



# Fastsettelse av CO<sub>2</sub>-faktorer og primærenergifaktorer for elektrisitet

Redegjørelse for prinsipper og rammeverk for beregning av faktorer tilpasset ulike formål og anvendelsesområder

25.november 2015



## Innholdsfortegnelse

Forord .....	3
Kortfattet sammenfatning av rapportens prinsipper og rammeverk for fastsettelse av CO2-faktorer og primærenergifaktorer .....	4
1. Innledning .....	8
1.1. Problemstilling.....	8
1.2. Organisering og gjennomføring .....	8
1.3. Struktur på utredningen.....	9
2. Overordnet metodisk tilnærming .....	10
2.1. Hvordan beregne eksternaliteter knyttet til elektrisitetsforbruk?.....	10
2.2. Relevante standarder for miljøstyring og livsløpsvurderinger .....	11
2.3. Overordnet tilnærming til utarbeidelse av prinsipper og rammeverk .....	12
3. Metode del 1: Prinsippavklaringer .....	15
3.1. Avklare grunnleggende metodisk tilnærming.....	15
3.2. Avklare beregningsindikator .....	17
3.3. Fastsette systemgrenser.....	18
3.4. Fastsette tidsrammer .....	18
4. Metode del 2a: Detaljberegninger ved bruk av bokføring .....	20
4.1. Fastsettelse av fordelingsmekanisme.....	20
4.2. Identifisere relevant elektrisitmiks .....	22
4.3. Beregne eksternaliteter knyttet til kraftproduksjon .....	23
4.4. Beregne CO2-faktorer og primærenergifaktorer.....	24
5. Metode del 2b: Detaljberegninger ved bruk av konsekvensvurderinger .....	25
5.1. Identifisere relevante regulatoriske rammebetingelser .....	26
5.2. Identifisere marginale produksjonsendringer .....	28
5.3. Beregne eksternaliteter knyttet til endringer i kraftproduksjon .....	34
5.4. Beregne CO2-faktorer og primærenergifaktorer.....	35
6. Anvendelse av metode på aktuelle områder .....	36
6.1. Enovas klimarapportering.....	36
6.2. Klimagassregnskap for næringsvirksomhet .....	40
6.3. Økodesign og energimerking.....	42
Referanser .....	46

## Forord

CO<sub>2</sub>-faktorer og primærenergifaktorer for elektrisitet beskriver forholdet mellom sluttforbruk av elektrisitet og henholdsvis klimagassutslipp (gCO<sub>2</sub>e/kWh) og primærenergiforbruk (kWh primærenergi/kWh brukt i sluttbrukerleddet). De senere årene har det skjedd en utvikling der anvendelsen av slike faktorer øker både i Norge og Europa. Tidligere ble bruken av faktorer forbeholdt statistiske formål og til miljørapportering, men i dag brukes disse faktorene i økende grad som virkemiddel for å regulere produksjon og forbruk av elektrisitet.

Foreløpig er myndighetenes anvendelse av CO<sub>2</sub>-faktorer og primærenergifaktorer for elektrisitet begrenset i Norge, men mye tyder på at det vil endres, bl.a. som følge av krav i EØS-relevante rettsakter. I tillegg ser vi at samfunnsengasjementet knyttet til energi- og klimaspørsmål har økt etterspørselen etter livssyklusanalyser (LCA). LCA-er har til hensikt å synliggjøre klima- og miljøpåvirkninger ved ulike produkter og/eller produktsystemer, og CO<sub>2</sub>-faktorer og primærenergifaktorer kan da utgjøre en sentral del av beregningene.

Økt bruk av CO<sub>2</sub>-faktorer og primærenergifaktorer for elektrisitet fremstår for mange som kontroversielt av flere grunner. For det første tilsier økonomisk teori at direkte regulering av kraftproduksjon gir mer effektive resultater enn indirekte regulering gjennom tiltak hos sluttbruker. For det andre finnes det i dag ingen universell metode som fastsetter prinsipper og rammeverk for beregning av slike faktorer tilpasset ulike formål og anvendelsesområder. Videre kan bruken av slike faktorer skape usikkerhet om i hvilken grad elektrifisering av fossil energibruk og etablering av nye virksomheter basert på elektrisitetstilgangen i Norge er forenelig med de langsiktige energi- og klimamålene.

Med dette som utgangspunkt har NHO, Energi Norge, Norsk Teknologi og BNL bedt ADAPT Consulting om å utarbeide denne rapporten som beskriver objektive prinsipper og rammeverk for fastsettelse av CO<sub>2</sub>-faktorer og primærenergifaktorer for elektrisitet. Rapporten drøfter også hvordan rammeverket kan benyttes i konkrete sammenhenger.

## Kortfattet sammenfatning av rapportens prinsipper og rammeverk for fastsettelse av CO2-faktorer og primærenergifaktorer

**Beregningsfaktorer for elektrisitet har til hensikt å synliggjøre forholdet mellom elektrisitetsbruk og eksternaliteter.** Eksternaliteter er indirekte energi- og miljøeffekter som kan oppstå i forbindelse med produksjon og transport av elektrisitet, f.eks. utslipp av klimagasser, forbruk av primærenergi, lokal forurensing, forbruk av vann, produksjon av avfall.

I dag benyttes beregningsfaktorer for elektrisitet i form av CO2-faktorer og primærenergifaktorer til mange ulike formål. Ofte er det en utfordring å oppnå bred enighet eller forståelse for fastsettelsen av slike faktorer, både fordi beregningene fremstår som kompliserte, diskriminerende og lite transparente, samt at de påvirker politiske og kommersielle interesser.

En annen utfordring er at det ikke finnes noen universell metode eller standard som gir konkrete føringer for hvordan slike faktorer skal fastsettes. Hensikten med denne rapporten er å fastsette et slikt rammeverk. Forhåpentligvis vil rapporten kunne bidra til å strukturere både diskusjonen og den mer beregningstekniske tilnærmingen på områder der det er relevant å ta i bruk slike beregningsfaktorer. Rammeverket kan i utgangspunktet legges til grunn for fastsettelse av beregningsfaktorer for alle typer eksternaliteter, men som oftest søker man å avdekke utslipp av klimagasser og forbruk av primærenergi. Vi har derfor avgrenset rapportens eksemplifisering av beregningsprinsipper til disse to formene for eksternaliteter.

**Rapportens rammeverk for fastsettelse av CO2-faktorer og primærenergifaktorer er delt i to hoveddeler.** Første del tar for seg en rekke prinsippavklaringer for fastsettelse av en beregningsfaktor, mens andre del gir føringer for detaljberegninger av faktoren.

**Den første delen av rammeverket (Del 1)** er prinsippavklaringer. Gjennom denne delen av prosessen søker vi å fastsette overordnede føringer for fastsettelsen av beregningsfaktoren som gjør at den adresserer det faktiske formålet som ligger til grunn. Fire følgende prinsipper må avklares i denne delen av rammeverket:

1. Avklare grunnleggende metodisk tilnærming
2. Avklare beregningsindikator
3. Fastsette systemgrenser
4. Fastsette tidsrammer

Første trinn i prinsippavklaringene er å avklare hvilken metodisk tilnærming man skal legge til grunn for fastsettelse av en beregningsfaktor for elektrisitet. Det finnes to ulike tilnærminger, herunder «bokføring av eksternaliteter» og «konsekvensvurderinger». Metoden for bokføring av eksternaliteter innebærer at man fordeler totale oppståtte (eller forventede) eksternaliteter knyttet til produksjon av elektrisitet på forbruket av elektrisitet. Denne tilnærmingen kan være hensiktsmessig å ta i bruk til f.eks. utformingen av klimagassregnskap. En konsekvensvurdering søker imidlertid å avdekke endringer i eksternaliteter som oppstår ved endringer i bruken av elektrisitet. Denne metoden er hensiktsmessig å legge til grunn f.eks. i strategiske beslutningsprosesser der man vurderer reelle energi- og miljøeffekter som oppstår som følge av ulike tilpasninger til elektrisitetsbruk.

Andre trinn er å ta stilling til hvilken type beregningsindikator man skal ta i bruk. Det er av stor betydning at det velges en vektingsindikator som reflekterer formålet for fastsettelse av beregningsindikator. Dersom man søker å identifisere forholdet mellom elektrisitetsbruk og primærenergibruk kan det være hensiktsmessig å benytte en primærenergifaktor (PEF). Hvis formålet derimot er å identifisere klimagassutslipp, kan man benytte en CO<sub>2</sub>-faktor (gCO<sub>2</sub>e/kWh).

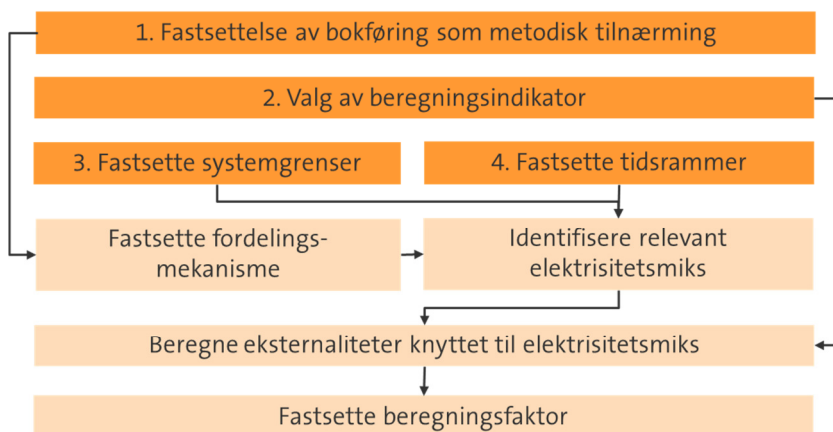
Det tredje trinnet er å fastsette relevant systemgrense. Det innebærer at man foretar en geografisk avgrensning av det området man legger til grunn for fastsettelsen av beregningsfaktoren (f.eks. Norge/Norden/Europa), samt en eventuell sektormessig avgrensning (f.eks. kraftsektoren/kvotepliktige sektorer/alle sektorer).

Det fjerde og siste trinnet i den prinsipielle avklaringen er fastsettelsen av relevante tidsrammer for faktoren. Fastsettelsen av tidsramme er viktig for å kunne utforme en beregningsfaktor basert på en miks av produksjonsteknologier som er relevant i henhold til formålet med beregningen.

**Den andre delen av rammeverket (Del 2)** er detaljberegningene. Denne delen av rammeverket etablerer føringer for de tekniske detaljberegningene av CO<sub>2</sub>-faktorer og primærenergifaktorer. Det er to ulike tilnærminger til detaljberegninger, avhengig av om det skal benyttes bokføring av eksternaliteter (Del 2a) eller konsekvensvurderinger som metodisk tilnærming (Del 2b).

Figur 1 viser samlede trinn i prosessen med å fastsette beregningsfaktor for elektrisitet med bokføring som metodisk tilnærming, altså **Del 1 + Del 2a**. Pilene i figuren angir hvordan enkelte trinn i prosessen legger føringer for øvrige trinn i prosessen. Prinsippavklaringene er merket med mørk oransje farge, mens trinnene i detaljberegningen er merket med en lysere farge.

**Figur 1: Flytskjema for beregning av CO<sub>2</sub>-faktorer og primærenergifaktorer med bokføring av eksternaliteter**



Første trinn i detaljberegningen vil være å ta stilling til hvilken fordelingsmekanisme man skal benytte seg av. Man kan benytte enten en fysisk eller en finansiell fordelingsmekanisme. En fysisk fordelingsmekanisme innebærer at man fordeler eksternaliteter ved kraftproduksjon likt på hver enhet levert elektrisitet, mens en finansiell fordelingsmekanisme tar hensyn til handel

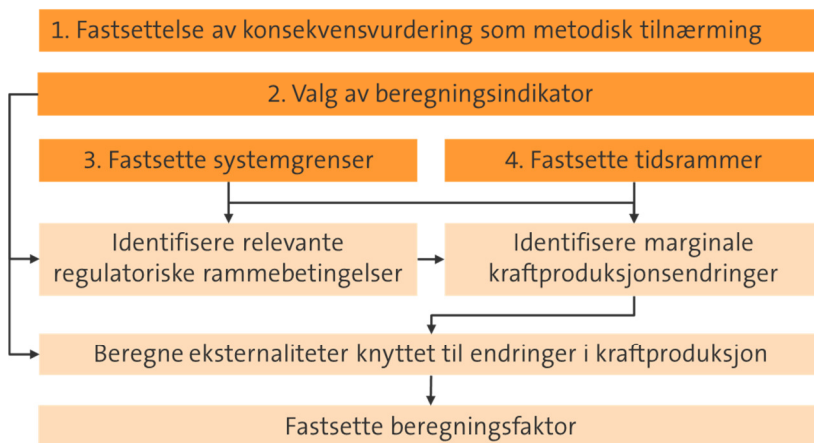
med miljøverdier som er løsrevet fra den fysiske kraftleveransen (f.eks. i form av opprinnelsesgarantier).

Andre trinn vil være å identifisere relevant elektrisitmiks der man tar utgangspunkt i fastsatt systemgrense, fastsatt tidsramme og fastsatt fordelingsmekanisme.

Tredje trinn vil være å identifisere eksternaliteter knyttet til de ulike produksjonsteknologiene som inngår i den identifiserte elektrisitmiksen. Man må her ta stilling til om man kun skal ta hensyn til eksternaliteter som oppstår i kraftproduksjonsfasen, eller om man skal ta hensyn til eksternaliteter i et utvidet perspektiv, f.eks. hele livssyklusen (fra vugge til grav).

Siste trinn i prosessen vil være å beregne CO<sub>2</sub>-faktorer og primærenergifaktorer ved å multiplisere identifiserte eksternaliteter per kWh for hver produksjonsteknologi med den andelen produksjonsteknologien utgjør i den fastsatte elektrisitmiksen.

**Figur 2: Flytskjema for beregning av CO<sub>2</sub>-faktorer og primærenergifaktorer med konsekvensvurderinger**



Figur 2 viser samlede trinn i prosessen dersom man skal benytte konsekvensvurderinger som metodisk tilnærming, altså **Del 1 + Del 2b**. Her søker vi å identifisere endringer i eksternaliteter som oppstår som følge av endringer i bruk av elektrisitet.

Når vi skal vurdere endringer i produksjon av elektrisitet som følge av endringer i forbruk av elektrisitet må vi ta hensyn til alle forhold som påvirker kraftprodusentenes tilpasninger.

Første trinn i detaljberegningen er å identifisere relevante regulatoriske rammebetingelser som påvirker kraftprodusentenes reaksjon på forbruksvariasjoner. Relevante regulatoriske rammebetingelser kan f.eks. være utslippshandel eller ordninger med elsertifikater.

Neste trinn i detaljberegningen er å identifisere marginale endringer i produksjonen av kraft som oppstår som følge av endringer i forbruk av kraft. Viktige forutsetninger for denne vurderingen vil være den fastsatte systemgrensen, den fastsatte tidsrammen, samt konsekvensen av relevante regulatoriske rammebetingelser. Dersom forbruksendringen er av midlertidig karakter vil vi kun vurdere kortsiktige produksjonstilpasninger hos kraftprodusentene. Dersom forbruksendringen er permanent vil man måtte se på kraftprodusentenes tilpasninger over tid, herunder mulige

investeringer i ny produksjonskapasitet og utfasing av eksisterende produksjonskapasitet. Det å identifisere marginale produksjonsendringer som følge av forbruksendringer kan være beregningsmessig komplisert. I noen tilfeller vil det være hensiktsmessig å ta i bruk programmer som evner å simulere hvordan tilpasninger i forbruk påvirker endringer i kraftproduksjon, og som tar hensyn til produksjonskostnader og etterspørselastisitet (rebound-effekter).

Det tredje trinnet vil være å identifisere eksternaliteter tilknyttet de produksjonsteknologier som endres som følge av forbruksendringer. Også her må man ta stilling til om man kun skal ta hensyn til eksternaliteter som oppstår i kraftproduksjonsfasen, eller om man skal ta hensyn til eksternaliteter i et utvidet perspektiv (f.eks. fra vugge til grav).

Siste trinn i detaljberegningen vil være å beregne CO<sub>2</sub>-faktorer og primærenergifaktorer ved å multiplisere endringer i forbruk med identifiserte eksternaliteter som oppstår ved endringer i den marginale produksjonsteknologien.



## 1. Innledning

### 1.1. Problemstilling

Anvendelsen av beregningsfaktorer for elektrisitet, i form av CO<sub>2</sub>-faktorer og primærenergifaktorer, vil trolig øke i omfang og introduseres i nye anvendelser, både i EU og Norge i årene som kommer. Eksempler på slike anvendelser er prosjektet Zero Emissions Buildings, Enovas klimarapportering, miljøklassifiseringsverktøyet Breeam, EPDer og livssyklusanalyser tilknyttet produkter og produktsystemer. En sentral utfordring i alle disse sammenhengene er faglig og/eller politisk uenighet om hvordan faktorene skal beregnes. Frem til i dag har fastsettelsen av beregningsfaktorer ofte manglet en forankring i objektive metoder, og utformingen av faktorene har ofte blitt preget av sektorielle interesser eller politiske mål. Det kan potensielt skape enorme utfordringer for norske og europeiske myndigheter i fremtiden. Avhengig av sammenhengen, vil fastsettelsen av beregningsfaktorer kunne påvirke forbrukernes tilpasninger i energimarkedet med tanke på tiltak for energieffektivisering og valg av energibærere. Faktorene vil derfor på sikt kunne ha stor innvirkning på utviklingen av energiforsyningen, og således påvirke både norske og europeiske myndigheters evne til å realisere langsiktige energi- og klimamål.

Det er derfor et behov for å fastsette objektive prinsipper og rammeverk for fastsettelse av beregningsfaktorer for elektrisitet, slik at faktorene kan tilpasses ulike formål og anvendelsesområder på en mest mulig transparent og hensiktsmessig måte. Oppdragsgiverne har på denne bakgrunn bedt ADAPT Consulting om å utrede følgende punkter:

- Utarbeide prinsipper og rammeverk for fastsettelse av beregningsfaktorer for elektrisitet som hentes ut fra kraftnettet. Arbeidet skal bygge på eksisterende relevante standarder og fysiske og geografiske realiteter, samt suppleres med objektive kriterier forankret i økonomisk teori.
- Gi eksempler på områder der man anvender beregningsfaktorer for elektrisitet
- Drøfte hvorvidt bruken av slike beregningsfaktorer er hensiktsmessig eller påkrevd innenfor disse områdene
- Anvende rapportens prinsipper og rammeverk på eksemplene

### 1.2. Organisering og gjennomføring

Utredningen er gjennomført av ADAPT Consulting på oppdrag av NHO, Energi Norge, Norsk Teknologi og BNL. En referansegruppe har vært etablert for prosjektet bestående av representanter fra oppdragsgiverne. Referansegruppen har bidratt aktivt med innspill til rapportens innhold, struktur og vurderinger. Det har vært gjennomført tre samlinger med referansegruppen, to ganger i juni 2015 og tredje gang i september 2015. I tillegg til felles samlinger har det vært løpende dialog mellom referansegruppen og ADAPT Consulting på e-post og telefon. Referansegruppen har hatt følgende sammensetning:

- Per Anker-Nilssen, NHO
- Dag Roar Christensen, Energi Norge
- Tore Strandskog, Norsk Teknologi
- Vigdis Sværen, Norsk Teknologi
- Oddvin Breiteig, Norsk Teknologi
- Rannveig Ravnanger Landet, BNL
- Trine Dyrstad Pettersen, Byggevarerindustrien
- Lars Myhre, Boligprodusentene

Andre kilder til informasjon har vært offentlig tilgjengelige utredninger, samt nasjonale og internasjonale standarder. En tidlig versjon av rapporten har også vært til høring hos utvalgte eksperter i organisasjoner som utarbeider miljø- og klimaanalyser eller arbeider med miljø- og klimaspørsmål, med den hensikt å kunne adressere potensielle utfordringer og uklarheter knyttet til anvendelsen av rapportens forslag til prinsipper og rammeverk.

Utredningen har vært ført i pennen av Andreas Aamodt, med faglig bistand fra Jørgen Festervoll og Patrick Narbel. Selv om det har vært mange bidragsytere til utforming av denne rapporten, er det ADAPT Consulting som står som faglig ansvarlig for rapportens innhold og anbefalinger.

### 1.3. Struktur på utredningen

Med utgangspunkt i prosjektets problemstilling (kapittel 1.1.) beskriver vi her strukturen for utredningen.

Kapittel 2 gir en kortfattet beskrivelse av hensikten med å fastsette CO<sub>2</sub>-faktorer, primærenergifaktorer og andre beregningsfaktorer for elektrisitet. Kapitlet redegjør også for eksisterende standarder som er relevant for utformingen av slike faktorer, samt at det gis en overordnet beskrivelse av struktur for de prinsipper og rammeverk som presenteres i denne rapporten.

Kapittel 3 gir en beskrivelse av første del av et forslag til rammeverk for fastsettelse av CO<sub>2</sub>-faktorer og primærenergifaktorer. I denne delen redegjøres det for hvilke prinsipper som må fastlegges før man kan gjennomføre en detaljberegning av konkrete faktorer.

Kapittel 4 og 5 beskriver andre del av rammeverket for fastsettelse av CO<sub>2</sub>-faktorer og primærenergifaktorer. Denne delen setter søkelyset på hvordan man kan detaljberegne faktorer med utgangspunkt i de prinsippavklaringer som er gjennomført i del 1 (kapittel 3). Det er to alternative metodiske tilnærminger til detaljberegninger. Disse presenteres i henholdsvis del 2a (kapittel 4) og del 2b (kapittel 5).

I kapittel 6 blir prinsipper og rammeverk for fastsettelse av CO<sub>2</sub>-faktorer og primærenergifaktorer for elektrisitet lagt til grunn i tre ulike eksempler på anvendelser. Anvendelsene er som følger:

- Enovas klimarapportering
- Klimagassregnskap for næringsvirksomhet
- Økodesign og energimerking

## 2. Overordnet metodisk tilnærming

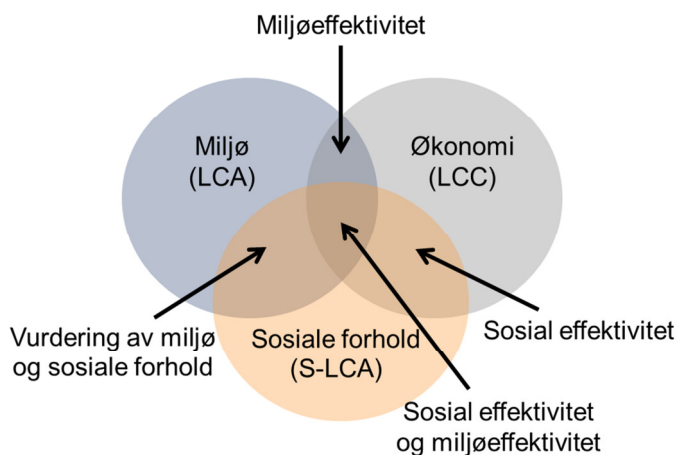
### 2.1. Hvordan beregne eksternaliteter knyttet til elektrisitetsforbruk?

Eksternaliteter er samfunnsøkonomiske effekter (både positive og negative) som sluttbrukerne ikke betaler for direkte og som de således ikke nødvendigvis tar hensyn til i en beslutningssituasjon. Et eksempel på eksternaliteter kan f.eks. være forurensning. I litteraturen sorteres ofte eksternaliteter i tre følgende kategorier:

- Økonomiske effekter
- Miljømessige effekter
- Sosiale effekter

For at sluttbrukerne i større grad skal kunne ta hensyn til disse effektene er det utarbeidet ulike metoder for å synliggjøre eksternaliteter for sluttbrukerne. Et eksempel på en beregningsmetode er beregning av livssyklus kostnader (LCC). Formålet med en LCC-beregning er som regel å effektivisere tiltakets økonomi. Man søker altså å optimalisere kontantstrømmen, f.eks. i form av en nåverdivurdering. Et annet eksempel er livsløpsvurderinger (LCA) for beregning av miljømessige eksternaliteter. Med miljømessige eksternaliteter mener vi f.eks. primærenergibruk, annen ressursbruk, produksjon av avfall, utslipp av klimagasser, etc. Noe mindre utbredt er bruken av sosiale livsløpsvurderinger (S-LCA) som har til hensikt å synliggjøre sosiale eksternaliteter som f.eks. likestilling, dyrevelferd, fattigdom, etc.

Figur 2.1 Kategorisering av eksternaliteter



Formålet med gjennomføringen av en LCC, LCA eller S-LCA kan variere, men ofte er det snakk om å optimalisere et prosjekt eller innkjøpsprosess ut ifra et ønske om å minimere negative eksternaliteter. Dette omtales gjerne som kostnadseffektiv livsløpsplanlegging eller miljøeffektivisering. Det er også mulig å kombinere ulike beregningsmetoder for å optimalisere en kombinasjon av flere målsetninger. Figur 2.1 illustrerer sammenhengen mellom de ulike metodene for beregning av eksternaliteter.

Bruk av elektrisitet forårsaker eksternaliteter, og i enkelte sammenhenger ønsker man å synliggjøre disse. F.eks. vil man i en LCA være avhengig av å kunne beregne ulike miljøeffekter som er knyttet til utvinning av energikilder, produksjon av elektrisitet, samt transport av elektrisiteten. Måten man beregner disse miljøeffektene på er å ta i bruk beregningsfaktorer for elektrisitet. Disse faktorene har til hensikt å avdekke forholdet mellom bruk av elektrisitet og konkrete eksternaliteter. Ved å multiplisere forbruket av elektrisitet med en slik beregningsfaktor kan man beregne eksternaliteter som kan tilskrives forbruket. Eksempler på beregningsfaktorer er primærenergifaktor (PEF) eller CO<sub>2</sub>-faktor (gCO<sub>2</sub>/kWh).

## 2.2. Relevante standarder for miljøstyring og livsløpsvurderinger

Prinsipper for beregninger av eksternaliteter er bare delvis standardisert. På enkelte områder, spesielt når det kommer til fastsettelse av CO<sub>2</sub>-faktorer og primærenergifaktorer for elektrisitet, mangler standardene retningslinjer for hvordan selve faktorene skal beregnes.

Et eksempel på en relevant standard er standarden *NS-EN ISO 14040:2006 Miljøstyring - Livsløpsvurdering - Prinsipper og rammeverk*. Standarden beskriver kun prinsippene og rammeverket for en helhetlig LCA, herunder de fire ulike fasene som inngår i en slik analyse. Standarden beskriver imidlertid ikke LCA-teknikken i detalj, og den spesifiserer ikke beregningsmetodene for de enkelte fasene av en LCA. Den gir heller ikke tydelige føringer på sammenhengen mellom LCA-ens formål og valg av metodisk tilnærming. Denne sammenhengen er bare kort nevnt i standardens vedlegg A (A.2) der det står at det er nødvendig å vurdere om LCA-en skal fungere som en ren rapportering av miljøresultater eller om den skal fungere som et underlag for beslutninger. Standarden sier at det i den forbindelse er vanlig å skille mellom bokføring av eksternaliteter og konsekvensvurderinger.

Det finnes imidlertid noen standarder som i større grad setter spesifikke rammer for bruk av CO<sub>2</sub>-faktorer og primærenergifaktorer. Et eksempel er standarden *ISO 16745:2015 Environmental performance of buildings -- Carbon metric of a building - Use stage*. Standarden beskriver prinsipper for klimagassberegninger knyttet til bygningers driftsfase. Ifølge denne standarden kan klimagassutslipp fra bygningers energibruk beregnes ved bruk av klimagasskoeffisienter<sup>1</sup>. Dette gjøres ved å multiplisere levert energi til bygget med en klimagasskoeffisient (som er relevant for den konkrete energivaren). Standarden sier imidlertid lite om hvordan koeffisienten skal beregnes utover at man må oppgi hvilke informasjonskilder man har lagt til grunn for koeffisienten. For øvrig henviser standarden til *ISO 16346:2013 Energy performance of buildings - Assessment of overall energy performance* for kalkulasjon av klimagasskoeffisienter.

ISO 16346 beskriver ulike indikatorer man kan legge til grunn for å uttrykke bygningers energiytelse, herunder indikatorer for energibruk, primærenergi, CO<sub>2</sub> og energipolitiske målsetninger. Tilnærmingen bygger på samme prinsipper som den tilsvarende europeiske standarden *NS-EN 15603:2008 Bygningers energiytelse - Bestemmelse av total energibruk og energiytelse*. Dessverre gir heller ingen av disse standardene konkrete føringer for hvordan

---

<sup>1</sup> Klimagasskoeffisienter er et begrep med samme betydning som CO<sub>2</sub>-faktorer

beregningsfaktorer skal fastsettes. Standardene skisserer imidlertid noen valgmuligheter som man må ta stilling til. Bl.a. sier standardene at man må velge om man skal utforme «marginal»-faktorer som reflekterer endringer i kraftsystemet som følge av endringer i forbruket av elektrisitet, eventuelt om man skal utforme «gjennomsnitt»-faktorer der man fordeler eksternaliteter i kraftsystemet likt på alle kWh som forbrukes.

Foruten offisielle standarder, finnes det andre metoder for beregning av eksternaliteter som har bred anvendelse. Også disse baserer seg på bruk av beregningsfaktorer for elektrisitet. Et eksempel er Greenhouse Gas Protocol (GHG Protocol) som er utviklet av World Resources Institute (WRI) og World Business Council on Sustainable Development (WBCSD). Tanken bak utformingen av GHG Protocol er at den skal fungere som en global standard for hvordan man skal måle og rapportere utslipp av klimagasser. Ifølge GHG Protocol skal det for elektrisitet utformes en geografisk forankret CO<sub>2</sub>-faktor som baserer seg på gjennomsnittlige klimagassutslipp per kWh i det relevante nettområdet, samt en markedsbasert faktor som tar hensyn til handel med miljøverdier (i form av grønne sertifikater, opprinnelsesgarantier eller lignende ordninger der man løsriver miljøattributtene til kraftproduksjon og selger disse separat fra den fysiske kraftleveransen).

CO<sub>2</sub>-faktorer og primærenergifaktorer for elektrisitet blir i dag benyttet til energipolitiske, statistiske og rapporteringsmessige formål, uten at fastsettelsen av faktorer er forankret i noen form for standard eller allment akseptert metode. For noen eksternaliteter finnes det imidlertid databaser som ofte blir brukt til vektingsformål. Eksempelvis for klimagassutslipp finnes det en rekke aktører som tilbyr databaser med gjennomsnittlige utslippsverdier for ulike land og regioner i verden. Et eksempel på en slik database finner vi hos Ecoinvent som blant annet Enova baserer sine CO<sub>2</sub>-faktorer på.

## **2.3. Overordnet tilnærming til utarbeidelse av prinsipper og rammeverk**

### **2.3.1. Utfordringer ved utarbeidelse av prinsipper og rammeverk**

Fastsettelse av CO<sub>2</sub>-faktorer og primærenergifaktorer for elektrisitet er komplisert fordi man må håndtere svært mange forutsetninger og usikkerheter. Eksempler på forutsetninger er elasticitet i kraftforsyningsens tilbud og etterspørsel, produksjonsmik og virkningsgrader for ulike teknologier, grenseoverskridende krafthandel, ulike tidsperspektiver, etc. Videre påvirker disse faktorene politiske og kommersielle interesser fordi de potensielt kan forskyve konkurranseflatene mellom elektrisitet og andre energivarer og således påvirke sluttbrukernes valg av energibærere og energiløsninger. Eksempelvis vil bruk av en høy CO<sub>2</sub>-faktor på elektrisitet i en bedrifts miljøstrategi kunne føre til at bedriften ønsker å legge om forbruket til energivarer med lavere CO<sub>2</sub>-faktor.

Som beskrevet i foregående delkapittel finnes det dessverre ikke en universell metode eller standard som gir konkrete føringer for fastsettelse av CO<sub>2</sub>-faktorer og primærenergifaktorer for elektrisitet. De eksisterende standardene gir heller ikke et tilstrekkelig underlag for å etablere en fullverdig metode. F.eks. er det ingen av standardene som viser hvordan politiske virkemidler

(som f.eks. utslippshandel) kan påvirke fastsettelsen av faktorer. Standardene evner heller ikke å skille mellom beregning av eksternaliteter på kort og lang sikt.

Utfordringene knyttet til fastsettelse av CO<sub>2</sub>-faktorer og primærenergifaktorer vil trolig alltid være til stede. I denne rapporten søker vi imidlertid å adressere utfordringene ved å etablere transparente prinsipper for fastsettelse av slike faktorer, samt gjennom å forankre beregningsmetodikken i objektive referanser. I praksis har vi forsøkt å supplere prinsippene i eksisterende standarder med ytterligere føringer som er forankret i økonomisk teori.

### 2.3.2. Rapportens metodestruktur og avgrensning

Som omtalt i delkapittel 1.1 er hensikten med denne rapporten å etablere hensiktsmessige prinsipper og rammeverk for fastsettelse av CO<sub>2</sub>-faktorer og primærenergifaktorer for elektrisitet. Metodeverket skal kunne anvendes på elektrisitet som hentes ut fra kraftnettet<sup>2</sup>.

En viktig føring for utformingen av rammeverket er at det skal kunne fastsettes faktorer som er skreddersydd og egnet til forskjellige formål og anvendelser. I den forbindelse søker vi å stille to overordnede krav til beregningen:

- Beregningsfaktoren må være «formålsoorientert»
- Beregningsfaktoren må være «tilstrekkelig detaljert»

Med begrepet «formålsoorientert» mener vi at faktoren må tilpasses det konkrete formålet som man søker å oppnå. Hvis målet er å redusere utslippene av klimagasser er det eksempelvis mer formålstjenlig å beregne en «CO<sub>2</sub>-faktor» for elektrisitet fremfor en «primærenergifaktor». Hvis formålet derimot er å redusere primærenergiforbruket, vil det motsatte være tilfelle. Med formuleringen «tilstrekkelig detaljert» mener vi at beregningen av selve faktoren må være nøyaktig nok til at den er tilstrekkelig representativ og egnet for den konkrete anvendelsen. Hvis faktoren skal synliggjøre klimagassutslipp knyttet til elektrisitetsproduksjon i Europa vil det ikke være nøyaktig nok å legge til grunn kraftproduksjonsdata for kun ett land i beregningen.

Rammeverket for fastsettelse av CO<sub>2</sub>-faktorer og primærenergifaktorer for elektrisitet i denne rapporten er med dette som utgangspunkt oppdelt i to deler:

DEL 1: Søker å gjøre CO<sub>2</sub>-faktorer og primærenergifaktorer «formålsoorienterte» gjennom en rekke prinsippavklaringer som setter rammer for detaljberegningen av faktorene. Avklaringen av disse prinsippene vil først og fremst sikre at faktorene er tilpasset det konkrete formålet. Denne delen av rammeverket er beskrevet i kapittel 3.

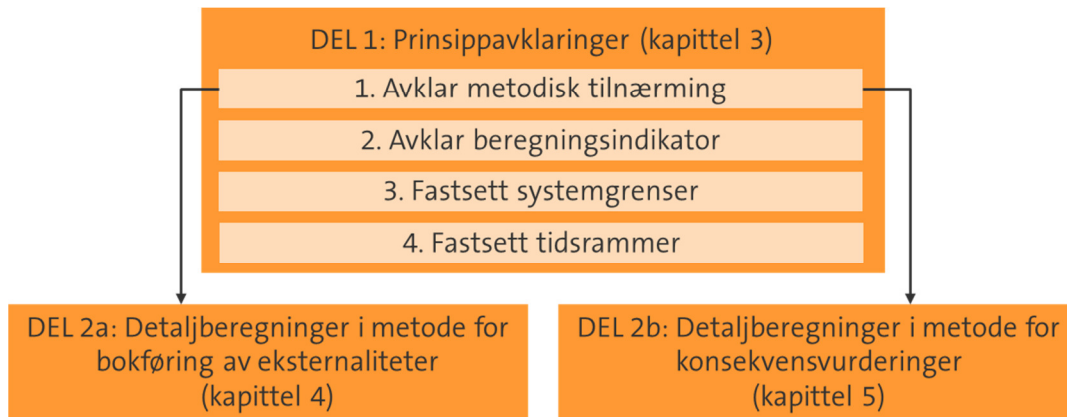
DEL 2: Har til hensikt å sikre at CO<sub>2</sub>-faktorer og primærenergifaktorer er «tilstrekkelig detaljerte» gjennom å etablere føringer for detaljberegningene.

---

<sup>2</sup> Metoden er således ikke tiltenkt å komme til anvendelse for egenprodusert elektrisitet.

Figur 2.2 illustrerer hvordan todelingen av rammeverket for fastsettelse av CO<sub>2</sub>-faktorer og primærenergifaktorer er gjennomført i denne rapporten. Som et trinn i prinsippavklaringene i metodens del 1 (kapittel 3) må man velge en grunnleggende metodisk tilnærming for beregning av faktorene. Man må her ta stilling til om faktorene skal benyttes til 1) bokføring av eksternaliteter eller 2) konsekvensvurderinger. Disse to ulike metodene innebærer bruk av ulike inndata, forutsetninger og beregningsprinsipper, slik at det er naturlig å strukturere detaljberegningene etter denne oppdelingen.

**Figur 2.2 Struktur i beskrivelsen av metode for fastsettelse av CO<sub>2</sub>-faktorer og primærenergifaktorer for elektrisitet**



Prinsipper og rammeverk for fastsettelse av beregningsfaktorer for elektrisitet som beskrives i denne rapporten kan anvendes for å beregne og synliggjøre alle former for eksternaliteter. Etersom praktisk bruk av slike faktorer ofte begrenser seg til å synliggjøre enten klimagassutslipp eller primærenergibruk, har vi avgrenset rapportens eksemplifisering av beregningsprinsipper til CO<sub>2</sub>-faktorer og primærenergifaktorer.

### 3. Metode del 1: Prinsippavklaringer

Første del av rammeverket for fastsettelse av en CO<sub>2</sub>-faktorer og primærenergifaktorer for elektrisitet er prinsippavklaringer. Gjennom denne delen av prosessen søker vi å fastsette overordnede rammer for detaljberegninger som gjør at faktorene blir tilpasset det konkrete formålet.

Det er fire prinsipper som må avklares i denne delen av rammeverket:

1. Avklare grunnleggende metodisk tilnærming
2. Avklare beregningsindikator
3. Fastsette systemgrenser
4. Fastsette tidsrammer

#### 3.1. Avklare grunnleggende metodisk tilnærming

Første trinn i prinsippavklaringene er å avklare metodisk tilnærming til beregning av CO<sub>2</sub>-faktorer og primærenergifaktorer for elektrisitet. Det er to ulike metodiske tilnærminger som man kan legge til grunn for beregningen:

- Bokføring av eksternaliteter
- Konsekvensvurdering

Metoden for **bokføring av eksternaliteter** innebærer at man fordeler totale oppståtte (eller forventede) eksternaliteter knyttet til produksjon av elektrisitet på forbruket av elektrisitet. Denne metoden er hensiktsmessig å legge til grunn for eksempelvis klimarapportering og statistiske formål.

En **konsekvensvurdering** søker på sin side å avdekke i hvilken grad endringer i bruk av elektrisitet utløser endringer i eksternaliteter. Ved kjøp av en elbil vil man med denne tilnærmingen søke å identifisere i hvilken grad økt bruk av elektrisitet til transport øker de globale utslippene av klimagasser. Man ser altså på marginale utslippskonsekvenser i kraftsystemet ved endret elektrisitetsbruk fremfor å fordele oppståtte utslipp i kraftforsyningen på forbruket av elektrisitet. En annen relevant anvendelse for denne tilnærmingen kan være i industrien der man ønsker å minimere klimagassutslipp som oppstår som en konsekvens av bedriftens valg av energiløsninger.

Tabell 3.1 gir en oversikt over ulike karakteristika ved de to ulike metodiske tilnærmingene.



**Tabell 3.1: Karakteristika ved ulike metodiske tilnærminger**

Bokføring av eksternaliteter	Konsekvensvurdering
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kan inkludere hele livsløpet til produksjon og distribusjon av elektrisitet (vugge-til-grav)</li> <li>• Bruker gjerne gjennomsnittlige data, eventuelt andre prinsipper for fordeling av eksternaliteter (f.eks. opprinnelsesgarantier)</li> <li>• Egnet til rapportering av påløpte eksternaliteter</li> <li>• Eksempel: Beregning av gjennomsnittlige utslipp av klimagasser per kWh.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tar kun hensyn til prosesser som blir påvirket</li> <li>• Bruker data som reflekterer effekten av endringer</li> <li>• Tar hensyn til fysiske, markedsmessige og regulatoriske rammebetingelser</li> <li>• Egnet som beslutningsstøtte</li> <li>• Eksempel: Beregning av endringer i klimagassutslipp ved en økning i forbruk av elektrisitet</li> </ul>

For å utdype forskjellen mellom de to metodiske tilnærmingene kan vi ta for oss et eksempel fra transportsektoren. Eksempelet går ut på at en person vurderer om han skal reise med egen bil eller kollektiv busstransport. Formålet er å minimere utslippene av klimagasser. I tabell 3.2. gis en oversikt over klimagassutslippene (gCO<sub>2</sub>) knyttet til bruk av personbil, bruk av en buss med 5 passasjerer og bruk av en buss med 30 passasjerer. Tabellen baserer seg på en forutsetning om at buss og sjåfør slipper ut 1500 gCO<sub>2</sub>/km og at dette utslippet øker med 5 gCO<sub>2</sub>/km for hver ekstra passasjer. Personbilen slipper ut 150 gCO<sub>2</sub>/km.

**Tabell 3.2: Eksempel på klimagassutslipp ved bruk av personbil og buss**

	Personbil	Buss med 5 passasjerer	Buss med 30 passasjerer
Totale utslipp av klimagasser	150 g/km	1525 g/km	1650 g/km
Bokføring av utslipp per passasjer	150 g/km	305 g/km	55 g/km
Økning i utslipp når personen velger transportløsning (konsekvensvurdering)	150 g/km	5 g/km	5 g/km

Dersom målet med valg av transportløsning er å redusere de globale utslippene av klimagasser bør personen ifølge tabellen velge busstransport. Det er fordi bussen kommer til å kjøre uavhengig av hvilken transportløsning personen velger, og dersom personen benytter seg av buss vil de totale utslippene kun øke med 5 g/km. Dersom personen velger å kjøre bil vil de totale utslippene derimot øke med 150 g/km.

Dersom formålet med beregningen er å rapportere personens klimagassutslipp etter bokføringsprinsippet, ser vi at utslippene fra bussen være avhengig av antall passasjerer. Vi ser at med få passasjerer på bussen, vil personen måtte oppgi høyere klimagassutslipp enn ved valg av personbil.

### 3.2. Avklare beregningsindikator

En beregningsfaktor for elektrisitet har til hensikt å synliggjøre forholdet mellom elektrisitetsbruk og konkrete eksternaliteter. Eksempler på slike eksternaliteter kan være utslipp av klimagasser, forbruk av primærenergi, lokal forurensing, forbruk av vann, produksjon av avfall, etc. Tabell 3.3 gir eksempler på ulike indikatorer som er hensiktsmessige å ta i bruk for å beregne ulike former for eksternaliteter.

**Tabell 3.3: Eksempler på beregningsindikatorer**

Eksternalitet	Beregningsindikator
Utslipp av klimagasser	gCO <sub>2</sub> e/kWh
Primærenergiforbruk	PEF (primærenergifaktor)
Fornybarandel	RES <sub>SHARE</sub>
Energikostnader	øre/kWh
Utslipp av radioaktivt avfall	mgRW/kWh

Det er av stor betydning at det velges en vektingsindikator som reflekterer formålet med bruken av beregningsfaktorer for elektrisitet. Primærenergifaktorer og CO<sub>2</sub>-faktorer kan ikke anvendes om hverandre eller tas i bruk for å oppnå flere energi- og klimapolitiske mål samtidig. En primærenergifaktor (PEF) kan ikke legges til grunn dersom vi har som mål å vurdere klimakonsekvenser ved bruk av elektrisitet. Årsaken er at noen teknologier (f.eks. atomkraftverk) har et høyt primærenergiforbruk, men svært lave utslipp av klimagasser. Det at atomkraftverket bruker mye primærenergi har dermed liten betydning for eventuelle klimamål vi søker å oppnå.

Forskjellige produksjonsteknologier for elektrisitet gir ulike utslag på beregning av henholdsvis primærenergifaktorer og CO<sub>2</sub>-faktorer. Tabell 3.4 kategoriserer ulike produksjonsteknologier langs dimensjonene lav/høy CO<sub>2</sub>-faktor og lav/høy primærenergifaktor (PEF). Vi ser at flere produksjonsteknologier har lave utslipp, men et høyt primærenergiforbruk. Likeledes har enkelte produksjonsteknologier høye utslipp av klimagasser, men et lavt primærenergiforbruk.

**Tabell 3.4: Sammenligning egenskaper ved ulike produksjonsteknologier**

	Lav CO <sub>2</sub> -faktor	Høy CO <sub>2</sub> -faktor
Høy PEF	Geokraft Kjernekraft Varmekraft med CCS Biokraft	Kullkraft Gasskraft
Lav PEF	Vindkraft Vannkraft Solkraft Kogenerering bio	Kogenerering kull Kogenerering gass

Som nevnt kan det ved behov for vurdering av klimakonsekvenser ved bruk av elektrisitet være hensiktsmessig å utforme en CO<sub>2</sub>-faktor. Begrepet CO<sub>2</sub>-faktor brukes ofte som en samlebetegnelse for faktorer som enten har til hensikt å synliggjøre utslippet av kun

klimagassen CO<sub>2</sub>, eventuelt også øvrige klimagasser som bidrar til global oppvarming. For å skille mellom disse benytter man gjerne enten beregningsindikatoren gCO<sub>2</sub>/kWh, eventuelt beregningsindikatoren gCO<sub>2e</sub>/kWh der øvrige klimagasser regnes om til CO<sub>2</sub>-ekvivalenter.

### 3.3. Fastsette systemgrenser

Den tredje prinsipielle avklaringen er fastsettelsen av relevant systemgrense for CO<sub>2</sub>-faktorer og primærenergifaktorer. Det innebærer først og fremst at vi foretar en geografisk avgrensning av det området der vi ønsker å vurdere forholdet mellom elektrisitetsbruk og eksternaliteter. En geografisk avgrensning kan f.eks. være Norge, Norden, EU eller verden. I tillegg må vi også avklare om vi søker å identifisere eksternaliteter som utelukkende skjer i relasjon til kraftproduksjon, eller om vi søker å utvide systemgrensen til å omfatte eksternaliteter i øvrige samfunnssektorer.

Årsaken til at vi trenger å avklare systemgrenser er at de påvirker nivået på beregningsfaktorene. Som et eksempel har vi i Norge ulike energipolitiske målsetninger vedrørende «innenlandske utslippsreduksjoner» og «globale utslippsreduksjoner». Endringer i bruk av elektrisitet i Norge vil kunne slå ulikt ut på disse forskjellige systemgrensene. Formålet med bruk av beregningsfaktorer vil altså være førende for fastsettelse av systemgrensen.

### 3.4. Fastsette tidsrammer

Den siste prinsipielle avklaringen som må på plass før en CO<sub>2</sub>-faktor eller primærenergifaktor kan detaljberegnes er fastsettelsen av relevante tidsrammer for faktoren. Med fastsettelse av tidsramme mener vi at man må avklare hvilken periode i tid det er vi skal måle eksternaliteter. Fastsettelsen av tidsramme er viktig for at beregningen av faktoren kan baseres på en produksjonsteknologi eller produksjonsmiks som er relevant for den fastsatte tidsrammen.

I tabell 3.5. er det gitt eksempler på ulike tidsrammer som kan være relevant for ulike anvendelser av CO-faktorer.

**Tabell 3.5: Eksempler på fastsettelse av tidsrammer**

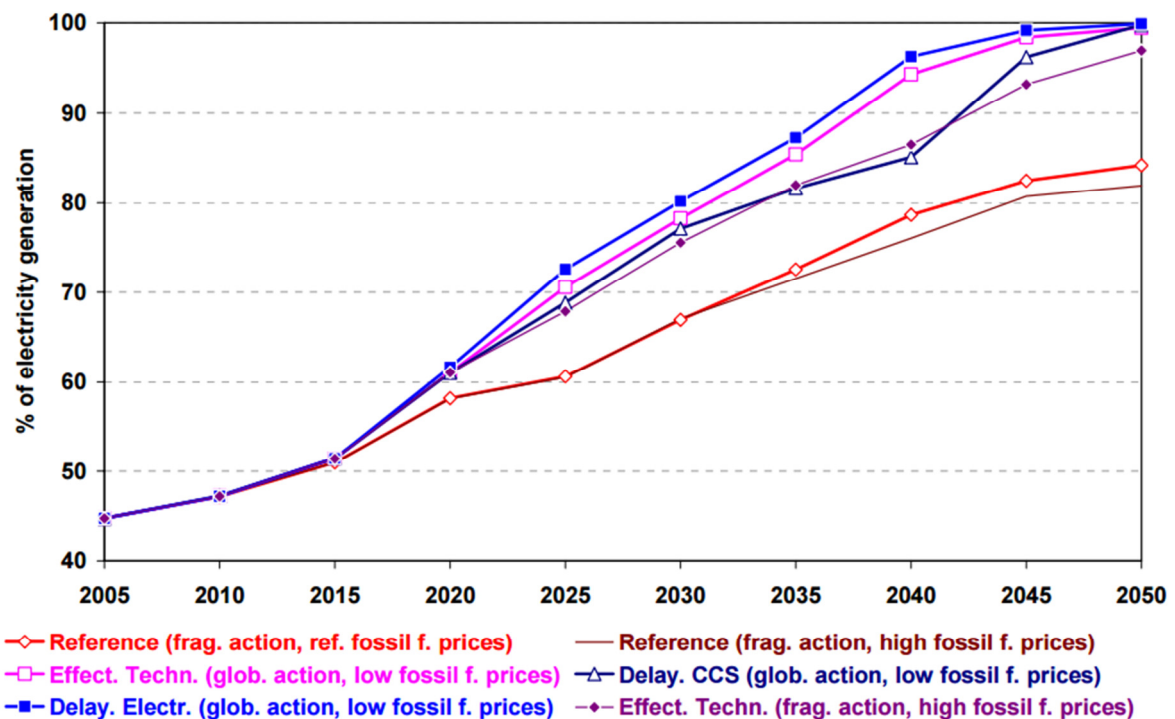
Anvendelsesområder	Tidsramme
Årsrapport klimagassregnskap	Historiske produksjonsdata per år (f.eks. året 2014)
Norges klimamål i 2030	Forventete produksjonsdata i 2030
Klimagassutslipp fra bygg med forventet levetid i 50 år	Forventede produksjonsdata i perioden 2016-2065

Ved fastsettelse av tidsramme er det blant annet viktig å avklare om faktoren skal reflektere eksternaliteter som allerede har funnet sted (historisk), eller om faktoren skal reflektere forventede eksternaliteter i fremtiden. Forskjellen mellom et historisk og et fremtidig tidsperspektiv er at man for historiske tidsperspektiv kan benytte målte og registrerte

produksjonsdata for beregning av CO<sub>2</sub>-faktorer og primærenergifaktorer. Ettersom produksjonssammensetningen i kraftforsyningen endres over tid, kan ikke historiske produksjonsdata legges til grunn for faktorer som skal synliggjøre fremtidige eksternaliteter ved bruk av elektrisitet.

Når man skal utforme beregningsfaktorer som søker å identifisere fremtidige eksternaliteter er vi avhengige av å etablere scenarier for forventet utvikling av produksjon av elektrisitet. Dette er eksemplifisert i figur 3.1, som viser seks ulike scenarier for utvikling i andelen lavkarbonteknologier i EU, gitt realiseringen av EUs langsiktige klimamål<sup>3</sup>. Etableringen av framtidsscenarier kan ta utgangspunkt i ulike framskrivninger av produksjonsdata som er hensiktsmessig og relevant for det konkrete formålet som ligger til grunn for fastsettelsen av beregningsfaktoren.

Figur 3.1 Scenarier for utvikling i andel lavkarbonteknologier i EUs kraftforsyning (Kilde: EU-kommisjonen)



<sup>3</sup> Kilde: EU-kommisjonen. *Roadmap for moving to a competitive low carbon economy in 2050 – Impact assessment*. (2011)

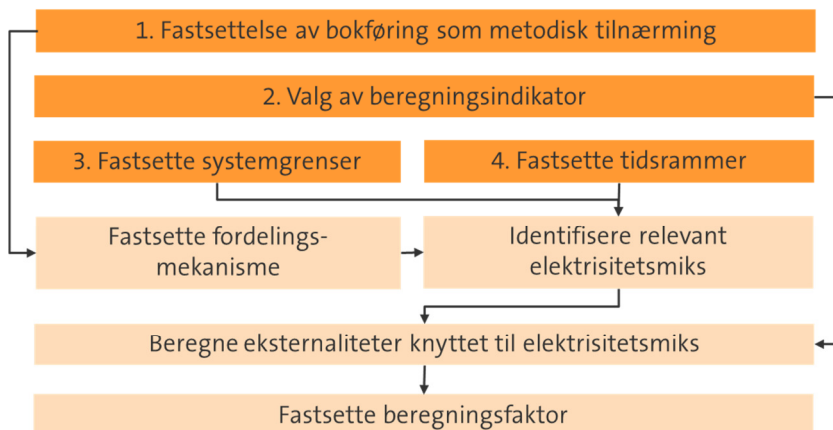
## 4. Metode del 2a: Detaljberegninger ved bruk av bokføring

Som beskrevet i kapittel 2 består rammeverket for fastsettelse av CO<sub>2</sub>-faktorer og primærenergifaktorer for elektrisitet av to deler. I kapittel 3 ble det redegjort for del 1 - prinsippavklaringer.

Del 2 av rammeverket er gjennomføring av detaljberegninger for fastsettelse av CO<sub>2</sub>-faktorer og primærenergifaktorer. Som beskrevet i kapittel 2 er det to ulike tilnærminger til detaljberegninger, avhengig av om det skal benyttes bokføring av eksternaliteter eller konsekvensvurderinger som metodisk tilnærming. Dette kapitlet redegjør for rammeverket for detaljberegninger ved bruk av bokføring som metodisk tilnærming.

Detaljberegning av CO<sub>2</sub>-faktorer og primærenergifaktorer for elektrisitet der vi bruker bokføring som metodisk tilnærming, er en prosess i flere trinn. Figur 4.1 gir en oversikt over hvordan disse trinnene er strukturert. Pilene i figuren angir hvordan enkelte trinn i prosessen legger føringer for øvrige trinn i prosessen. Eksempelvis vil trinnet «Identifisere relevant elektrisitetsmiks» være avhengig av den fastsatte systemgrensen, tidsrammen, samt valg av fordelingsmekanisme. Figuren viser også hvordan detaljberegningene i del 2a er en videreføring av de avklaringer som allerede er foretatt i del 1.

Figur 4.1 Flytskjema for beregning av CO<sub>2</sub>-faktorer og primærenergifaktorer med bokføring av eksternaliteter



I det nedenstående redegjøres det for hvilke avklaringer, databehov og beregningsprinsipper som ligger til grunn for hvert trinn i prosessen.

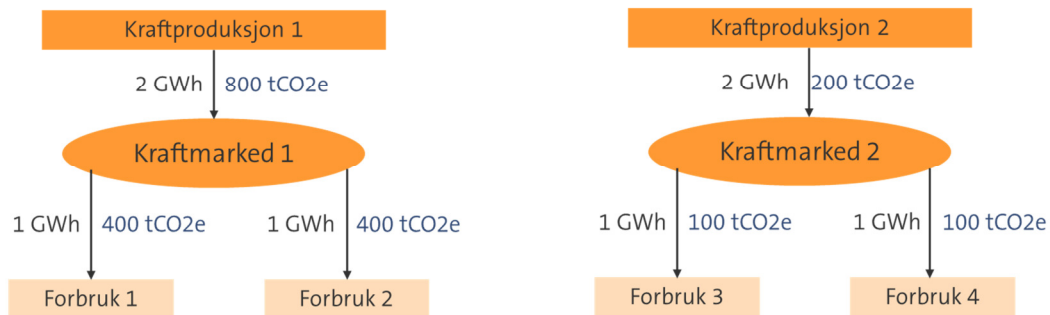
### 4.1. Fastsettelse av fordelingsmekanisme

Bokføring av eksternaliteter innebærer at man fordeler eksternaliteter som oppstår i produksjonen og distribusjonen av elektrisitet til sluttforbruk av elektrisitet. Første trinn i detaljberegningen vil være å ta stilling til hvilken fordelingsmekanisme man skal benytte seg av. Det finnes to ulike typer fordelingsmekanismer. Disse er som følger:

- Fysisk fordeling
- Finansiell fordeling

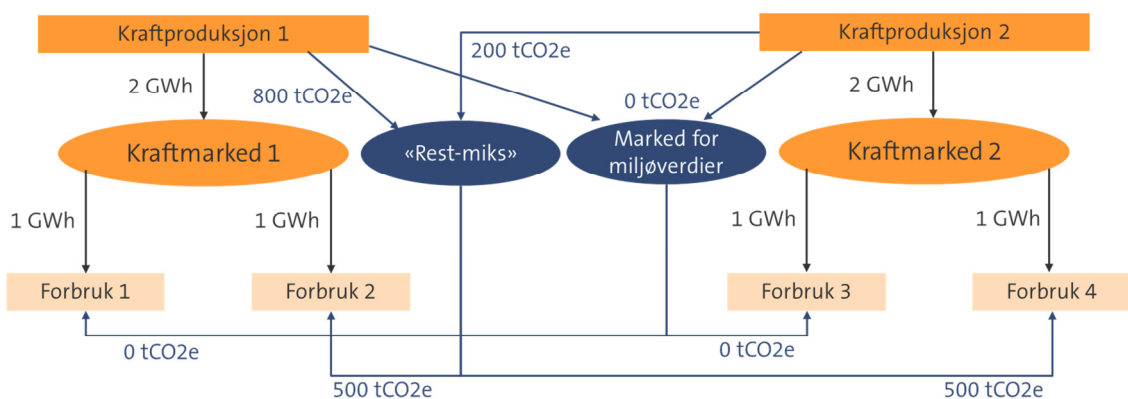
En fysisk fordelingsmekanisme innebærer at man fordeler eksternaliteter ved kraftproduksjon likt på hver enhet levert elektrisitet. Fordelingen av eksternaliteter følger altså de fysiske strømmene av elektrisitet. Figur 4.2 illustrerer hvordan en fysisk fordelingsmekanisme fungerer.

**Figur 4.2 Fysisk fordelingsmekanisme**



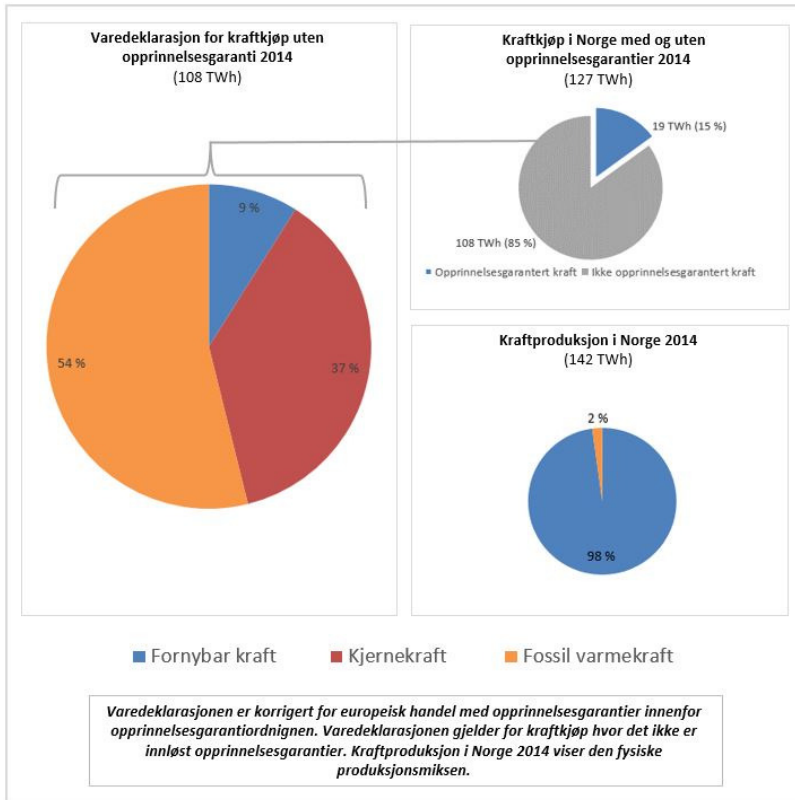
Den andre fordelingsmekanismen, såkalt finansiell fordelingsmekanisme, løsriver fordelingen av eksternaliteter fra den fysiske kraftleveransen. Fordelingen skjer her ved at kraftprodusenter utsteder et dokument i form av beviser, garantier eller sertifikater som beskriver eksternaliteter som har oppstått ved den konkrete produksjonen. Disse bevisene kan så omsettes i et separat finansielt marked for f.eks. miljøverdier (også på tvers av elektrisitetsnett og separate kraftmarkeder). I Europa er det eksempelvis etablert et marked for handel med slike miljøverdier i form av opprinnelsesgarantier. Prinsippet er illustrert i figur 4.3. Vi ser av figuren at forbrukere gjennom dette systemet kan «renvaske» sitt kraftforbruk ved kjøp av opprinnelsesgarantier. De utslippene som faktisk oppstår i markedet blir således allokert til de forbrukerne som ikke kjøper opprinnelsesgarantier.

**Figur 4.3 Finansiell fordelingsmekanisme**



Ofte brukes begge former for fordelingsmekanisme sammen, slik som i NVEs varedeklarasjon for kraftleveranser og i klimarapportering i henhold til GHG Protocol. NVEs varedeklarasjon for kraftleveranser for 2014 er gjengitt i figur 4.4. Varedeklarasjonen legger NVE til grunn for å beskrive hvilke eksternaliteter som kan knyttes til norsk forbruk av kraft i form av CO<sub>2</sub>-utslipp og utslipp av radioaktivt avfall.

Figur 4.4 NVEs varedeklarasjon for kraftleveranser i Norge i 2014 (Kilde: NVE)



Diagrammet nederst til høyre i figuren viser den fysiske kraftproduksjonen i Norge. Ved å ta utgangspunkt i dette diagrammet kan man gjøre en fysisk fordeling av eksternaliteter ved kraftforbruk i Norge. I diagrammet til venstre i figuren har NVE imidlertid valgt en fordelingsmekanisme basert på finansiell handel med opprinnelsesgarantier i et europeisk perspektiv.

## 4.2. Identifisere relevant elektrisitetsmiks

Som vist i figur 4.1 er neste trinn å identifisere relevant elektrisitetsmiks. Tidligere avklaringer som gir føringer for fastsettelse av elektrisitetsmiks er:

- Fastsatt systemgrense
- Fastsatt tidsramme
- Fastsatt fordelingsmekanisme

Systemgrensen sier hvilken geografisk avgrensning man skal basere beregningen av CO<sub>2</sub>-faktorer og primærenergifaktorer på. Dette kan eksempelvis være norsk elektrisitetsmiks, nordisk elektrisitetsmiks eller europeisk elektrisitetsmiks.

Videre vil den fastsatte tidsrammen gi føringer for elektrisitetsmiksens sammensetning. Man søker her å identifisere den miksen av kraftproduksjon som finner sted på samme tid som

forbruket vi skal allokere eksternaliteter til. Her er det også viktig å være klar over at oppløsningen av tidsrammen kan være relevant for utformingen av CO<sub>2</sub>-faktorer og primærenergifaktorer i enkelte sammenhenger. Samtidig kan det kan være utfordrende å finne nøyaktige data knyttet til kortere tidsintervall. Eksempler på ulike tidsrammer kan være:

- Gjennomsnittlig elektrisitetsmiks 1990-2005
- Gjennomsnittlig elektrisitetsmiks i 2014
- Gjennomsnittlig elektrisitetsmiks i vintermånedene
- Gjennomsnittlig elektrisitetsmiks på hverdager kl. 09:00-16:00

Til slutt må den identifiserte fysiske elektrisitetsmiksen korrigeres for eventuell handel med miljøverdier, (f.eks. i form av opprinnelsesgarantier), dersom man har valgt en finansiell fordelingsmekanisme som omtalt i kapittel 4.1.

### 4.3. Beregne eksternaliteter knyttet til kraftproduksjon

Neste trinn i prosessen vil være å identifisere eksternaliteter knyttet til de ulike produksjonsteknologiene som inngår i elektrisitetsmiksen innenfor den aktuelle tidsrammen. Man må her ta stilling til om man kun skal ta hensyn til eksternaliteter som oppstår i kraftproduksjonsfasen, eller om man skal ta hensyn til eksternaliteter i et utvidet perspektiv, f.eks. hele livssyklusen (fra vugge til grav). Faser i livssyklusen som kan inngå i beregningen av eksternaliteter er som følger:

- Bygging og avhending av produksjons- og distribusjonsanlegg
- Kraftproduksjon
- Utvinning, foredling og transport av brensel til kraftproduksjon
- Kraftdistribusjon

Det kan være utfordrende å beregne nøyaktige verdier for disse ulike fasene. Man vil sjeldent ha tilgang til fullstendige datasett som kan gi grunnlag for en korrekt beregning for den aktuelle tidsrammen. Årsaken er at det er mange ulike forhold som er med på å påvirke omfanget av eksternaliteter. Eksempelvis vil både primærenergibruk og klimagassutslipp i produksjonen av kullkraft være avhengig av en rekke tilleggsparametere som:

- Gjennomsnittlig virkningsgrad i kraftverkene på det aktuelle produksjonstidpunktet
- Gjennomsnittlige egenskaper ved brenselet som blir benyttet på det aktuelle produksjonstidpunktet
- Nettap
- Fordelingen av eksternaliteter mellom produksjon av kraft og varme i kogenerering

Innhenting av data knyttet til beregning av eksternaliteter må nødvendigvis tilpasses formålet med fastsettelse av en beregningsfaktor og tilgangen på data. Som regel vil bruk av gjennomsnittsverdier fra offentlig statistikk og databaser være tilstrekkelig for beregning av eksternaliteter knyttet til kraftproduksjon.



#### **4.4. Beregne CO2-faktorer og primærenergifaktorer**

Siste trinn i prosessen vil være å beregne CO2-faktorer og primærenergifaktorer. Dette gjøres ved å multiplisere identifiserte eksternaliteter per KWh for hver produksjonsteknologi med den andelen produksjonsteknologien utgjør i den fastsatte elektrisitetsmiksen.

## 5. Metode del 2b: Detaljberegninger ved bruk av konsekvensvurderinger

Beregning av CO<sub>2</sub>-faktorer og primærenergifaktorer med konsekvensvurdering som metodisk tilnærming søker å belyse hvilke konsekvenser endret bruk av elektrisitet har for eksternaliteter. Vi søker altså å etablere en årsakssammenheng mellom bruk av elektrisitet og eksternaliteter der prinsippet om addisjonalitet er oppfylt (utløsende effekt i form av endringer i eksternaliteter). Tilnærmingen er derfor godt egnet som grunnlag for beslutninger, der en ønsker å vurdere hvilke virkninger ulike valg og tilpasninger til elektrisitetsbruk har for f.eks. klimagassutslipp og primærenergibruk.

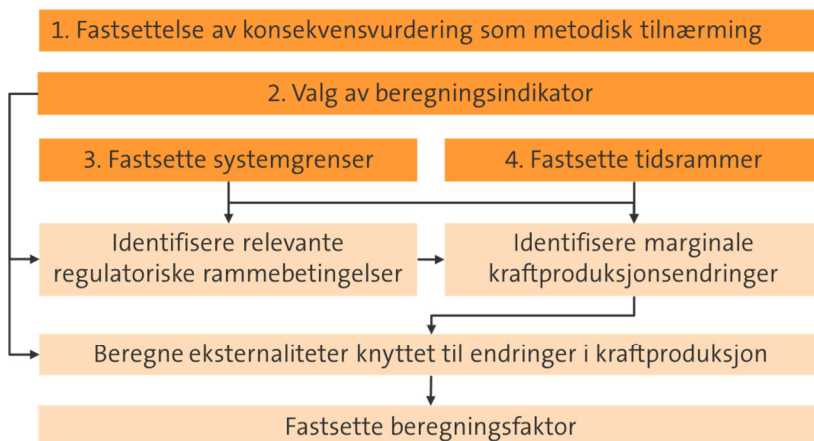
Når vi skal vurdere endringer i produksjon av elektrisitet som følge av endringer i forbruk av elektrisitet, er det viktig at vi klarer å etablere en forståelse av alle de elementer som påvirker kraftprodusentenes tilpasninger. Endringer i forbruk av elektrisitet er kun en av flere relevante forhold i kraftprodusentenes omgivelser som fører til endringer i kraftproduksjon og tilhørende eksternaliteter. Forhold som påvirker kraftprodusentenes tilpasninger er:

- Endringer i forbruk (som utløser en endring i energipris)
- Endringer i produksjonskostnader
- Endringer i regulatoriske rammebetingelser

Alle disse faktorene vil være av betydning i en konsekvensvurdering. Selv om formålet med fastsettelse av CO<sub>2</sub>-faktorer og primærenergifaktorer for elektrisitet er å vurdere konsekvenser som følge av endringer i etterspørsel, er vi nødt til å ta hensyn til hvordan kostnader og regulatoriske rammebetingelser setter rammer for kraftprodusentenes tilpasninger til forbruksvariasjoner.

Fastsettelse av faktorer med konsekvensvurderinger som metodisk tilnærming er i likhet med bokføringstilnærmingen også en prosess som består av en rekke trinn. Figur 5.1 gir en samlet oversikt over hvilke trinn som inngår i beregning av CO<sub>2</sub>-faktorer og primærenergifaktorer med konsekvensvurderinger som metodisk tilnærming. Også her er detaljberegningene en videreføring av de avklaringer som allerede er gjennomført i del 1.

**Figur 5.1 Flytskjema for beregning av CO<sub>2</sub>-faktorer og primærenergifaktorer med konsekvensvurderinger**



I det nedenstående redegjøres det for databehov og beregningsprinsipper for hvert trinn i prosessen.

## 5.1. Identifisere relevante regulatoriske rammebetingelser

Når vi skal beregne eksternaliteter som oppstår ved endret etterspørsel etter elektrisitet er det nødvendig at vi tar hensyn til relevante regulatoriske rammebetingelser for kraftproduksjon. Mange av disse regulatoriske rammebetingelsene er utformet nettopp med tanke på å påvirke eller avgrense omfanget av eksternaliteter. Det er derfor viktig at vi identifiserer rammebetingelser som er relevant for den indirekte effekten vi ønsker å synliggjøre, og at vi tar hensyn til disse når vi skal beregne CO<sub>2</sub>-faktorer og primærenergifaktorer for elektrisitet med konsekvensvurderinger som metodisk tilnærming.

Et eksempel på en relevant regulatorisk rammebetingelse kan være konsesjonslovgivningen. Lovgivningen kan legge retningslinjer og krav for hva slags type produksjon man kan etablere i et marked på sikt. En annen relevant regulatorisk rammebetingelse kan være kriterier for å få utslippstillatelser, der det i Norge de siste årene har vært stilt krav om CO<sub>2</sub>-rensing fra nye kraftvarmeverk.

I det nedenstående beskriver vi hvordan to øvrige viktige regulatoriske rammebetingelser som påvirker forholdet mellom forbruk av elektrisitet og eksternaliteter i kraftproduksjon. Disse rammebetingelsene er ordningene med utslippshandel og elsertifikater.

### 5.1.1. Betydningen av utslippshandel

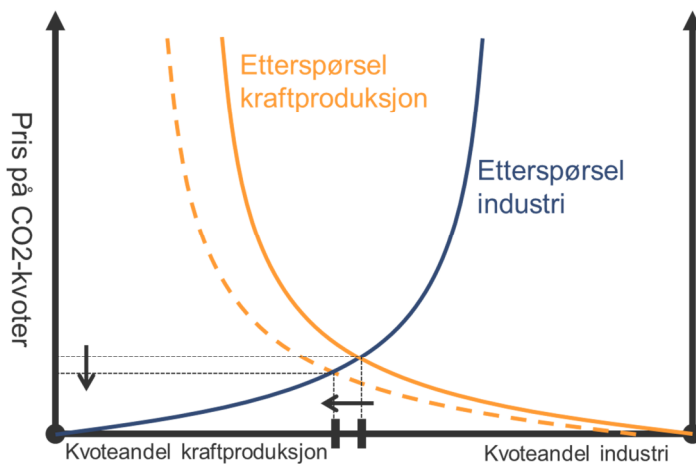
Utslippshandelen i Europa påvirker utslipp av klimagasser fra elektrisitet. I 2012 ble EUs kvotehandelsdirektiv innlemmet i EØS-avtalen og implementert i Norge. Kvotehandelsdirektivet danner det regulatoriske rammeverket for utslippshandelen i Europa med navnet EU ETS (Emissions Trading Scheme). Som følge av kvotehandelsdirektivet er all forbrenning av fossile energi i anlegg over 20 MW omfattet av utslippshandel. Utslippshandelen omfatter både energiproduksjon og annen industri innenfor EØS-området.

Utslippshandelen innebærer at det utstedes en begrenset mengde omsettbare utslippstillatelser i form av CO<sub>2</sub>-kvoter. Hver CO<sub>2</sub>-kvote representerer en tillatelse til å slippe ut 1 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter. Kraftprodusenter som forårsaker klimagassutslipp må altså kompensere for utslippene ved å gå til anskaffelse av en tilsvarende mengde CO<sub>2</sub>-kvoter. Ettersom tilgangen på CO<sub>2</sub>-kvoter er begrenset, vil dette i praksis medføre at forurenser må betale en pris på CO<sub>2</sub>-utslipp. Hvert år reduseres mengden CO<sub>2</sub>-kvoter tilgjengelig i markedet.

Utslippshandelen sørger for at de samlede utslippene fra kvotepliktige sektorer ikke påvirkes av enkeltaktørers tilpasninger i markedet. Dersom redusert bruk av elektrisitet presser fossil kraftproduksjon ut av markedet, vil dette kun føre til at prisen på CO<sub>2</sub>-kvoter reduseres så mye at

forbruket av elektrisitet øker igjen (rebound) eller at utslippene øker tilsvarende i andre sektorer enn kraftforsyningen. Konsekvensen av redusert etterspørsel etter CO<sub>2</sub>-kvoter som følge av redusert bruk av elektrisitet i EU er illustrert i figur 5.2. Figuren viser hvordan etterspørselen etter CO<sub>2</sub>-kvoter i henholdsvis kraftproduksjon og industri sammen fastsetter prisen på CO<sub>2</sub>-kvoter og fordelingen av CO<sub>2</sub>-kvoter disse mellom de to sektorene. Vi ser av figuren at redusert bruk av CO<sub>2</sub>-kvoter til kraftproduksjon fører til at kraftsektorens etterspørselskurve beveger seg mot venstre. Dette gir en redusert pris på CO<sub>2</sub>-kvoter, og økt bruk av CO<sub>2</sub>-kvoter i industrien. Tiltaket gir imidlertid ingen endring i totale utslipp ettersom den totale mengden og bruk av CO<sub>2</sub>-kvoter i markedet forblir uendret.

**Figur 5.2 Endret pris og kvotefordeling som følge av endret etterspørsel etter CO<sub>2</sub>-kvoter blant kraftprodusenter**



Ettersom utslippshandelen regulerer totale utslipp i EU, må vi ta hensyn til hvordan systemet fungerer ved fastsettelse av CO<sub>2</sub>-faktorer for elektrisitet. Dette innebærer at så lenge kvotetaket i systemet med utslippshandel ikke endres, vil endringer i bruk av elektrisitet innen EU ikke ha noen klimakonsekvens for samlede utslipp i Europa.

Dersom man begrenser systemgrensen til å omfatte kun deler av kvotepliktig sektor (f.eks. setter systemgrensen til kraftproduksjon i Norge eller EU), eventuelt at man benytter en annen metodisk tilnærming (bokføring), vil utslippshandel derimot ikke legge like tydelige føringer for fastsettelsen av en CO<sub>2</sub>-faktor.

### 5.1.2. Betydningen av elsertifikater

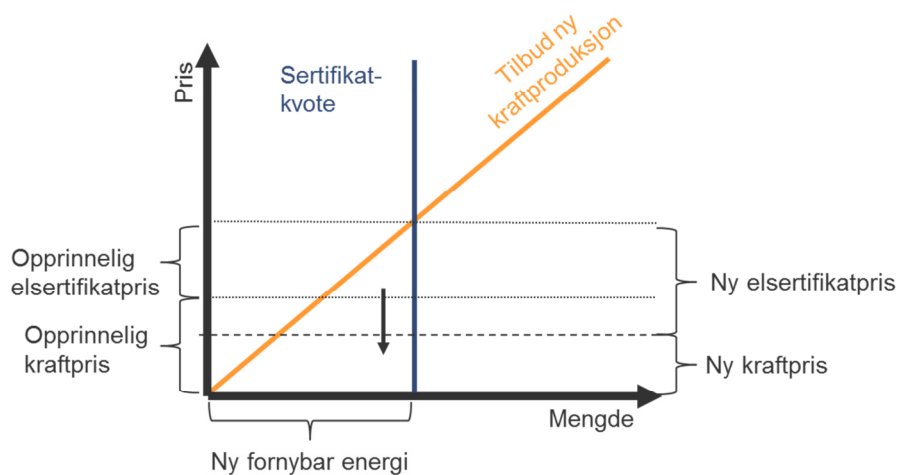
Den svensk-norske ordningen for elsertifikater setter konkrete rammer for hvor mye fornybar energi som vil bygges ut i det svensk-norske kraftmarkedet i perioden 2012-2035.

Ordningen fungerer ved at de som investerer i ny fornybar kraftproduksjon i Norge (elsertifikatberettigede) får utstedt et elsertifikat av Statnett for hver produsert MWh. Elsertifikatene har en verdi ettersom de er omsettbare. For å skape etterspørsel etter

elsertifikater har staten gjennom elsertifikatloven lagt en plikt på kraftleverandørene til å kjøpe sertifikater som tilsvarer en årlig prosentandel av omsetningen i MWh.

Figur 5.3 viser endringer i produksjon av ny fornybar energi som følge av endringer i kraftpris i et marked med elsertifikater. Figuren viser at det er sertifikatkvoten som regulerer endringer i tilbudet av ny fornybar energi i markedet. Redusert etterspørsel etter kraft vil redusere kraftprisen i markedet, men dette vil igjen kun utløse en økning i prisen på elsertifikater. Tilbudet av ny fornybar kraftproduksjon er konstant og uavhengig av endringer i forbruk.

**Figur 5.3 Konsekvenser ved endret kraftpris for tilgang med marked for elsertifikater**



Ordningen med elsertifikater fører til at det etableres ny kraftproduksjon i Norge og Sverige, uavhengig av utviklingen i forbruk av elektrisitet. Det vil trolig ikke etableres mer fornybar produksjonskapasitet i det svensk-norske markedet enn det som blir bestemt politisk i form av den samlede sertifikatplikten. Den eneste muligheten for at etablering av ny produksjon av fornybar elektrisitet skal overstige sertifikatplikten er hvis elektrisitetsforbruket og prisnivået blir så høyt at det er lønnsomt å bygge ut fornybar kraftproduksjon uten inntekter fra elsertifikater. Prisen på elsertifikater vil da bli null.

## 5.2. Identifisere marginale produksjonsendringer

Neste trinn i prosessen er å identifisere marginale endringer i produksjonen av kraft som oppstår som følge av endringer i forbruk av kraft. Viktige forutsetninger for denne vurderingen er:

- Systemgrenser for beregningen
- Fastsatte tidsrammer for beregningen
- Relevante regulatoriske rammebetingelser

Systemgrensen setter rammer for det geografiske området der vi skal vurdere endringer i de indirekte effektene. Eksempler på en systemgrense kan være et konkret prisområde, Norge, Norden eller EU. Marginale produksjonsendringer som følge av endret elektrisitetsbruk vil være

forskjellig i ulike geografiske områder, fordi kostnader knyttet til kraftproduksjon (herunder nettariffer, brenselpriser, avgifter, etc.) ofte er stedsspesifikke.

De fastsatte tidsrammer for beregningen er avgjørende for om vi skal vurdere produksjonsendringer i et historisk eller fremtidig perspektiv. Det er også viktig at vi tar hensyn til om endringen i forbruk utløser en permanent eller midlertidig produksjonstilpasning. Dersom endringen i forbruk er permanent (f.eks. gjennom energikrav i tekniske byggeforskrifter), vil den ha en langsiktig konsekvens for etterspørselen etter kraft, og således påvirke produsentenes tilpasninger i kraftmarkedet over tid. Dersom endringen er midlertidig (f.eks. økt elektrisitetsbruk som følge av en hetebølge), vil ikke kraftprodusentene foreta langsiktige tilpasninger til forbruksendringen, f.eks. i form av nyinvesteringer i produksjonskapasitet. Forskjellen mellom konsekvensvurderinger i et kortsiktig og langsiktig perspektiv er utdypet i henholdsvis kapittel 5.2.1 og 5.2.2.

Når vi søker å identifisere marginale produksjonsendringer må vi også ta hensyn til de relevante regulatoriske rammebetingelsene som ble diskutert i kapittel 5.1. I kapittel 5.2.3. drøfter vi hvordan f.eks. rammebetingelser som elsertifikater og utslippshandel kan påvirke den marginale produksjonssammensetningen i praksis.

Det å identifisere marginale produksjonsendringer som følge av forbruksendringer kan være beregningsmessig komplisert. I tillegg til de forutsetningene som er omtalt i det overstående, trenger man data om relevant etterspørselastisitet, produksjonssammensetning, produksjonskostnader, import- og eksportkapasitet, samt prisutvikling i grenseliggende elektrisitetsmarkeder. Kompleksiteten øker dess større grad av nøyaktighet i beregningene man ønsker, f.eks. om man ønsker beregninger som viser marginale produksjonsendringer med lav tidsoppløsning (sesong eller døgn) eller beregninger som tar hensyn til interne flaskehalser i kraftsystemet. For å kunne identifisere marginale produksjonsendringer som følge av forbruksendringer vil det i praksis være hensiktsmessig å ta i bruk programmer som evner å simulere hvordan tilpasninger i kraftsystemet påvirker endringer i kraftproduksjon. Det finnes en rekke tilgjengelige programvareløsninger som kan benyttes til denne typen simuleringer.

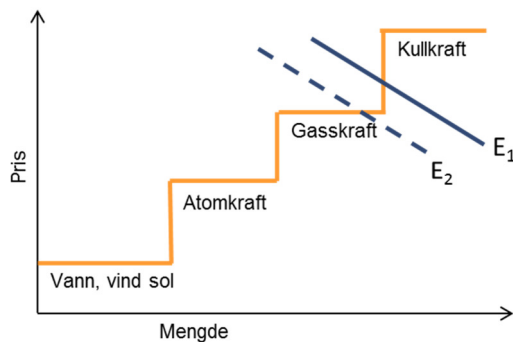
Det er imidlertid også viktig å understreke at detaljberegningene ikke bør gjøres mer kompliserte enn det som er nødvendig for å oppfylle formålet med fastsettelse av CO<sub>2</sub>-faktor eller primærenergifaktor for elektrisitet. I enkelte sammenhenger kan det være tilstrekkelig å ta i bruk skjønnsmessige vurderinger basert på eksisterende produksjonsmiks og energi- og klimapolitiske mål.

### **5.2.1. Identifisering av marginale produksjonsendringer i et kortsiktig perspektiv**

Dersom endringen i forbruk av elektrisitet er av en midlertidig karakter, vil det kun skje en endring i produksjonen av elektrisitet i et kortsiktig perspektiv. I et kortsiktig perspektiv har ikke kraftprodusentene muligheter til å investere i nye produksjonsanlegg for å møte etterspørselsendringen, noe som gjør at produksjonstilpasningen vil skje i eksisterende anlegg på det relevante tidspunktet.

Kortsiktige produksjonstilpasninger er illustrert i figur 5.4. Vi ser av eksempelet i figuren at en reduksjon i forbruket av elektrisitet (endring i etterspørsel fra  $E_1$  til  $E_2$ ) kun fører til reduksjon i produksjonen av gasskraft. Produksjonen av fornybar energi og atomkraft er ifølge figuren mindre avhengig av en høy kraftpris (lavere marginalkostnader) og blir dermed ikke endret som følge av en endring i forbruket av elektrisitet.

**Figur 5.4** Konsekvenser ved endret kraftpris for tilgang med marked for elsertifikater

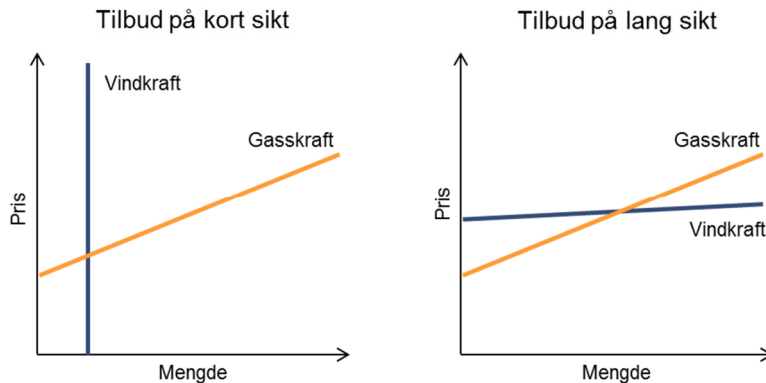


### 5.2.2. Identifisering av marginale produksjonsendringer i et langsiktig perspektiv

Dersom endringen i forbruk av elektrisitet er permanent (f.eks. som følge av bygging av en ny industrifabrikk), vil det være hensiktsmessig å identifisere marginale produksjonsendringer i et langsiktig perspektiv. Dette gjøres ved å ta utgangspunkt i kraftprodusentenes langsiktige priselastisitet. På lang sikt har kraftprodusenter mulighet til å bygge nye installasjoner for å imøtekomme forbruksutviklingen. Det er eksempelvis ingen tekniske begrensinger på hvor mye tilbudet av vind- og solkraft vil kunne økes i et langsiktig perspektiv. Dette innebærer at produsentenes marginalproduksjonskurve (figur 5.4.) vil endre seg fullstendig når vi skifter fra et kortsiktig til et langsiktig perspektiv.

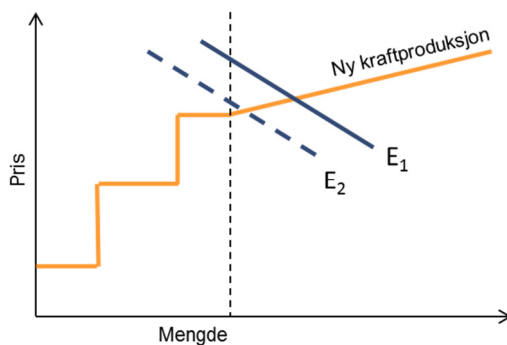
Forskjellen mellom kraftprodusentenes kortsiktige og langsiktige priselastisitet er illustrert i figur 5.5. Vindkraftproduksjonen på kort sikt begrenses av produksjonskapasitet i eksisterende anlegg. Ettersom vindkraft ikke har noen brenselkostnader vil vindkraftprodusentene være villige til å produsere full kapasitet nærmest uavhengig av kraftprisen. Midlertidige endringer i forbruk vil derfor kun føre til endringer i produksjonen av gasskraft. I et langsiktig perspektiv vil imidlertid vindkraftprodusentene kunne investere i nye anlegg, dersom kraftprisen over tid vil betale for investeringskostnadene. Det er derfor ikke gitt at den langsiktige marginalproduksjonen er gasskraft, slik den kanskje vil være i et kortsiktig perspektiv.

**Figur 5.5 Forskjell mellom kortsiktig og langsiktig priselastisitet på kraftproduksjon**



Figur 5.6. illustrerer hvordan den langsiktige marginalkostnadskurven for kraftprodusenter kan være. I et langsiktig perspektiv vil deler av eksisterende produksjonsmidler være faset ut som følge av begrenset teknisk levetid eller manglende lønnsomhet, og det vil gjennomføres nyinvesteringer som er tilpasset den langsiktige etterspørselen. Dersom vi i et marked som uansett preges av en vekst i forbruket av elektrisitet reduserer etterspørselen fra  $E_1$  til  $E_2$ , vil vi få en nedgang i etableringen av nye anlegg på sikt. Marginale produksjonsendringer vil i dette perspektivet bestå av de teknologier som representerer nyinvesteringer i markedet.

**Figur 5.6 Eksempel på langsiktig marginalkostnadskurve for kraftproduksjon**



### 5.2.3. *Betydningen av energipolitiske rammebetingelser – eksempel elsertifikater og utslippshandel*

Energipolitiske rammebetingelser kan påvirke kraftprodusentenes tilpasninger til forbruksvariasjoner både i et kort- og langsiktig perspektiv. Når man skal identifisere endringer i kraftproduksjon som følge av endringer i elektrisitetsbruk må man ta hensyn til hvordan rammebetingelsene påvirker produsentenes tilpasninger.

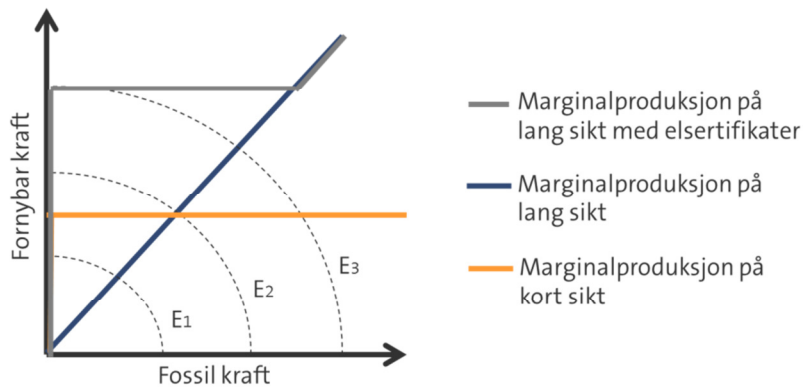
Ordningen med elsertifikater for fornybar energi påvirker produsentenes tilpasninger i kraftmarkedet på lang sikt. Ordningen sikrer at markedet vil tilføres med mer fornybar energi, uavhengig av forbruksvariasjoner og endringer i kraftpris. Langsiktige økninger i forbruk vil derfor



kun «spise» av overskuddet på fornybar energi så lenge økningen i forbruk er lavere enn den samlede sertifikatkvoten. Dette poenget er illustrert i figur 5.7.

De stiplede linjene merket E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub>, E<sub>3</sub> representerer ulike tilpasninger i forbruket av elektrisitet, der forbruket av kraft er konstant langs hver buede linje. De fargede linjene representerer endringer i produksjonssammensetningen som følge av endringer i forbruk.

**Figur 5.7 Marginale produksjonstilpasninger ved endret kraftforbruk**



Den oransje linjen illustrerer endringer i produksjonssammensetningen på kort sikt som følge av kortsiktige eller midlertidige forbruksvariasjoner. Økninger i forbruk vil først og fremst utløse økninger i fornybar elektrisitetsproduksjon, så lenge det finnes ledig kapasitet i eksisterende produksjonsanlegg. Dette er fordi fornybar energi i dette tilfellet ikke har noen variable driftskostnader (ingen løpende brenselkostnader knyttet til vann, vind eller sol). Når kapasiteten i de eksisterende fornybare produksjonsanleggene er utnyttet fullt ut, vil forbruksøkninger føre til økt produksjon av fossil kraft.

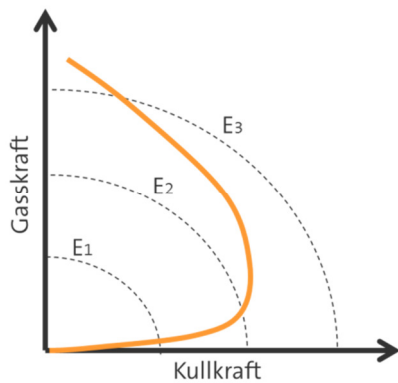
Den blå linjen i figur 5.7 illustrerer hvordan endringer i produksjonssammensetningen kan bli på lang sikt. På lang sikt er det ingen begrensninger knyttet hvor mye fornybar produksjonskapasitet som kan bygges ut, og det er totale gjennomsnittskostnader (som består både av investeringskostnader og driftskostnader) for hver produksjonsteknologi som bestemmer produksjonssammensetningen.

Den grå linjen i figur 5.7 illustrerer endringer i produksjonssammensetningen på lang sikt i et marked som har en langsiktig ordning med elsertifikater. Som beskrevet i kapittel 5.1.2. vil elsertifikatene sikre utbygging av en gitt mengde fornybar produksjonskapasitet innenfor ordningens varighet. Langsiktige forbruksøkninger vil med dette føre til økt produksjon av fornybar elektrisitet, så lenge forbruksøkningen kan dekkes av den fornybare produksjonskapasiteten som sertifikatssystemet utløser. Dersom forbruket øker mer enn den kapasiteten som elsertifikatordningen tilfører markedet, vil dette kunne utløse økt produksjon av fossil kraft.

Den europeiske utslippshandelen påvirker også produsentenes tilpasninger i kraftmarkedet, både på kort og sikt. Etter finanskrisen opplevde vi et fall i forbruket av elektrisitet i EU. Det førte lavere etterspørsel etter CO<sub>2</sub>-kvoter i europeiske varmekraftverk, noe som igjen utløste et kraftig

fall i prisene på CO<sub>2</sub>-kvoter. Reduksjonen i prisen på CO<sub>2</sub>-kvoter gjorde det lønnsomt å gå fra gass til kull i produksjonen av elektrisitet. Dersom etterspørselen etter elektrisitet hadde økt i samme perioden ville konsekvensen vært det motsatte, og vi ville sett en konvertering fra kull til gass. Dette poenget er illustrert i Figur 5.8. Figuren viser hvordan marginale forbruksendringer kan påvirke sammensetningen av kullkraft og gasskraft i et marked som er regulert av utslippshandel. For å kunne produsere fossil kraft må produsentene erverve seg omsettbare utslippstillatelser (CO<sub>2</sub>-kvoter) for å kompensere for egne utslipp. Dersom kraftforbruket i markedet er lavt, vil det føre til lav etterspørsel etter CO<sub>2</sub>-kvoter, noe som igjen reduserer prisen på CO<sub>2</sub>-kvotene. Da vil det bli relativt billigere å produsere kullkraft i forhold til gasskraft, fordi kullkraft slipper ut mer CO<sub>2</sub> enn gasskraft. Dersom kraftforbruket øker vil etterspørselen etter CO<sub>2</sub>-kvoter øke, noe som igjen vil føre til at produksjonssammensetningen vris over fra kullkraft til gasskraft. I dette perspektivet vil ikke økt kraftforbruk utelukkende øke produksjonen av fossil kraft i form av gasskraft. Vi vil også kunne oppleve en utfasing av kullkraft som følge av forbruksøkninger, noe som gjør at de totale utslippene i markedet ikke korrelerer med forbruksvariasjoner.

**Figur 5.8 Marginale produksjonstilpasninger ved utslippshandel**



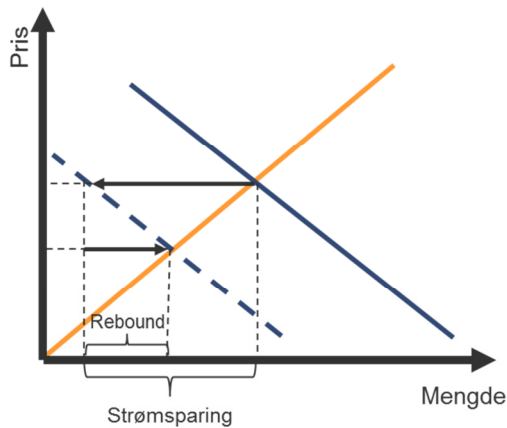
#### 5.2.4. Betydningen av etterspørselastisitet (rebound-effekter)

Når vi endrer forbruket av elektrisitet, f.eks. som følge av energieffektivisering i bygg, kan vi forvente at vi påvirker den marginale produksjonsteknologien i et kortsiktig og langsiktig perspektiv. Vi kan imidlertid ikke forvente at en mengde elektrisitet som frigjøres av energieffektivisering utløser en tilsvarende mengde redusert elektrisitetsproduksjon. Årsaken til dette er rebound-effektene.

Rebound-effekter innebærer at deler av den energien som vi frigjør gjennom redusert elektrisitetsforbruk blir «spist opp» av økninger i kraftforbruket. F.eks. vil husholdninger som har installert varmepumpe oppleve lavere kostnader knyttet til oppvarming, noe som igjen kan føre til at de velger å ha høyere temperatur i flere rom gjennom fyringssesongen. En annen konsekvens av energieffektivisering kan være at den utløser reduserte kraftpriser, noe som igjen fører til økt forbruk i andre anvendelser, f.eks. i industrien. Disse effektene kalles gjerne direkte rebound-effekter knyttet til redusert bruk av elektrisitet.

Den direkte rebound-effekten er illustrert i figur 5.9. Vi tenker her at den blå etterspørselskurven flytter seg til venstre som følge av strømsparing. Dette fører igjen til en redusert kraftpris, som igjen øker forbruket av elektrisitet. Det er denne økningen i forbruket som vi kaller for «rebound».

**Figur 5.9 Rebound-effekter ved strømsparing**



Redusert bruk av elektrisitet kan også utløse det vi kaller «indirekte» rebound-effekter. Med dette menes de totale samfunnsendringer som oppstår ved endringer i elektrisitetsbruk. F.eks. vil husholdninger som gjennomfører lønnsomme investeringer i energieffektivisering bruke pengene de sparer på forbruk som igjen genererer klimagassutslipp eller økt primærenergibruk (f.eks. flyturer til syden). Vi kan også oppleve at rebound-effektene er negative, ved at husholdningene bruker økte disponible midler til tiltak som reduserer utslipp av klimagasser og primærenergibruk (f.eks. kjøp av elbil). Dersom husholdningene gjennomfører ulønnsomme energieffektiviseringstiltak (f.eks. som følge av krav i byggeforskriftene), vil det igjen kunne redusere husholdningenes evne til utslippsintensivt forbruk.

### 5.3. Beregne eksternaliteter knyttet til endringer i kraftproduksjon

Neste trinn i prosessen vil være å identifisere eksternaliteter tilknyttet de produksjonsteknologier som endres som følge av forbruksendringer. Her må man ta stilling til om man kun skal ta hensyn til eksternaliteter som oppstår i kraftproduksjonsfasen, eller om man skal ta hensyn til eksternaliteter i et utvidet perspektiv, f.eks. hele livssyklusen (fra vugge til grav). Elementer som kan inngå i beregningen av eksternaliteter kan være de samme som for bokføring som metodisk tilnærming. Forskjellen her ligger i at man søker kun å identifisere eksternaliteter som oppstår som følge av en endring i forbruket av elektrisitet. De relevante elementene kan være:

- Direkte utslipp ved produksjon av elektrisitet
- Utvinning, foredling og transport av brensel til kraftproduksjon
- Bygging og avhending av produksjonsanlegg og infrastruktur for kraftdistribusjon (ikke relevant ved midlertidige forbruksendringer)
- Reparasjon, vedlikehold og reinvesteringer i produksjonsanlegg og infrastruktur for kraftdistribusjon (ikke relevant ved midlertidige forbruksendringer)
- Utvinning, foredling og transport av brensel til kraftproduksjon

Det kan være vanskelig å fremskaffe data som gjør det mulig å beregne nøyaktige verdier for disse ulike elementene. Graden av nøyaktighet i beregninger av eksternaliteter må derfor tilpasses formålet med vektingen og datatilgangen.

Ved beregning eksternaliteter knyttet til endringer i kraftproduksjon må man også ta hensyn til eventuelle regulatoriske rammebetingelser som også setter rammer for de indirekte effektene. Eksempler på slike rammebetingelser kan være utslippshandel og elsertifikater som er omtalt i kapittel 5.1.

#### **5.4. Beregne CO2-faktorer og primærenergifaktorer**

Siste trinn i prosessen vil være å beregne CO2-faktorer og primærenergifaktorer. Dette gjøres ved å multiplisere endringer i forbruk med identifiserte eksternaliteter som oppstår ved endringer i den marginale produksjonsteknologien.

## 6. Anvendelse av metode på aktuelle områder

Som nevnt i innledningen (kapittel 1) er det sannsynlig at CO<sub>2</sub>-faktorer og primærenergifaktorer for elektrisitet vil introduseres i nye anvendelser, både i EU og i Norge i årene som kommer. Dette kapittelet beskriver og drøfter eksempler på sammenhenger der CO<sub>2</sub>-faktorer og primærenergifaktorer for elektrisitet brukes i dag.

For alle eksemplene søker vi også å redegjøre for hvordan denne rapportens prinsipper og rammeverk vil påvirke utformingen av CO<sub>2</sub>-faktorer og primærenergifaktorer for elektrisitet. Det er imidlertid viktig å understreke at fastsettelsen av faktorer i enkelte sammenhenger setter store krav til inndata og bruk av simuleringsverktøy. Hensikten er derfor ikke å gi endelige anbefalinger til faktorenes størrelse, men snarere å illustrere bruken av det metodiske rammeverket som er beskrevet i denne rapportens foregående kapitler.

De konkrete eksemplene som gjennomgås i dette kapittelet er:

- Enovas klimarapportering
- Klimagassregnskap for næringsvirksomhet
- Økodesign og energimerking

For hver anvendelse vil det redegjøres for bakgrunnen/målsetning knyttet til bruk av CO<sub>2</sub>-faktorer eller primærenergifaktorer, samt gjøres en vurdering av hvorvidt bruk av beregningsfaktorer for elektrisitet er hensiktsmessig i det hele tatt.

### 6.1. Enovas klimarapportering

#### 6.1.1. Bakgrunnen for bruk av beregningsfaktor for elektrisitet

Enova ble opprettet i 2001 og er eid av OED. Enova har som oppgave å bidra til en miljøvennlig omlegging av energiforsyningen, hovedsakelig gjennom tildeling av støtte til energi- og klimatiltak. Finansieringen av Enovas virksomhet skjer via tildelte midler fra Energifondet, samt fra et påslag på nettleien til sluttbrukerne. Rammene for Enovas virksomhet er nedfelt i en egen avtale mellom OED og Enova. Avtalen inneholder bestemmelser knyttet til bl.a. mål, finansiering, rammer for forvaltning av økonomiske midler, samt rapportering.

Gjeldende avtale mellom OED og Enova inneholder flere krav til rapportering. Det skal hvert år utformes en resultat- og aktivitetsrapport, og det skal rapporteres særskilt om klimaresultater. Avtalen inneholder følgende bestemmelser vedrørende klimarapportering:

#### Om klimarapportering

Resultater fra utfasing av fossile brensler og prosessutslipp i bygg, bolig, industri og fjernvarme (klimaresultater) godskrives som bidrag til å nå resultatmålet målt i kWh, jf. punkt 6, på lik linje med resultater fra energieffektivisering, fornybar energi eller utnyttelse av spillvarme.

Enova skal i tillegg rapportere om resultater fra utfasing av fossile brensler og prosessutslipp i bygg, bolig, industri og fjernvarme målt i tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter.

I rapporteringen skal det skilles mellom resultater i kvotepliktig og ikke kvotepliktig sektor.

Ifølge avtalen skal altså Enova rapportere årlige oppnådde klimagassresultater i form av tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter, og det skal skilles mellom resultater i kvotepliktig og ikke kvotepliktig sektor. Det skal rapporteres resultater knyttet til redusert bruk av fossile brensler og prosessutslipp, men det stilles ingen krav om at Enova skal rapportere indirekte klimaresultater (som følge av redusert bruk av varme og elektrisitet).

Enova har likevel i sine resultatrapporter valgt å rapportere indirekte klimaresultater. Indirekte klimaresultater fra redusert bruk av elektrisitet beregnes ved å multiplisere antall kWh redusert bruk av elektrisitet med en CO<sub>2</sub>-faktor. Ifølge Enova vil sparing av elektrisitet i Norge «kunne gi en klimagevinst, dersom den kommer til erstatning av kraft basert på fossile kilder»<sup>4</sup>. Med dette som utgangspunkt bruker Enova ulike CO<sub>2</sub>-faktorer som relaterer seg til ulike «el-miks scenarier». Tabell 6.1 gir en oversikt over Enovas ulike «el-miks scenarier» som er omtalt i de 5 siste årsrapportene:

**Tabell 6.1: CO<sub>2</sub>-faktorer i ulike «el-miks scenarier» (Kilde: Enova)**

CO <sub>2</sub> -faktor i ulike «el-miks scenarier»	Oppgitt kilde	Årsrapporter
Norsk kraftmiks - 22 gCO <sub>2</sub> /kWh	Ecoinvent	2014
Nordisk miks – 117 gCO <sub>2</sub> /kWh	Ecoinvent	2014, 2013, 2012
Europeisk miks - 477 gCO <sub>2</sub> /kWh	Ecoinvent	2014, 2013, 2012
Nordisk Kullkraft - 819 gCO <sub>2</sub> /kWh	Ecoinvent	2014, 2013, 2012
Kullkraft - 734 gCO <sub>2</sub> /kWh	Ukjent	2011, 2010
Europeisk miks – 617 gCO <sub>2</sub> /kWh	NS-EN 15603:2008	2011, 2010
Gasskraft – 367 gCO <sub>2</sub> /kWh	Civitas (2005)	2011, 2010
Gasskraft med rensing – 55 gCO <sub>2</sub> /kWh	US Dep. of Energy	2011, 2010

Tabellen viser at Enova bruker mange ulike faktorer, noe som igjen fører til at det rapporteres mange ulike indirekte klimagassresultater. Det fremkommer ikke tydelig i rapportene hva slags beregningsmetodikk som er lagt til grunn for de ulike faktorene. Kombinasjonen av at Enova bruker mange ulike «scenarier» og at beregningsmetodikken for hvert scenario er lite transparent, gjør at det er vanskelig for lesere av rapporten å gjøre seg opp en mening om hvor store indirekte klimaresultater Enova egentlig har bidratt med.

<sup>4</sup> Kilde: Enovas resultatrapport 2014

Det er viktig å understreke at Enova ifølge avtalen med OED ikke er forpliktet til å rapportere indirekte klimagassresultater. Ettersom norske myndigheter hverken har nasjonale mål eller internasjonale forpliktelser knyttet til indirekte klimaresultater, vil det være mest hensiktsmessig om Enova konsentrerer seg om å rapportere direkte utslippsreduksjoner som følge av redusert bruk av fossile brensler.

Ettersom rapportering av indirekte klimaresultater ved redusert bruk av elektrisitet likevel er en innarbeidet praksis hos Enova, forsøker vi i kapittel 6.1.2. og 6.1.3. å drøfte hvordan denne rapportens rammeverk kan anvendes til å fastsette en CO<sub>2</sub>-faktor for Enovas årsrapporter.

### **6.1.2. Anvendelse av rammeverk for Enovas rapportering av indirekte klimaresultater – prinsippavklaringer**

1. Metodisk tilnærming: Ifølge avtalen mellom Enova og OED skal Enova «bidra til en miljøvennlig omlegging av energiforsyningen». Dette innebærer at man gjennom Enova søker å oppnå en endring av miljøkonsekvenser knyttet til energibruk, noe som tilsier at Enova bør legge til grunn en konsekvensvurdering som metodisk tilnærming til fastsettelse av beregningsfaktor for elektrisitet.

2. Avklar beregningsindikator: Enova søker å identifisere reduserte klimagassutslipp som følge av redusert forbruk av elektrisitet. Dette gjør at det vil være hensiktsmessig benytte en beregningsindikator i form av CO<sub>2</sub>e-faktor (CO<sub>2</sub>-ekvivalenter). Beregningsindikatoren kan da oppgis som gCO<sub>2</sub>e/kWh.

3: Fastsette systemgrense: Ifølge avtalen mellom Enova og OED skal Enova i sin klimarapportering skille mellom resultater i kvotepliktig og ikke-kvotepliktig sektor. Ettersom produksjon av elektrisitet inngår i kvotepliktig sektor, vil det være hensiktsmessig å sette kvotepliktig sektor i Europa som geografisk og sektormessig systemgrense.

3: Fastsette tidsrammer: Ifølge avtalen mellom Enova og OED skal Enova hvert år rapportere om resultater som følge av aktiviteter som ble oppnådd foregående år. Selve resultatmålet refererer seg imidlertid til årlige endringer i energibruk og klima i fremtiden. Tiltakene vil trolig bidra til en permanent nedgang i forbruket av elektrisitet fra og med den datoen de er implementert. Enova opererer med en levetid på tiltakene på 15 år. Vi setter derfor tidsrammen til 2016-2030.

Samlede prinsippavklaringer er gjengitt i tabell 6.2.

**Tabell 6.2: Prinsippavklaringer for fastsettelse av beregningsfaktor for elektrisitet i Enovas resultatrapporter**

1. Avklar metodisk tilnærming	Konsekvensvurdering
2. Avklar beregningsindikator	CO2-faktor
3. Fastsett systemgrenser	Kvotepliktige sektorer
4. Fastsett tidsrammer	2016-2030

### 6.1.3. Anvendelse av metode for Enovas resultatrapport–føringer for detaljberegninger

Ut ifra ovenstående prinsippavklaring vil det være hensiktsmessig å ta i bruk rammeverket som er beskrevet i del 2b - detaljberegninger ved bruk av konsekvensvurderinger.

Relevante regulatoriske rammebetingelser: Utslipp av klimagasser fra produksjon av elektrisitet innenfor kvotepoliktig sektor vil i perioden 2016-2030 reguleres av EUs utslippshandel. Dette er med andre ord en sentral rammebetingelse som legger føringer for fastsettelse av en CO2-faktor. Andre relevante rammebetingelser vil være det norsk-svenske markedet for elsertifikater, samt øvrige støtteordninger for fornybar energi i tilgrensende markeder og Europa før øvrig.

Marginale kraftproduksjonsendringer: Tiltakene til Enova bidrar til redusert bruk av elektrisitet. Dette vil ha en eller flere konsekvenser i det europeiske kraftmarkedet.

1. Økt forbruk av elektrisitet til andre formål (rebound-effekter)
2. Redusert produksjon av fornybar elektrisitet i EU
3. Redusert produksjon av fossil kraft
4. Vridning fra midre til mer utslippsintensiv kraftproduksjon (f.eks. fra gasskraft til kullkraft)

Trolig vil markedstilpasninger som følge av Enovas tiltak være en kombinasjon av disse punktene, der fordelingen vil kunne synliggjøres gjennom en simulering av kraftmarkedstilpasninger i et europeisk perspektiv. Som følge av elsertifikatsystemet i Norge og Sverige kan vi forvente et kraftoverskudd i Norge hele den fastsatte tidsrammen. Simuleringen vil med dette trolig vise at rebound-effekten vil kunne være stor i Norge som følge av nasjonalt kraftoverskudd og flaksehalsen mot Kontinentet. Vi vil imidlertid også kunne forvente oss redusert fossil kraftproduksjon i EU, eventuelt i kombinasjon med en vridning i produksjons sammensetningen fra gass til kullkraft.

Eksternaliteter knyttet til endringer i kraftproduksjon: Ifølge prinsippavklaringene er det utslippskonsekvenser ved produksjon av elektrisitet som er eksternaliteten vi søker å identifisere. Berørte produksjonsteknologier vil med dette være fossil kraftproduksjon, først og fremst i form av gasskraft og kullkraft. Enova har ikke tradisjon for å rapportere utslippsreduksjoner utover de som realiseres i driftsfasen, noe som innebærer at vi i denne sammenhengen kan se bort ifra utslipp i forbindelse bygging og avhengig av infrastruktur for produksjon og overføring av kraft.



Marginale utslippskonsekvenser ved endret produksjon i europeiske varmekraftverk vil kunne identifiseres enten ved å hente verdier fra tilgjengelige rapporter eller databaser med utslippsverdier, eventuelt ved å beregne verdiene basert på tilgjengelig produksjonsstatistikk fra Eurostat eller andre databaser.

Fastsette beregningsfaktor:

Fastsettelsen av nivået på CO<sub>2</sub>-faktoren må ta utgangspunkt i de samlede utslippskonsekvensene innefor hele den definerte systemgrensen, som i henhold til prinsippavklaringene er kvotepliktig sektor i Europa.

Dersom vi evner å identifisere marginale produksjonsendringer som utløser reduserte utslipp i europeisk kraftforsyning, er vi nødt til å vurdere i hvilken grad frigitte CO<sub>2</sub>-kvoter fra kraftforsyningen vil bli benyttet til andre formål, f.eks. europeisk industriproduksjon. Med mindre man kan påvise at utslippstaket som er satt av EU vil variere i takt med forbruksendringer i kraftmarkedet, er det naturlig å sette utslippsfaktoren til null.

## 6.2. Klimagassregnskap for næringsvirksomhet

### 6.2.1. Bakgrunnen for bruk av beregningsfaktorer for elektrisitet

I tråd med utviklingen i samfunnets engasjement knyttet til energi og klimaspørsmål, ser vi at næringslivet i økende grad ønsker å kommunisere sine løpende miljøbelastninger. Dette skjer gjerne i form av ulike miljørapporter, klimagassregnskap, CSR-rapporter, etc. Elektrisitet kan være en viktig innsatsfaktor i bedriftens virksomhet, f.eks. innen metallproduksjon, banetransport, drift av skiheiser, etc. Således vil det kunne være et behov for å synliggjøre forholdet mellom bedriftens historiske elektrisitetsforbruk og indirekte utslipp av klimagasser som har oppstått i relasjon til dette.

### 6.2.2. Anvendelse av metode for klimagassregnskap for næringsvirksomhet – prinsippavklaringer

1. Metodisk tilnærming: Som nevnt over er formålet med fastsettelsen av beregningsfaktor å synliggjøre forholdet mellom bedriftens historiske elektrisitetsforbruk og utslipp av klimagasser fra kraftforsyningen. Dette tilsier at det vil være hensiktsmessig å benytte bokføring av eksternaliteter som metodisk tilnærming.

2. Avklar beregningsindikator: Etersom hensikten med klimagassregnskapet er å rapportere påløpte klimagassutslipp, vil det være hensiktsmessig å benytte CO<sub>2</sub>-faktor, med CO<sub>2</sub>e/kWh som beregningsindikator.

3: Fastsette systemgrense: Valg av systemgrense kan basere seg på en geografisk avgrensning som synes hensiktsmessig ut ifra bedriftens egne vurderinger og formålet med vektingen. For en bedrift som utelukkende har produksjon i Norge, kan det være mest nærliggende at

systemgrensen settes nasjonalt. Da vil man kunne synliggjøre energi- og miljøegenskapene til norsk kraftproduksjon. Dersom bedriften har virksomhet i hele Norden, kan en nordisk systemgrense være mer hensiktsmessig (f.eks. for intern benchmarking).

4: Fastsette tidsrammer: Tidsrammen bør reflektere den perioden som klimagassregnskapet skal representere, f.eks. et konkret årstall.

Samlede prinsippavklaringer er gjengitt i tabell 6.3.

**Tabell 6.3: Prinsippavklaringer for fastsettelse av beregningsfaktor i forbindelse med klimagassregnskap for næringsvirksomhet**

1. Avklar metodisk tilnærming	Bokføring
2. Avklar beregningsindikator	CO2-faktor
3. Fastsett systemgrenser	Tilpasses formål/virksomhet
4. Fastsett tidsrammer	Relevant rapporteringsperiode

### 6.2.3. *Anvendelse av metode for klimagassregnskap for næringsvirksomhet – føringer for detaljberegninger*

Fastsette fordelingsmekanisme: Som omtalt i kapittel 4 kan man i klimagassregnskap kunne benytte seg av enten en geografisk/fysisk fordeling av påløpte klimagassutslipp, eventuelt foreta en justering av utslippsfordelingen basert på finansiell handel med miljøverdier i kraftforsyningen. I enkelte tilfeller kan man velge å legge begge prinsipper til grunn i to ulike beregninger.

Identifisere elektrisitmiks: Elektrisitmiksen som velges vil måtte reflektere den produksjonssammensetningen som fant sted innenfor den fastsette systemgrensen og tidsrammen. Eksempelvis vil en elektrisitmiks med Norge som systemgrense og fysisk fordelingsmekanisme i henhold til NVEs varedeklarasjon for 2014 gi en elektrisitmiks på 2 % gasskraft og 98 % fornybar kraft.

Beregne eksternaliteter knyttet til elektrisitmiks: Neste trinn i prosessen er å identifisere klimagassutslipp knyttet til hver relevant produksjonsteknologi som inngår i elektrisitmiksen. Som omtalt i kapittel 4.3. må man ta stilling til om man kun skal vurdere klimagassutslipp som oppstår i kraftverkens produksjonsfase, eventuelt om man skal ta hensyn til utslipp i et bredere livssyklusperspektiv.

Som regel vil gjennomsnittsverdier fra offentlige kilder være tilstrekkelig for å identifisere utslipp fra hver relevant produksjonsteknologi. Ifølge NVEs omtale av varedeklarasjonen kan man anslå utslipp fra gasskraft til 360 gCO<sub>2</sub>e/kWh, mens fornybar kraft ikke slipper ut klimagasser.

Fastsette beregningsfaktor: Til slutt vil beregningsfaktor kunne fastsettes ved å multiplisere identifiserte klimagassutslipp fra hver produksjonsteknologi med den andelen produksjonsteknologien utgjør i den fastsatte elektrisitmiksen. For norsk fysisk kraftproduksjon i 2014 vil denne faktoren bli 7,2 gCO<sub>2</sub>e/kWh.

### 6.3. Økodesign og energimerking

#### 6.3.1. Bakgrunnen for bruk av beregningsfaktor for elektrisitet

Økodesign- og energimerkedirektivet utgjør en del av EUs energipolitiske rammeverk som har til hensikt å oppfylle et mål om 20 % redusert forbruk av primærenergi i forhold til en normal utvikling av energibruket i perioden 2005-2020 skulle tilsi.

EUs økodesigndirektiv fastsetter minstekrav til energi-, klima- og miljømessig ytelse for energirelaterte produkter innenfor sektorene husholdning, industri og tjenesteyting. Selve direktivet fastsetter kun prinsipper for utforming av krav, mens selve produktkravene nedfelles i EU-forordninger for hver aktuell produktgruppe.

Energimerkedirektivet fastsetter prinsipper for informasjonskrav om energi og annen ressursbruk ved salg eller utleie av energirelaterte produkter. Konkrete informasjonskrav i form av produktmerking blir nedfelt i tilhørende produktforordninger. De produkter som omfattes av energimerkedirektivet er blant de produkter som reguleres av økodesigndirektivet. Energimerking omfatter som regel produkter som er ment for direkte salg til forbrukerne.

En rekke av produktgruppene som er gjenstand for økodesign- og energimerkekrav inkluderer forskjellige produkter som kan benytte ulike energivarer, f.eks. enten gass eller elektrisitet. Dette gjelder blant annet produktforordninger for punktvarmesystemer, kjeler, varmtvannsberedere ventilasjonssystemer med varme og kjøling, vaskemaskiner, oppvaskmaskiner og tørketromler. For å sammenligne energieffektiviteten i produkter som benytter elektrisitet med produkter som benytter andre energivarer har man i enkelte forordninger lagt til grunn en «konverteringskoeffisient» for elektrisitet på 2,5. Begrepet «konverteringskoeffisient» har i forordningene følgende definisjon:

*'conversion coefficient' or 'CC' means a coefficient reflecting the estimated 40 % average EU generation efficiency referred to in Directive 2012/27/EU of the European Parliament and of the Council; the value of the conversion coefficient is CC = 2,5;*

Når man beregner energieffektiviteten i elektriske produkter, skal man som følge av konverteringsfaktoren multiplisere elektrisitetsforbruket med 2,5, fordi det er lagt til grunn en forutsetning om at gjennomsnittlig virkningsgrad i EUs kraftproduksjon er på 40 %. Beregninger med bruk av konverteringskoeffisienten kan gjøre det vanskelig for elektriske apparater å oppfylle økodesignkravene og oppnå et godt energimerke, sammenlignet med alternativer som bruker gass eller andre energivarer.

EU-Kommisjonen har ikke gitt noen konkret redegjørelse for hvorfor man skal justere elektrisitetsforbruket med en konverteringskoeffisient på 2,5. Enkelte markedsinteressenter argumenterer i den forbindelse med at det er langt mer effektivt å bruke gass direkte i produkter hos sluttbruker fremfor å la energiinnholdet i gassen gå omveien om kraftproduksjon med tilhørende energitap i kraftproduksjon og -distribusjon. Ut ifra dette hevder enkelte at det er hensiktsmessig å vurdere produktenes forbruk av primærenergi. Kritikere av denne tenkningen har imidlertid advart mot bruken av en konverteringskoeffisient fordi det vil øke EUs klimagassutslipp fra gass og fremtidige avhengighet av gassimport.

### **6.3.2. Utfordringer knyttet til anvendelse av konverteringskoeffisient i økodesign og energimerking**

Som nevnt har økodesigndirektivet og energimerkedirektivet som formål å bidra til redusert primærenergibruk i EU i 2020. Så lenge man i direktivene opererer med en beregningsfaktor for elektrisitet som er høyere enn for gass, vil man i praksis stimulere forbrukerne til å bruke gass fremfor elektrisitet. Det kan skape utfordringer for EU dersom de samtidig ønsker å ivareta hensyn til andre mål som bedret forsyningssikkerhet og reduserte klimagassutslipp. Isolert sett vil bruk av konverteringsfaktorer for elektrisitet kunne utløse investeringer i infrastruktur for gass, noe som igjen vil være med på å forsegle Europas gassavhengighet på lang sikt.

Økt distribuert sluttbruk av gass i EU er neppe forenelig med andre sentrale målsetninger i EUs energi- og klimapolitikk. EU har vedtatt et mål om å redusere utslippene innen unionens grenser med minimum 85 % innen 2050. Ifølge EUs egne veikart for realiseringen av lavutslippssamfunnet vil klimamålet ikke vil være mulig å oppnå ved fremtidig sluttbruk av gass. Videre importerer EU 65,3 % av all gass som de forbruker i dag, og redusert bruk av gass vil derfor være avgjørende for å kunne realisere EUs mål om redusert fremtidig importavhengighet.

Bruk av beregningsfaktorer for elektrisitet i økodesign og energimerkedirektivene kan således potensielt hindre EU i å realisere sentrale mål i energi- og klimapolitikken. Denne utfordringen vil best kunne adresseres ved å fjerne bruken av beregningsfaktorer i direktivene, og heller utforme separate produktkrav for ulike energiteknologier, der kravene reflekterer energieffektiviseringspotensialet for hver energiteknologi.

En annen utfordring knyttet til EUs bruk av konverteringskoeffisient for elektrisitet i økodesign og energimerking er at fastsettelsen av beregningsfaktor baserer seg på bokføring av eksternaliteter som metodisk tilnærming. Dette blir en fullstendig feil tilnærming dersom formålet med vektingen er å oppnå en virkning i form av redusert primærenergibruk i EU. Dersom EU har til hensikt å fortsette med bruk av beregningsfaktor for elektrisitet, bør faktoren endres slik at den er tilpasset det konkrete formålet.

### 6.3.3. *Anvendelse av rapportens rammeverk for fastsettelse av konverteringskoeffisient – prinsippavklaring*

1. Metodisk tilnærming: Økodesignkrav til produkter med tilhørende energimerking inngår i EUs regulatoriske rammeverk som har til hensikt å oppfylle EUs mål om 20 % redusert primærenergibruk innen 2020. Man ønsker med dette å påvirke forbrukernes valg av energiløsninger, slik av disse er forenelige med de overordnede målsetningene. Dette tilsier at man ved fastsettelse av en beregningsfaktor for elektrisitet bør legge konsekvensvurdering til grunn som metodisk tilnærming.

2. Avklar beregningsindikator: Ettersom hensikten med økodesignkrav og energimerking er å bidra til redusert primærenergibruk, er det hensiktsmessig å benytte primærenergi som beregningsindikator.

3: Fastsett systemgrense: Økodesignkrav og energimerking skal redusere primærenergibruken i EU. Det er derfor naturlig å inkludere hele EU i systemgrensen.

4: Fastsett tidsrammer: EUs mål om redusert primærenergibruk som ligger til grunn for direktivene har 2020 som måltall. EU har imidlertid vedtatt ytterligere mål om primærenergireduksjoner i 2030. Produktene som direktivene regulerer vil også kunne ha en levetid som strekker seg langt utover 2030.

Det kan derfor være hensiktsmessig å legge til grunn en langsiktig tidsramme og forutsette at tiltakene som reguleres av økodesign og energimerking har en permanent påvirkning på kraftsystemet.

Samlede prinsippavklaringer er gjengitt i tabell 6.4.

**Tabell 6.4: Prinsippavklaringer for fastsettelse av beregningsfaktor i forbindelse med økodesign og energimerking**

1. Avklar metodisk tilnærming	Konsekvensvurdering
2. Avklar beregningsindikator	Primærenergifaktor
3. Fastsett systemgrenser	EU
4. Fastsett tidsrammer	2015-2050

### 6.3.4. *Anvendelse av rapportens rammeverk for fastsettelse av konverteringskoeffisient – detaljberegninger*

Relevante regulatoriske rammebetingelser: EU har vedtatt mål om at klimagassutslippene i EU skal reduseres med 85 % innen 2050. Samtidig skal EUs importavhengighet reduseres betydelig

som følge av energieffektivisering og økt produksjon av energi. EU har også som mål å øke andelen fornybar energi i sluttbruket til 27 % i 2030.

Trolig vil utslippshandel være EUs primære virkemiddel for å realisere det langsiktige målet om utslippsreduksjoner, og vi kan forvente er fortsatt fokus på virkemidler som stimulerer til økt produksjon av fornybar energi. De konkrete detaljene i EUs regulatoriske rammeverk i perioden etter 2020 vet vi imidlertid lite om i dag.

Marginale kraftproduksjonsendringer: Redusert bruk av elektrisitet i produkter som er gjenstand for økodesign og energimerkekrav vil ha en eller flere av følgende konsekvenser for det europeiske kraftmarkedet:

1. Økt forbruk av elektrisitet til andre formål (rebound-effekter)
2. Redusert produksjon av fornybar elektrisitet i EU
3. Redusert produksjon av fossil kraft
4. Endringer i produksjonssammensetningen (f.eks. fra gasskraft til kullkraft)

Fordelingen av disse punktene, sammen med en konkret identifisering av marginale kraftproduksjonsendringer vil kunne synliggjøres gjennom en simulering av kraftmarkedstilpasninger i et europeisk perspektiv i den fastsatte tidsrammen. Her vil det være viktig at simuleringen tar høyde for øvrige energipolitiske rammebetingelser som påvirker kraftprodusentene i det europeiske kraftmarkedet, herunder utslippshandel, støttesystemer for fornybar energi, vedtak om innfasing/utfasing av atomkraft, etc.

Eksternaliteter knyttet til endringer i kraftproduksjon: Ifølge prinsippavklaringene søker vi å identifisere endringer i primærenergibruk ved endringer i sluttbruk av elektrisitet. For hver produksjonsteknologi som blir berørt av forbruksendringer trenger vi å vite primærenergiforbruket ved kraftproduksjon. Det kan være hensiktsmessig vurdere primærenergiforbruket fra fornybar kraftproduksjon til 100 % (PEF=1)<sup>5</sup>, mens fossile produksjonsteknologier vil ha høyere primærenergiforbruk i henhold til kraftverkens virkningsgrader.

Fastsettelse av beregningsfaktor: Fastsettelsen av nivået på primærenergifaktoren bør gjenspeile de marginale produksjonstilpasninger i det europeiske kraftmarkedet som følge av endret kraftforbruk. Dersom man har identifisert primærenergibruket bak hver endret produksjonsteknologi, vil det være mulig å beregne en samlet felles primærenergifaktor for EU for den fastsatte tidsrammen. Det er sannsynlig at beregningsfaktoren vil være betydelig lavere enn dagens 2,5, gitt de forventninger EU har til utviklingen av den europeiske kraftforsyningen i sine langsiktige veikart (figur 3.1.).

---

<sup>5</sup> Unntatt for geotermisk kraftproduksjon der PEF ofte gjenspeiler virkningsgrad i kraftverkets damppturbin

## Referanser

ADAPT Consulting. *Er norsk strøm «skitten»? En vurdering av ordningene med opprinnelsesgarantier og varedeklarasjon av kraftleveranser.* (2013)

ADAPT Consulting. *Vekting av elektrisitet i energipolitikken.* (2012)

Enova. *Resultat- og aktivitetsrapporter 2010-2014* (2011-2015)

EU-kommisjonen. *Roadmap for moving to a competitive low carbon economy in 2050 – Impact assessment.* (2011)

Greenhouse Gas Protocol. *GHG Protocol Scope 2 Guidance.* (2015)

ISO 16346:2013 *Energy performance of buildings -- Assessment of overall energy performance*

ISO 16745:2015 *Environmental performance of buildings - Carbon metric of a building - Use stage*

ISO/TS 14067:2013. *Greenhouse gases - Carbon footprint of products - Requirements and guidelines for quantification and communication.*

ISO/WD 52000-1, draft prEN 15603:2015 *Energy performance of buildings - Overarching EPB assessment - Part 1: General framework and procedures*

Langdon, Davis. *Literature review of life cycle costing (LCC) and life cycle assessment (LCA)* (2006)

NS-EN 15603:2008 *Bygningers energiytelse - Bestemmelse av total energibruk og energiytelse*

NS-EN ISO 14040:2006 *Miljøstyring - Livsløpsvurdering - Prinsipper og rammeverk*

NS-EN ISO 14044:2006 *Miljøstyring - Livsløpsvurdering - Krav og retningslinjer*

NVE. *Kostnader ved produksjon av kraft og varme.* (2011)

Social Accountability International. *SA8000 Consolidated Guidance* (2013)







