltak til tiltak. Noe kan gjøres snart, f.eks. å bytte ut en oljefyr med varmepumpe, mens det i andre sammenhenger må det etableres ny infrastruktur. Vi opererer derfor med begrensninger i gjennomførbarhet, f.eks. i andelen elbiler og graden av overføring av transport fra vei og luft til bane.

Vi understreker at våre skisserte tiltak er ment som en illustrasjon på en ambisiøs politikk, bl.a. for å synliggjøre hvorvidt tilgangen til elektrisitet er en begrensende faktor eller ikke. Kostnader drøftes ikke i denne rapporten.

Det er ellers viktig å huske at flere tiltak ikke bare dreier seg om å bytte ut fossile brensel med strøm. I transportsektoren vil dette som regel også redusere energibehovet vesentlig, f.eks. når en bytter fra forbrenningsmotor til elmotor eller fra bil til tog.

For å unngå for mange tall i teksten henviser vi til tabell 4-1 for en oversikt over energibehov og utslippsreduksjon som følge av å bruke strøm på nye områder. Tabellen gir et overblikk over resultatene, før vi bringer noen foreløpige konklusjoner. Til slutt nevner vi en helt annen mulig anvendelse for noe av kraftoverskuddet, nemlig restaurering av utbygde vassdrag.

4.1. VIKTIGE FORUTSETNINGER

Drøftingene når det gjelder bruksområder for strøm, begrenses til Norge. I analysen har vi ikke tatt med eventuelle miljøkonsekvenser forbundet med bygging/drift av utstyr, infrastruktur og annen realkapital. Slike konsekvenser kan være betydelige, men krever langt mer inngående studier for å kunne tas med i regnestykkene.

Siden vi i denne analysen ser på bruk av strøm til ulike formål med ulike tap i overføringsnettet, velger vi å inkludere dette tapet i de enkelte bruksområdene. Med støtte i Heiberg (1992) og Høyer og

Heiberg (1993) legger vi skjønnsmessig til 5 prosent av forbruket i industri, landbasert petroleumsvirksomhet og skinnegående transport (unntatt oppvarming av bygninger) og 10 prosent for øvrig forbruk.²² Også for fossile brensel må vi gjøre tillegg for energiforbruk og -tap under utvinning, eventuell raffinering og transport. Med støtte i databasen Gemis 4.5 setter vi tillegget til 15 prosent for diesel, fyringsolje og andre fossile energibærere som brukes i industri etc. For drivstoff til personbiler settes tillegget til 20 prosent. For naturgass brukt i petroleumssektoren setter vi den til 5 prosent, noe som også inkluderer klimaeffekten av metanlekkasje etc. Dette tillegget kommer på toppen av det vi kaller *direkte utslipp* fra de aktuelle kildene.²³

I denne analysen regner vi ikke med at de skisserte endringene vil påvirke den totale etterspørselen etter varer eller tjenester. Vi regner f.eks. ikke med at mer bruk av varmepumper kan øke etterspørselen etter kjøling om sommeren, eller at et bedre kollektivtilbud skaper nye reisebehov. Økt etterspørsel etter varer eller tjenester som følge av et bedre tilbud kan ha en vesentlig effekt på miljøregnskapet, men omfanget vil avhenge av hvilke virkemidler som brukes for å fremme de nye løsningene.

4.2. OPPVARMING: EL ERSTATTER FOSSILE BRENSSEL

Ifølge Klimakur er boliger og næringsbygg i dag ansvarlige for direkte klimagassutslipp på 1,6 Mt CO₂-ekv. årlig. Klimakur legger i sin referansebane til grunn at en betydelig del av den fossile energibruken vil fases ut uansett og forventer direkte utslipp på 1,3 Mt i 2020 og i underkant av 1,1 Mt i 2030 fra boliger og næringsbygg²⁴ (Klimakur 2010a, s. 157). I tillegg kommer utslipp fra fjernvarme. Hamnaberg og Selfors mfl. (2010, s. 14) anslår at bruk av olje og naturgass i fjernvarme vil bidra med i underkant av 0,2 Mt i 2020 og 2030, der om lag halvparten kommer fra olje og den andre halvparten fra naturgass. Utover dette har vi utslipp fra avfallsforbrenning, som vi ikke inkluderer i regnestykket.

Potensialet for utslippsreduksjoner må imidlertid justeres ned noe fordi vi i vår referansebane har forutsatt en sterkere energieffektiviseringsinnsats enn hva Klimakur gjør.²⁵

Når vi skal finne hvor mye elektrisitet som må til for å erstatte bruk av fossil energi, må vi ta hensyn til energitap i olje- eller gassfyren. Tapet varierer, og ny teknologi kan redusere det. Ifølge Lindberg og Magnussen (2010, s. 28) vil nye oljekjeler ha en virkningsgrad på 77 prosent, mens gasskjeler ligger noe høyere. For fjernvarme har Hamnaberg og Selfors mfl. (2010, s. 13) forutsatt en virkningsgrad på 75 prosent i 2020 og 2030. Som gjennomsnitt for det som erstattes, bruker vi 75 prosent virkningsgrad.

DIREKTE BRUK AV ELEKTRISITET ERSTATTER FOSSIL ENERGI

Energitalpet i oppvarmingssystemet er lavere ved bruk av strøm enn av olje. Derfor er det en viss energigevinst i å gå over fra oljefyring til strøm. Gevinsten blir imidlertid mye større ved bruk av varmepumper enn ved direkte bruk av elektrisitet. Det siste bør derfor bare være et alternativ når kraftprisen nærmer seg null og strømmen har få andre fornuftige bruksområder. I slike situasjoner kan det være riktig å bruke strøm til oppvarming i vannbårne oppvarmingssystemer for å redusere bruken av bioenergi og avfall.

²² Heiberg (1992, s. 21) forutsetter et tap i overføringsnett på 3 prosent for prosessindustri, 7 prosent for delproduksjon og montering samt 10 prosent for stasjonær oppvarming. Høyer og Heiberg (1993, s. 70) forutsetter multiplikatorer for å ta høyde for tap i overføringsnett for jernbane på 1,10, for trikk og T-bane på 1,07 og for elbil på 1,10.

²³ Med støtte i Gemis 4.5 velger vi å bruke følgende faktorer for direkte utslipp (CO₂-ekv.) for ulike energibærere: Naturgass: 0,20 kg/kWh. Fyringsolje: 0,27 kg/kWh.

²⁴ Industribygg og primærnæringsbygg er ikke inkludert her.

²⁵ Potensialet er derfor redusert med 10 prosent i 2020 og 20 prosent i 2030, som innebærer at vår referansebane inneholder direkte utslippsreduksjoner på vel 0,1 Mt i 2020 og vel 0,2 Mt i 2030 for byggsektoren.

VARMEPUMPER ERSTATTER FOSSIL ENERGI

Varmepumper har en høy virkningsgrad i forhold til direkte bruk av strøm til oppvarming. Vann-vann-varmepumper og luft-vann-varmepumper egner seg godt til å erstatte oljefyring i vannbårne oppvarmingssystemer. Luft-luft-varmepumper kan brukes til å erstatte parafinkaminer. Virkningsgraden varierer, avhengig av bl.a. type varmepumpe, dimensjonering og temperatur. Varmepumpene dimensjoneres som regel ikke for å levere all varmen på de kaldeste dagene. Det er rimelig å regne at 10 prosent av energibehovet må dekkes gjennom direkte bruk av elektrisitet. Vi anslår derfor at den totale virkningsgraden for oppvarmingssystemer basert på varmepumper, inkludert en andel direkte bruk av elektrisitet, blir på 270 prosent.²⁶ I tillegg må vi hensyn til at energitapet i oljefyren bortfaller, noe som gjør at den totale gevinsten ved overgang fra oljefyr til varmepumpe økes.

Vi regner med at all bruk av oljeprodukter til oppvarming kan erstattes med varmepumper i kombinasjon med noe direkte bruk av strøm de kaldeste dagene. I praksis vil også andre løsninger bidra til utfasing av oljefyring, bl.a. flis, avfallsforbrenning og direkte bruk av spillvarme.

4.3. PETROLEUM: KRAFT FRA LAND TIL OFFSHORE-INSTALLASJONER

Petroleumssektoren står for en betydelig del av Norges klimagassutslipp. I Klimakurs referansebane øker utslippene fra dagens drøyt 13 Mt CO₂-ekv. årlig til nærmere 15 Mt i 2020, for så å falle til drøyt 7 Mt i 2030 (Klimakur 2010b, s. 18).²⁷ Denne prognosen inneholder utslippstall for både offshore-installasjoner og anlegg på land. Samme kilde viser også at gassturbiner, som er de mest nærliggende å erstatte med kraft fra det ordinære nettet, står for om lag tre firedeler av sektorens klimagassutslipp. Siden gassturbinene har lav virkningsgrad, vil det være store utslippskutt å hente ved å erstatte dem med kraft fra land.

Det er imidlertid urealistisk å tenke seg at all gassturbindrift offshore kan erstattes av kraft fra land, bl.a. fordi en del utvinning vil skje gjennom produksjonsskip, noe som gjør ekstern strømtilførsel vanskelig. Ved nye utbygginger er det påbudt å utrede muligheten for å bruke kraft fra land. Klimakur viser muligheter for å kutte direkte utslipp fra *eksisterende* installasjoner offshore med 2,8 Mt i 2020 og 0,4 Mt i 2030, om de forsynes med kraft fra land (Klimakur 2010a, s. 123). Elektrifisering av nye installasjoner kan bli vesentlig billigere enn for eksisterende installasjoner. Det er likevel vanskelig å anslå hvor mye som faktisk vil bli forsynt med kraft fra land. Det er også usikkerhet om omfanget av framtidig petroleumsaktivitet.

Lavutslippsutvalget (NOU 2006: 18, s. 80) anslår at reduksjonspotensialet forutsatt bruk av kraft uten utslipp er på 3,6 Mt årlig i 2020 og 2,4 Mt i 2050. Vi velger å bruke Lavutslippsutvalgets tall og forutsetter et reduksjonspotensial på 3,2 Mt i 2030. Kraftbehovet er estimert på bakgrunn av et gjennomsnitt av aktuelle tiltak i Klimakur.²⁸ Det er imidlertid verd å påpeke at vi i vår referansebane kan ha inkludert elektrifiseringstiltak som er med i Lavutslippsutvalgets reduksjonspotensial, noe som i så fall betyr at vi i realiteten er mer ambisiøse enn Lavutslippsutvalget. Til gjengjeld må vi huske på at sistnevnte la til grunn en lavere petroleumsaktivitet i 2020 enn det Klimakur gjør.

²⁶ Ifølge e-post fra Bård Baardsen i Norsk Varmepumpeforening, datert 18. mai 2010, kan vi regne årsvarmefaktorer på 2,5 for luft-luft, 2,8 for luft-vann og 3,3 for vann-vann, forutsatt riktig montering. Ifølge tall i Klimakur (2010a, side 158) står parafinovner for i underkant av 20 prosent av fossil oppvarming i bygg. Vi regner derfor at 20 prosent av varmebehovet dekkes gjennom luft-luft-varmepumper. Så anslår vi skjønsmessig 50 prosent gjennom luft-vann og 30 prosent gjennom vann-vann. Vi bruker Norsk Varmepumpeforenings tall, men må også korrigere for at en noe av varmebehovet må dekkes gjennom direktebruk av strøm på de kaldeste dagene og anslår 10 prosent som årsgjennomsnitt for disse. I sum får vi en virkningsgrad for varmepumper på 270 prosent.

²⁷ Dersom vi kun tar i betraktning utslipp fra felt som er i drift eller under utbygging eller planlegging, viser samme kilde at sektorens klimagassutslipp vil holde seg noenlunde stabil på vel 13 Mt fram til 2016, for deretter å synke til vel 11 Mt i 2020 og vel 2 Mt i 2030.

²⁸ Direkte utslippsreduksjoner og kraftbehov er oppgitt i regneark som er lagt ut på nettstedet til Klimakur 2020: http://www.klimakur.no/Documents/Klimakur_2020_regneark_med_tiltak.xls

4.4. PETROLEUM: KRAFT FRA NETTET FORSYNER LANDANLEGG

I Norge har vi i dag to store gassprosessanlegg som i stor grad er drevet av fossil energi, nemlig Kårstø og Melkøya (Hammerfest LNG). Det er aktuelt å utstyre begge anlegg med fangst og lagring av CO₂ (CCS), men det er uvisst om og eventuelt når dette vil skje.

Med støtte i kildene vi nevner under, finner vi at de to gassprosessanleggene ved normal produksjon vil slippe ut hhv. 0,7 og 1,2 Mt CO₂-ekv. fra gassturbiner og gasskjeler i 2020. I 2030 vil utslippet fra Melkøya være om lag 10 prosent høyere pga. økt behov for trykk. For Kårstø regner vi med en *reduksjon* på 50 prosent fra 2020 til 2030.²⁹ Vi antar at energieffektiviseringspotensialet er lite, da det dreier seg om forholdsvis moderne anlegg.

TILTAK SOM BESKREVET I KLIMAKUR

Klimakur (2010a, s. 124) har sett på muligheter for å erstatte fossil energibruk med kraft fra nettet. For Kårstø er det vurdert en løsning som innebærer at alle gassturbiner fases ut, og at varmebehovet dekkes med gasskjeler. Dette vil gi en direkte årlig utslippsreduksjon på i underkant av 0,5 Mt og kreve 1,2 TWh strøm fra nettet i 2020. For Melkøya er det vurdert en løsning som innebærer at det beholdes nok turbiner til å dekke varmebehovet, mens gjenværende turbiner fases ut til fordel for kraft fra nettet. Dette vil gi en direkte årlig utslippsreduksjon på 0,3 Mt CO₂-ekv. og kreve 0,8 TWh strøm fra nettet i 2020.²⁸

YTTERLIGERE UTFASING AV FOSSIL ENERGI

For Kårstø er det mulig å tenke seg at utfasing av gassturbinene kombineres med at varmebehovet dekkes med kraft fra nettet. En slik løsning vil i prinsippet kunne fase ut all fossil energibruk til kraft- og varmeproduksjon (om lag 1,2 Mt). Med støtte i bl.a. Klimakur (2010b, s. 31–32) estimerer vi at dette totalt vil kreve om lag 4,3 TWh kraft fra nettet i 2020. I praksis vil det nok bli enklere å bruke kraft til å dekke bare deler av varmebehovet.

For Melkøya vil vi her skissere to ytterligere steg i utfasing av fossil energibruk. Det første innebærer at alle gassturbiner fases ut, og at det gjenværende varmebehovet dekkes på annen måte. Med støtte i Klimakur (2010b, s. 29), Statoil (2010a, s. 3) og Statoil (2010b, s. 5) finner vi at dette i 2020 vil kreve om lag 1,8 TWh strøm fra nettet og gi en utslippsreduksjon på om lag 0,4 Mt i 2020. Et enda mer omfattende alternativ vil være å ikke bare fase ut alle gassturbinene, men også bruke kraft fra nettet til å dekke varmebehovet. Dette vil i prinsippet fase ut all fossil energibruk til kraft- og varmeproduksjon (om lag 0,7 Mt), men vil kreve om lag 3,1 TWh kraft fra nettet i 2020. Statoil (2010b, s. 9) oppgir at det teoretisk er mulig å bruke varmpumper til å dekke varmebehovet, men at dette blir vanskelig på dagens anlegg fordi det benytter et varmeoljesystem som krever tilførsel av høye temperaturer. Bruk av varmpumper ville halvert behovet for kraft til varmeformål og redusert totalbehovet for kraft med 0,6 TWh i 2020.

For både Kårstø og Melkøya er CCS et alternativ til å forsyne anleggene med kraft fra nettet. Siden det lenge har vært planlagt å utstyre Naturkrafts gasskraftverk på Kårstø med CCS, er det gjennomført en egen integrasjonsstudie som ser på muligheten for å ombygge/utvide gasskraftverket til et kraft-varmeanlegg slik at det leverer varme til gassprosessanlegget, kombinert med CCS. I det mest ambisiøse scenariet som er skissert, gjenstår bare CO₂-utslipp på 0,2 Mt fra Kårstø (Gassco og Gassnova 2010, s. 7). Vi har estimert at denne løsningen vil svekke kraftbalansen med om lag 1,5 TWh i forhold til referansebanen i denne rapporten.

²⁹ Antakelsen er basert på Gassco (2010), der vi kan lese at framtidig kapasitetsutnyttelse på Kårstø går kraftig ned fra 2020 til 2030, tilsvarende figur 11.1 i Klimakur (2010a, s. 119). Figuren viser omtrent halvering av petroleumssektorens klimagassutslipp fra 2020 til 2030.

4.5. KRAFTPRODUKSJON: KÅRSTØ OMGJØRES TIL RESERVEKRAFTVERK

Gasskraftverket på Kårstø var og er omstridt. Planene resulterte i regjeringsskifte i 2000. Nå er kraftverket ferdig og tidvis i drift, og det er kommet politiske løfter om at det skal utstyres med CCS. Men det er stor usikkerhet om når og hvorvidt gasskraftverket Kårstø vil få dette da prislappen vil bli på mange milliarder kroner. Et alternativ til rensing, eventuelt i påvente av rensaneanlegg, er å endre rammebetingelsene slik at gasskraftverket omgjøres til et reservekraftverk. I referansebanen har vi forutsatt at om lag halve kapasiteten til gasskraftverket utnyttes i et gjennomsnittså, som gir en produksjon på 1,7 TWh. Gasskraftverket gir CO₂-utslipp på 0,35 kg/kWh. Omgjort til et reservekraftverk forutsetter vi at det utnyttes 10 prosent, noe som gir en direkte utslippsreduksjon på 0,5 Mt CO₂-ekv. årlig i forhold til vår referansebane.

4.6. VEITRANSPORT: ELBILER ERSTATTER VANLIGE BILER

Klimakurs referansebane viser en vekst i antall personbiler, som i sum gir utslipp på 5,7 Mt i 2020 og 6,1 Mt i 2030. For varebiler viser den utslipp på 2,4 Mt i 2020 og 2,7 Mt i 2030 (Klimakur 2010c, s. 53).³⁰ Klimakur (2010a, s. 92) viser at mer energieffektive personbiler og bildekk er virkningsfulle tiltak som vil gi direkte utslippsreduksjoner på 0,5 Mt i 2020 og 1,3 Mt i 2030. Mer energieffektive varebiler vil bidra med direkte utslippskutt på i underkant av 0,1 Mt i 2020 og på 0,3 Mt i 2030. Vi legger til grunn at dette vil skje, noe som reduserer effekten av våre tiltak.

Overgang til elektriske biler vil bedre energieffektiviteten og gjøre det mulig å bruke kraft til utslippsreduksjoner.³¹ Men dette vil ta tid. Det er ikke mange bilmodeller å velge mellom i dag, men utvalget ventes å bli langt bedre, med bl.a. ladbare hybridbiler i 2012. I tillegg må vi ta hensyn til at personbilenes utskiftingstakt er forholdsvis lang, 15–20 år. Raskere utskifting kan gi lavere utslipp fra bilene, men da må vi ta i betraktning at produksjon av biler også gir CO₂-utslipp. Dersom hele personbilparken på 2,2 mill. biler skal skiftes ut med elbiler, vil dette føre til globale utslipp på i størrelsesorden 10–20 Mt CO₂-ekv., avhengig av bilstørrelse.³² Tallet blir ikke nødvendigvis mye høyere enn om bilene skulle skiftes ut med nye bensin- eller dieslbiler. Hovedpoenget er at utslipp fra bilproduksjon øker i en periode dersom utskiftingstakten forseres.

Klimakur skisserer en ambisiøs strategi der 5,1 prosent av personbilparken i 2020 er elbiler og ladbare hybridbiler (Klimakur 2010c, s. 128). Andelen øker til 22,1 prosent i 2030. I tillegg vil 0,3 prosent av personbilparken i 2020 og 4,3 prosent i 2030 være hydrogenbiler, ifølge Klimakur. I denne rapporten ønsker vi å synliggjøre et enda mer ambisiøst scenario. Vi forenkler og konsentrerer oss om elbiler og ladbare hybridbiler og gjør ingen beregninger for hydrogenbiler.³³ Vi forutsetter at 5 prosent av bilparken skiftes ut hvert år, og at hver tredje bil solgt i en femårsperiode fram til 2020 kan gå på elektrisitet. Dermed kommer andelen slike biler opp i 10 prosent av hele personbilparken i 2020. Videre forutsetter vi at halvparten av alle solgte biler i etterfølgende femårsperiode og to tredeler i siste femårsperiode kan gå på elektrisitet. Slike biler utgjør da 43 prosent av personbilparken i 2030.

³⁰ Merk at utslipptall her gjelder CO₂ og ikke CO₂-ekvivalenter. For veitrafikken er imidlertid forskjellen liten.

³¹ Som et lite apropos nevner vi at det er mulig å lade elbilenes batterier i perioder av døgnet hvor det eventuelt er overskuddskraft tilgjengelig, som har få alternative anvendelsesmåter. Teoretisk sett kan bilenes batterier også tappes når det er underskudd på kraft, forutsatt at bilene står stille og ikke må lades. Slik sett kan elbilene bidra til å jevne ut kraftteterspørselen.

³² Klimakur (2010b, s. 115) referer til at produksjon av en VW Passat BlueMotion vil gi utslipp på 8 tonn CO₂, mens et en el-variant ville kreve 1,5 tonn CO₂ ekstra i produksjonsfasen pga. batterier (for rekkevidde 160 km). Eventuelt batteribytte gir ytterligere utslipp. Simonsen (2009, s. 10) viser at produksjon av en VW Golf bensin gir utslipp på 4,5 tonn CO₂-ekv., mens tallet for en Toyota Camry er 8,5 tonn. Schlaupitz (2008, s. 31–32) gir opplysninger, riktignok usikre, som tilsier at bygging av en elbil på størrelse med en VW Golf vil gi utslipp av CO₂-ekv. på 4–5 tonn i 2020, forutsatt betydelig energieffektivisering i produksjonsfasen.

³³ Hydrogenbiler har en lavere energiutnyttelse enn biler som går på elektrisitet direkte. Hydrogen kan imidlertid bli en interessant energibærer i et energi- og klimaperspektiv dersom det blir praktisk mulig å produsere hydrogen av "innestengt" overskuddskraft og deretter lagre det for bruk når behovet er der.

Vi bruker samme antall personbiler samt samme forholdstall mellom vanlige elbiler og ladbare hybridbiler som i Klimakur (2010c, s. 128). Som gjennomsnittlig kjørelengde for disse bilene regner vi 16 667 km når de er 0–9 år gamle og 10 000 km når de er 10 år eller mer. Ellers regner vi med at de ladbare hybridbilene består av en miks av to typer, som i gjennomsnitt bruker elektrisitet på 56 prosent av kjøredistansen (Klimakur 2010c, s. 127). Med støtte i Klimakur (2010c, s. 120) forutsetter vi at de elektrisk drevne bilene kommer som erstatning for biler med et gjennomsnittlig direkte CO₂-utslipp på 110 g/km fram til 2020 og 95 g/km fra 2020 til 2030.

For varebiler har ikke Klimakur gjort noe estimat over mulig elektrifisering, men peker på at potensialet er lite i 2020, men større i 2030 (Klimakur 2010c, s. 149). I vårt elektrifiseringstiltak regner vi skjønnsmessig med at andelen varebiler med eldrift er halvparten av andelen for personbiler. Vi regner samme kjørelengder og andel elektrisk kjøring som for personbiler. Vi finner totalt antall varebiler i Klimakur (2010c, s. 148), og med støtte i samme kilde anslår vi at de elektrisk drevne varebilene kommer som erstatning for biler med et gjennomsnittlig direkte CO₂-utslipp på 160 g/km fram til 2020 og 140 g/km fra 2020 til 2030.

Strømforbruket til elbiler er estimert med støtte i Schlaupitz (2008, s. 18). Vi forutsetter et forbruk som er noe høyere enn hva Klimakur regner med for personbiler, men til gjengjeld regner vi samme forbruk for varebiler som for personbiler.³⁴

4.7. PERSONTRANSPORT: MER ELDRETVET KOLLEKTIVTRANSPORT

Særlig i og til/fra byområdene er elektrisk drevet kollektivtransport, i hovedsak jernbane, T-bane og trikk, et godt alternativ. Det foreligger mange konkrete planer om å bygge ut dette tilbudet videre, bl.a. med dobbeltspor for jernbanen på Østlandet og ulike bybaneløsninger, ikke minst i Bergen. Eventuelle høyhastighetsbaner mellom landsdelene vil gi et tilbud som konkurrerer med privatbil mellom større steder over lengre distanser.

Det er vanskelig å anslå et øvre mulig potensial for å overføre personbiltransport til eldrevet kollektivtransport. Det begrenses imidlertid av kollektivsystemets utbredelse og kapasitet, spesielt når tidsperspektivet er 2020. Virkemidlene som brukes til å flytte transporten, har stor betydning på både kort og lang sikt. En svensk studie antyder at transportsektorens klimagassutslipp kan reduseres med om lag 20 prosent gjennom endring av reisemiddelvalg (Nygreen 2009, s. 14).

Trafikkprognosene som legges til grunn i referansebanen i Klimakur, viser likevel en vekst i transportarbeidet med personbil på 23 prosent i perioden 2006–2020 og 36 prosent i perioden 2006–2030 (Klimakur 2010c, s. 289 og 295). Transportarbeidet med personbil i Norge var i 2006 på 53,3 mrd. personkilometer (Vågane og Rideng 2009, s. 38).³⁵ Trafikkveksten utgjør dermed 12,8 og 19,8 mrd. personkilometer i hhv. 2020 og 2030. Til sammenlikning utførte skinnegående transport i 2008 et transportarbeid på 3,6 mrd. personkilometer.

I flere byer er det et mål at kollektivtransporten skal kunne håndtere den økte transportetterspørselen. Norheim og Kjørstad (2009, s. 28–29) legger til grunn at den antatte trafikkveksten i de seks største byområdene i Norge utgjør 1,8 mrd. personkilometer og konkluderer med at det er fullt mulig at kollektivtransporten tar denne veksten. Vi ser imidlertid at dette ikke er nok for å stoppe veksten i personbilbruken på landsbasis. Trafikk må flyttes fra personbil til kollektivtransport også på mellom-

³⁴ For alle typer elbiler regner vi et gjennomsnittlig forbruk på i underkant av 0,25 kWh/km i 2020 og på vel 0,22 kWh/km i 2030, inkludert kupéoppvarming.

³⁵ Ifølge Vågane og Rideng (2009, s. 15) er 2,5 prosent av trafikkarbeidet for personbiler reiser til/fra utlandet. I beregningene har vi lagt til for dette.

lang og lange distanser for at det skal monne. Madslie, Minken og Vingan (2009, s. 12) har gjort modellberegninger som viser transporteffekter av ulike tiltak. Ett av dem, som innebærer utbygging av jernbanen i det indre IC-trianglet kombinert med økt frekvens på langrutebusser og økte parkeringsavgifter, viser at personbilbruken kan reduseres med 7,1 prosent i forhold til prognosene. Det er imidlertid verd å merke seg at veksten i kollektivtransporten som følge av dette tiltaket utgjør langt under halvparten av reduksjonen i biltrafikken.

Vi antar i dette tiltaket at eldre vet skinnegående kollektivtransport vil ta en tredel av veksten som ifølge Klimakurs referansebane skal komme på personbil innen 2020, mens vi regner med at den vil ta halvparten av veksten innen 2030. Da blir det nødvendig med trafikkoverføringer fra personbil på 4,3 mrd. personkilometer i 2020 og 9,9 mrd. personkilometer i 2030. Dette er svært ambisiøst, særlig innen 2020, og krever betydelige investeringer i banenettet.

Vi forenkler og forutsetter at all vekst i kollektivtransport resulterer i en tilsvarende nedgang i personbilbruken, bortsett fra at vi skjønnsmessig anslår at kollektivreiser i gjennomsnitt er 10 prosent lengre enn bilreiser. Forutsatt CO₂-utslipp for gjennomsnittsbilen er 148 g/km i 2020 og 120 g/km i 2030, i tråd med effektiviseringstiltaket i Klimakur, fratrukket 2 prosent for mer effektive bildekk (Klimakur 2010c, s. 120 og 126). Holden, Linnerud og Schlaupitz (2009, s. 139) oppgir tall for gjennomsnittsbelegg for transportmidler samt energiforbruk for eldre vet kollektivtransport i 2020 for ulike reisedistanser, som vi legger til grunn. Fra 2020 til 2030 regner vi med at energiforbruket reduseres med 20 prosent for lokaltog og 10 prosent for øvrige tog. Vi forutsetter at den reduserte biltrafikken fordeler seg med en firedel korte reiser, halvparten mellomlange reiser og en firedel lange reiser, og at den overføres til tog med samme fordeling på reisedistansene.

Dersom dette tiltaket kombineres med innfasing av elbiler, blir dets potensial for utslippsreduksjon mindre, da økt bruk av kollektivtransport delvis fortrenger elbiler og ikke bare biler med forbrenningsmotor. Vi anslår at effekten da må nedjusteres med anslagsvis 10–15 prosent i 2020 og 35–40 prosent i 2030.

Det kan være aktuelt å elektrifisere noen av dagens dieseldrevne banestrekninger. Vi har valgt å inkludere effekten av å elektrifisere 90 prosent av den dieseldrevne persontrafikken på bane i Norge. For å finne effekten har vi brukt tall for transportmengde og energiforbruk i Jernbaneverkets miljørapport for 2006 (JBV 2007, s. 9) og framskrevet trafikkmengden på bakgrunn av gjennomsnittstall for tog i Klimakur (2010c, s. 289 og 295).³⁶ Reduksjonen i klimagassutslipp som følge av elektrifisering av dieseldrevet togtrafikk utgjør bare om lag 3 prosent av hele utslippsreduksjonen som følge av mer eldre vet kollektivtransport.

4.8. GODSTRANSPORT: ELDREVNE GODSTOG ERSTATTER VOGNTOG

I Klimakur er det skissert tiltak som fører til at godskapasiteten på bane dobles innen 2020 og tredobles innen 2030 i forhold til 2010 (Civitas 2009). Vi forutsetter i dette tiltaket at godstransportene på bane øker i takt med kapasiteten, altså dobles innen 2020 og tredobles innen 2030, sett i forhold til 2010. Tall for godstrafikk på vei og bane i utgangsåret (her 2006) er tatt fra Vågane og Rideng (2009, s. 41–45).

For å få et bilde av virkningen av å få mer gods over fra vei til bane, må vi først justere for trafikkveksten på bane som uansett ser ut å komme med dagens virkemiddelbruk. Til dette bruker vi de reviderte NTP-prognosene fra Hovi og Madslie (2008, s. 30), som tar utgangspunkt i 2006, noe som

³⁶ Vi forutsetter at både el- og dieseldrevne tog energieffektiviseres med 20 prosent fra 2006 til 2020 og 25 prosent fra 2006 til 2030.

igjen gjør at vi relaterer alle tall til dette året.³⁷ Vi må også korrigere for at økt godstransport på bane ikke gir en like stor nedgang i godstransport på vei fordi det ofte vil gjenstå et behov for veitransport til og fra godsterminalene. Vi reduserer derfor effekten på veitransporten med skjønnsmessig 10 prosent. Vi finner da at dobling og tredobling av godstransporten på bane vil redusere veitransporten med hhv. 2,1 mrd. tonnkilometer innen 2020 og 4,3 mrd. tonnkilometer innen 2030. Den økte godstrafikken på bane medfører en reduksjon i godstransportarbeidet på vei, sett i forhold til prognosene, på 9 prosent i 2020 og 13 prosent i 2030. Tiltaket vil føre til at veksten i godstransport på vei begrenses til 27 prosent i perioden 2006–2020 og 55 prosent i perioden 2006–2030.

Energital for vogntog og godstog er tatt fra Schlaupitz (2008, s. 22).

Det kan være aktuelt å elektrifisere noen av dagens dieseldrevne banestrekninger. Vi har valgt å inkludere effekten av å elektrifisere 80 prosent av den dieseldrevne godstrafikken på bane i Norge. Også her korrigerer vi for antatt trafikkvekst og bruker igjen tall fra Hovi og Madslie (2008, s. 30). Total mengde dieseldrevet godstransport på bane samt energiforbrukstall er tatt fra Jernbaneverkets miljøregnskap for 2006 (JBV 2007, s. 9).³⁸ Elektrifisering av 80 prosent av den dieseldrevne trafikken gir bare 14 og 9 prosent av hele utslippsreduksjonen som følge av mer transport med eldrevne godstog i hhv. 2020 og 2030, men kan likevel være viktig siden vi forutsetter at hele den overførte trafikken fra vei til bane kommer på elektrifiserte strekninger.

4.9. FLYTRANSPORT: ELDREVNE TOG ERSTATTER FLY

Klimakur anslår at innenriks sivil luftfart vil gi direkte utslipp på 1 Mt CO₂-ekv. i 2020. I deres referansebane vil trafikken vil vokse noe, men energieffektivisering bremser utslippsveksten. Utenriks- trafikken er ikke inkludert i Klimakurs analyse.

Vi ønsker å se på tiltak som kan flytte flytrafikk over på eldrevet jernbane. Dette kan gjøres ved å bedre tilbudet og kapasiteten på dagens banenett og å bruke avgifter eller andre restriktive virkemidler som flytter trafikk fra luft til bane. Det kan også gjøres ved å bygge høyhastighetsbaner og dermed gjøre toget så attraktivt at det vinner i konkurransen med fly, noe som nå skal utredes grundig i Norge. Det første kan gjøres raskere og krever mindre investeringer, men krever politisk vilje til å innføre begrensninger på flytrafikk. Det siste er et mer langsiktig tiltak og krever store investeringer (offentlige og/eller private), og det vil også gi utslipp fra bygging av infrastruktur. Det er viktig å huske på at det å overføre trafikk fra fly til bane sparer mye energi, og at bare en del av utslippsreduksjonen skyldes overgangen fra olje til elektrisitet.

I vårt ambisiøse regneeksempel legger vi til grunn at all flytrafikk på strekningene Oslo–Kristiansand og Oslo–Trondheim og halvparten på strekningene Oslo–Stavanger og Oslo–Bergen kan overføres til bane innen 2020. Alt dette er neppe realistisk innen dette året, men bør være mulig dersom tidsperspektivet utvides noe. I 2030 forutsetter vi at alt kan overføres på strekningene Oslo–Kristiansand, Oslo–Stavanger, Oslo–Haugesund, Oslo–Bergen, Stavanger–Bergen, Oslo–Molde og Oslo–Trondheim. Vi legger ikke inn endringer i utenriks- trafikken, til tross for at det ligger et betydelig potensial f.eks. Oslo–Stockholm. Vi bruker trafikk tall fra Avinor for 2006 og justerer med trafikkveksten som er oppgitt i Klimakur (2010d, s. 289 og 295), dvs. 20 prosent fra 2006 til 2020 og 35 prosent fra 2006 til 2030.

³⁷ Med tall fra Hovi og Madslie (2008, s. 30) finner vi at godstransporten på bane på norsk område vil øke med 26 prosent i perioden 2010–2020 og 52 prosent i perioden 2010–2030, som må komme i fratrukk fra hhv. dobling og tredobling.

³⁸ Framskrevet til 2020 finner vi at 80 prosent av den dieseldrevne godstransporten på bane tilsvarer 0,7 mill. tonnkilometer årlig. Dette tallet inkluderer lastbærernes vekt (containere, semihengere etc.) og kan derfor ikke sammenliknes direkte med transportarbeidet som må overflyttes fra vei til bane. For 2030 blir tallet 0,9 mill. tonnkilometer årlig. Energiforbrukstall som er brukt i beregningene, gjelder CargoNets godstog. Vi har skjønnsmessig trukket fra 10 prosent i energieffektivisering fra 2006 til 2020 og 15 prosent fra 2006 til 2030.

Med støtte i Schlaupitz (2008) har vi gjort to regneeksempler for å finne utslippstall for fly, ett for Oslo–Kristiansand og ett for Oslo–Trondheim, som gjelder for høyhastighetstog på ny bane.³⁹ Vi har tatt hensyn til at flydistansene er kortere enn togdistansene, og vi inkluderer utslipp fra transport mellom bysentre og flyplassene, der vi forutsetter bruk av buss. Klimagassutslipp fra fly er korrigert med en faktor på 1,3 for å ta hensyn til klimaeffekter fra flygning i høyere luftlag. Vi understreker at det er stor usikkerhet omkring denne faktoren.

4.10. SJØTRANSPORT: SKIP TIL KAI FÅR EL FRA LAND

Som bidrag til Klimakur er det gjennomført en studie som ser på mulighetene for å forsyne skip som ligger til kai med strøm fra land, slik at strømmen ikke trenger produseres om bord. Denne indikerer at de direkte utslippene kan reduseres med ca. 0,2 Mt CO₂-ekv. årlig i 2020 og 2030 (Veritas 2009, s. 9). Studien oppgir også behovet for strøm fra land som trengs for å erstatte den som produseres om bord. Vi bruker tall derfra.

4.11. FERJER: ELMOTORER ERSTATTER FORBRENNINGSMOTORER

Norddal (2010, s. 4) oppgir at ferjene i Norge ga direkte klimagassutslipp på 0,5 Mt CO₂-ekv. i 2008. Overgang til gassferjer har ikke ført til noen reduksjon i totale klimagassutslipp, bl.a. fordi gassferjer gir utslipp av klimagassen metan, og fordi en potensiell reduksjon i CO₂-utslipp motvirkes av større og hurtigere ferjer.

Lang levetid for ferjer (om lag 30 år), kombinert med lange kontrakter mellom myndighetene og operatørene, begrenser utfasingspotensialet. Vi antar helt skjønnsmessig at en ambisiøs politikk kan gi utslippsreduksjoner på 15 prosent i 2020 og 30 prosent i 2030.

BATTERIDRIFT

Ferjer med elmotor drevet med strøm fra batterier er en reell mulighet på enkelte ferjestrekninger. Energi Norge og Zero har satt i gang en studie av dette.

Virkningsgraden i elmotorer er høy. Vi forutsetter at ferjer har den samme virkningsgraden i elmotorer og lading/batterier som for personbiler (IEA 2005, s. 121) og runder av til hhv. 90 og 85 prosent. Virkningsgraden for dieselmotorer i ferjer ligger normalt på 43–44 prosent, men nye gassmotorer nærmer seg 50 prosent.⁴⁰ Ut ifra dette regner vi at elmotorer i ferjer vil oppnå en virkningsgrad som er dobbelt så høy som for forbrenningsmotorer. Overgang til eldrift vil derfor gi en betydelig energieffektiviseringsgevinst.

HYDROGENDRIFT

Et alternativ til batteridrift er elmotorer med strøm fra brenselceller drevet av hydrogen. Hydrogen kan produseres på flere måter, men den mest nærliggende når vi diskuterer bruk av kraft, er elektrolyse.

Å produsere hydrogen gjennom elektrolyse er energikrevende, men kan være en mulighet der vi har kraft som ikke kan brukes til andre fornuftige formål som følge av svakt utbygd overføringsnett og/eller store svingninger i produksjonen. Hydrogen kan brukes til mange formål, men det er en fordel å

³⁹ Energiforbruket for høyhastighetstog på ny bane tilsvarer omtrent dagens forbruk for langdistansetog i Norge. Regneeksemplene gir oss noen standardfaktorer som vi bruker når vi beregner reduserte utslipp fra overført trafikk, der eksemplet for Oslo–Kristiansand brukes for kortere turer (Oslo–Kristiansand og Stavanger–Bergen), mens eksemplet for Oslo–Trondheim gjelder for de lengre turene i Sør-Norge.

⁴⁰ Ifølge informasjon i e-post fra Finn-Arne Rognstad i Rolls-Royce Marine AS, datert 30. april 2010.

bruke den i noen få, større enheter framfor mange små, for å redusere logistikkutfordringene.⁴¹ Hydrogen kan brukes i brenselceller for produksjon av elektrisitet, som så kan drive elmotorer. Teoretisk kan hydrogen også brukes som erstatning for fossile reduksjonsmidler i industrien. Her vil vi vise effektene av å bruke hydrogen i ferjer.

Ved hydrogendrift vil elmotoren i ferja ha samme virkningsgrad som ved batteridrift. Det vi nå må vite noe om, er virkningsgraden ved elektrolyse, ved komprimering/transport og i brenselcellene. IEA (2005, s.121) oppgir disse virkningsgradene til hhv. 80, 72 og 54 prosent, som i sum gir 31 prosent. En annen kilde (Bossel 2003) oppgir dem til hhv. 70, 71 og 50 prosent, som i sum gir 25 prosent. Alt dette er tall som gjelder for personbiler. Med noe teknologiforbedring, lokal elektrolyse nær ferjekai (som reduserer transportbehovet) og noe utnyttelse av varmeenergi som oppstår i brenselcellene, anslår vi at den totale virkningsgraden i disse prosessene kan bli på 35 prosent i 2020 og 2030.

4.12. INDUSTRI: EL ERSTATTER FOSSIL ENERGI

Klimakur anslår at stasjonær forbrenning i industrien vil gi direkte klimagassutslipp på 5,0 Mt CO₂-ekv. i 2020, mens tallet for 2030 er anslått til 5,5 Mt (Klimakur 2010a, s. 129). Økt energieffektivisering, som vi har forutsatt, gjør det nødvendig å redusere potensialet noe.⁴²

VARMEPUMPER

Varmepumper egner seg til å produsere lavtemperaturvarme, opp mot nærmere 100 °C. Det er imidlertid vanskelig å anslå hvor stor andel av industriens utslipp som kommer fra produksjon av slik varme. Vi har ikke funnet statistikk over verken dette eller utslipp forbundet med oppvarming av industriens bygg.

Klimakur (2010e, s. 62) har identifisert et potensial for å erstatte 5 TWh fossil energi med bioenergi uten spesielt høy energitetthet. Alt dette kan neppe erstattes med varmpumper, men vi anslår helt skjønsmessig at to tredeler kan erstattes, noe som kan redusere utslippene med 0,9 Mt i 2020. En alternativ betraktningmåte er å ta utgangspunkt i framskrevet utslipp i industrien fordelt på ulike bransjer (Klimakur 2010e, s. 18), som viser at såkalt *annen industri* vil forårsake stasjonære utslipp på 0,9 Mt i 2020. Annen industri representerer mange bransjer som neppe har et stort behov for høytemperaturvarme. Alt kan sikkert ikke dekkes med varmpumper her, men det er sannsynlig at det ligger et potensial også i andre industribransjer. Vi konkluderer med et utslippsreduksjonspotensial i 2020 på 0,9 Mt, fratrukket økt energieffektivisering utover det som ligger inne i referansebanen. For 2030 forhøyer vi tallet skjønsmessig med 20 prosent for å ta høyde for økt aktivitetsnivå og teknologisk utvikling som kan muliggjøre mer lønnsomme varmpumper.

Siden det er stor mulighet for å bruke spillvarme som varmekilde for varmpumpene, regner vi med en virkningsgrad på 330 prosent⁴³. Vi regner videre med at varmpumpene dekker hele årsbehovet for varme og erstatter bruk av naturgass og fyringsolje med gjennomsnittlig CO₂-utslipp på 0,25 kg/kWh og en virkningsgrad i bruksleddet på 90 prosent.

DIREKTE BRUK AV ELEKTRISITET

Det resterende forbruket av fossil energi i industrien kan erstattes nesten fullt ut av elektrisitet, som imidlertid må brukes direkte, da varmpumper ikke kan levere høy nok temperatur til disse behovene. Vi regner med at overgang fra fossil energi til elektrisitet vil øke virkningsgraden fra om lag 90 til

⁴¹ Eventuell videreomdanning av hydrogen til metanol kan redusere logistikkutfordringene.

⁴² Potensialet er derfor redusert med 10 prosent i 2020 og 2030, som innebærer at vår referansebane inneholder direkte utslippsreduksjoner på 0,5 Mt i 2020 og 0,6 Mt i 2030 for industrisektoren.

⁴³ Ifølge e-post fra Bård Baardsen i Norsk Varmepumpeforening, datert 18. mai 2010, kan vi regne årsvarmefaktorer på 3,3 for vann-vann-varmpumper, forutsatt riktig montering.

om lag 100 prosent, og at strømmen reduserer bruken av naturgass, fyringsolje og kull med gjennomsnittlig CO₂-utslipp på 0,25 kg/kWh. Størst utslippsreduksjon kan oppnås dersom elektrisitet brukes til å erstatte bruken av kull. Vi anslår helt skjønsmessig at det vil være mulig å realisere 60 prosent av potensialet innen 2020 og 80 prosent innen 2030.

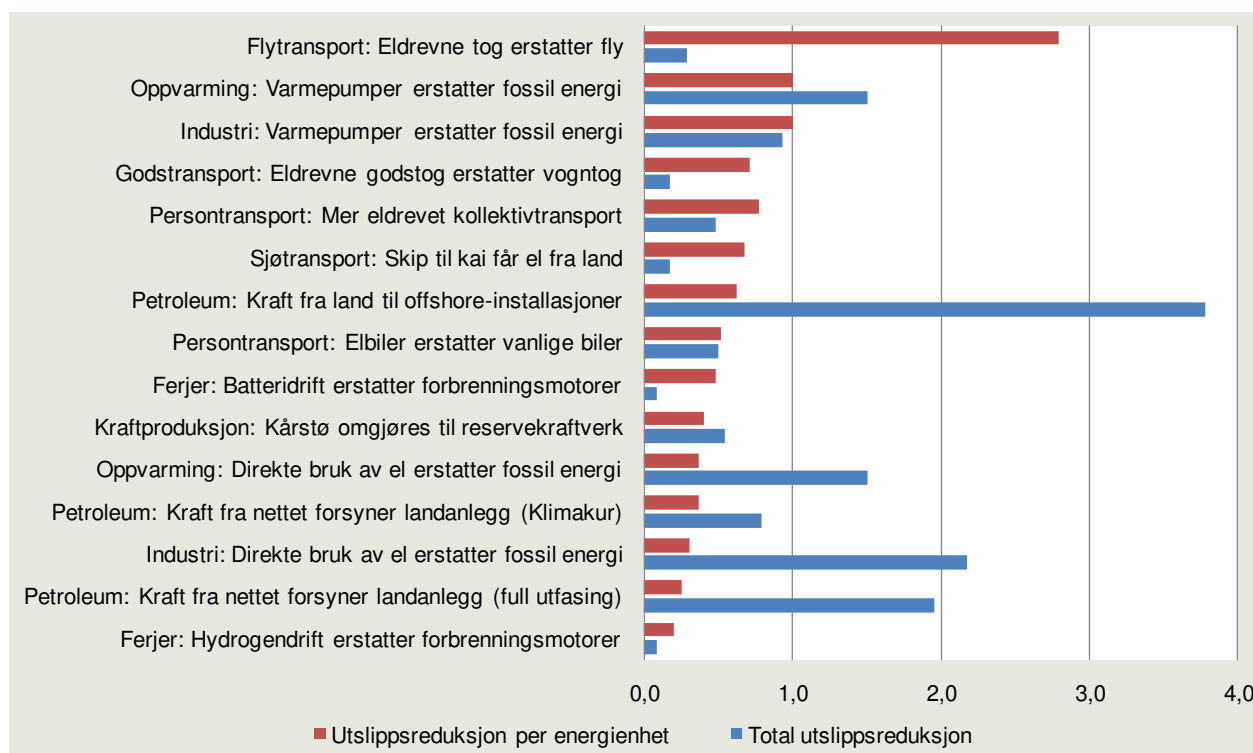
4.13. RESTAURERING AV UTBYGDE VASSDRAG

Restaurering av allerede utbygde vassdrag kan gjøres ved hjelp av flere grep, der økt vannføring i opprinnelige bekke- og elveleier er et viktig element. Revidering av vassdragskonsesjoner og implementering av vannrammedirektivet vil medføre krav til økt minstevannføring for flere kraftverk.

Organisasjonene i Samarbeidsrådet for naturvernsaker (SRN) peker på at vilkårene for nær 300 vassdragskonsesjoner skal opp til ny behandling med særlig sikte på miljøforbedringer. Økt minstevannføring i vassdrag som ble bygd ut da det ble stilt få eller ingen krav til minstevannføring, er et rettmessig krav i forbindelse med denne vilkårsrevisjonen (SRN 2010). I flere kraftverk vil dette sannsynligvis medføre redusert kraftproduksjon. Dette er en bedriftsøkonomisk kostnad for kraftverkene, men ikke et forsyningsproblem for et samfunn som allerede har et stort kraftoverskudd. En kan derfor si at restaurering av vassdrag er enda en måte å disponere det eksisterende kraftoverskuddet på.

4.14. DRØFTING AV TOTALEFFEKTEN

Før vi går videre med å drøfte barrierene i bl.a. overføringsnettet i kapittel 6, kan det være greit å gjøre noen foreløpige vurderinger av hva som er fornuftige bruksområder for strømmen. Først viser vi en figur for 2020 som oppsummerer utslippsreduksjonene per energienhet og de faktiske klimagassreduksjonene, rangert etter førstnevnte parameter.



Figur 4-1: Utslippsreduksjon per energienhet (kg CO_{2e} / kWh) og klimagassreduksjon (Mt CO_{2e}) i 2020

Av figur 4-1 ser vi at trafikkoverføring fra fly til bane gir den desidert største klimagassreduksjonen per energienhet, etterfulgt av å erstatte fossil energi med varmepumper. Samtidig ser vi at det absolute potensialet for utslippsreduksjon er langt høyere for tiltak som krever mer kraft per utslipps-

reduksjon. Å forsyne offshore-anlegg med kraft fra land gir den desidert største reduksjonen i klimagassutslipp i absolutte tall. Men vi antar at dette tiltaket får redusert sitt potensial for utslippskutt i 2030 som følge av lavere aktivitet i petroleumssektoren, mens flere transporttiltak gjør at denne sektoren øker sitt potensial.

Det er grunn til å gjenta at kostnadene med å iverksette tiltak ikke er analysert, verken i kroner eller i form av miljøbelastninger. Det siste spiller inn bl.a. der det er behov for å bygge ny infrastruktur.

NÆRMERE DRØFTING

Vi vil nå kommentere noen av de aktuelle bruksområdene nærmere, der vi også nevner mulighetene for å iverksette tiltak på kort sikt, her definert som 2015. Miljøeffektene av eksport, enten av kraft eller av kraftkrevende produkter, kommer vi tilbake til i kapittel 5.

Til *oppvarming av bygninger* bør direkte bruk av strøm unngås da det fins langt bedre alternativer. Direkte bruk av strøm i fjernvarmeanlegg kan derimot aksepteres som en måte å bruke periodevis overskuddskraft på når den ikke har andre fornuftige anvendelser. Med mindre det fins spillvarme som kan brukes direkte til oppvarming, er varmpumper en svært god måte å utfase fossil energi i varmesektoren på. Biobrensel kan brukes som spisslasttilskudd eller i kraftvarmeverk, men vi må også kunne akseptere noe direkte bruk av strøm i kombinasjon med varmpumper på de kaldeste dagene. Det er verd å understreke at bruk av varmpumper for å utfase fossil energi også vil gi et positivt bidrag i arbeidet med å forbedre lokal luftkvalitet. Det bør være mulig å fase ut en betydelig andel av fossil energi til oppvarming av bygninger innen 2015.

Den lave virkningsgraden i *gass turbinene offshore* gir høye utslipp av klimagasser og nitrogenoksid, noe som tilsier at de bør erstattes med kraft fra land. Kort gjenværende levetid på eksisterende installasjoner og små, spredte anlegg gjør det likevel utenkelig at alle kan erstattes på denne måten. Det bør være mulig å utnytte noe av potensialet innen 2015. Behovet for kraftkabler fra land for å forsyne offshoreinstallasjonene med strøm må ses i sammenheng med behovet for overføringskabler mellom Norge og våre naboland lenger sør. Slik samordning kan redusere kostnadene og dermed gjøre det mulig å fase ut en betydelig andel av gass turbinene offshore.

Vi har to store *gassprosessanlegg* til lands med høyt energiforbruk og høye klimagassutslipp. Det store behovet for varme med høy temperatur begrenser muligheten for å bruke varmpumper i dagens anlegg. Det har vært naturlig å velge løsninger med gass-turbiner, som samtidig leverer høytemperaturvarme og i sum gir høy energiutnyttelse. Dersom slike anlegg ikke integreres i et CCS-opplegg, vil det være riktig å vurdere forsyning med kraft fra nettet. Full utfasing av gass turbinene krever mye kraft dersom varmebehovet må dekkes ved direkte bruk av elektrisitet. Det kan by på utfordringer. Vi finner det derfor riktig å vurdere løsninger der deler av varmebehovet dekkes med f.eks. bruk av biomasse direkte eller i kraftvarmeanlegg, eventuelt i kombinasjon med varmpumper.

BIOBRENSLER KONTRA VARMEPUMPER

Biobrensl er et alternativ til varmpumper. Biobrensel fra norske trær vil i mange tilfeller ikke kunne regnes som klimanøytralt fordi trærne vil bruke flere tiår på å binde CO₂-mengden som er sluppet ut når biobrensl forbrennes. Dette – sammen med det faktum at biomasse er en knapp ressurs som har flere alternative bruksområder – tilsier at det kan være riktig å reservere biomassen til formål som har få miljømessig gode alternativer. Effektive varmpumper som brukes riktig, har et lavt strømforbruk sett i forhold til varmen som leveres. Dette tilsier at det kan være bedre å bruke varmpumper til å produsere lavtemperaturvarme (opptil nærmere 100 °C), der det er praktisk mulig, og heller reservere storparten av biomassen f.eks. til bruk som byggematerialer og som reduksjonsmidler i prosessindustrien og til produksjon av høytemperaturvarme. Biogass er en høyverdig energibærer som primært bør reserveres til transportformål. Se Schlaupitz (2010) for nærmere drøfting av klimaeffekten av skogbasert bioenergi.

Gasskraftverket på Kårstø har i dag ingen annen funksjon enn å produsere kraft. Dersom kraftverket ikke integreres med gassprosessanlegget på Kårstø og utstyres med CCS, kan rammebetingelsene endres slik at Kårstø omgjøres til et reservekraftverk.

Bruk av elektrisitet i *transportsektoren* gir lavere energiforbruk og lavere klimagassutslipp og er positivt for den lokale luftkvaliteten. Elektrifisering av godstransport og ferjer vil i tillegg gi betydelige reduksjoner i utslipp av nitrogenoksider, mens kollektivtransport kontra individuell transport kan redusere arealforbruket. Vi finner det derfor riktig at en del av den økte kraftmengden brukes på betydelig innfasing av elektrisitet i bilparken og større satsing på skinnegående transportløsninger. Siden utskifting av bilparken og utbygging av banesystemer er forholdsvis komplisert og tidkrevende, vil bare en liten del av potensialet kunne tas ut innen 2015. Produksjon av hydrogen til erstatning for diesel gir svært liten utslippsreduksjon per energienhet. Dette er imidlertid en interessant bruksmåte for eventuell kraft som ellers ville gått til spille.

Det foreligger et potensial for å øke bruken av varmepumper som erstatning for fossil energi i *industrien*, som i kombinasjon med spillvarme kan gi en høy virkningsgrad og dermed lavere klimagassutslipp og også bedre lokal luftkvalitet. Vi ser for oss at en betydelig del av potensialet bør kunne utnyttes innen 2015, men potensialet må kartlegges nærmere. Utover dette er det et stort potensial for å bruke strøm til erstatning for fossil energi, men klimagassreduksjonen per energienhet blir forholdsvis liten når varmepumper ikke kan brukes. Biobrensel kan da være et effektivt alternativ, noe som gjør at direkte bruk av strøm neppe er hensiktsmessig unntatt på steder der det oppstår et stabilt, inneklemt kraftoverskudd uten bedre anvendelsesmuligheter for strømmen.

TOTAL EFFEKT PÅ KLIMAGASSUTSLIPP OG KRAFTFORBRUK

Tabell 4-1 på neste side er mer detaljert enn den foregående figuren og oppsummerer klimagassreduksjon og kraftbehov samt utslippsreduksjon per energienhet i 2020 og 2030 for de ulike bruksmåtene vi har beskrevet. Tabellen viser at vi har et stort potensial for å fase ut fossil energi med fornybar kraft. Dersom vi regner med alle tiltak, unntatt de som er markert med stjerne i merknadsfeltet i tabellen, blir den totale utslippsreduksjonen på om lag 9 Mt CO₂-ekv. årlig i 2020 og 10 Mt i 2030. Dette krever 14 TWh i 2020 og 17 TWh i 2030. Nesten hele utslippsreduksjonen vil kunne tilskrives det norske utslippsregnskapet.⁴⁴ I tillegg bidrar forutsetningene om energieffektivisering i referansebanen til ytterligere reduksjoner på 1 Mt i både 2020 og 2030. I sum kan vi oppnå utslippskutt på 17 prosent i 2020 og 21 prosent i 2030, dersom vi sammenlikner med Klimakurs referansebane, som anslår at Norges klimagassutslipp blir på 58,7 Mt i 2020 og 54,5 Mt i 2030 (Klimakur 2010a, s. 63).

I regnestykket har vi lagt inn at gassprosessanleggene på Kårstø og Melkøya forsynes med kraft fra nettet, slik som beskrevet i Klimakur. Dersom CCS blir etablert på disse stedene, forsvinner behovet for å forsyne anleggene med kraft fra nettet.

Ytterligere kutt i klimagassutslipp i Norge er mulige dersom vi aksepterer en lavere utslippsreduksjon per energimengde. Dette er fornuftig i hvert fall der det oppstår såkalt innestengt kraft, som vanskelig kan transporteres til markeder som kan utnytte den bedre.

Utvider vi tidsperspektivet til perioden etter 2030, må innsatsen økes ytterligere innen både energieffektivisering og fornybar kraftproduksjon – dersom vi skal greie å fase ut all fossil energibruk i Norge. Økt fornybar kraftproduksjon bør da i all hovedsak komme i form av nye teknologier som vindkraft til havs, bølgekraft m.m.

⁴⁴ Siden vi i utslippsendringene også inkluderer utslipp som følge av framstilling av energibærere, vil noe av utslippsendringene kunne oppstå i utlandet, i og med at en andel av energibærerne framstilles/foredles der. I utslippsendringene har vi også kalkulert inn en liten andel klimagassekvivalenter fra flytrafikk som ikke regnes med i offisiell utslippsstatistikk. Dette er forhold vi ikke har skilt ut når vi sammenlikner med Klimakurs referansebane og det norske utslippsregnskapet.

	2020			2030			Merknad
	Kutt-potensial (Mt CO _{2e})	Kraft-behov (TWh)	kg CO _{2e} / kWh	Kutt-potensial (Mt CO _{2e})	Kraft-behov (TWh)	kg CO _{2e} / kWh	
Oppvarming: Direkte bruk av el erstatter fossil energi	1,5	4,1	0,4	1,1	3,1	0,4	A *
Oppvarming: Varmepumper erstatter fossil energi	1,5	1,5	1,0	1,1	1,1	1,0	B
Petroleum: Kraft fra land til offshore-installasjoner	3,8	6,1	0,6	3,4	5,4	0,6	
Petroleum: Kraft fra nettet forsyner landanlegg (Klimakur)	0,8	2,1	0,4	0,6	1,6	0,4	
Petroleum: Kraft fra nettet forsyner landanlegg (full utfasing)	2,0	7,8	0,3	1,4	5,8	0,3	C *
Kraftproduksjon: Kårstø omgjøres til reservekraftverk	0,5	1,4	0,4	0,5	1,4	0,4	
Veitransport: Elbiler erstatter vanlige biler	0,5	1,0	0,5	1,8	3,7	0,5	
Persontransport: Mer eldrevet kollektivtransport	0,5	0,6	0,8	0,9	1,2	0,7	D
Godstransport: Eldrevne godstog erstatter vogntog	0,2	0,2	0,7	0,3	0,4	0,7	
Flytransport: Eldrevne tog erstatter fly	0,3	0,1	2,8	0,5	0,2	2,0	
Sjøtransport: Skip til kai får el fra land	0,2	0,3	0,7	0,2	0,3	0,7	
Ferjer: Batteridrift erstatter forbrenningsmotorer	0,1	0,2	0,5	0,2	0,4	0,5	E
Ferjer; Hydrogendrift erstatter forbrenningsmotorer	0,1	0,4	0,2	0,2	0,9	0,2	F *
Industri: Direkte bruk av el erstatter fossil energi	2,2	7,1	0,3	3,6	11,7	0,3	*
Industri: Varmepumper erstatter fossil energi	0,9	0,9	1,0	1,1	1,1	1,0	
Sum alle tiltak (unntatt alternative tiltak med minst effekt)	13	27		15	33		
Sum alle tiltak, unntatt de med stjerne i merknadsfeltet	9	14		10	17		

Merknader

Alle forbruksposter inkluderer tap i overføringsnettet, og utslippsreduksjonene tar hensyn til utvinning, raffinering og transport

(A) Tiltaket er et alternativ til bruk av varmpumper

(B) Tiltaket er et alternativ til direkte bruk av strøm

(C) Tiltaket er et alternativ til det som er beskrevet i Klimakur

(D) Ved innfasing av elbiler må potensialet for utslippsreduksjon totalt og per energienhet nedjusteres (med anslagsvis 10–15 prosent i 2020 og 35–40 prosent i 2030)

(E) Tiltaket er et alternativ til hydrogendrift

(F) Tiltaket er et alternativ til batteridrift

(*) Se omtale i teksten

Tabell 4-1: Klimagassreduksjon, kraftbehov og utslippsreduksjon per energienhet ved bruk av kraft på ulike tiltak i 2020 og 2030

5. KAPITTEL

BØR STRØMMEN HELLER EKSPORTERES?

I forrige kapittel så vi på områder der strøm kan brukes til å redusere utslippene av klimagasser i Norge. Det er imidlertid ikke opplagt at disse gir de største utslippsreduksjonene globalt. Det er tenkbart at større utslippsreduksjoner kan oppnås i andre land om strømmen eksporteres, enten gjennom kabler eller i form av varer eller tjenester. I dette kapitlet drøfter vi slike muligheter og forhold som kan avgjøre den globale utslippseffekten. Det er et komplisert tema med mange usikkerhetsmomenter, som derfor ikke innbyr til entydige konklusjoner.

5.1. GIR ØKT TILBUD ØKT FORBRUK?

Aller først: I den grad fornybar strøm eller produkter produsert med fornybar strøm erstatter ikke-fornybar strøm eller produkter framstilt med ikke-fornybar strøm, kan vi anta at slik eksport vil redusere de globale klimagassutslippene. Forutsetningen er at forbruket av strøm eller produkter forblir konstant.

Eksport av fornybar kraft i form av strøm eller varer/tjenester skjer i dag på markedsmessige vilkår. Strøm eller kraftintensive varer kan bare selges dersom prisen er gunstig i forhold til konkurrentenes. Konkurransen presser prisen på produktet. Dersom dette resulterer i lavere priser for forbrukerne, kan det totale forbruket øke. Et slikt økt forbruk kan redusere eller i verste fall reversere klimagevinsten. Dette er noe vi alltid må ha i bakhodet, uten at vi går i dybden på dette i denne rapporten.

5.2. UTSLIPPSFORPLIKTELSENE STYRER

Debatten om de relative miljøfordelene av norsk eksport av strøm eller andre produkter i forhold til utenlandske kraftkilder eller utenlandsk produserte produkter har i en eller annen form pågått i Norge siden begynnelsen av 1990-tallet.

I 1990-tallets gasskraftdebatt sto eventuelle miljøfordeler av norsk eksport av kraft basert på nye gasskraftverk sentralt. Tilhengerne av utbygging mente at strømmen fra norske gasskraftverk ville fortrenge mer forurensende fossil kraftproduksjon i land som mottok norsk kraft. De mente at dette talte for å bygge gasskraftverk i Norge, til tross for at de norske CO₂-utslippene ville øke. Andre mente at slik eksport ikke ville redusere de globale utslippene så lenge alle land som deltok i kraftutvekslingen, hadde sine egne klimaforpliktelser.

Norge så vel som alle mottakerland av norsk krafteksport har ratifisert Kyoto-protokollen, som forplikter til kvantifiserte reduksjoner av klimagassutslipp. Det meste av norsk eksport av kraftintensive produkter skjer til andre industriland i og utenfor Europa. Disse er alle såkalte Annex 1-land under til FNs klimakonvensjon, som med unntak av USA har ratifisert Kyoto-protokollen. Til tross for forpliktelsene om utslippsreduksjoner tillater Kyoto-mekanismene et land å innfri deler av forpliktelsen ved å betale for reduksjon av utslipp i andre land. Kvotehandling er en av disse mekanismene.

Det er mulig å konkludere med at reduksjonen av klimagassutslipp i et land som mottar strøm fra Norge, er bestemt av landets egen klimaforpliktelse. EU har også innført sitt eget kvotehandlingssystem. Noen mener derfor at det ikke vil skje noen ekstra utslippsreduksjon som følge av en eventuell import fra Norge, fordi mottakerlandet og de land som det bedriver kvotehandling med, i sum vil redusere sine utslipp akkurat så mye som de er pålagt, og ikke mer. Kort sagt: Utslippsforpliktelsene styrer.

I praksis vil dette virke gjennom kvoteprisen. Ekstra tilgang på fornybar kraft vil redusere denne. Lave kvotepriser vil utsette overgangen til fornybar kraftproduksjon og effektiviseringstiltak i land som har mye fossil kraftproduksjon. Spørsmålet om hvorvidt norsk krafteksport kan føre til lavere kvotepriser, er derfor av betydning for miljøet.

Thorstein Bye og Michael Hoel skriver følgende:

[...] Det europeiske kraftmarkedet er imidlertid regulert gjennom EUs kvotemarked for klimagasser. Dette kvotesystemet gir et tak på de samlede utslippene som dekkes av kvotesystemet, uavhengig av hvor mye fornybar elektrisk energi som blir produsert i Norge. Dersom økt eksport av norsk kraft for eksempel initialt reduserer produksjonen av kullkraft i Danmark, vil disse kraftprodusentene bruke færre utslippstillatelser enn de ville uten den norske eksporten. Prisen på kvoter går ned, kostnadene ved kraftproduksjon blir lavere, og kraftproduksjonen kan opprettholdes på et høyere nivå. Dette trekker da som diskutert over i retning av lavere kraftpriser.

(Bye og Hoel 2009)

Denne betraktningssmåten bør imidlertid modereres, fordi utslippsforpliktelsene ikke er statiske. Økt tilgang på fornybar kraft kan påvirke opinionen og politikerne til å senke taket over kvotemarkedet og/eller gjøre dem villige til å inngå mer ambisiøse klimaavtaler slik at EUs eller globale klimagassutslipp reduseres. Økte muligheter til effektregulering ved hjelp av norsk vannkraft, som vi kommer tilbake til i avsnitt 5.7, kan ha litt av den samme virkningen. Det er derfor interessant å se på det europeiske kraftmarkedet under ett.

5.3. EUROPEISK KRAFTMARKED MÅ SES I EN SAMMENHENG

Dersom det er fri flyt av kraft over landegrensene, vil strømforbruket i Norge bestå av en miks av kraft produsert på ulike måter og med ulike miljøegenskaper. Uavhengig av om Norge har kraftbalanse, kraftunderskudd eller kraftoverskudd, sendes det alt i dag mye kraft til og fra våre naboland slik at det totale kraftsystemet utnyttes så optimalt som mulig. Norsk vannkraft eksporteres for å avhjelpe forbrukstopper i våre naboland, mens kjernekraft og varmekraft importeres når det er nødvendig.

Sett i et miljøperspektiv er det interessant å vite hvordan endringer i strømforbruket i Norge påvirker kraftproduksjonen i Europa. Hvilken type kraftproduksjon er såkalt marginalkraft, dvs. den produksjonen som øker eller minker når kraftforbruket i Norge varierer?

Det er svært vanskelig å finne et entydig svar på dette. Kraftmarkedet er komplekst, og det er markedsmessige barrierer, f.eks. nasjonale strømmonopoler og mangel på overføringskapasitet. Resultatet avhenger også av om vi betrakter endringene i et kort eller langt tidsperspektiv. På kort sikt er produksjonskapasiteten gitt: Det kommer ikke flere eller færre vind- eller kullkraftverk om forbruket endres fra dag til dag eller måned til måned.

En artikkel i en av NVEs kvartalsrapporter (Vessia og Lindberg 2008) hevder at redusert forbruk av kraft i Norge vil gi lavere CO₂-utslipp fra europeiske kraftverk på kort sikt. Etter deres beregninger vil en ekstra eksport av 1 TWh fra Norge redusere utslippene av CO₂ med 0,66 kg/kWh, mens tallet blir 0,58 kg/kWh om eksporten øker til 10 TWh. Det er i hovedsak gass-, olje- og kullkraftverk som vil redusere produksjonen ved økt norsk eksport. Samtidig understreker forfatterne at dette gjelder på kort sikt. Totaleffektene som følger av kvotemarkeder og klimaavtaler, er ikke vurdert.

5.4. LANGSIKTIGE KLIMAEFFEKTER AV NORSK KRAFTEKSPORT

For å vurdere effekter på lengre sikt må vi ta hensyn til endringer i produksjonskapasiteten. EU fører en bevisst politikk for å få bygd ut mer fornybar energiproduksjon⁴⁵ og forbedre energieffektiviteten i fossilfyrte kraftverk. Satsing på fangst og lagring av CO₂ (CCS) er også på trappene. Andre krefter kan påvirke utslippintensiteten i det europeiske kraftsystemet i motsatt retning, f.eks. kull-lobbyen som kjemper for sine arbeidsplasser, samt hensyn til nasjonal energisikkerhet. Vi ser tendenser til at EU ønsker å gjøre seg mindre avhengig av gass fra Russland, noe som kan påvirke rammebetingelsene for kraftproduksjonen.

EU arbeider også for å øke samproduksjonen av kraft og varme. Med kraftvarmeverk kan det lokale varmebehovet få større innflytelse på deler av kraftproduksjonen enn muligheter for import. Kapasiteten i overføringsnettene begrenser også krafteksporten. Alt dette betyr at det ganske sikkert ikke er en lineær sammenheng mellom eksport av fornybar kraft fra Norge og reduksjon i CO₂-utslipp i Europa. Unntaket måtte være dersom det inngås forpliktende avtaler mellom to eller flere land om f.eks. å stenge ineffektive kullkraftverk dersom landet kan få levert fornybar kraft fra et annet land. Men heller ikke da kan vi slå fast hva alternativet hadde vært, dersom en slik avtale ikke hadde blitt inngått.

Vi mener at de langsiktige virkningene må tillegges stor vekt når vi skal forsøke å forstå de globale miljøeffektene av norsk krafteksport. Da kan en ikke ta dagens produksjonskapasitet for gitt. Tiltak som påvirker investeringene i ny kapasitet, har særlig stor betydning, fordi produksjonsutstyret i kraftsektoren er dyrt og har lang levetid. Investeringsbeslutninger får virkning langt fram i tid. Er først investeringen gjort, så har de variable driftskostnadene størst betydning for om kapasiteten blir brukt eller ikke. Prisen på CO₂-utslipp vil da være viktig.

5.5. ERSTATTER NORSKE VARER PRODUKSJON MED HØYERE CO₂-UTSLIPP?

Noen av de samme forholdene som avgjør miljøvirkningene av norsk krafteksport, er også relevante for eksport av norske varer og tjenester. Det er prisen som avgjør om norske produkter vil fortrenge tilsvarende produksjon i andre land. Norske produkter kan få et konkurransefortrinn overfor produkter fra land som har krav om å redusere sine CO₂-utslippene, og der produksjonen medfører høyere utslipp enn i Norge. I slike land har utslippene en pris, eller en må regne med at de får en pris.

⁴⁵ Se bl.a. en kort omtale i kapittel 8 i denne rapporten. Vi legger også til at Bloem mfl. (2010, s. 1) opplyser at 62 prosent av den nye kraftproduksjonskapasiteten (målt i effekt) som tilkom i EU i 2009, er fornybar.

Derimot vil norske produkter ikke få en tilsvarende fordel overfor land uten reduksjonsforpliktelser. Det gjelder i dag de som ikke omfattes av Anneks 1 til Kyoto-protokollen, samt USA, som ikke har ratifisert protokollen. Det vil likevel endres ved en eventuell global klimaavtale som også inkluderer utviklingsland med stor industriproduksjon. I forbindelse med forhandlingene om en ny klimaavtale har en flere store utviklingsland satt seg mål om å redusere f.eks. energiintensitet eller utslipp per produsert enhet.

Om norske produkter som erstatning for utenlandske vil føre til en netto reduksjon av globale klimagassutslipp, avhenger ikke bare av norske produkter er produsert på en mer klimavennlig måte enn i utlandet. Her kommer igjen prisvirkninger inn i bildet. Lavere priser kan stimulere til økt etterspørsel og dermed til et høyere totalt utslipp.

Produksjon i Norge kan også erstatte produksjon i andre land med overveiende fornybar kraft. Om den f.eks. fortrenger produksjon på Island, kan effekten bli negativ. All kraftproduksjon på Island er fornybar, og direkte krafteksport er vanskelig som følge av de lange avstandene. Kommer norsk industriproduksjon som erstatning for produksjon i land med lite fornybar kraft og samtidig en lite ambisiøs klimapolitikk, kan fordelene derimot bli store.

Dersom det i tillegg oppstår energimessige eller naturgitte fortrinn av å bruke energien i Norge, vil fordelene kunne bli enda større. Et eksempel på det er datasentre, som kan plasseres i Norge og utnytte naturlige forutsetninger som reduserer kjølebehovet og dermed energiforbruket.⁴⁶ Et annet poeng er at det gjerne blir lavest miljøbelastning ved produksjon i nye framfor eldre anlegg, uavhengig av hvor produksjonen lokaliseres.

Et annet spørsmål er hvilken lokalisering som gir minst utslipp fra transport. Det avhenger helt av hvor markedet er, og hvor de alternative produksjonsstedene ligger. Tjenester som serverkapasitet i datasentre vil "eksporteres" gjennom fiberoptiske kabler.

Å bruke norsk fornybar kraft til eksportproduksjon blir særlig gunstig om det skjer på steder med et kraftoverskudd som det vanskelig å bruke til andre formål. Dette kommer vi tilbake til i kapittel 6.

5.6. KRAFTEKSPORT GJENNOM KABLER

Mulighetene for eksport begrenses av overføringsnett, både internt i Norge og mot utlandet. I kapittel 6.6 viser vi at det er aktuelt å bygge kabler med en kapasitet på til sammen minst 5700 MW mellom Norge og hhv. Danmark, Tyskland, Nederland og Storbritannia. Det er ambisiøst, men det bør være mulig innen 2020. Forutsetter vi 100 prosent oppetid og at kablene eksporterer gjennomsnittlig to tredeler av døgnet og importerer den siste tredelen, kan det oppnås en nettoeksport på nærmere 17 TWh årlig direkte mellom Norge og kontinentet, gitt at overføringskapasiteten internt i Norge også får tilstrekkelig kapasitet.

Som nevnt er det mange faktorer som påvirker de langsiktige miljøeffektene av norsk krafteksport. Det er neppe mulig å konstruere en modell som kan forutsi den marginale kraftmiksen i det europeiske markedet. Det kan imidlertid tas til orde for å bruke estimater for den framtidige *gjennomsnittlige* kraftmiksen i det europeiske markedet som tilnærming til hva som kan være langsiktig marginalkraft. Schlaupitz (2008, s. 94–101) drøfter dette, under forutsetning av en ambisiøs klimapolitikk i EU, og peker på at gjennomsnittlig klimagassutslipp per kraftenhet kan gå betydelig ned i forhold til dagens situasjon.

⁴⁶ Lefdal gruve i Måløy kommune er pilotprosjekt for slike serversentre. Temaet omtales nærmere i kapittel 9.2.

5.7. VANNKRAFT SOM "BATTERI"

Kraftutveksling mellom Norge og våre naboland lenger sør kan bidra positivt på en annen måte enn gjennom netto krafteksport fra Norge. Alle kraftforsyningssystemer må kunne tilpasse produksjonen til etterspørselen. I alminnelig forsyning varierer etterspørselen sterkt, bl.a. med tydelige døgnopper om morgenen og kvelden. Dette er utfordrende for kraftproduksjonen. Særlig kullkraftverk lar seg ikke regulere like fort som forbruket endrer seg. Kraftvarmeverk bør helst optimaliseres etter varmebehovet, for å få høyest mulig virkningsgrad. Utfordringen forsterkes om andelen vind- og solkraft i systemet øker. Da må kraft produseres når det blåser eller når sola skinner, og begge delene varierer helt uavhengig av kraftetterspørselen.

Løsningen blir derfor å supplere med annen kraftproduksjon som er lettere å regulere, f.eks. gasskraft eller regulerbar vannkraft. Dersom slik kraftproduksjon ikke er tilgjengelig, risikerer vi at varmekraftverk må gå "på tomgang", for å kunne dekke behovet dersom det skulle slutte å blåse. Norsk vannkraft kan brukes til å dekke timene med størst forbruk (spisslasten) i et varmekraft-dominert system, f.eks. i Danmark, og dermed redusere behovet for gasskraft og kanskje også kullkraftverk som går "på tomgang". CO₂-utslippene fra fossilfyrte kraftverk blir dermed redusert. Det blir lettere for våre naboland å satse på alternativ kraftproduksjon, særlig vindkraft. Norsk eksport i spisslastperioder ("eksport av effekt") kan dermed bidra til å redusere globale utslipp. Vannkraften vil fungere som et slags batteri som gir tilstrekkelig back-up-kapasitet når behovet er stort.⁴⁷

For å få til dette trengs det et kapasitetssterkt overføringsnett mellom Norge og våre naboer i sør. Kablene vil importere strøm når prisen er lav, som de gjør i dag. Siden det er gunstig å kjøre mange typer varmekraftverk med jevn produksjon, vil kraftprisen falle når etterspørselen er lav, særlig om natta. Norge vil da importere strøm, slik av vannmagasinene her kan holde igjen vann, for så å slippe mer vann og øke produksjonen når det blåser lite og når det er stort behov for kraft.

Importen kan være like stor som eksporten ved en slik effektutveksling, men fordi spisslast er mye bedre betalt enn strøm som importeres om natta, kan den likevel gi en økonomisk gevinst. Norske kraftselskap kan altså tjene penger på eksport av effekt, uten at det eksporteres netto energi. Effekt blir i denne sammenhengen en godt betalt tjeneste, som samtidig kan bidra til reduserte CO₂-utslipp i mottakerlandet.

Et fornybart kraftsystem innenfor EU vil trenge ganske mye back-up-kapasitet for å dekke behovet. Det er beskrevet i en ny rapport om mulighetene for å få til store kutt i Europas klimagassutslipp. Deling av ressurser og reserver reduserer behovet for å holde kraftproduksjonskapasitet i reserve. Dette gjør at kostnadene kan reduseres med 35–40 prosent, avhengig hvor mye fornybar energi som fases inn (ECF 2010, s. 59).

Samtidig er det nødvendig å avveie fordelene ved økt tilgang på fornybar kraft mot kostnaden ved utbygging av overføringskapasitet i form av kraftledninger. Overføringslinjer er dyre, men om en ikke bygger ut nettet i tilstrekkelig grad, kan dette redusere muligheten for å overføre vind- og solkraft mellom ulike regioner i Europa. Om en f.eks. halverte overføringsnettet i forhold til hva som er forutsatt i den omtalte rapporten, ville dette slå ut i 15–20 prosent mindre produksjon av fornybar elektrisitet. I tillegg vil en også trenge mye større back-up-kapasitet, med mindre helt nye former for storskala lagring av elektrisitet blir introdusert. En vil sannsynligvis trenge en ladings- og utladingskapasitet på 125 GW og en reservoarkapasitet for vannkraft på 47 TWh. Dette utgjør vel 50 prosent av Norges eksisterende reservoarkapasitet (ECS 2010, s. 63).

⁴⁷ Ikke all vannkraft er regulerbar. Store elvekraftverk er i liten grad regulerbare, mens kraftverk som ligger nær store vannmagasiner som lett kan tappes og fylles, er i stor grad regulerbare. Såkalte pumpekraftverk bidrar til å øke reguleringssevnen.

Behovet for back-up-kapasitet i et system med mye vindkraft kan også reduseres ved å spre vindmøllene på mange regioner der vindressursen varierer over tid på forskjellige måter. Da vil regioner der det blåser kunne kompensere for manglende vind på andre steder til samme tid, og behovet for back-up-kapasitet blir betydelig mindre (ECS 2010, s. 61). I så fall blir regulerbar vannkraft en reservetank for spesielle tilfeller mer enn et batteri som lades og utlades på mer regulær basis.

Som nevnt tidligere kan vi ikke se bort fra at internasjonal krafthandel kan bidra til at EU strammer inn kvotemarkedet eller blir villig til å påta seg større utslippsforpliktelser. Dette poenget styrker sin relevans dersom norsk vannkraft som "batteri" kan gjøre det lettere for våre naboland å satse på fornybar kraftproduksjon, f.eks. vindkraft.

NATURKONSEKVENSER AV EFFEKTKJØRING

Effektkjøring innebærer til dels svært rask økning og minskning av vannføringen spesielt nedenfor kraftstasjonene. Raske svingninger i vannføringen gir økt fare for erosjon og skaper problemer for planter, fisk og insekter. Effektkjøring vil gjøre minst skade på naturen dersom dette foregår i vannkraftverk med utløp direkte i en fjord eller en stor innsjø, og hvor vannet til kraftproduksjonen hentes rett ut av et stort vannkraftmagasin. Da unngår en raske svingninger i vannstanden både ovenfor og nedenfor kraftstasjonen.

Slike forhold har en oftest ved vannkraftverk på Vestlandet, og i noen grad også i Nord-Norge. Der finner vi forholdsvis korte og bratte vassdrag som egner seg til kraftstasjoner uten utløpselver. På Østlandet og steder med lange og forholdsvis slakere vassdrag vil effektkjøring få mer negative konsekvenser, fordi det ofte er en serie med kraftstasjoner som følger etter hverandre nedover en elvestrekning. Derfor bør effektkjøring helst skje på Vestlandet. Behovet for nettførsterkning for å overføre strømmen til landfestene for sjøkablene blir da også størst på Vestlandet og sørover til Agder-fylkene.

NVE har for øvrig igangsatt et prosjekt under tittelen *Miljøkonsekvenser av raske vannstands- endringer (effektkjøring)*, som ventes ferdig vinteren 2010–2011.

5.8. KONKLUSJONER

Klimaeffekten av norsk eksport er et komplisert tema med mange usikkerhetsmomenter. Noen vil hevde at økt krafteksport ikke har noen virkning på våre nabolands CO₂-utslipp, fordi disse begrenses av utslippsforpliktelsene. Dette er imidlertid et statisk perspektiv. På lengre sikt kan norsk krafteksport eller effektutveksling gi andre land insentiver til å påta seg større reduksjonsforpliktelser. Det er likevel flere forhold som kompliserer vurderingene.

De langsiktige virkningene må tillegges stor vekt når vi skal forsøke forstå de globale miljøeffektene av norsk krafteksport. Da kan en ikke ta dagens produksjonskapasitet for gitt, men må ta i betraktning at energi- og klimapolitikken vil påvirke hvilke former for kraftproduksjon det investeres i. Samtidig må vi ta hensyn til at investeringene i kraftsektoren er store, at produksjonsutstyrets levetid er lang, og at investeringer som gjøres i dag vil begrense handlefriheten langt fram i tid.

Det er også vanskelig å avgjøre om eksport av norske *produkter* vil fortrenge produksjon i andre land med større CO₂-utslipp. Mye avhenger av om det blir et globalt kvotehandelsystem som også omfatter store og industrialiserte utviklingsland. Til sjuende og sist er totalresultatet også avhengig av virkningen på prisene. Blir produktene totalt sett billigere, kan forbruket og dermed også totalutslippene øke.

Siden det er vanskelig å estimere miljøeffekten av krafteksport gjennom kabler og produkter, kan det framstå som mer robust å prioritere frigjort kraft til tiltak som reduserer Norges egne klimagassut-

slipp, gitt en rimelig høy reduksjon i utslipp per energienhet. Med de store mengdene kraft som vi ser kan gjøres tilgjengelig, vil det likevel være nok kraft til at Norge også kan øke eksporten gjennom kabler og/eller produkter.

Det norske vannkraftsystemet kan få økt betydning som "batteri" for europeisk vindkraftproduksjon og/eller for å dekke spisslast som før er blitt dekt av kullkraftverk. Effektkjøring fører til raskere svingninger i vanninntak og vannutslipp. For å redusere omfanget av skader på naturen bør den helst foregå der utløpet fra kraftstasjon går rett ut i en fjord eller innsjø. Slike vassdrag finner vi mest av på Vestlandet.

6. KAPITTEL

BEHOV FOR NY OVERFØRINGSKAPASITET?

I de foregående kapitlene har vi diskutert mulige bruksområder for den økende mengden tilgjengelig kraft som vi forventer å få. I dette kapitlet forsøker vi å belyse mulige barrierer i overføringsnettene som kan hindre oss i å bruke strømmen til det vi ønsker.

Overføringsnettene bør ikke være større enn nødvendig, men bidra til effektiv bruk av energien og tilstrekkelig forsyningssikkerhet for forbrukerne. Det bør være et klart mål å redusere behovet for nye kraftledninger fordi slike fører til naturinngrep og kan være en alvorlig trussel mot naturmangfoldet. Samtidig er de kostbare. Pengene kan brukes på andre tiltak, f.eks. energieffektivisering.

Vi vil innledningsvis peke på at energieffektivisering bidrar til å skaffe til veie ny kraft rundt omkring i hele landet, i motsetning til større, nye kraftanlegg, som ofte vil kreve ny overføringskapasitet for å få strømmen fram til forbrukerne.

6.1. GENERELL DRØFTING AV ULIKE BRUKSOMRÅDER

Vi vil nå drøfte de ulike bruksområdenes konsekvenser for overføringsnettene nærmere. Først litt generell drøfting, der vi også legger inn et avsnitt om konsekvensene av effektkjøring.

SPREDT FORBRUK VERSUS KONSENTRERT FORBRUK

Endringer i kraftforbruket som skjer spredt, gir gjerne mindre konsekvenser for forsyningsnettene enn store endringer på ett sted, som følge av f.eks. nye kraftkrevende industribedrifter. Innføring av energieffektive teknologier, f.eks. varmepumper, vil ofte skje spredt over hele landet. Dermed blir det rom for økning av andre, enkeltvis små og spredte strømforbrukende enheter innenfor det eksisterende nettet. På lengre sikt kan effektiviseringstiltak til og med føre til en varig reduksjon av totalbelastningen på nettet.

Andre eksempel på spredt forbruk er bruk av elektrisitet i *personbiler* og til drift av *skinnegående transportløsninger*. Et økt forbruk til transport vil i stor grad skje i tettbygde strøk med utbygd forsyningsnett, der mange små effektiviseringstiltak kan frigjøre kapasitet i nettet. Mer jernbanetrafikk og elektrifisering av dieseldrevne strekninger vil føre til et økt strømbehov spredt langs banenettet.

"LÅST" FORBRUK VERSUS FLEKSIBEL LOKALISERING

Store nye avtakere av strøm kan enten være "låst" til bestemte lokaliteter, eller de kan være mer fleksible med hensyn til lokalisering. Mye av norsk kraftkrevende industri ble etablert på steder nær kraftproduksjonen. Med bedre overføringsteknologi ble industrien mindre geografisk bundet til kraftproduksjonen.

En del potensielle nye avtakere av store mengder strøm er per dato "låst" til sin nåværende lokalisering av ulike årsaker. Eksempler er gassprosessanleggene på Kårstø og Melkøya. Dersom det ikke er nok kapasitet i det eksisterende nettet til å bringe store mengder ekstra strøm fram til slike forbrukere, krever dette enten oppgradering av eksisterende overføringsledninger eller bygging av nye.

Det enkleste tiltaket for å redusere behov for nettførsterkning og -utbygging er å lokalisere nye kraftavtakere til steder der det er ledig kapasitet. Et eksempel er nedleggingen av Union i Skien, som førte til at mye kraft ble frigjort. En ny fabrikk som produserer silisium til solceller og mikroprosessorer, ble opprettet omtrent samtidig i nabobyen Porsgrunn og kunne dermed ta i bruk både frigjort strøm og ikke minst erfaren arbeidskraft. På et enda snevrere geografisk område, nemlig innenfor industriområdet på Herøya i Porsgrunn, kan en si at silisium kom i stedet for magnesium. Dette var egentlig lykkelige sammentreff – nedleggings- og etableringsbeslutningene skjedde uavhengig av hverandre. Tydeligere planlagte eksempler på at relativt energikrevende solcellerelatert industri har kommet i stedet for gammel kraftkrevende industri, finner vi ellers på Fiskaa i Kristiansand, på Årdalstangen i Sogn og Fjordane og i Glomfjord i Nordland. Kraft fra nærliggende vannkraftverk eller eksisterende overføringsledninger fant dermed nye anvendelser på stedet.

Ny aluminiumsproduksjon kan også legges til steder der annen kraftkrevende industri legges ned eller gjennomgår omfattende energieffektiviseringstiltak. Dermed kan en oppnå samme slags gevinster som nevnt i avsnittet ovenfor.

Samlokalisering av kraftproduksjon og kraftforbruk betyr likevel ikke at det er unødvendig med kraftoverføringskapasitet med "omverdenen". Det kan være nødvendig både for forsyningssikkerheten til industrien ved teknisk svikt eller i tørrår og for å kunne transportere kraft ut ved driftsstans eller driftsinnskrenkinger i industrien. Det vil nesten alltid være fornuftig med en viss overføringskapasitet, men er en fordel om behovet kan begrenses.

DIREKTEBRUK AV STRØM TIL VARMEFORMÅL

Mange typer prosessindustri bruker fossile brensel til ulike formål. Der karbonforbindelser inngår i kjemiske prosesser, kan disse vanskelig erstattes med strøm, men der brenselet brukes til oppvarming, smelting, tørking etc., kan det i prinsippet nesten alltid erstattes av strøm. Da snakker vi om direkte bruk av strøm snarere enn varmepumper, da industrien ofte trenger høyere temperaturer enn varmepumper kan frambringe.

Direkte bruk av strøm som erstatning for fossile brensel kan forsvares dersom det er vanskelig og dyrt å frakte strømmen ut av et område. Om en bedrift som har brukt mye strøm legges ned på et slikt sted, kan det å bruke strømmen til å erstatte fossile brensel i annen industri på samme sted likevel være en samfunnsmessig gunstig anvendelse av ressursene.

HYDROGENPRODUKSJON FOR DRIVSTOFF ELLER "BATTERI"

I dag har vi få kostnadseffektive måter å lagre store mengder strøm fra fornybare energikilder på. Det er nesten bare vannkraftmagasiner som kan lagre store mengder strøm (i form av vann) til lav kostnad. Batterier er dyre og har ikke stor lagringskapasitet. Det letes stadig etter nye måter å lagre strøm på, uten at dette har resultert i noen grunnleggende nye og lønnsomme metoder. En måte som kan

være aktuell i mangel på avtakere av strøm, er som nevnt å produsere hydrogen ved elektrolyse av vann. Hydrogen kan lagres og enten brukes til stasjonær strømproduksjon i varmekraftanlegg eller i brenselceller, eller brukes som brensel i kjøretøyer. Hvert omformingssteg gir store energitap, hvilket betyr at hydrogenproduksjon er kostbart og neppe aktuelt for lagring av strøm i store mengder. Det kan likevel være en fornuftig bruksmåte for "innestengt" kraft som ellers ville gått til spille.

EFFEKTKJØRING OG NETTKAPASITETEN

I kapittel 5.7 beskrev vi hvordan norsk vannkraft kan fungere som "batteri" både for fossilfyrte varmekraftverk i andre land og for vindkraftproduksjon i Norge eller andre land. Dette vil gi en mer jevn belastning av nettet enn om strømmen brukes innenlands. Det kan derfor bli behov for å øke kapasiteten i det norske overføringsnettet på land, særlig for å kunne overføre strøm til og fra landfestene for sjøkabler til utlandet. Om en velger å øke produksjonskapasiteten i ett eller flere vannkraftverk for å kunne produsere mer spisslast, vil dette øke behovet for overføringskapasitet enda mer.

6.2. REGIONVISE ENDRINGER I KRAFTFORBRUKET

I kapittel 4.14 trakk vi noen foreløpige konklusjoner om hva det kan være lurt å bruke mer kraft på når formålet er å redusere klimagassutslippene. Nå skal vi se på hvordan forbruket vil fordele seg på regionene.⁴⁸

For å fordele forbruket bruker vi ulike metoder. For tiltakene som gjelder gassprosessanlegg på Kårstø og Melkøya samt gasskraftverket på Kårstø, har vi konkrete tall som vi kan henføre til de respektive regionene, Vest-Norge og Finnmark. Tilførsel av kraft fra land til offshore-installasjoner har vi fordelt med støtte i Palm (2007, s. 20) og bakgrunnsdata for Klimakur. Vi tilskriver Sør-Norge 20 prosent av det økte forbruket, Vest-Norge 50 prosent og Midt-Norge 30 prosent. Dette er usikre tall, men dersom det legges lengre kabler i sjøen og ikke rett til land, kan i teorien alle regionene forsyne offshore-installasjonene med kraft.

For landstrøm til skip ved kai har vi fordelt forbruket ut fra en oversikt over totalt potensial ved ulike havner (Veritas 2009, s. 5). For batteridrift av ferjer har vi skjønnsmessig fordelt det økte forbruket med en tredel hver på hhv. Vest-Norge, Midt-Norge og Nord-Norge.

For de resterende bruksområdene har vi brukt framskrevet folketall i hhv. 2020 og 2030 som fordelingsnøkkel. Lindberg og Magnussen (2010, s. 19) skriver at fossil energi til oppvarming i hovedsak kan fordeles etter befolkningens mengde. Fjernvarme er ikke med her, og dette er noe som er overrepresentert i byområdene. Likevel forutsetter vi at bruken av strøm til å fase ut fossil energi i bygg og fjernvarme vil fordele seg proporsjonalt med befolkningen.

Vi finner det ellers rimelig å anta at økt bruk av strøm i elbiler og kollektivtransport vil fordele seg ganske jevnt med befolkningen, men det vil ganske sikkert mer av dette i og rundt større byer enn i mer grisgrendte strøk. Befolkning som fordelingsnøkkel for økt strømforbruk til godstog og langdistanse-/høyhastighetstog mellom landsdelene virker også rimelig. Banenes distanser multiplisert med transportmengdene fordele seg på de ulike regionene noenlunde likt som folketallet.

Med varmepumper i industrien er det verre. Her kunne vi valgt å fordele det eventuelle økte forbruket med bakgrunn i den totale fossile energibruken i industrien. Men dette ville nok gitt regionene med mye industri med høyt varmebehov en for stor andel, i og med at bruk av varmepumper sannsynligvis egner seg langt bedre for andre industrier enn for den med høyt varmebehov. Vi har derfor

⁴⁸ Regiongrensene er omtalt i kapittel 3.

valgt å bruke folketall som fordelingsnøkkel også her, vel vitende om at dette gir et svært omtrentlig svar.

Det økte kraftforbruket til de nye bruksområdene vil ut fra disse forutsetningene fordele seg på regionene som vist i tabell 6-1 og tabell 6-2. Nest nederste linje i tabellene viser også endring i tilgjengelig kraftmengde i tråd med referansebanen, som beskrevet i kapittel 2 og 3. Nederste linje viser sluttresultatet når vi bruker tall fra referansebanen og trekker fra det økte forbruket fra tiltak som listes opp i tabellen. Alle tall inkluderer tap i overføringsnettet.

	Øst- Norge	Sør- Norge	Vest- Norge	Midt- Norge	Nordl. + Troms	Finnm.
Oppvarming: Varmepumper erstatter fossil energi	0,8	0,2	0,2	0,2	0,1	0,0
Petroleum: Kraft fra land til offshore-installasjoner		1,2	3,0	1,8		
Petroleum: Kraft fra nettet forsyner landanlegg (Klimakur)			1,3			0,8
Kraftproduksjon: Kårstø omgjøres til reservekraftverk			1,4			
Veitransport: Elbiler erstatter vanlige biler	0,5	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0
Persontransport: Mer eldre kollektivtransport	0,3	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0
Godstransport: Eldrevne godstog erstatter vogntog	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Flytransport: Eldrevne tog erstatter fly	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sjøtransport: Skip til kai får elektrisitet fra land	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	
Ferjer: Batteridrift erstatter forbrenningsmotorer			0,1	0,1	0,1	
Industri: Varmepumper erstatter fossil energi	0,5	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0
Sum: Endring i forbruk som følge av ovennevnte tiltak	2	2	6	3	0	1
Endring i tilgjengelig kraftmengde	9	2	6	6	5	0
Endring i kraftbalansen ⁴⁹	7	1	-1	4	5	-1

Tabell 6-1: Regionvis endring i kraftforbruk og kraftbalanse fra 2008 til 2020 (TWh/år)

	Øst- Norge	Sør- Norge	Vest- Norge	Midt- Norge	Nordl. + Troms	Finnm.
Oppvarming: Varmepumper erstatter fossil energi	0,6	0,2	0,2	0,2	0,1	0,0
Petroleum: Kraft fra land til offshore-installasjoner		1,1	2,7	1,6		
Petroleum: Kraft fra nettet forsyner landanlegg (Klimakur)			0,6			0,9
Kraftproduksjon: Kårstø omgjøres til reservekraftverk			1,4			
Veitransport: Elbiler erstatter vanlige biler	1,9	0,5	0,5	0,5	0,3	0,1
Persontransport: Mer eldre kollektivtransport	0,6	0,2	0,2	0,2	0,1	0,0
Godstransport: Eldrevne godstog erstatter vogntog	0,2	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0
Flytransport: Eldrevne tog erstatter fly	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sjøtransport: Skip til kai får elektrisitet fra land	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	
Ferjer: Batteridrift erstatter forbrenningsmotorer			0,1	0,1	0,1	
Industri: Varmepumper erstatter fossil energi	0,6	0,2	0,2	0,1	0,1	0,0
Sum: Endring i forbruk som følge av ovennevnte tiltak	4	2	6	3	1	1
Endring i tilgjengelig kraftmengde	17	5	10	9	7	0
Endring i kraftbalansen ⁴⁹	13	3	4	6	7	-1

Tabell 6-2: Regionvis endring i kraftforbruk og kraftbalanse fra 2008 til 2030 (TWh/år)

Vi ser av tabellene at flere regioner vi få et betydelig kraftoverskudd som kan brukes til eksport og/eller økt industriproduksjon.

⁴⁹ Summene påvirkes av avrunding av ovenstående tall.

6.3. TAP VED TRANSPORT AV ENERGI

Et velkjent problem er at kraftledninger gir naturinngrep. Et annet spørsmål er om transport av kraft i ledninger er mer energieffektivt enn å transportere ferdige produkter. Denne diskusjonen er aktuell f.eks. i Nordland, der kraftoverskuddet ser ut til å øke. Bør overskuddet eksporteres f.eks. gjennom produksjon av primæraluminium eller datalagringskapasitet, eller bør overskuddet sendes sørover gjennom ledninger og kabler?

Et lite overslagsregnestykke for frakt av primæraluminium fra Nordland til kontinentet med skip, inkludert råstoff i motsatt retning, viser at energibruken ved transporten blir på mindre enn 2 prosent av kraftforbruket ved produksjon av aluminium.⁵⁰

Et spørsmål blir hva energitapet ville vært dersom strømmen sendes gjennom ledninger og kabler. For å besvare dette skikkelig må det gjøres fullstendige systemberegninger som inkluderer dagens overføringsnett og nødvendige utvidelser. Det har vi ikke hatt muligheten for. Vi har isteden sett på et hypotetisk tilfelle der det bygges en dedikert kraftledning (420 kV) for transport av kraft fra Nordland til Sørlandet og deretter bruk av sjøkabel til kontinentet. Dersom kraftledningen utnyttes 40–60 prosent av teoretisk kapasitet, vil den transportere i underkant av 9–13 TWh årlig. Tapet i denne ledningen vil da bli på i størrelsesorden 12–17 prosent, med størst tap ved høyest utnyttelsesgrad. I tillegg kommer tap i sjøkabelen fra Norge til kontinentet på om lag 4 prosent.⁵¹ Totalt tap ved kraftoverføring blir da, under disse forutsetningene, på 15–21 prosent.

Dette kan tilsi at "kortreist kraft" bør vektlegges høyere enn "kortreiste produkter" for energiintensive varer som enkelt kan fraktes på sjø eller bane.

6.4. REGIONVISE KONSEKVENSER FOR OVERFØRINGSNETTET

Vi vil nå se litt nærmere på konsekvensene for overføringsnettets dersom endringene i kraftbalansen som vist i tabell 6-1 og tabell 6-2 blir realisert. Vi understreker at bildet ikke blir fullstendig da bl.a. svingninger i kraftproduksjon og -forbruk vil påvirke utfallet. Eventuelle behov for nye ledninger internt i regionene synliggjøres heller ikke. Data om dagens situasjon bygger på opplysninger i kapittel 3.

ØST-NORGE

Denne regionen har i normalår er kraftunderskudd på om lag 8 TWh. I vår analyse vil kraftbalansen styrkes vesentlig, slik at nettobehovet for kraft utenfra reduseres med nesten 7 TWh i 2020, mens regionen i 2030 blir en stor nettoeksportør. I 2020 kan andre regioner som nå leverer til Øst-Norge beholde mer av sin egenproduserte kraft, eventuelt eksportere den til utlandet. I 2030 kan det legges opp til økt eksport direkte fra Øst-Norge.

⁵⁰ Regnestykket er basert på en transportdistanse på 1800 km og et energiforbruk på 0,03 kWh/tonnkilometer, som gjelder for skip i oversjøisk trafikk med tonnasje 120 000 tonn, ifølge databasen Gemis 4.5 (se litteraturlista). Forutsetter vi et kraftforbruk på 10 000 kWh/tonn primæraluminium i 2020 og et behov for frakt av dobbelt så mye råstoff over samme distanse (i hovedsak aluminiumoksid) sett i forhold til ferdig produkt, utgjør energitapet i transporten 1,6 prosent av kraftforbruket i aluminiums-anlegget.

⁵¹ Tapet på 12–17 prosent gjelder for en dedikert 1000 km lang kraftledning (420 kV) med teoretisk kapasitet på om lag 2500 MW, der 1000–1500 MW utnyttes og belastningen er jevn. (Sammenhengen mellom tap og belastning for en slik kraftledning er oppgitt i e-post fra Magnus Gustavsson i Statnett, datert 16. september 2010.) Tapet på 4 prosent i sjøkabel fra Norge til kontinentet gjelder for den planlagte NorGer-kabelen mellom Sørlandet og Nord-Tyskland, der tapet i kabel og strømformering er anslått til 4 prosent (ifølge e-post fra Lars Eddy Lee i Agder Energi / NorGer, datert 23. april 2010). Som vist tidligere i dette kapitlet ser det ut til at kraftoverskuddet i Nordland og Troms vil øke med om lag 5 TWh i 2020 og 7 TWh i 2030, sett i forhold til et overskudd på i overkant av 3 TWh i 2008 ved normalårsproduksjon.

SØR-NORGE

Denne regionen har i normalår et kraftoverskudd på om lag 6 TWh. Eventuell kraftforsyning til offshore-installasjoner på Ekofisk-området vil kreve mye av den økte kraftmengden som blir tilgjengelig i 2020. De mulige nye bruksområdene burde ikke utløse et økt behov for overføringsledninger inn og ut av regionen.

VEST-NORGE

Denne regionen har i normalår et kraftoverskudd på i underkant av 5 TWh. Dersom vi forsyner petroleumssektoren med kraft fra land, øker tilførslene til gassprosessanlegg og samtidig stenger gasskraftverket på Kårstø som vist i tabell 6-1, vil dagens kraftoverskudd minke med i underkant av 1 TWh i 2020. Det er neppe problematisk, i og med at Øst-Norge blir mye mindre avhengig av kraft utenfra. Dersom det likevel tegner seg et behov for nye større overføringsledninger, blir det nødvendig med en ekstra energieffektiviseringsinnsats i denne regionen, og/eller ekstra satsing på vindkraft til havs for å forsyne offshore-installasjonene med kraft. Overføring gjennom sjø- eller jordkabel er også et reelt alternativ som kan brukes i konfliktfylte områder.

Dersom gassprosessanlegget og gasskraftverket på Kårstø integreres og får utstyr for fangst og lagring av CO₂ (CCS), vil kraftbalansen i regionen bli 1,4 TWh bedre enn vist i tabell 6-1, og dermed bedre enn i 2008. Eventuell helelektrifisering av gassprosessanlegget kombinert med stenging av gasskraftverket på Kårstø, som beskrevet i kapittel 4.4, ville gitt en kraftbalanse som var 3,3 TWh verre enn vist i tabell 6-1. Det ville sannsynligvis vært problematisk uten ny overføringskapasitet inn i regionen.

I 2030 blir derimot situasjonen en annen. Dersom behovet for kraft til offshore-installasjoner reduseres som forutsatt, vil kraftbalansen bedres med 4 TWh i forhold til 2008, noe som burde gjøre det mulig å helelektrifisere gassprosessanlegget på Kårstø samt øke krafteksporten og/eller industriproduksjonen.

Den planlagte kraftledningen Sima–Samnanger skal forsyne Bergens-regionen med kraft (Statnett 2009, s. V). Planen har vakt sterk motstand på grunn av inngrepet langs Hardangerfjorden. En større energieffektiviseringsinnsats i Bergens-regionen bør minske behovet for kraftledningen. Dersom økt kraftforbruk i petroleumssektoren får motsatt virkning, blir det nødvendig med f.eks. økt satsing på vindkraft offshore, eventuelt legging av sjøkabel istedenfor luftspenn.

MIDT-NORGE

Denne regionen har i normalår et kraftunderskudd på om lag 8 TWh. Den svake kraftbalansen i denne regionen har fått mye oppmerksomhet. Ett av flere tiltak for å bedre kraftbalansen går ut på å bygge en ny, men omstridt kraftledning Ørskog–Fardal, som skal forsyne regionen med strøm sørfra (Statnett 2009, s. 44). Vår analyse viser at kraftbalansen i denne regionen vil bedres med vel 4 TWh i 2020 og vel 6 TWh i 2030. Det bør redusere behovet for den omtalte ledningen og kan på sikt gi grunnlag for f.eks. økt industriproduksjon.

NORDLAND OG TROMS

Det er en flaskehals i dagens nett mellom Nord-Trøndelag og Nordland, som begrenser overføringsmulighetene sørover og som får større betydning ved et framtidig større kraftoverskudd nordpå. Nordland og Troms har i normalår et kraftoverskudd på vel 4 TWh, selv om Troms har underskudd om vinteren (Statnett 2009, s. 48). Vår analyse viser at overskuddet øker med nesten 5 TWh i 2020 og nesten 7 TWh i 2030. Dersom kraftkrevende bedrifter i Mo i Rana og/eller Mosjøen trappes ned kan det bli frigjort flere terrawattimer utover dette.

Siden kraftoverskuddet i denne regionen ventes å bli stort, er det nærliggende å legge til rette for ny kraftkrevende virksomhet her, primært i Nordland. Strømmen kan da eksporteres f.eks. som aluminium framfor at det må bygges en kostbar kraftledning sørover med tilhørende naturinngrep. Også økt satsing på datasentre i nedlagte gruver kan være en måte å eksportere fornybar kraft fra denne regionen på (se kapittel 5.5). Kraftutveksling mot Sverige kan også være aktuelt, men det forutsetter en etterspørsel på svensk side (se kapittel 6.5).

FINNMARK

Finnmark har et lite kraftoverskudd i normalår. I vår analyse vil kraftbalansen svekkes noe. For bl.a. å legge til rette for petroleumsvirksomhet utover hva vi har forutsatt i vår referansebane, ønsker Statnett å bygge en ny kraftledning fra Ofoten via Balsfjord til Hammerfest (Statnett 2010, s. 49). Ledningen er omstridt av naturvern hensyn.

Vi har i kapittel 4.14 konkludert med at det kan være aktuelt å forsyne deler av gassprosessanlegget på Melkøya med kraft fra land. Tiltaket bør i så fall begrenses slik at det ikke utløser behov for den omtalte kraftledningen. Klimakur (2010a, s. 124) skriver at et mindre omfattende tiltak på Melkøya (fase ut bare én og ikke to turbiner) muligens kan gjennomføres uten nettførsterkning. Vi anser det ikke som utenkelig at utfasing av to turbiner på Melkøya kan la seg gjennomføre med ekstra energi-effektiviseringsinnsats og eventuelt noe ekstra fornybar kraftproduksjon utover det som er lagt inn i referansebanen.

6.5. OVERFØRINGSNETTET MELLOM NORGE OG SVERIGE

Skal det overføres mer kraft til Sverige, kan behovet for forsterking av nettet bli størst i Nord-Norge, på strekningen fra Helgeland til Narvik-området. Her finner vi store kraftstasjoner som alt i dag produserer mer kraft enn det som forbrukes i regionen.

På svensk side er det også et stort overskudd av vannkraft i nord, mens forbruket mest skjer i Sør-Sverige. Det svenske høyspentnettet har derfor en rekke store linjer med høy kapasitet som går fra vannkraftverkene langs Norrlands-elvene og sørover. Innførsel av kraft fra Nord-Norge forutsetter at det er ledig kapasitet i dette svenske overføringsnettet, eller vilje på svensk side til å investere i økt kapasitet. Svensk kraftforsyning er dominert av vannkraft og kjernekraft. Sistnevnte brukes i stor grad som grunnlast, mens forbrukstoppene dekkes av svensk vannkraft. Forbrukstoppene om vinteren er også flattere enn i Norge fordi mer av oppvarmingen skjer med fjernvarme. Behovet for effekt fra Norge er dermed nokså lite.

Om det blir omfattende utbygging av vindkraft i Sverige, enten til erstatning for kjernekraft eller for eksport sørover i Europa, kan dette likevel øke behovet for back-up-kapasitet. Det foreligger planer om store vindkraftanlegg i Nord-Sverige, som gjør back-up i form av nye kraftledninger fra Nord-Norge aktuelt. Rimeligvis vil svenskene måtte betale for deres opprusting og utbygging på svensk side, mens Statnett må betale på norsk side. Linjestrekningene er mye lengre på svensk side enn på norsk side. Sett fra en norsk synsvinkel kan dette gjøre det svenske alternativet mer gunstig enn utbygging sørover til Midt-Norge rent økonomisk. Et springende punkt er da om en er villig til å investere i overføringsnettet på svensk side for å legge til rette for utveksling med Norge.

6.6. OVERFØRINGSNETTET MELLOM NORGE OG KONTINENTET

Det foreligger planer om flere nye overføringsledninger mellom Norge og naboland i sør via Nord-sjøen. Tilknytningspunktene i Norge vil sannsynligvis komme på steder langs kysten fra Kristiansand og opp til Boknafjorden. Det dreier seg om en fjerde kabel til Danmark, en likestrømsforbindelse til Tyskland og en kabel til Nederland, i tillegg til den som ble satt i drift våren 2008. Innledende studier

om en kabel til Storbritannia er igangsatt (Statnett 2009, s. 52–53). Disse vil til sammen gi en overføringskapasitet på minst 5700 MW. I tillegg har vi NorGer-prosjektet, som vil knytte Sørlandet til Tyskland med en kapasitet på 1400 MW.⁵²

Nye kabler mellom Norge og kontinentet bør ses i sammenheng med behov for kabler fra land til offshore-installasjoner og vindkraftanlegg til havs. Det vil antakelig bli billigere og enklere dersom kabler legges for dekke flere behov samtidig.

Det er nærliggende at eventuell nettoeksport av kraft fra Norge tas fra den økte krafttilgangen som ventes å oppstå i Øst-Norge, Sør-Norge og Vest-Norge.

6.7. KONKLUSJONER

Konsekvensene for overføringsnettene blir små dersom frigjort kraft fra energieffektivisering brukes spredt på nye formål, f.eks. i varmepumper eller transport. Samtidig er det svært viktig at eventuelle nye større forbrukere av kraft lokaliseres til steder som har et kraftoverskudd eller ledig kapasitet i overføringsnettene.

I tabell 6-1 og tabell 6-2 viste vi de regionvise konsekvensene for kraftbalansen av nye bruksområder for kraft, som er omtalt i kapittel 4.14. Mye tyder på at det aller meste av dette kan realiseres uten behov for store, nye kraftledninger. Det er noe usikkert om gassprosessanlegget på Melkøya i 2020 kan tilføres så mye kraft fra nettet som vist i tabellen, og CCS kan framstå som mer aktuelt dersom overføringsnettene ikke rekker til.

De økte mengdene kraft til petroleumssektoren i Vest-Norge vil svekke kraftbalansen for denne regionen marginalt i 2020, men dette oppveies sannsynligvis av at Øst-Norge i mindre grad enn før trenger å få tilført kraft. Skulle det likevel oppstå utfordringer i overføringsnettene mellom regionene, bør en vurdere ytterligere tiltak innen energieffektivisering og eventuelt kraftproduksjon til havs. Forutsetningene på begge områdene er moderate i referansebanen, slik at det bør være rom for ytterligere innsats i regioner der det eventuelt trengs.

Siden kraftoverskuddet i Nordland ventes å bli stort, finner vi det nærliggende at det legges til rette for ny kraftkrevende virksomhet her, som kan "eksportere" strømmen gjennom f.eks. aluminium eller datalagringskapasitet, framfor at det må bygges en kostbar kraftledning sørover med påfølgende naturinngrep. I 2030 ligger det an til en betydelig bedre kraftbalanse i andre regioner, som kan legge grunnlag for mer industri også der. Står valget mellom eksport av strøm gjennom kabler eller eksport av aluminium med skip, vil det siste gi minst energitap.

I 2020 og særlig 2030 ligger det an til at mer kraft blir tilgjengelig også for eksport gjennom kabler. Dette, sammen med ønskene om å utnytte deler av norsk regulerbar vannkraft som "batteri" for annen kraftproduksjon i våre sørlige naboland, krever flere kabler mellom Norge og kontinentet. I 2030 vil det være naturlig med mer eksport fra både Øst-Norge, Sør-Norge og Vest-Norge mot kontinentet og eventuelt Storbritannia.

⁵² Ifølge NorGers nettside: <http://www.norger.biz/norger/norsk/prosjektet/>

7. KAPITTEL

VIRKEMIDLER

Dette kapitlet handler om hvilke virkemidler som kan brukes for å påvirke overføringsnettets omfang og dimensjoner, og hvilke virkemidler som trengs for å erstatte fossile brensel med bruk av kraft. Her gjelder både direkte reguleringer og økonomiske virkemidler som skatter, avgifter og subsidier.

Denne rapporten omtaler ikke virkemidler som er nødvendig for å iverksette energieffektivisering eller ny kraftproduksjon. Virkemidler som stimulerer til energieffektivisering av bygg, drøftes grundig i rapporten fra arbeidsgruppa for som har gitt innspill til handlingsplan om dette, nedsatt av Kommunal- og regionaldepartementet (SBE 2010).

I kapittel 4 beskrev vi ambisiøse tiltak for utfasing av fossil energibruk gjennom mer bruk av kraft. Uten virkemidler som utløser slike tiltak, vil kraftoverskuddet kunne bli enda større, med mindre lavere etterspørsel da reduserer kraftprisen og reduserer omfanget av energieffektivisering og kraftproduksjon. I så fall misbraker vi en verdifull mulighet til å oppnå store utslippsreduksjoner.

7.1. VIRKEMIDLER FOR UTVIKLING AV OVERFØRINGSNETTET

Målet med virkemidlene er å stimulere til en "riktig" utbygging av overføringsnettets. Som nevnt bør nettet ikke være større enn nødvendig, men bidra til effektiv bruk av energien og tilstrekkelig forsyningsikkerhet for forbrukerne. Kraftledninger fører til større eller mindre naturinngrep og krever betydelige investeringer som forbrukerne i siste instans må betale for gjennom nettтарiffen.

NETTARIFFER

Kraftnettet er delt inn i sentralnettet, regionalnett og lokale distribusjonsnett. Storparten av sentralnettet eies av Statnett, mens det øvrige nettet eies av mange selskap. Staten setter øvre årlige inntektsrammer for nettselskapene, men ut over dette er det opp til disse å fastsette nettтарiffen slik at den dekker kostnadene med å investere i og drifte nettet. Nettтарiffen dekker også det marginale strømtapet i overføringsnettets som en ekstra kilowattime gir.

Nettselskap som har få kunder og små volumer i forhold til lengden på linjene, får høyere kostnader per kilowattime enn andre. Deres kunder får dermed høyere nettтарiffer enn hva forbrukere i mer tettbygde strøk kan få. For å dempe ulikhetene noe har vi i dag en tariffutjevningsordning⁵³ basert på

⁵³ NVEs nettside om tariffutjevning, datert 18. januar 2010: <http://www.nve.no/no/Kraftmarked/Regulering-av-nettselskapene/Tariffutjevning/>

statlige tilskudd. Regjeringen har i regjeringserklæringen tatt til orde for at nettariffen skal utjevnes over hele landet.

Like nettariffer vil imidlertid ikke reflektere de reelle kostnadene med å bringe strømmen fra produksjonssted til forbruker. Midlene til utjevning må komme enten fra andre nettselskap eller via statsbudsjettet. Slike utjevningsordninger vil sannsynligvis øke strømforbruket i områder som mottar støtte, fordi prisen blir lavere enn før. Forbruksveksten vil være generell og ikke spesielt stimulere bruksformål med høy verdi for miljøet. Om forbruket øker, kan det også føre til press for utvidelse av nettet. Like nettariffer vil heller ikke speile kostnaden som strømtap i nettet representerer. Tapt strøm kan ikke erstatte fossil energi hos forbruker. Tapt strøm kan heller ikke selges og representerer et økonomisk tap for produsentene. Det foreligger med andre ord mange gode argumenter for at vi bør akseptere en varierende nettariff, og ikke sette i verk flere tiltak for å utjevne forskjellene.

Om lik tilgang på energitjenester og ikke lik tilgang på strøm fra nettet var hovedmålet, kunne en lettere balansere effektiviseringstiltak med sosial og geografisk utjevning. For å skape lik tilgang på energitjenester (oppvarming, lys, motordrift etc.), kan en sette inn ekstra tiltak for å spare strøm hos forbrukerne som har høyere nettariff. Dermed vil disse kunne få redusert sin strømgjeld. Høyere pris per kilowattime blir da veid opp av lavere forbruk. Dette vil også gi mindre press for utbygging av overføringskapasiteten.

7.2. VIRKEMIDLER FOR BRUK AV STRØM TIL ULIKE TILTAK

I resten av dette kapitlet vil vi gå gjennom virkemidler som kan føre til at strøm erstatter bruk av fossile brensel, jamfør tiltak som drøftes i kapittel 4.

Oftest kreves det en miks av positive og negative virkemidler (dvs. både "gulrot" og "pisk"). Dersom en bare bruker stimulerende tiltak for å øke forbruket av strøm, f.eks. lavere avgifter, så kan dette gi økt forbruk av strøm uten at utslippene fra fossile brensel minsker. I tillegg vil lave strømpriser undergrave tiltak for energieffektivisering, som trengs for at vi skal få nok kraft å bruke på nye utslippsreducerende tiltak. Stimulerende tiltak for å oppmuntre til bruk av strøm til nye formål må derfor sannsynligvis kobles til tiltak som direkte reduserer bruken av fossile brensel. Dette kan være direkte reguleringer eller nye eller økte avgifter. Økt pris på fossil energibruk og CO₂-utslipp må anses som en robust og riktig strategi, som må være forutsigbar slik at næringsliv og husholdninger kan gjøre sine investeringer i lys av dette. Økte avgifter kan også kombineres med fondsløsninger, som kan stille midler til rådighet til utslippsreducerende tiltak.

Noen vil hevde at både positive tiltak og reguleringer er lite kostnadseffektive og at det bare er miljøavgifter som gir kostnadseffektiv reduksjon av klimagassutslippene. På grunn av tregheter i forbruksvanene hos folk flest og omstillingskostnader i næringsliv og offentlig virksomhet er det nødvendig med "gulrøtter" for å få i gang omstilling i riktig retning, ofte i en startfase, før ting begynner å rulle. Direkte reguleringer vil ofte være et styringseffektivt verktøy som kan brukes isolert (f.eks. forbud eller påbud) eller i kombinasjon med andre virkemidler. Det kan også være effektivt å stille strenge miljøkrav ved tildeling av økonomisk støtte.

OPPVARMING: ELEKTRISITET ERSTATTER FOSSIL ENERGI

Prisene på oljeprodukter til oppvarming av bygg har stor påvirkning på brukernes valg av oppvarmingsmåte. De er forholdsvis lette å sammenlikne med prisene på strøm og ved. Høyere avgifter på fossile brensel vil derfor være effektivt. Et annet virkemiddel kan være økonomisk støtte til innfasing av varmepumper som erstatning for fossil oppvarming. *Forbud* mot oljefyring er et styringseffektivt virkemiddel, som delvis innføres i de nye byggtekniske forskriftene i form av forbud mot å bruke oljefyring som grunnlastvarme i nybygg.

Ved utbygging av fjernvarme kan det stilles krav om at fossile brensel ikke skal stå for mer enn viss andel av varmeleveransen. Slike krav kan være absolutte, eller de kan brukes som betingelse for at det gis offentlig støtte. Det bør også vurderes om det bør stilles krav til bruk av varmepumper i slike anlegg.

Vi nevner at Naturvernforbundet i 2008 lanserte nettstedet www.oljefri.no, som et konkret hjelpemiddel for byggeiere som ønsker å bytte ut oljefyring med mer klimavennlige oppvarmingsløsninger. Nettstedet, som gjør det enkelt for byggeierne å få tilbud om alternativer, vil etter hvert dekke flere geografiske områder.

PETROLEUM: KRAFT FRA LAND TIL OFFSHORE-INSTALLASJONER

Her er konsesjonskrav til nye installasjoner et viktig virkemiddel. Bruk av kraft fra land ved nye anlegg skal vurderes, men det kan også stilles strengere krav om faktisk bruk. I tillegg er CO₂-avgifter, som for petroleumssektoren fungerer som et supplement til kvotehandling, et virkemiddel som stimulerer til å bruke kraft fra land.

PETROLEUM: KRAFT FRA NETTET FORSYNER LANDANLEGG

Også her kan utslippstillatelse brukes for å stille krav om at en viss andel av energibehovet dekkes av nettstrøm og ikke av naturgass eller egenprodusert gasskraft. Kvoter og CO₂-avgifter er viktige også her for å gjøre klimavennlige løsninger mer attraktive.

KRAFTPRODUKSJON: KÅRSTØ OMGJØRES TIL RESERVEKRAFTVERK

Kårstø har et gasskraftverk som produserer strøm til det alminnelige nettet. I prinsippet kan myndighetene endre utslippstillatelse for gasskraftverket. Anlegget har i dag en lav CO₂-avgift. Det ville vært naturlig om gasskraftverket måtte betale samme avgift som kraftproduksjon offshore, så lenge anlegget drives uten fangst og lagring av CO₂ (CCS).

PERSONTRANSPORT: ELBILER ERSTATTER VANLIGE BILER

Som nevnt i kapittel 4.6 er dagens utvalg av elbiler lite. Etter hvert som utvalget øker vil prisen bli mer avgjørende for om bilene blir kjøpt eller ikke. Klimakur (2010c, s. 56) viser at biler med elmotor vil koste betydelig mer enn biler med bare forbrenningsmotor i mange år framover, når vi ikke inkluderer avgiftene i regnestykket.

Norge har et spesielt og gunstig utgangspunkt fordi engangsavgiften på biler er høy. Det gjorde det mulig å differensiere deler av avgiften på grunnlag av CO₂-utslipp. Dette skjedde fra 1. januar 2007 og har ført til en betydelig nedgang i CO₂-utslipp fra nye biler. CO₂-komponenten utgjør fortsatt bare en mindre del av engangsavgiften, men elbilene er helt fritatt for avgifter. Skal elbilene bli konkurransedyktige, må avgiftsfortrinnet i forhold til biler med bare forbrenningsmotor forbli stor. Den må også virke for ladbare hybridbiler. Om nødvendig må engangsavgiften for biler med bare forbrenningsmotor økes. I denne diskusjonen er det også viktig å huske at endringer av engangsavgiften som gjør mange konvensjonelle modeller billigere, kan gi flere biler på veiene og øke den totale biltrafikken.

Indirekte vil også høyere drivstoffavgifter gjøre elbiler mer attraktive i forhold til biler med forbrenningsmotor, fordi driftskostnaden blir relativt lavere. Tilrettelegging for bruk gjennom bygging av ladestasjoner, reservering av egen parkeringsplass med ladestasjon, bruk av kollektivfelt etc. vil også bety en del, spesielt i en innføringsfase. Dette er virkemidler som i stor grad er tatt i bruk alt, men innsatsen kan forsterkes.

PERSONTRANSPORT: MER ELDREVET KOLLEKTIVTRANSPORT

Elektrisk drevet kollektivtransport, som i all hovedsak betyr skinnegående løsninger, er avhengig av investeringer for å bli et reelt alternativ til biltrafikk. Investeringene må ta sikte på å øke kapasiteten så vel som attraktiviteten. Den lokale og regionale kollektivtransporten er også i stor grad avhengig av driftstilskudd for at tilbudet skal være attraktivt. Penger til investeringer og drift er derfor et viktig virkemiddel.

Transportbruken lokalt påvirkes i stor grad av virkemidler som kommunene rår over. Dagens statlige belønningsordning for bedre kollektivtransport og mindre bilbruk er derfor et viktig virkemiddel for å styre politikken i de større byene, slik at en kombinasjon av "gulrot" og "pisk" blir brukt. Belønningsordningen gir mer penger til kollektivtransport, samtidig som det stilles krav om at kommunene må innføre tiltak som begrenser bilbruken (f.eks. færre parkeringsplasser, rushtidsavgift, stopp i veiutvidelser etc.). Drivstoffavgifter og andre statlige ordninger som f.eks. skatteregler ved bruk av bil kontra kollektivtransport påvirker også folks transportvalg. Det samme gjør statlige krav til den lokale arealpolitikken.

GODSTRANSPORT: ELDREVNE GODSTOG ERSTATTER VOGNTOG

Transport av varer til lands bør i størst mulig grad foregå med elektriske tog. Investeringer i infrastruktur er også her avgjørende for å gjøre tilbudet mer konkurransedyktig overfor veitransport. Når infrastrukturen har tilstrekkelig kapasitet og god driftsstabilitet, er jernbanen et prisgunstig og attraktivt tilbud. CO₂- og veiavgifter vil kunne påvirke jernbanens relative konkurransefortrinn ytterligere og dermed få mer gods over fra vei til bane.

FLYTRANSPORT: ELDREVNE TOG ERSTATTER FLY

Skal toget bli mer konkurransedyktig mot fly på de tett trafikkerte innenriksrutene i Sør-Norge og til fra våre naboland, må togtilbudet styrkes vesentlig gjennom flere avganger og kortere reisetid. Noe kan oppnås ved å utbedre dagens baner, men et gjennombrudd vil neppe skje uten bygging av høyhastighetsbaner. Til dette trengs det økte statlige investeringer, men også private investeringer er aktuelt som følge av høyt inntjeningsgrunnlag. Også CO₂- og andre miljøavgifter vil påvirke konkurranseforholdet mellom tog og fly.

SJØTRANSPORT: SKIP TIL KAI FÅR EL FRA LAND

Strømforsyning fra land til skip ved kai kan redusere/fjerne behovet for bruk av hjelpemotorer. Økte og differensierte havneavgifter kan anvendes for å få bygd ut landstrømtilførsel og samtidig belønne skip som kan bruke strøm fra land. Det bør i så fall lages retningslinjer for hvordan havneavgiftene bør utformes slik at bruken av egenprodusert strøm om bord i skip opphører. Forbud mot det soste kan også vurderes.

FERJER: ELMOTORER ERSTATTER FORBRENNINGSMOTORER

For ferjer kan det pålegges at fylkeskommunene og staten innfører krav om bruk av batteri- eller hydrogendrevne ferjer på ruter som egner seg for slik drift, når slike ruter legges ut på anbud eller det framforhandles driftsavtaler med rederiene.

INDUSTRI: EL ERSTATTER FOSSIL ENERGI

Bruken av fossile brensel i industrien må i størst mulig grad fases ut. Økte avgifter på fossile brensel vil gjøre en overgang til strøm mer attraktivt. Der hvor bruken er avhengig av utslippstillatelser, kan det stilles krav til overgang til strøm når disse skal fornyes, særlig i områder der det forventes et kraftoverskudd som blir dyrt å bruke til andre formål. Virkemiddelbruken må ses i sammenheng med optimal bruk av biobrensel.

En differensiert nettariff som belønner bruk av "kortreist kraft", kan gjøre det attraktivt å erstatte fossil energi med elektrisitet i områder med stort og økende overskudd og begrensninger i overføringskapasiteten. En slik nettariff vil forsterke effekten av at kraftprisen innenfor et slikt overskuddsområde kan bli lavere enn ellers i Norge. Til sammen kan dette gi et insentiv til å bruke strøm i regioner der den ellers ikke ville finne avsetning lokalt.

Norge har i dag fem markedsområder for strøm: Sørøst-Norge, Sørvest-Norge, Vest-Norge, Midt-Norge og Nord-Norge. Det er disse markedsområdene som faktisk bidrar til at kraftprisen vil variere og være lavere i områder som har stort kraftoverskudd.

KRAFTUTVEKSLING GJENNOM KABLER

Kraft kan eksporteres direkte gjennom kabler, men for at dette skal bidra til globale utslippsreduksjoner og ikke fortrenge lokal fornybar energi, vil det ofte være nødvendig å forsterke overføringsnettene i mottakerlandet. Både eksport av kraft og eksport av effekt må vurderes i sammenheng med tiltak som andre nordeuropeiske land gjennomfører.

KRAFTEKSPORT GJENNOM VARER ELLER TJENESTER

Overskuddskraft kan også eksporteres i form av energiintensive varer som aluminium. Dette er særlig aktuelt i områder med "innestengt" kraft. For at kraftprisen skal stimulere til dette, er det som nevnt viktig at Norge fortsatt er delt inn i flere markedsområder for strøm.

Andre virkemidler for å gjøre eksport av strøm gjennom varer og tjenester lønnsom, bør også vurderes. Mulighetene påvirkes av EUs konkurranseregler, som gir nasjonale myndigheter relativt stor frihet til å straffe lite ønskelig atferd, men mindre til å belønne den ønskelige. Regelverket er omstridt fordi det kan føre til såkalt karbonlekkasje, altså at industri med høye CO₂-utslipp flytter til land utenfor EU uten tilsvarende regelverk. Dersom EU gir rom for mer positive virkemidler, vil det også øke myndighetenes handlefrihet i Norge. Det er en rekke virkemidler som da kan bli aktuelle.⁵⁴ Som "motytelse" bør myndighetene og industrien inngå avtaler som sikrer at energieffektiviseringstiltak gjennomføres.

RESTAURERING AV VASSDRAG

Dette tiltaket avhenger i stor grad av et administrativt virkemiddel, nemlig vilkårsrevisjoner ved fornying av konsesjonene til allerede utbygde vassdrag. Skal det oppnås f.eks. økt minstevannsføring, må det stilles krav om dette i vilkårsrevisjonene.

7.3. OPPSUMMERING AV NOEN AKTUELLE VIRKEMIDLER

Av mange aktuelle virkemidler ønsker vi å nevne følgende:

- Nettariffen bør fortsatt være differensiert.
- Norge bør fortsatt være delt inn i mer enn ett markedsområde for strøm.
- Prisen på bruk av fossil olje og gass og CO₂-utslipp bør økes på forutsigbart vis.
- Midler fra økte avgifter på fossil energi og CO₂-utslipp bør brukes til å støtte energieffektivisering og energiomlegging.
- På sikt bør det innføres forbud mot oppvarming av bygg med olje og gass, noe som må kommuniseres i god tid.
- Det bør i større grad kreves at installasjoner på sokkelen bruker kraft fra land.

⁵⁴ Böhlinger, Fischer og Rosedahl (2010) drøfter effektene av ulike tiltak mot karbonlekkasje i større økonomier, som EU og USA.

- Så lenge gasskraftverket på Kårstø ikke har fangst og lagring av CO₂ (CCS), bør det betale CO₂-avgift på linje med gasskraftproduksjon offshore.
- Engangsavgiften for personbiler bør differensieres ytterligere for å stimulere til kjøp av elbiler og ladbare hybridbiler.
- Staten må investere betydelig mer i skinnegående transportsystemer.
- Industrien må sikres ordninger for å unngå karbonlekkasje, kombinert med avtaler som sørger for at energieffektiviseringstiltak gjennomføres.

8. KAPITTEL

FORNYBARDIREKTIVET

EUs direktiv for å fremme bruk av fornybar energi, fornybardirektivet, ble vedtatt i 2009. Fornybardirektivet er en del av EUs klimapakke og såkalte 20-20-20-mål som innebærer at EU innen 2020 skal ha:

- Redusert sine klimagassutslipp med minst 20 prosent i forhold til 1990-nivå
- Økt fornybarandelen i EU til 20 prosent
- Redusert det primære energiforbruket med 20 prosent, sett i forhold til en referansebane, som skal oppnås ved energieffektivisering (Bøeng 2010, s. 48)

8.1. OM FORNYBARBRØKEN

Fornybardirektivet omfatter elektrisitet, varme, kjøling og transport, og fornybarandelen regnes ut på følgende måte (Direktiv 2009/28/EF, artikkel 5):

$$\text{Fornybarandel} = \frac{\text{Produksjon av fornybar kraft + forbruk av fornybar varme og kjøling (ekskl. el) + forbruk av fornybart i transport (ekskl. el)}}{\text{Innenlands sluttforbruk av energi + energisektorens el- og varmeforbruk til el- og varmeproduksjon (inkl. overføringstap)}}$$

Fornybardirektivet krever at EU og Norge tenker nytt og langsiktig om energieffektivisering og omlegging fra fossil til fornybar energi. For å nå målet om 20 prosent fornybar energi stilles det forpliktende krav til hvert enkelt EU-land om andel fornybar energi i 2020. De nasjonale målene tar utgangspunkt i hvert lands fornybarandel i 2005, da andelen fornybar energi i hele EU var 8,5 prosent. Alle land pålegges å øke andelen med minst 5,5 prosentpoeng fra 2005 til 2020. Den resterende forpliktelsen fordeles i hovedsak etter bruttonasjonalprodukt (BNP) per innbygger i hvert land (Bøeng 2010, s. 50).

Fornybardirektivet representerer noe helt nytt i europeisk energipolitikk. EU har aldri tidligere vedtatt en så ambisøs og omfattende politikk på et område som ikke primært gjelder konkurranse eller

markedsmessige forhold i energibransjen. Samtidig gir den nye EU-politikken mange nye og krevende utfordringer for norske myndigheter.

Direktivet oppfordrer indirekte sterkt til å satse på energieffektivisering. Fordi det er *andelen* fornybar energi som teller, vil ikke bare ny produksjon, men også redusert forbruk, bidra til å oppfylle målet.

FLEKSIBLE MEKANISMER

Fornybardirektivet gir hvert land frihet i valg av virkemidler for å oppnå fornybarandelen. Land kan dessuten samarbeide på tre måter for å oppfylle direktivets mål (Direktiv 2009/28/EF, artikkel 6–11):

1. EUs medlemsland kan avtale og innføre ordninger for statistisk overføring av en spesifikk mengde fornybar energi fra ett land til et annet. Dersom et land har bygd ut mer ny fornybar energi enn det må, kan det "selge overoppfyllelsen" til et annet land som ikke har klart det.
2. To land kan samarbeide om felles prosjekter, f.eks. ved at et land finansierer utbygging av produksjon i et annet land, og dermed får godskrevet dette prosjektet som en del av arbeidet med å oppfylle sitt fornybarmål.
3. To eller flere medlemsland kan velge å koordinere sine nasjonale støttesystemer helt eller delvis. Et eksempel er det norsk-svenske samarbeidet om et grønt sertifikatmarked.

OM NORGES FORNYBARANDEL

Norske myndigheter har presisert at fornybardirektivet er EØS-relevant, og at Norge vil slutte seg til direktivet.⁵⁵ Norges fornybarandel medregnes ikke i EUs, dvs. at EUs mål forblir 20 prosent uten Norge. Norge vil likevel få et bindende mål. Det antas at beregningsmodellen som er brukt for EU-land også vil bli brukt for Norge og andre EFTA-land.

Foreløpig er det ikke fastsatt noen forpliktelse for Norge. Point Carbon (2008, s. 34) gjorde i 2008 beregninger som viste at Norges fornybarandel må øke med 14,5 prosentpoeng fra 2005 til 2020, som ga et mål for Norge på 76 prosent i 2020, mot 62 prosent i 2005.⁵⁶

En grunn til at Norges fornybarandel er relativt høy i dag, er at petroleumsvirksomheten ikke regnes med (Bøeng 2010, s. 49). Fornybarmålet gjelder sluttforbruk av energi, noe som utelukker deler av energibruken i energisektoren, herunder petroleumsvirksomheten.

8.2. HVORDAN BØR NORGE NÅ FORNYBARMÅLET?

En høyere fornybarandel kan oppnås ved å øke produksjonen av energi fra fornybare kilder, øke forbruket av fornybar varme samt redusere det totale energiforbruket. Energieffektivisering er det mest miljøvennlige og kostnadseffektive tiltaket for å øke fornybarandelen. Det minsker telleren i brøken. I denne rapporten viser vi også hvordan økt tilgang på kraft kan brukes til å fase ut fossil energi.

Bøeng (2010, s. 57) viser i detalj hvordan fornybarandelen skal beregnes i tråd med EU-direktivet. Hun har kommet fram til at den i 2008 var på 62 prosent. Med støtte i hennes tall har vi estimert hvordan fornybarandelen vil bli i 2020 dersom vår referansebane som beskrevet i kapittel 2.5, og våre tiltak markert med stjerne i tabell 4-1, blir realisert. Vi har da, med støtte i SSBs energibalanse for 2008, tatt med energieffektiviseringsgevinsten fra andre energibærere enn elektrisitet i industri-

⁵⁵ Pressemelding fra Olje- og energidepartementet 29. januar 2009: *Fornybardirektivet er EØS-relevant*. <http://www.regjeringen.no/nb/dep/oed/pressemeldinger/pressemeldinger/2009/fornybardirektivet-er-eos-relevant.html?id=544320>

⁵⁶ Merk at Bøeng (2010, s. 49) har kommet fram til at Norges fornybarandel i 2005 var på om lag 58 prosent.

sektoren og byggsektoren.⁵⁷ Vi har ikke estimert noen energieffektiviseringsgevinst for kull og koks da vi regner at mesteparten av disse energibærerne brukes som reduksjonsmidler. Med dette tatt i betraktning blir total energieffektiviseringsgevinst i referansebanen på 14,1 TWh i industrien og 9,2 TWh i byggsektoren.

Effekten av varmpumper fra effektiviseringstiltak i referansebanen skal også med i fornybarbrøken, der differansen mellom levert varme og strømforbruk legges til i både telleren og nevneren, noe vi skjønnsmessig har estimert til 8,7 TWh.⁵⁸ Den fornybare kraftproduksjonen øker med 12,0 TWh, der vi har lagt inn bare halvparten av effekten av økt tilsig.⁵⁹ Økt forbruk i industrien i tråd med referansebanen tilsvarer 3,2 TWh. Våre skisserte tiltak vil resultere i en nettoreduksjon i energiforbruket i sluttbrukerleddet på 8,3 TWh, i hovedsak fordi elmotorer er mer effektive enn forbrenningsmotorer.⁶⁰ Effekten av varmpumpetiltak blir på 4,3 TWh i både teller og nevner. Nettoendring i overføringstapet har vi estimert til 1,2 TWh, men dette er veldig usikkert. Øvrig energiforbruk, også i transportsektoren, holdes konstant på 2008-nivå.

Vi får da følgende fornybarbrøk for 2020 (med endringer i forhold til 2008 i parentes)⁶¹:

$$\frac{146,5 (+ 8,7 + 12,0 + 4,3)}{236,2 (- 14,1 - 9,2 + 3,2 + 8,7 - 8,3 + 4,3 + 1,2)} = 78 \text{ prosent}$$

Som vi ser, vil vår referansebane og våre tiltak for utslippsreduksjoner innenlands gi Norge en fornybarandel på 78 prosent, når EU-direktivets beregningsmåte brukes. Når dette er realisert, sitter vi fortsatt igjen med en økt kraftmengde på 25 TWh i 2020, som kan brukes til utslippsreduksjoner i petroleumssektoren (som ikke er tas med når fornybarandelen beregnes), til økt industriproduksjon i Norge eller til eksport gjennom kabler. Dersom industriproduksjonen øker utover hva vi har forutsatt i referansebanen, vil fornybarandelen bli noe lavere, med mindre dette følges opp med ytterligere energieffektivisering eller ny fornybar kraftproduksjon.

NORGE BØR PÅTA SEG AMBISIØSE FORPLIKTELSER

Fornybardirektivet er en mulighet til å ta et langt og viktig skritt mot et fornybart Norge. Siden petroleumsvirksomheten ikke er med i beregningsgrunnlaget, kommer Norge langt bedre ut enn det som egentlig er tilfellet. EUs utregninger tar heller ikke hensyn til naturgitte betingelser og potensialer for fornybar produksjon. Som nevnt vil vår referansebane og våre tiltak for utslippsreduksjoner innenlands gi Norge en fornybarandel på 78 prosent. Dette tilsier at Norge bør forplikte seg til en høy fornybarandel, og at norske myndigheter må sørge for fortgang i implementeringen av direktivet.

⁵⁷ Effekten av å energieffektivisere 20,0 prosent i industrisektoren og 12,5 prosent, som forutsatt i kapittel 2.5, er estimert på grunnlag av SSBs energibalanse siden det er sluttenergiforbruket som skal brukes i fornybarandelen. Tilindustrisektoren regner vi i denne sammenhengen også elektrisitetsforbruket i delsektorene jordbruk og fiske samt bygg og anlegg: *Energibalanse for Norge. 2008. Foreløpige tall*. Frigitt 1. desember 2009, korrigert 19. mai 2020: <http://www.ssb.no/emner/01/03/10/energiregn/arkiv/tab-2009-12-01-03.html>

⁵⁸ For industrien har vi forutsatt at 10 prosent av netto energieffektiviseringsgevinst i referansebanen skyldes bruk av varmpumper med en årsvarmefaktor på 3,0. For byggsektoren har vi forutsatt at 40 prosent av gevinsten skyldes bruk av varmpumper med årsvarmefaktor på 2,6.

⁵⁹ Direktiv 2009/28/EF, bilag III, sier at vannkraftproduksjonen skal beregnes med bakgrunn i gjennomsnittlig kapasitetsutnyttelse over 15 år før beregningsåret. For vindkraft skal det også gjennomsnittlig utnyttelse tas i betraktning, men vi forutsetter ingen endringer i utnyttelsesgraden her.

⁶⁰ Tiltak som gjelder petroleumssektoren, er ikke tatt med siden energibruken der som nevnt ikke tas med når fornybarandelen beregnes.

⁶¹ Tall for 2008 er mottatt i e-post fra Ann Christin Bøeng i SSB, datert 2. september 2010.

9. KAPITTEL

GRØNN VERDISKAPNING

Hittil har vi sett på mulige bruksområder for mer tilgjengelig kraft i Norge, og miljøeffektene av å bruke dette overskuddet til ulike formål. I dette kapitlet vil vi reflektere rundt verdiskapnings-, nærings- og sysselsettingspotensialet av å bruke de økte kraftmengdene i mer miljø- og klimavennlig retning.

I første del skal vi forsøke å definere grønn verdiskapning, grønt næringsliv og grønne arbeidsplasser. Videre vil vi vurdere verdiskapningspotensialet i noen av de tiltakene som er foreslått tidligere i rapporten. Ikke alle strategiene eller tiltakene som er diskutert tidligere i rapporten vil i utgangspunktet generere betydelig verdiskapning eller sysselsetting. Disse har vi med vilje utelatt fra diskusjonen. Sist og ikke minst vil vi diskutere kompetanse- og utdanningsbehov som vil oppstå av, eller være forutsetning for, grønn verdiskapning.

9.1. GRØNN VERDISKAPNING

Etiketten "grønn" er blitt allestedsnærværende og brukes i dag som betegnelse på mange kjente sosiale, politiske og økonomiske fenomener. Med *grønn verdiskapning* mener vi all næringsvirksomhet som i størst mulig grad bruker miljøvennlige og bærekraftige løsninger i logistikk, produksjon og sluttproduktet.

Tilgjengelig statistikk er til begrenset hjelp med å identifisere grønn verdiskapning. Det foreligger ingen helhetlig oversikt over det vi kan kalle *grønn sektor* i Norge. Strukturstatistikk gir tall for omsetning, resultat, antall ansatte osv. i de fleste konvensjonelt definerte næringer eller sektorer i norsk økonomi. Grønn verdiskapning eller grønn sektor går imidlertid ofte på tvers av disse tradisjonelle næringsinndelingene og kan således finnes i en eller annen form innenfor alle næringer.

Grønn verdiskapning gjennom utvikling av nye næringer, f.eks. fornybar energiproduksjon, kan relativt enkelt identifiseres, mens andre dimensjoner ved grønn verdiskapning vil være vanskeligere å identifisere. Det gjelder f.eks. utvikling av ny teknologi, produksjonsmetoder og prosesser, kompetanseendringer, nye materialer, energieffektivitet, nye metoder for reduksjon av avfallsproduksjon osv. Mange av disse endringene vil skje i eksisterende bedrifter og bransjer, og er derfor vanskelig å isolere i statistikken.

DEFINISJON

Det har vært en tendens til å se grønn verdiskapning som synonymt med verdiskapning basert på fornybare energikilder. I strengeste forstand betyr grønn verdiskapning da bare verdiskapning gjennom energiproduksjon basert på fornybare ressurser. I videre forstand kan det gjelde alle stadier i verdikjeden for utvikling og produksjon av fornybar energi, fra konstruksjon av infrastruktur til drift og vedlikehold av denne. I forlengelsen av dette defineres også grønn verdiskapning som produksjon eller tjenesteyting basert på fornybare energikilder. Vi ønsker ikke å innsnevre definisjonen, men heller legge en bred forståelse til grunn. Vi tar utgangspunkt i FNs miljøprogramms definisjon av grønne jobber, som sier:

Vi definerer grønne jobber som arbeid eller stillinger innenfor jordbruk, industri, bygg- og anlegg, vedlikeholdsvirksomhet, så vel som vitenskaplige og tekniske, administrative og tjenesteytende aktiviteter, som bidrar til på en avgjørende måte å bevare og gjenopprette miljøet. Mer spesifikt, men ikke uttømmende, inkluderer dette jobber som hjelper til å beskytte økosystemet og det biologiske mangfoldet, redusere energikonsum, materialanvendelse og vannkonsum gjennom høyere effektivitet og preventive strategier, gjøre økonomien mindre avhengig av fossile brennstoff, og minimere eller avskaffe fullstendig alle former for forsøpling og forurensning. [...]
(UNEP/ILO/IOE/ITUC 2008, s. 35–36)

Ut ifra denne definisjonen kan grønn verdiskapning omfatte verdiskapning innenfor de fleste næringer og sektorer i økonomien, om den bidrar avgjørende til å bevare eller gjenopprette miljøet. Den kan involvere de fleste slags jobber, kompetanser og teknologier, og alle deler av næringenes eller virksomhetenes verdikjede. Samtidig er det problematisk at denne definisjonen er for bred til å fortelle hva som skal til for at verdiskapningen som sådan skal kunne kalles grønn.

KRITERIER FOR VURDERING AV GRØNN VERDISKAPNING

I mange sammenhenger kan det være mer hensiktsmessig å etablere kriterier eller indikatorer for hva som kan kalles grønn virksomhet eller en grønn arbeidsplass. Slike kriterier kan f.eks. gjelde type næring, hvor i verdikjeden man er, produksjonsmetoder, kompetanse eller teknologi. Disse kriteriene vil kunne hjelpe oss å skille mellom grønn og ikke grønn verdiskapning, eller avgjøre hvor miljø- og klimavennlig en virksomhet, og derigjennom verdiskapningen, er.

Martinez-Fernandez, Hinojosa og Miranda (2010, s. 28) viser til ni indikatorer som kan legges til grunn for en vurdering av grønne jobber. Vi kan også se for oss en enklere inndeling av kriterier for grønn verdiskapning, ved å ta utgangspunkt i at bedrifters virksomhet består av tre kjerneelementer: infrastruktur, produksjon og produkter.

EFFEKTER AV GRØNN VERDISKAPNING

En annen måte å vurdere grønn verdiskapning på er å se på effektene av en dreining mot grønn virksomhet. Hvilke verdiskapningsmuligheter ligger det i å etablere grønne virksomheter? Her tar en ikke utgangspunkt i en konkret definisjon, eller i kriterier for hva som kan kalles grønt og ikke grønt, men ser heller på hvilke typer virksomhet og sysselsetting som skapes av ulike "grønne" strategier eller tiltak.

De samme betraktningene kan gjøres gjeldende innenfor eksisterende grønne sektorer og virksomheter, og ikke minst i forbindelse med grønn konvertering av en tradisjonell virksomhet. *Direkte effekter* involverer konstruksjon og byggejobber eller aktivitet relatert til etablering av grønn virksomhet, f.eks. konstruksjon av vindmøller, produksjon av vindturbiner eller energieffektivisering av bygninger. Videre har vi indirekte effekter hvor det etableres produksjons- og tjenestevirksomhet hos underleverandører til grønn bygge- og anleggsvirksomhet (trevirke, stål osv.). Den tredje type virk-

somhet/sysselsetting som kan oppstå som effekt av grønne tiltak, er tilført virksomhet, altså virksomheter som oppstår når det dannes et nytt økonomisk grunnlag eller økonomisk område, f.eks. handelsvirksomhet.

Det å definere grønn verdiskapning er komplisert, og ved å ha for strenge krav vil man kunne stå i fare for å utelukke viktige elementer i grønn verdiskapning. Grønne virksomheter og arbeidsplasser bør vurderes ut i fra flere kriterier, både for å gi rom for lokal variasjon og for å fange opp verdiskapning gjennom hele verdikjeden.

9.2. GRØNN VERDISKAPNING OG GRØNNE ARBEIDSPLASSE I NORGE

Målet med å bygge opp grønne arbeidsplasser er å forene utfordringen med å løse de globale miljøutfordringene (klima, knapphet på naturressurser og naturmangfold) med ønsket om bærekraftig næringsutvikling.

Med utgangspunkt i drøftingene tidligere i denne rapporten vil vi nå omtale effektene av energieffektivisering og ny fornybar kraftproduksjon. Videre vil vi peke på mulige verdiskapningspotensialer og sysselsettingseffekter som følge av at mer kraft blir tilgjengelig til nye bruksområder som industri, tjenesteyting og transport.

ENERGIEFFEKTIVISERING

Som beskrevet i kapittel 2, legger vi i vår referansebane til grunn 19 TWh frigjort elektrisitet årlig i 2020 som følge av energieffektivisering i byggsektoren og i industrien og primærnæringene. 8 TWh kommer som følge av energieffektivisering i byggsektoren, mens 11 TWh forventes frigjort i industrien og primærnæringene.

BYGGSEKTOREN

Som følge av strengere krav til nybygg i teknisk byggeforskrift, og økende krav og støtte til rehabilitering av eldre bygningsmasse, vil investeringene i byggsektoren øke i kommende år. SBE (2010, s. 57) peker på at deres plan om å energieffektivisere 10,9 TWh i perioden 2010–2020 utløse et marked på ca. 80 mrd. kroner. Gitt 1 mill. kroner i omsetning per årsverk gir dette ca. 80 000 nye årsverk, som i snitt gir en sysselsettingseffekt på ca. 8000. Det årlige tilskuddet som trengs for å realisere dette, kan finansieres gjennom et påslag i elektrisitetsprisen på 2–3 øre/kWh.

INDUSTRIEN

Enova og Norsk Industri (2009) utgitt en rapport over potensialet for energieffektivisering i norsk landbasert industri, som vi også har omtalt i kapittel 2.5. Som nevnt konkluderer studien med at det foreligger et lønnsomt energieffektiviseringspotensial på 12 TWh årlig, som ikke krever ekstern infrastruktur. Dette vil øke den spesifikke energieffektiviseringen fra 0,6 prosent i året til 1,3 prosent. Realisering av dette potensialet vil kreve investeringer på 11 mrd. kroner (tilsvarende 1 mrd. kroner årlig fram til 2020). I tillegg kan ytterligere 10 TWh realiseres dersom ekstern infrastruktur utbedres for å finne avtakere for spillvarme. Investeringer i utnyttelse av spillvarmen vil kreve samlede investeringer på 3,8 mrd. kroner for industrien og en investering på 20–25 mrd. kroner i infrastruktur (Enova og Norsk Industri 2009, s. 5).

Investeringene vil komme etablert industri i Norge til gode og vil gjøre industrien mer konkurransedyktig på det internasjonale markedet. Arbeidsplassene som skapes, vil i stor grad komme i Norge, med unntak for importert materiell.

ØKT PRODUKSJON AV FORNYBAR ENERGI

Økt produksjon av kraft er ikke hovedfokuset i denne rapporten. Men siden dette inngår som en forutsetning i referansebanen, omtalt i kapittel 2.5, finner vi det naturlig å nevne verdiskapnings- og sysselsettingseffekter av økt kraftproduksjon.

SMÅKRAFT OG VANNKRAFT

Leverandører for utbygging er i hovedsak norske. Dette gjelder alt fra turbiner og elektromekaniske komponenter til betong og byggdelen i kraftverkene. Vi antar likevel at rundt halvparten av verdiskapningen vil skje utenlands, fordi produksjon av turbiner, rør og utstyr i hovedsak skjer i utlandet. Pöyry (2010, s. 36) anslår at 1 TWh vannkraft vil generere investeringer på inntil 0,4 mrd. kroner og bidra til å opprettholde og skape nye arbeidsplasser i allerede veletablert norsk industri.

VINDKRAFT

Utbygging av vindkraft er estimert til en kostnad på rundt 4,3–6,4 mrd. kroner per terrawatttime. Størstedelen (70–75 prosent) av kostnadene er knyttet til turbinene og kommer fra utenlandsk produksjon. Resten kan vi anta tilfaller norske aktører. Dette gjelder utredninger, produksjon av komponenter, installasjon og drift (Pöyry 2010, s. 28).

INDUSTRI, TJENESTEYTING OG TRANSPORT

I referansebanen, omtalt i kapittel 2, har vi lagt inn noe økt industriproduksjon. Den økte mengden tilgjengelig kraft som bl.a. energieffektivisering og mer fornybar kraft vil bidra til, vil imidlertid skape grunnlag for ytterligere industriproduksjon, som kan gjøre at fornybar kraft eksporteres gjennom varer og tjenester.

Omfanget av industriproduksjonen og dermed kraftforbruket avgjøres i stor grad av rammevilkår for industrien, og hvor villig Norge er til å satse på nye næringer. Vi vil derfor diskutere mulige grønne næringer hvor Norge allerede har et fortrinn, og som kan ventes å vokse med en bevisst politikk for å skape grønn verdiskapning og grønne arbeidsplasser. Vi har valgt ut noen sentrale næringer i Norge som vi synes det er naturlig å se nærmere på.

SOLCELLEINDUSTRI

Norsk solcelleindustri ble bygd opp på 90-tallet og hadde sitt utspring fra metallindustrien. Kompetanse innen framstilling og klassifisering av krystallinsk silisium, modellering og karakterisering av nye materialer var viktige forutsetninger. Solcelleindustrien er en raskt voksende næring på verdensbasis, og ifølge Det internasjonale energibyrådet (IEA) forventes solenergi å stå for 11 prosent av den globale elektrisitetsproduksjonen i 2050 (IEA 2010, s. 1). Fortsatt er lønnsomheten i solcelleindustrien drevet av gode støtteordninger i Tyskland, Spania, Japan og USA. Norske selskap har en god posisjon på det internasjonale markedet, og arbeidsstokken innehar en svært høy kompetanse.

På verdensbasis ble det installert en produksjonskapasitet for solenergi tilsvarende 22 TWh i 2008. Investeringsvolumet ventes ifølge IEA å sjudobles innen 2020 (Pöyry 2010, s. 33–34; IEA u.å., s. 1–2) og tredobles igjen fra 2020 til 2030. Det forventes investeringer på verdensbasis i 10–14 TWh solenergi for i 172–246 mrd. kroner i 2010. Prisene på solceller har sunket gjennom finanskrisen, og en halvering av kostnadene for investeringer i solceller er ventet innen 2030 (Pöyry 2010, s. 33–34).

Det er opprettet et forskningssenter for solcelleteknologi i Norge, i regi av Institutt for energiteknikk (IFE), NTNU, Universitetet i Oslo og SINTEF og i samarbeid med alle de industrielle aktørene. Senteret har som mål å sikre tilgang på høykompetent arbeidskraft gjennom utdanning av et betydelig antall doktorer og postdoktorer og sikre bransjen tilgang på vitenskapelig og teknologisk kompe-

tanse. En viktig jobb er å videreutvikle dagens solcelle- og solvarmeteknologi samt å bidra til å levere andre og tredje generasjons solceller.

Solcelleindustrien i Norge omfatter alt fra produksjon av solcellematerialer til ferdig produksjon av paneler og drifting av parker. Industrien har investert stort i produksjonskapasitet i Norge. Fesil vurderer å investere i en ny solcellesilisiumfabrikk på Orkanger.

VINDKRAFT TIL HAVS

Vindkraft til havs kan bli en ny bransje i Norge. Det foreligger store planer for utbygging av vindkraft til havs i Europa og Nordsjøen, og foreløpig er dette et nytt marked for alle aktører. Som for landbasert vindkraft er de største investeringene i turbiner. I forhold til landbasert vindkraft representerer imidlertid andre deler av investeringene, som fundament og ilandføringskabler for kraft, en mye større andel. I dette markedet er det ennå ingen store etablerte aktører. Norsk leverandørindustri har stor kompetanse innen fundamenter, sammenstilling og installasjon offshore. Dette utgjør rundt 50 prosent investeringene for vindkraft til havs (Pöyry 2010, s. 29–30).

Leverandørindustrien utvikler i hovedsak kompetanse og produksjonskapasitet nær hovedmarkedene. De ledende leverandørene til fornybarmarkedet ble etablert og la grunnlaget for en internasjonal vekst på eget hjemmemarked. Noen eksempler er firmaene Vestas og Bonus (nå Siemens) som er ledende på det globale markedet for vindkraft. Firmaene etablerer nå ny produksjonskapasitet i bl.a. USA og Asia. I Norge har vi sett samme utvikling når det gjelder leverandørindustri til vannkraft og olje- og gassvirksomheten.

En leverandørindustri for havvind bør kunne utvikles i flere ledd i verdiskapningskjeden, også utover dagens leverandørindustri innen den marine virksomheten og olje- og gassvirksomheten. Installering og vedlikehold av havbasert vindkraft inneholder mange muligheter for høyteknologisk industri som norske bedrifter kan utvikle løsninger for. Investeringer i forskning og utvikling (FoU) og demonstrasjonsanlegg for havbasert vindkraft vil være viktig bidrag til å skape grunnlag for å etablere et hjemmemarked for havvind.

Havbasert vindkraft ventes å gi en årlig produksjon på nærmere 130 TWh i Europa i 2020. Med investeringer i området 5,4–10,0 mrd. kroner per terawattime blir totalsummen på 650–1200 mrd. kroner. Dette utgjør et stort marked som norsk leverandørindustri kan bli en del av (Pöyry 2010, s. 30). Også vedlikeholdstjenester offshore vil kunne bli et stort marked.

ENERGIINTENSIVE PRODUKTER, ALUMINIUM

Aluminiumsindustrien har historisk vært svært viktig i Norge. Med basis i tilgang på rimelig vannkraft (og problemer med overføring av elektrisitet) ble det bygd opp mange lokalsamfunn i Norge basert på produksjon av aluminium. Aluminium er et lettmetall som kan konkurrere med stål, og som kan benyttes til å gjøre alle transportløsninger lettere og mer drivstoffbesparende. Sett i forhold til stål krever aluminium mer energi i produksjon, men er til gjengjeld svært korrosjonsbestandig og dermed vedlikeholdsfritt. Aluminium finner stadig nye bruksområder.

Produksjon av primæraluminium krever i hovedsak alumina, karbon og elektrisitet. Stort behov for elektrisitet gjør at den egner seg godt land med stor tilgang på fornybar kraft.

Norsk aluminiumsproduksjon har et potensial til å bli mindre forurensende og mer energieffektiv. På sikt bør karbonfangst og -lagring (CCS) blir en integrert del av prosessen. Norge er verdensledende på kunnskap om produksjon av aluminium, inkludert neste generasjons framstillingsmetoder. Alcoa vurderer å bygge en pilot i Norge for produksjon av aluminium gjennom karbotermisk reduksjon i

stedet for dagens produksjonsmetode som er basert på elektrolyse. Produksjon av aluminium ved karbotermisk reduksjon har et potensial for å redusere energiforbruket med om lag 30 prosent, sett i forhold til dagens mest effektive elektrolyseovner (Enova 2009, s. 13).

Norsk aluminiumsindustri sysselsetter 6700 personer (primær- og halvfabrikataluminium) og omsetter for 34 mrd. kroner årlig (gjelder 2008).⁶² I tillegg kommer store ringvirkninger i lokalsamfunnene. Fortsatt satsing og tilrettelegging for denne typen produksjon kan opprettholde og skape nye arbeidsplasser i distriktene.

ETABLERING AV NYE ALUMINIUMSVERK I NORGE

Alcoa kunngjorde i mai 2010 at selskapet vurderer å investere i et aluminiumsverk i Finnmark. Som denne rapporten peker på, vil tilgangen på kraft i Nord-Norge øke. Lokalisering i nord vil være en klar fordel for å utnytte strømmen der det er et overskudd, i tillegg til at det generer nye virksomheter og arbeidsplasser i et område hvor det er behov for det. Som vi peker på i kapittel 6.4, vil det derimot være best å plassere et slikt aluminiumsverk noe lenger sør, i og med at Nordland forventes å bli et kraftoverskuddsområde. Lokal bruk av strømmen kan spare samfunnet for store kostnader til nettbygging og redusere energitapet i overføringsnettet.

INFORMASJONSTEKNOLOGI (IT)

Norges IT-næring er stor. Den omsatte i 2008 for 193 mrd. kroner og sysselsatte vel 72 000 mennesker.⁶³ Norsk teknologi innen programvare og datalagring er i verdensklasse. En studie gjennomført av McKinsey & Company for The Climate Group viser til at IT-utstyr i 2007 sto for 2 prosent av verdens CO₂-utslipp, og mye kan gjøres for å redusere utslippene i sektoren. Samtidig er databehandling svært sentralt i spørsmålet om energieffektivisering og intelligente transportstyringssystemer, som kan bidra til å spare energi og/eller redusere utslipp fra andre sektorer. Den samme studien har estimert at smart bruk av IT kan redusere globale klimagassutslipp med 7,8 gigatonn CO₂-ekv., tilsvarende 15 prosent, i 2020 (The Climate Group 2008, s. 9–27).

Behovet for datalagring og prosessering forventes å øke svært mye framover. De økende datamengdene vil kreve stor økning i lagringskapasitet. Samtidig går trenden i IT-verdenen mot en sentralisering og konsolidering av servere, dvs. at servere samles i lokaler som egner seg for disse, og at serverne benytter moderne teknologi og forretningsmodeller for å øke utnyttelsen, som å leie etter behov heller enn å eie.

Verdens største datasenter ligger i dag i Chicago og har et forbruk på rundt 1 TWh i året. Rundt halvparten av energien går med til kjøling av anlegget. Norge har et kjølig klima som egner seg for serverdrift, samt tilgang på fjellhaller og tomme industribygg som kan benyttes til å huse serverne. Det antas at IT-bransjens kunder vil stille krav om høyere andel fornybar energi i sine datatjenester. I tillegg er politisk stabilitet et krav fra selskapene og deres kunder, og her stiller Norge sterkt. Tilgang på, og kundeønsker om, fornybar kraft kan

GRØNN REGNESENTRAL FOR CERN
Den europeiske organisasjonen for kjernefysisk forskning, Cern, i Sveits skal etablere nye regnesentraler for behandling av data i forbindelse med den nye reaktoren som ble ferdig i 2008. Forskningsstasjonene har enorme mengder data som må behandles og trenger ny kapasitet. Mye taler for at disse regnesentralene ikke blir plassert på Cern, på grunn av tilgangen på energi, og fordi det er et felles europeisk forskningsprosjekt. Et offentlig-privat initiativ har i en periode på halvannet år hatt en nær dialog med CERN om lokalisering av et avansert datasenter i Norge. Et aktuelt lokaliseringalternativ er de gamle NATO-anleggene på Rennesøy i Rogaland. Fjellhallen er kjølig og egner seg for et slikt anlegg, samtidig som fiberkapasiteten er mer enn god og sikker nok for å kunne kobles mot Cern. Tilgangen på fornybar kraft gjør derfor at dette stedet egner seg som en pilot i arbeidet med grønne datasentre.

⁶² SSBs statistikkbank: Emne: 10 Næringsvirksomhet. Tabell: 07980: Hovedtall for bedrifter i industri, etter næring (SN2007): <http://statbank.ssb.no/statistikkbanken/>

⁶³ SSBs statistikkbank: Emne: 10 Næringsvirksomhet. Tabell: 08149: Informasjonssektoren. Sysselsetting, omsetning og verdiskapning, etter sektor. <http://statbank.ssb.no/statistikkbanken/>

dermed bidra til at det bygger seg opp en ny bransje. Utveksling av "byte" istedenfor elektrisitet med Europa vil bidra til å redusere energitapet som transport av elektrisitet medfører. Et konkret anlegg som er på tegnebrettet, er etablering av et datasenter i Lefdal gruve i Sogn og Fjordane. Gruva har en kapasitet som langt overstiger verdens største datasenter. Flere andre pilotanlegg er på tegnebrettet.

Drift av hardware og software for andre kunder kan bidra til å skape ringvirkninger i form av at selskap ser nytten i å utvikle ny og mer effektiv software. Norge har hatt flere suksessfulle software-selskap som FAST, Trolltech Opera og Vizrt samt videokonferanseselskapet Tandberg. Større etableringer av dataparker i Norge kan derfor bidra til å bygge IT-industrien i Norge videre ut. Store datasenteretableringer er gjerne sammenfallende med økt FoU og fokus på energieffektivisering og fornybar energi.

Det er en rådende oppfatning av at fiberkapasiteten fra Norge ut til Europa er for dårlig. Ifølge eksperter på området er kapasiteten langt fra utnyttet ut av Norge (Waalder, Wessel og Wium-Lie 2009, s. 40). Fibernettet fra Utkant-Norge til Oslo er nå et mindre problem, men med en økende etterspørsel vil det kunne bygges ut mer fiberkapasitet i landet. En forutsetning for investeringer i cloud-sentre er likevel at overføringsnettet for både strøm og fiber har reserveløsninger slik at det er mulig å garantere drift til enhver tid. Alt i dag fins det aktuelle steder for slik virksomhet, og noe mer utbygging kan legge til rette for mange gode steder for datalagring og prosessering i Norge.

TRANSPORT

I denne rapporten peker vi på muligheten for utslippsreduksjoner i transportsektoren gjennom en overgang fra forbrenningsmotor til elmotor, i form av elbiler og mer bruk av elektrisk drevet kollektivtransport. Mye av dette vil skje ved at det kjøpes en annen type bil enn tidligere eller at det investeres mer i kollektivtransport framfor i tradisjonelle transportløsninger. Men det er også sannsynlig at kraftig satsing på kollektivtransport, i hvert fall i en utbyggingsfase, totalt sett vil gi flere arbeidsplasser.

9.3. KOMPETANSE – GRØNT ARBEIDSLIV

Det er et stort potensial for energieffektivisering i alle sektorer, men mange prosjekter blir aldri gjennomført, til tross for at de er lønnsomme. Norge har grunnlag for ytterligere produksjon av fornybar kraft basert på alternative energikilder og en industri som kan understøtte en miljøriktig og energieffektiv utnyttelse av disse ressursene. Norge har mye kompetanse innen bl.a. vannkraft, offshore-installasjoner og material- og prosessindustri, som det vil være naturlig å bygge videre på.

Vi opplever økt satsing på "grønne" studier i Norge i dag, og stadig flere læresteder utvikler nye studieretninger innen disse fagene. Bortsett fra vannkraft er fornybar energi og miljørelaterte utdanninger relativt nye satsingsområder for norske læresteder, og det vil ta tid før det er bygd opp solide fagmiljøer her i landet innen disse fagområdene. Både universiteter og høyskoler i Norge og i utlandet er oppmerksomme på at energisystemene over hele verden vil gjennomgå store forandringer. Utdanningene må gjenspeile både utvikling, nye satsingsområder og energibehovet både nasjonalt og internasjonalt. Dermed vil bæredyktighet og dynamikk i fagfeltene være et stikkord. Det er også stadig oftere at en kombinerer fag på tvers av disipliner for å oppnå best mulig samspill. Økologi og energi er eksempler på det.

Dersom Norge skal kunne være i front når det gjelder forskning og utdanning innen energieffektivisering og nye energiformer, må vi ta del i internasjonale kompetansemiljøer, søke samarbeid med utenlandske aktører samt evne å bygge opp og utnytte egne miljøer her hjemme og tilby utdanning på ulike nivå. Det tar tid å bygge opp nye utdannings- og kompetansemiljø, og vi trenger ny kompetanse på alle nivåer – fra fagarbeider til postdoktorer.

Arbeidsgruppa som har gitt innspill til handlingsplan for energieffektive bygg (SBE 2010, s. 46–54), peker på at det er et stort behov for økt kompetanse for å få realisert energieffektiviseringspotensialet. Innen FoU peker arbeidsgruppa bl.a. på at det trengs bedre datagrunnlag og analysemodeller, og at barrierer for implementering av nye byggforskrifter må kartlegges. Innen kompetanseheving må det utvikles tiltakspakker for yrkesfagutdanning og arkitekt- og ingeniørfag og for etterutdanning av lærere og yrkesaktive i byggsektoren.

9.4. OPPSUMMERING

Energieffektivisering er avgjørende for å frigjøre energi og redusere klimagassutslipp. Samtidig er svært mange energieffektiviseringsprosjekter lønnsomme, og vil gi virksomheter fortrinn i den nye grønne økonomien dersom de realiseres. Fornybar energi gir store vekstmuligheter og markedsutsikter for norske bedrifter, og flere norske selskap er allerede i verdenstoppen i denne sektoren.

De økte kraftmengdene som gjøres tilgjengelig, vil kunne brukes i mer tradisjonell energikrevende industri som aluminiumsproduksjon eller produksjon av silisium til solcelleproduksjon. Det åpner seg også et marked for bruk av kraft til drifting av datasentre for kunder i andre deler av Europa, der strømmen "eksporteres" i form av serverkapasitet.

Dårlige rammebetingelser og mangel på kompetanse gjør imidlertid at Norge risikerer lekkasje av tidligfaseteknologier, og at energieffektiviseringspotensialet ikke utnyttes fullstendig. Istedenfor at lovende teknologier utvikles og kommersialiseres i Norge, risikerer vi at fruktene av norsk forskning og teknologiske nyvinninger videreutvikles og industrialiseres i utlandet. Det er likevel viktig at miljørelatert FoU i Norge får en global overføringsverdi, slik at miljøfordelene kan høstes i stort omfang.

Norge bør satse på å inneha en ledende posisjon i den grønne økonomien som vil komme. Vi har muligheter til å dreie samfunnet i en mer bærekraftig retning, som samtidig gir norsk næringsliv store muligheter i det som vil bli et enormt globalt marked for grønn teknologi. En slik ambisjon krever visjonær og tydelig politisk styring som legger opp til en storstilt satsing på FoU og utvikling innenfor norsk næringsliv, offentlig sektor og i høyere utdanning. Det er politikernes ansvar å være med på å gi rammebetingelser og virkemidler som utløser de riktige investeringene.

LITTERATUR

- BI, SINTEF og EBL (2009): *ENKL-planen: En energi- og klimaplan for Norge til 2020*. Oslo/Trondheim: BI Center for Climate Strategy, SINTEF Energiforskning og Energibedriftenes Landsforening: <http://www.energinorge.no/getfile.php/FILER/AKTUELT/ENERGI%20OG%20KLIMA/ENKL-rapport%20160309.pdf>
- Bloem, Hans, Fabio Monforti-Ferrario, Marta Szabo og Arnulf Jäger-Waldau (2010): *Renewable Energy Snapshots 2010*. Ispra: European Commission, Joint Research Centre, Institute for Energy: <http://re.jrc.ec.europa.eu/refsys/>
- Bossel, Ulf (2003): *Efficiency of Hydrogen Fuel Cell, Diesel-SOFC-Hybrid and Battery Electric Vehicles*. Oberrohrdorf: European Fuel Cell Forum: <http://www.efcf.com/reports/E04.pdf>
- Bye, Thorstein og Michael Hoel (2009): Grønne sertifikater – dyr og formålsløs fornybar moro. I: *Samfunnsøkonomen* nr. 7, 2009. Samfunnsøkonomene: http://www.ssb.no/filearchive/Bye_Hoel_Samfunnsokonomene_7_2009.pdf
- Bøeng, Ann Christin (2010): Konsekvenser for Norge av EUs fornybardirektiv. I: *Økonomiske analyser* 4/2010: 48–58: <http://www.ssb.no/emner/08/05/10/oa/201004/boeng.pdf>
- Böhringer, Christoph, Carolyn Fischer og Knut Einar Rosendahl (2010): *The Global Effects of Subglobal Climate Policies*. Washington D.C.: Resources for the future: <http://www.rff.org/documents/RFF-DP-10-48.pdf>
- Civitas (2009): *Notat: Jernbanelinjen – Klimakur 2020*: http://www.klimakur.no/Documents/vedlegg_sektoranalyse_transport_vista_intercity_godstransport_godsstrategi.pdf
- Direktiv 2009/28/EF: *Europaparlamentets og Rådets direktiv 2009/28/EF om fremme af anvendelsen af energi fra vedvarende energikilder*. Den Europæiske Unions Tidende 5.6.2009: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:140:0016:0062:DA:PDF>
- Dokka, Thor Helge, Guro Hauge, Marit Thyholt, Michael Klinski og Anders Kirkhus (2009): *Energieffektivisering i bygninger – mye miljø for pengene!* Oslo: SINTEF Byggforsk: <http://www.sintef.no/upload/Byggforsk/Publikasjoner/SB%20prapp%2040.pdf>
- ECF (2010): *Roadmap 2050 – A practical guide to a prosperous, low-carbon Europe*. European Climate Foundation: http://www.roadmap2050.eu/Volume1_fullreport_PressPack.pdf

- Energimyndigheten (2009): *Uppdrag att föreslå nya kvoter i elcertifikatsystemet m.m.* Eskilstuna: Statens energimyndighet:
<http://energimyndigheten.se/Global/Press/Pressmeddelanden/ER2009%2029W%20of%C3%B6rslag%20p%C3%A5%20nya%20kvoter%20i%20elcertifikatsystemet.pdf>
- Enova (2009): *Enovas industriaktiviteter – med resultater fra 2008.* Trondheim: Enova:
<http://naring.enova.no/file.axd?fileDataID=236d39ec-3ede-499a-b1bc-4ab55db8967c>
- Enova og Norsk Industri (2009): *Potensial for energieffektivisering i norsk landbasert industri.* Trondheim: Enova: <http://naring.enova.no/file2.axd?fileID=f5b96d1a-c23f-47b1-ad59-f5311be2db68>
- Gassco (2010): *Høring om Klimakur 2020.* Kopervik: Gassco:
http://www.regjeringen.no/pages/2378349/Gassco_AS.pdf
- Gassco og Gassnova (2010): *Kårstø Integration Pre-Feasibility Study:*
<http://www.regjeringen.no/upload/OED/pdf%20filer/Rapporter/Gassco%20og%20Gassnovas%20integrasjonsstudie%20mars%202010.pdf>
- Gupta, Sujata, Dennis A. Tirpak mfl. (2007): Policies, Instruments and Co-operative Arrangements. I: B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer (red.): *Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* Cambridge / New York: Cambridge University Press:
<http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg3/ar4-wg3-chapter13.pdf>
- Hamnaberg, Håvard og Asle Selfors mfl. (2010): *Klimagassutslipp fra fjernvarme: Tiltak og virkemidler – et innspill til Klimakur 2020.* Oslo: Norges vassdrags- og energidirektorat:
http://www.nve.no/Global/Publikasjoner/Publikasjoner%202010/Rapport%202010/rapport2010_03.pdf
- Heiberg, Eli (1992): *Indirekte energibruk i persontransport.* Sogndal: Vestlandsforskning
- Holden, Erling, Kristin Linnerud og Holger Schlaupitz (2009): *Transport og miljø.* Trondheim: Tapir
- Hovi, Inger Beate og Anne Madslie (2008): *Reviderte grunnprognoser for godstransport 2006–2040.* Oslo: Transportøkonomisk institutt:
<http://www.toi.no/getfile.php/Publikasjoner/T%D8I%20rapporter/2008/1001-2008/1001-2008-nett.pdf>
- Høyer, Karl Georg og Eli Heiberg (1993): *Persontransport – Konsekvenser for energi og miljø.* Sogndal: Vestlandsforskning
- IEA (2005): *Prospects for Hydrogen and Fuel Cells.* Paris: International Energy Agency
- IEA (2009): *World Energy Outlook 2009.* Paris: International Energy Agency
- IEA (u.å.): *Solar PV roadmap targets.* Paris: International Energy Agency:
http://www.iea.org/papers/2010/pv_roadmap_foldout.pdf
- Klimakur (2010a): *Klimakur 2020: Tiltak og virkemidler for å nå norske klimamål mot 2020:* Klima- og forurensningsdirektoratet, Norges vassdrags- og energidirektorat, Oljedirektoratet, Statistisk sentralbyrå og Statens vegvesen: <http://www.klif.no/publikasjoner/2590/ta2590.pdf>

- Klimakur (2010b): *Klimakur 2020: Sektoriell tiltaksanalyse i petroleumssektoren*. Klima- og forurensningsdirektoratet, Oljedirektoratet, Norges vassdrags- og energidirektorat og Petroleumstilsynet: <http://www.npd.no/Global/Norsk/3%20-%20Publikasjoner/Rapporter/PDF/Klimakur%20endelig%20rapport.pdf>
- Klimakur (2010c): *Klimakur 2020: Sektoranalyse transport – Tiltak og virkemidler for redusert utslipp av klimagasser fra transport – Arbeidsnotat. Versjon 15.04.2010*. Avinor AS, Jernbaneverket, Kystverket, Klima- og forurensningsdirektoratet, Sjøfartsdirektoratet og Statens vegvesen: <http://www.klimakur.no/PageFiles/1137/KlimakurTransport.pdf>
- Klimakur (2010d): *Effektivisering og elektrifisering av kjøretøyer og anvendelse av hydrogen som energibærer. Arbeidsnotat Klimakur 2020. Vedlegg til sektorrapport om transport. Foreløpig utgave*: http://www.klimakur.no/Documents/vedlegg_sektoranalyse_transport_kjoretoy_drivstoff.pdf
- Klimakur (2010e): *En rapport fra Klimakur 2020 – arbeidsgruppe på industri i Klima- og forurensningsdirektoratet: Tiltak og virkemidler for å redusere klimagassutslipp fra norsk industri*. Oslo: Klima- og forurensningsdirektoratet: <http://www.klif.no/publikasjoner/2594/ta2594.pdf>
- Lavenergiutvalget (2009): *Energieffektivisering*: http://www.regjeringen.no/upload/OED/Rapporter/OED_Energieffektivisering_Lavopp.pdf
- Lindberg, Karen Byskov og Ingrid H. Magnussen (2010): *Tiltak og virkemidler for redusert utslipp av klimagasser fra norske bygninger*. Oslo: Norges vassdrags- og energidirektorat: http://www.nve.no/Global/Publikasjoner/Publikasjoner%202010/Rapport%202010/rapport2010_04.pdf
- Madslie, Anne, Harald Minken og Anita Vingan (2010): *Klimakur 2020 – transportberegninger, samfunnsøkonomi og kostnader pr. tonn CO₂*. Oslo: Transportøkonomisk institutt: <http://www.toi.no/getfile.php/Publikasjoner/T%D8I%20rapporter/2010/1056-2010/1056-2010-el.pdf>
- Norddal, Terje (2010): *Miljørapport for innenriks ferjetrafikk 2008*. Sjøfartsdirektoratet, Statens vegvesen og Rederienes Landsforbund
- Norheim, Bård og Kathrine N. Kjørstad (2009): *Klimakur – Tiltak for å øke kollektiv- og sykkelandelen*: Oslo: Urbanet Analyse: http://www.urbanet.no/media/publiseringer/Revidert1_Klimakurrapport.pdf
- NOU 2006: 16: *Et klimavennlig Norge*. Lavutslippsutvalget. Oslo: Departementenes servicesenter: <http://www.regjeringen.no/nb/dep/md/dok/NOU-er/2006/NOU-2006-18.html?id=392348>
- Nygreen, Thomas (2009): *Motorveier på villspor – Miljøkonsekvenser av kortere reisetid*. Oslo: Norges Naturvernforbund: <http://naturvernforbundet.no/getfile.php/Dokumenter/rapporter/2009/Motorveier%20p%C3%A5%20villspor.pdf>
- Martinez-Fernandez, Cristina, Carlos Hinojosa og Gabriela Miranda (2010): *Greening Jobs and Skills: Labour Market Implications of Addressing Climate Change*. Local Employment and Economic Development (LEED) Programme, OECD: <http://www.oecd.org/dataoecd/46/51/45484420.pdf>
- Palm, Thomas (2007): *Et krafttak fra land – Hvordan kraft fra land kan redusere utslippene fra norsk sokkel*. Oslo: Zero: <http://www.zero.no/publikasjoner/et-krafttak-fra-land>

- Point Carbon (2008): *Fornybarmål for Norge 2020 i lys av EUs energi- og klimapakke – En rapport for EBL Kompetanse*
- Pöyry (2010): *Grønne forretningsmuligheter*. Oslo/Stavanger: Econ Pöyry:
<http://www.energinorge.no/getfile.php/FILER/AKTUELT/ENERGI%20OG%20KLIMA/Gr%F8nne%20Forretningsmuligheter.pdf>
- SBE (2010): *Energieffektivisering av bygg – En ambisiøs og realistisk plan mot 2040*. Arbeidsgruppe nedsatt av Kommunal- og regionaldepartementet, med Statens bygningstekniske etat (SBE) som sekretariat:
http://www.regjeringen.no/upload/KRD/Vedlegg/BOBY/rapporter/energieffektivisering_av_bygg_rapport_2010.pdf
- Schlaupitz, Holger (2008): *Energi- og klimakonsekvenser av moderne transportsystemer*. Oslo: Norges Naturvernforbund: <http://naturvernforbundet.no/getfile.php/Dokumenter/rapporter/2008-2007/Energi%20og%20klimakonsekvenser%20av%20moderne%20transportsystemer.pdf>
- Schlaupitz, Holger (2010): *CO₂-utslipp fra skogbasert bioenergi*. Oslo: Norges Naturvernforbund:
<http://naturvernforbundet.no/getfile.php/Dokumenter/h%C3%B8ringsuttalelser%20og%20brev/2010/Klima/100525-Vedlegg%20til%20Klimakur-uttalelse%20-%20bioenergi%20fra%20skog.pdf>
- Seljom, Pernille, Eva Rosenberg, Audun Fidje, Michaela Meir, Jan Erik Haugen og Thore Jarlseth (2010): *The effects of climate change on the Norwegian Energy System towards 2050*. Kjeller: Institute for Energy Technology:
http://www.ife.no/publications/2010/ensys/ifekre2010002/view?set_language=no
- Simonsen, Morten (2009): *Energibruk og utslipp ved produksjon av personbiler*. Vestlandsforskning:
<http://vfp1.vestforsk.no/sip/pdf/Personbil/BilProduksjon.pdf>
- SRN (2010): *Vanndirektiv, vannforvaltningsplaner og vilkårsrevisjoner*. Brev til regjering og Storting fra Samarbeidsrådet for naturvern saker, datert 24. mars 2010
- Statnett (2009): *Nettutviklingsplan for sentralnettet 2009*. Statnett:
<http://www.statnett.no/Documents/Kraftsystemet/Nettutviklingsplaner/Statnetts%20nettutviklingsplan%202009.pdf>
- Statoil (2010a): *Årsrapport Hammerfest LNG 2009*:
<http://www.olf.no/Documents/Feltspesifikk2010/Melk%C3%B8ya%20Landanlegg%202009.pdf>
- Statoil (2010b): *Krav om utredning av mulige CO₂-reducerende tiltak ved Hammerfest LNG – Statoil ASA*. Hammerfest: Statoil: http://www.klif.no/nyheter/brev/statoil_hammerfestLNG_140710.pdf
- Stern, Sir Nicolas (2006): *Stern Review: The Economics of Climate Change*:
http://mudancasclimaticas.cptec.inpe.br/~rmclima/pdfs/destaques/sternreview_report_complete.pdf
- The Climate Group (2009): *SMART 2020: Enabling the low carbon economy in the information age*. The Climate Group on behalf of the Global eSustainability Initiative (GeSI):
http://www.smart2020.org/assets/files/03_Smart2020Report_lo_res.pdf
- UNEP/ILO/IOE/ITUC (2008): *Green Jobs: Towards Decent Work in a Sustainable, Low-Carbon World*. Nairobi: United Nations Environment Programme:
http://www.unep.org/PDF/UNEPGreenjobs_report08.pdf

- Veritas (2009): *Tiltaksanalyse – Krav om landstrøm for skip i norske havner*. Alvar Mjelde, Christian Fjell, Sigrid M. Eriksen, Jørgen Faereide. Høvik: Det Norske Veritas:
http://www.klimakur.no/Global/tiltaksanalyse_krav_om_landstr%c3%b8m_for_skip_i_norske_havner_DNV.pdf
- Vessia, Øyvind og Karen Byskov Lindberg (2008): Vil lavere kraftforbruk i Norge gi lavere CO₂-utslipp fra europeisk kraftproduksjon? I: *Kvartalsrapport for kraftmarkedet – 1. kvartal 2008. Rapport 11 2008*. Oslo: Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE):
http://www.nve.no/global/publikasjoner/publikasjoner%202008/rapport%202008/nve_rapport11-08.pdf?epslanguage=no
- Vågane, Liva og Arne Rideng (2009): *Transportytelser i Norge 1946–2008*. Oslo: Transportøkonomisk institutt: <http://www.toi.no/getfile.php/Publikasjoner/T%D8I%20rapporter/2009/1046-2009/1046-hele%20rapporten%20el.pdf>
- Waler, Benedicte Fasmer, Erik Must Wessel og Harald Wium-Lie (2009): *Sky og Fjordane – En rapport om grønne datasentre i Norge*. IKT-Norge:
<http://www.gronnit.no/files/File/Rapporter/Sky%20og%20fjordane.pdf>

Norges Naturvernforbund, Norsk Industri og Norges Ingeniør- og Teknologorganisasjon - NITO - har i lengre tid, sammen med andre aktører, satt søkelyset på at energieffektiviseringsinnsatsen må økes. Som et ledd i dette var organisasjonene med på å arrangere Lavenergikonferansen i 2009 og 2010.

Samtidig har vi opplevd et behov for å føre debatten et skritt videre, nemlig å sette søkelyset på hva skal vi gjøre med den energien som energieffektivisering vil frigjøre.

Denne rapporten skal derfor bidra til å:

- Avklare om tilgang på kraft er en begrensende faktor i arbeidet med å bytte ut fossile brensel med strøm i ulike sektorer
- Gi et bilde av miljøeffekten, og særlig klimaeffekten, av energieffektivisering i Norge
- Synliggjøre at miljøriktig bruk av kraft gir muligheter for grønn verdiskapning

Rapporten har i hovedsak et faglig fokus. Vår intensjon er å synliggjøre en utviklingsretning og stå sammen om noen hovedgrep som bør gjøres, uten at organisasjonene nødvendigvis er enige i alle forutsetningene og eksemplene som trekkes fram i rapporten. Temaene som behandles, kan videreutvikles av hver enkelt organisasjon i etterkant og gjøres mer detaljerte og med mer spesifikke konklusjoner.

NITO



Norsk Industri



Norges
Naturvernforbund
Friends of the Earth Norway