

---

# Det norske lavutslipps- samfunnet etter 2050



## Hvordan referere til denne rapporten

Serie: Enovareport 2017:3  
Tittel: Det norske lavutslippssamfunnet etter 2050  
Utgiver: Enova SF, Trondheim  
Utgivelsesår: 2017  
ISBN: 978-82-92502-99-7

### Forsideillustrasjon:

<https://pixabay.com/no/treet-estetiske-logg-kronen-energi-569505/> (nedlastet juni 2017)

## **FORORD**

Med denne rapporten presenterer Enova SF resultatet av et analysearbeid med hovedformål å identifisere de viktigste rammene for en samfunnsutvikling mot et norsk lavutslippssamfunn etter 2050. Et bredt faglig grunnlag ble etablert gjennom fem leveranser av «framtidbilder» fra norske forskningsmiljøer. Leveransene kom fra (med leverandørens kontaktperson i parentes): cChange (Linda Sygna), Cicero (Asbjørn Torvanger), Nord universitet (Ove Jakobsen), NTNU (John Kamsvåg/Marius Korsnes) og Vestlandsforskning/NMBU (Hans Jakob Walnum).

I tillegg bidro en ekstern referansegruppe bestående av Anders Bjartnes og Jan Bråten med nyttige innspill og diskusjoner.

En prosjektgruppe etablert innen Enovas avdeling for Strategi og kommunikasjon har sammenfattet de eksterne leveransene og bidratt med et tilskudd av egne analyser for å frambringe denne hovedrapporten. Prosjektgruppen har bestått av Andreas Krüger Enge, Daniel Milford Flathagen og Even Bjørnstad. Sistnevnte har vært prosjektleder og hovedansvarlig for å føre rapporten i pennen.

Prosjektet har også nytt godt av faglige diskusjoner og tilbakemeldinger fra kolleger i Enova underveis i prosjektarbeidet.

Enova SF retter en stor takk til alle som på ulikt vis har bidratt til denne rapporten!

Trondheim, juni 2017.



# INNHold

<b>FORORD</b> .....	<b>i</b>
<b>SAMMENDRAG</b> .....	<b>vii</b>
<b>1 BAKGRUNN OG FORMÅL</b> .....	<b>1</b>
1.1 Bakteppe .....	1
1.2 Enovas samfunnsrolle .....	2
1.3 Prosjekt Framtidsbilder 2050 .....	2
1.4 Mål med dokumentet .....	3
<b>DEL 1: FORSKERNES FRAMTIDSBILDER</b> .....	<b>5</b>
<b>2 FORSKNINGSBIDRAGENE</b> .....	<b>5</b>
<b>3 cCHANGE FRAMTIDSBILDER</b> .....	<b>7</b>
3.1 Teori/tilnærming .....	7
3.2 Scenarier .....	8
3.2.1 Det innovative scenarioet .....	8
3.2.2 Det generative scenarioet .....	8
3.3 Konsekvenser .....	9
3.3.1 Oljesektoren .....	11
3.3.2 Landbruk .....	11
3.3.3 Transport.....	12
3.3.4 Utdanning.....	12
3.4 Diskusjon .....	13
<b>4 CICERO FRAMTIDSBILDE</b> .....	<b>15</b>
4.1 Teori/tilnærming .....	15
4.2 Framtidsbildet.....	15
4.2.1 Transport.....	15
4.2.2 Vann, avløp og avfall .....	16
4.2.3 Energi, karbonfangst og -lagring.....	17
4.2.4 Prosess-industrien.....	17
4.2.5 Arealbruk og biomasse.....	18
4.2.6 Bygninger - Slik bor vi i 2050 .....	18
4.3 Diskusjon .....	19
4.3.1 Ressurser og økosystemtjenester .....	19
4.3.2 Politikk - organisering .....	20
4.3.3 Samfunn .....	21
<b>5 NORD UNIVERSITET FRAMTIDSBILDER</b> .....	<b>23</b>
5.1 To hovedlinjer: Grønn økonomi og Økologisk økonomi.....	23
5.2 Forbruk og vekst.....	24

5.3	Narrativene - framtidsbildene .....	25
5.3.1	Framtidsbilde 1: Grønn økonomi .....	26
5.3.2	Framtidsbilde 2: Økologisk økonomi .....	27
5.4	Diskusjon .....	28
6	<b>NTNU FRAMTIDSBILDER .....</b>	<b>31</b>
6.1	Teori – tilnærming .....	31
6.2	Scenarioene .....	32
6.2.1	Oil till you drop .....	32
6.2.2	Green taxation society.....	33
6.2.3	Collective engagement society .....	34
6.3	Effekter for ulike sektorer og aktører.....	35
6.4	Diskusjon .....	37
7	<b>VESTLANDSFORSKING OG NMBU FRAMTIDSBILDER.....</b>	<b>39</b>
7.1	Teori - tilnærming .....	39
7.2	Scenarioene .....	40
7.2.1	Sektorer .....	41
7.3	Diskusjon .....	41
8	<b>SAMMENFATNING AV SCENARIOENE .....</b>	<b>43</b>
8.1	Tre distinkte framtidsbilder .....	43
8.1.1	Framtidsbilde «Business as usual».....	43
8.1.2	Framtidsbilde «Grønn vekst – Økologisk modernisering».....	44
8.1.3	Framtidsbilde «Økologisk økonomi – degrowth» .....	44
8.2	Viktige kunnskapsreferanser .....	44
8.2.1	The Stern Review .....	45
8.2.2	Lavutslippsutvalget .....	46
8.2.3	New Climate Economy.....	47
8.2.4	IEA Nordic Energy Technology Perspectives 2016.....	48
8.3	Konflikter mellom scenarioene .....	49
<b>DEL 2: LANGSIKTIGE RAMMEVILKÅR .....</b>		<b>51</b>
9	<b>VEKSTØKONOMIENS STRUKTUR .....</b>	<b>51</b>
9.1	Økonomiske paradigmer .....	51
9.2	Verdensøkonomiens logikk .....	52
9.2.1	De liberalistiske prinsippene .....	53
9.2.2	En globalisert verden .....	54
9.2.3	Teknologiens rolle .....	55
9.2.4	Økonomisk vekst .....	56
9.3	Diskusjon .....	56
10	<b>BEGRENSNINGER I RESSURSGRUNNLAGET .....</b>	<b>59</b>
10.1	Termodynamikken setter rammen .....	60
10.2	Vekstens kraft .....	62

10.3	Kaya-identiteten – klima og økonomi .....	63
10.4	Tidsperspektivet i lavutslippssomstillingen .....	66
10.5	Ressurseffektivisering – Jevonsparadokset .....	67
10.6	Produksjon – Kapitalsubstitusjon – Dekopling .....	68
10.7	Den store utfordringen oppsummert: Bærekraft .....	70
<b>DEL 3: ENOVAS FRAMTIDSBILDE – LAVUTSLIPPSSAMFUNNET 2050.....</b>		<b>75</b>
11	DET STORE BILDET.....	75
12	HOVEDSTRATEGIER .....	79
12.1	Teknologisk dekopling.....	79
12.1.1	Avkarbonisering .....	79
12.1.2	Økologisk dekopling.....	79
12.2	Strukturelle innovasjoner.....	80
12.3	Sosiale innovasjoner.....	80
13	DET NORSKE LAVUTSLIPPSSAMFUNNET I 2050 .....	83
13.1	Transport.....	84
13.2	Bolig/bygg .....	85
13.3	Industri .....	87
14	STRATEGISK USIKKERHET .....	89

## FIGURER

1:	Utvikling i globale energirelaterte CO <sub>2</sub> -utslipp 1971-2014. ....	1
2:	De tre transformasjonssfærer (IPCC 2014) .....	7
3:	Økonomisk internalisering .....	23
4:	Økologisk internalisering .....	24
5:	«Oil till you drop» .....	33
6:	Green taxation society .....	34
7:	Collective engagement society .....	35
8:	Paradigmer – ulike oppfatninger om hvordan verden egentlig er .....	52
9:	En globalisert verden .....	54
10:	Global utvinning av ulike materialer, 1970 – 2010. Millioner tonn. ....	59
11:	Earthrise - fotografiet som rokket ved oppfatningen av Jordkloden som «uendelig» .....	60
12:	Effekt av ulike vekstrater på BNP .....	63
13:	Verdensøkonomiens energiintensitet .....	65
14:	Verdensøkonomiens "karbonintensitet" – CO <sub>2</sub> -utslipp per enhet BNP .....	66
15:	Planetary boundaries .....	72
16:	Økologisk fotavtrykk. ....	72

## TABELLER

1:	Ulike perspektiver på bærekraftig forbruk. ....	25
2:	Ulike perspektiver på vekst .....	25
3:	Sentrale elementer i scenarioene økologisk modernisering og degrowth .....	39
4:	Sentrale skillelinjer mellom økologisk modernisering og degrowth .....	40
5:	Lavutslippsutvalgets tiltaksliste .....	47
6:	Ulike utslippsbaner 2016 – 2050 med basis i Kaya-identiteten.....	67



## **SAMMENDRAG**

### **Lavutslippssamfunnet – problemstillingen**

I bidraget til et internasjonalt samarbeid for å hindre skadelige globale klimaendringer, må Norge fra midten av det 21. århundret ha blitt et lavutslippssamfunn. Helt grunnleggende består utfordringen i å omstille en voksende global og nasjonal økonomi, med stadig økende etterspørsel etter energi og øvrige naturressurser, til en ny tilstand hvor utslipp av drivhusgasser er tilnærmet eliminert, og uten å overbelaste naturressursgrunnlaget for øvrig. Samtidig bør verdiskaping og samfunnets velferdsproduksjon generelt opprettholdes i lavutslippssamfunnet. Disse delvis motstridende forutsetningene innebærer at dette ikke vil være en enkel omstilling.

Forskerne skisserer ulike veier mot lavutslippssamfunnet. Hovedretningen, gjerne kalt «økologisk modernisering», innebærer en kursjustering av dagens liberalistiske globaliserte økonomi ved at miljø- og klimamessige skadevirkninger i større grad og på ulike måter internaliseres (prises inn) i virksomhetens beslutninger. Sammen med en sterk satsing på «ren» teknologi vil denne tilnærmingen legge grunnlag for en såkalt bærekraftig vekst mot og innen et lavutslippssamfunn.

Noen forskere vil imidlertid hevde at dagens globale økonomi har mekanismer i seg som vil gjøre det svært krevende å nå et lavutslippsmål ved «økologisk modernisering». Denne kritikken bygger på en antatt fundamental konflikt mellom en global økonomi designet for vekst og et ikke-voksende ressursgrunnlag, og på samfunnsmessige utfordringer som følger av den etablerte økonomiske politikken. I stedet for en kursjustering, vil disse hevde, kreves en ny kurs.

Norsk og internasjonal klimapolitikk bygger hovedsakelig på tilnærmingen i økologisk modernisering, og det er naturlig at analysen i dette dokumentet også følger det samme sporet. Vi ser imidlertid seriøst på den kritikk som reises mot en slik tilnærming, og har i beskrivelsen av framtidsbildet for 2050 tillagt denne den vekt den fortjener.

### **De «store» rammevilkårene**

Utviklingen mot lavutslippssamfunnet er i dette dokumentet antatt å skje innen begrensninger gitt av tre grunnleggende rammevilkår. Disse rammene kan beskrives som samfunnsmessige, ressursmessige og teknologiske. For å kunne realisere et lavutslippssamfunn i 2050, må utviklingen dit svare opp følgende utfordringer:

#### *- Et stabilt globalt samfunn*

En økonomisk politikk som sikrer en «rettferdig» fordeling av verdiskapingen, både internt innen enkelte land og mellom land, må etableres. I dag utfordres denne forutsetningen, på globalt nivå, av en systematisk tendens til økt konsentrasjon av samfunnets verdiskaping.

Relatert til punktet over; ny teknologi, inkludert automatisering, kan fram mot 2050 komme til å overflødiggjøre mange tradisjonelle arbeidsoppgaver. Det politiske målet om full sysselsetting kan bli utfordret, og kanskje må det utvikles nye mekanismer for fordeling av samfunnets verdiskaping og, ikke minst, for å sikre alle mulighet for en meningsfylt deltakelse i samfunnet.

Klimaendringer utspiller seg allerede, og vannmangel og høye temperaturer gjør levevilkårene vanskelige i enkelte deler av verden. Ressurskonflikter og migrasjoner som følge av dette, vil kunne legge press på det globale samholdet. En god internasjonal håndtering av denne type utfordringer er

antakelig en forutsetning for å opprettholde legitimiteten til og gjennomføringskraften i den internasjonale klimapolitikken.

#### *- Stabile og levedyktige økosystemer*

Verdensøkonomiens økologiske fotavtrykk er i dag 60 % over antatt bærekraftig nivå. Biosfærens integritet er under press, og en fortsatt forringelse av det økologiske og ressursmessige grunnlaget vil kunne true levedyktigheten til et framtidig samfunn. Et bærekraftig lavutslippssamfunn forutsettes å ha funnet gode løsninger på denne utfordringen.

#### *- Diffusjon av grønn teknologi*

Den viktigste energirelaterte teknologien for lavutslippssamfunnet er i hovedsak kjent. Fornybar energiproduksjon, effektiv energibruk, sannsynligvis også karbonfangst og -lagring, vil være de viktigste utviklingssporene. Vi har sannsynligvis ikke tid til å sette vår lit til noen ny ukjent eller eksotisk energiteknologi, det å videreutvikle og utbre kjente grønne teknologikonsepter i en stor nok skala og hurtig nok til at lavutslippsmålene kan nås vil være krevende i seg selv.

### **Strategispor**

Teknologi alene vil vanskelig kunne realisere et lavutslippssamfunn. Arbeidet i denne rapporten peker på tre hovedspor når det gjelder den strategiske retningen mot lavutslippssamfunnet:

#### *- Teknologi – dekopling*

En teknologisk dekopling må skje langs flere dimensjoner på veien mot lavutslippssamfunnet. For det første må det skje en dekarbonisering av energisystemet, primært ved økt utbredelse av fornybar energi. I tillegg må verdiskapningens energiintensitet reduseres, ved et fortsatt og økende fokus på energieffektiv teknologi.

Vi peker på at en dekarbonisering av det tradisjonelle energisystemet kan innebære et økt press mot det øvrige ressursgrunnlaget, inkludert økologiske ressurser, som erstatning for fossile brensler. Gitt utviklingen i det økologiske fotavtrykket vil handlingsrommet her være svært begrenset. Å redusere avhengigheten av fossile brensler uten samtidig å øke presset på økologiske og øvrige naturressurser ut over et bærekraftig nivå, vil være den sentrale utfordringen i teknologistrategien mot lavutslippssamfunnet.

#### *- Strukturell innovasjon*

I tillegg til et rent teknologispor, vil også en redesign av mange av samfunnets grunnleggende strukturer måtte bidra på veien mot lavutslippssamfunnet. Mer kompakte og effektive bystrukturer vil være en viktig del av en slik omstilling, med større tetthet og bedre samordning mellom ulike funksjoner i samfunnet. Transportsystemene, med økt bruk av kollektive og «manuelle» transportmodi, vil stå sentralt i en slik omstilling, det vil også en mer effektiv produksjonslogistikk basert på sirkulære materialstrømmer.

#### *- Sosial innovasjon*

Det tredje hovedsporet vil være å utvikle nye måter å forstå og tilfredsstillende samfunnsmessige behov og funksjoner på. Nye forretningsmodeller kan bidra til både økt relativ effektivisering og absolutt reduksjon i både energi- og materialbehov, samtidig som de også utfordrer den etablerte forståelsen

av produkter og markeder på et kulturelt nivå. Personlig transportbehov dekket ved selvkjørende kjøretøy uten personlig eierskap står i kontrast til dagens privatbilisme, og har potensial til betydelige gevinster hva angår ressursbehov. Ulike konsepter innen delingsøkonomi kan bidra i samme retning.



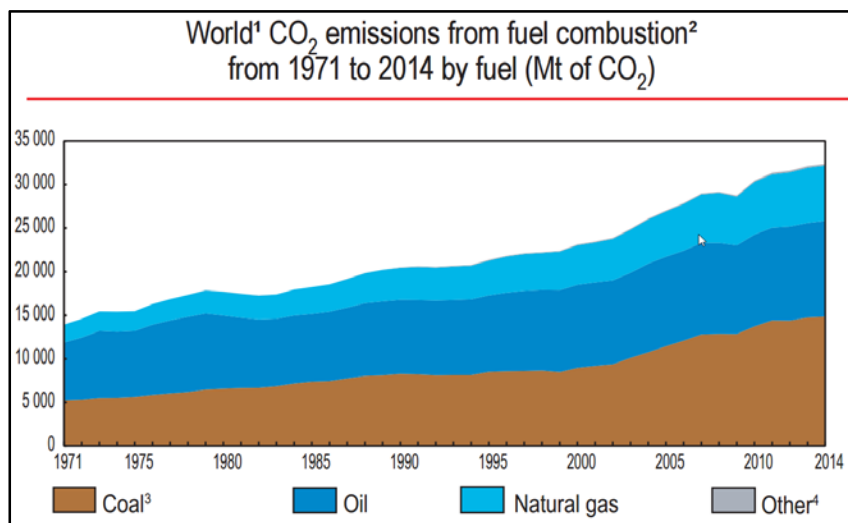
# 1 BAKGRUNN OG FORMÅL

## 1.1 Bakteppe

Gjennom de siste tre tiårene har den vitenskapelige hypotesen om at menneskelig aktivitet påvirker det globale klimaet blitt stadig sterkere, og i dag er denne sammenhengen å betrakte som et etablert politisk rammevilkår. Økt konsentrasjon av drivhusgasser i atmosfæren, hovedsakelig CO<sub>2</sub> fra bruk av fossile energikilder, er den viktigste komponenten i denne klimaendringen. Med den 5. hovedrapporten fra FNs Klimapanel (IPCC) konkluderes på sett og vis den klimapolitiske oppvåkningsprosessen.

Verdenssamfunnets fokus på klimaproblemet tok for alvor til rundt 1990. FNs rammekonvensjon om klimaendring (klimakonvensjonen, UNFCCC), ble utarbeidet i 1992. Kyotoavtalen, som er en protokoll til klimakonvensjonen, ble vedtatt i 1997 og ratifisert 2005. Denne avtalen tallfester forpliktende utslippsmål for de ulike landene, og det er definert et sett med virkemidler for å nå målene. Utslippsnivå i 1990 er en standard referanse i Kyotoavtalen.<sup>1</sup>

Som følge av denne dreiningen i fokus mot energi- og klimaspørsmål, og innen rammen av Kyotoavtalen, har mange land iverksatt tiltak innen teknologiutvikling (fornybar produksjon, energieffektivisering), klimakunnskap, kvotehandelssystemer, avgiftsregimer, etc. Likevel har, i perioden fra 1990 til 2014, de globale klimagassutslippene fra energibruk økt med vel 60 %. Andelen fra fossile kilder i verdens primære energitilførsel var i 2014 fremdeles over 80 %.<sup>2</sup>



Figur 1: Utvikling i globale energirelaterte CO<sub>2</sub>-utslipp 1971-2014.<sup>2</sup>

Dette bakteppet illustrerer hvor kompleks og stor utfordringen med å «dekarbonisere» verdens energisystem, eller i praksis det globale økonomiske systemet, er. Det er i dette store bildet vi må plassere den norske visjonen om et framtidig lavutslippssamfunn.

<sup>1</sup> [www.globalis.no/Avtaler/Kyoto-protokollen](http://www.globalis.no/Avtaler/Kyoto-protokollen), [www.miljostatus.no/kyotoavtalen](http://www.miljostatus.no/kyotoavtalen)

<sup>2</sup> [www.iea.org/publications/freepublications/publication/KeyWorld2016.pdf](http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/KeyWorld2016.pdf)

## 1.2 Enovas samfunnsrolle

I 2016 skjer det flere viktige endringer i Enovas rammevilkår. Helt fundamentalt er det at Parisavtalen fra 2015 om globale klimamål ratifiseres og trer i kraft som bindende internasjonal avtale fra november. Parisavtalen vil fra 2020 avløse Kyotoavtalen under FNs klimakonvensjon. Avtalen inneholder som kjent ambisiøse mål for reduksjoner i globale klimagassutslipp. Norges forpliktelse innen avtalen er en reduksjon på 40 % innen 2030<sup>3</sup>.

Videre la regjeringen fram et nytt strategisk grunnlag for den norske energipolitikken, gjennom Energimeldingen<sup>4</sup>. Videreutvikling av energisystemet er en viktig del av omstillingen til lavutslippssamfunnet, og Energimeldingen peker ut hovedretningen for denne omstillingen.

Enovas 5. oppdragsavtale løp ut i 2016. I Enovas nye mandat fra 2017 vil fokus dreie mot klimautfordringen. Enova vil derfor bli et viktig instrument for det norske samfunnet både med tanke på å nå målene i Energimeldingen og i det enda mer langsiktige arbeidet med å nå nasjonale og internasjonale klimamål og bidra til omstillingen til lavutslippssamfunnet.

2016 markerer også at det er ti år siden Lavutslippsutvalget la fram sin sluttrapport som konkluderte med at det i tillegg til å være nødvendig, også vil være gjørbart og ikke umulig dyrt – uten vesentlige forsakelser – å redusere klimagassutslippene med 2/3 innen 2050.<sup>5</sup>

De nasjonale rammevilkårene som Enova vil arbeide innenfor framover, vil derfor i økende grad sette fokus på reduksjoner i klimagassutslipp og en omstilling mot et norsk «lavutslippssamfunn». I Klimaloven<sup>6</sup>, som trer i kraft fra 2018, er et norsk lavutslippssamfunn forstått som et samfunn hvor klimagassutslippene er redusert med 80 til 95 % fra referanseåret 1990. Ut over målet om lave utslipp er det betydelig usikkerhet om hvordan det vil være å leve i et lavutslippssamfunn, og også om hvordan den nødvendige samfunnsomstillingen skal skje. Det vi vet er at utslippene må ned mye og at det haster med å begynne å oppnå reelle utslippsreduksjoner.

## 1.3 Prosjekt Framtidsbilder 2050

Vinteren 2016 initierte Enova prosjektet «Framtidsbilder lavutslippssamfunnet» med et uttalt formål å etablere en mer strukturert kunnskap om hvilke langsiktige utfall samfunnsutviklingen kan få, og trekke linjer mellom slike Framtidsbilder og de valg som samfunnet gjør eller bør gjøre allerede i dag. I tillegg til et generelt behov for utdypet klimakunnskap, er Enovas nye og mer eksplisitte klimamandat som nevnt en sterk motivasjon for dette arbeidet. I innretningen av Enovas klimastrategi er det viktig å etablere et relevant kunnskapsgrunnlag med tanke på å minke risikoen for at de virkemiddelmessige valg som gjøres i dag, viser seg å være feil i et langt perspektiv.

Innen rammen av prosjektets formål har vi så spesifisert de konkrete problemstillingene. Prosjektet skal utvikle framtidsbilder (scenarier) som skal gi en begrunna beskrivelse av hvordan det norske samfunnet vil kunne se ut etter 2050. Framtidsbildene skal utvikles innen et utfallsrom som defineres av tre viktige variabler eller rammevilkår:

---

<sup>3</sup> Meld.St. 13 (2014-2015): Ny utslippsforpliktelse for 2030 – en felles løsning med EU. Klima- og miljødepartementet.

<sup>4</sup> OED, Meld. St. 25 (2016-2016).

<sup>5</sup> [http://www.lavutslipp.no/artman/uploads/LUUFakta\\_web.pdf](http://www.lavutslipp.no/artman/uploads/LUUFakta_web.pdf)

<sup>6</sup> <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2017-06-16-60>

### *1) Ressursmessige rammevilkår*

Med dette mener vi hvordan ulike forutsetninger knytta til (globalt) miljø- og ressursgrunnlag kan påvirke samfunnsutviklingen. Klimaendringer er en sentral del av disse rammevilkårene, tilgang på naturressurser mer generelt, økologiske ressurser spesielt, kan etter hvert også bli en økende utfordring som vil påvirke hvilke framtidige samfunn som kan realiseres.

### *2) Samfunnsmessige rammevilkår*

Med dette mener vi spørsmål knytta til fordeling (globalt mellom land, men også internt i samfunn, samt mellom generasjoner). Politisk stabilitet/samfunnsorganisering, global økonomi, velferdsnivå, helse og sosiale forhold er eksempler på aktuelle temaer/variabler innen de samfunnsmessige rammevilkårene.

### *3) Teknologiske rammevilkår*

Med dette mener vi en drøfting av ulike teknologiske systemer/strukturer som kan være aktuelle og sannsynlige innen de ulike framtidssbildene. Energisystemet vil være et eksempel på et slikt rammevilkår, men andre større (infra)strukturelle systemer kan også være viktige.

Vi legger til grunn at det er i samspillet mellom disse tre store rammevilkårene at både problemet og løsningen på klimaproblemet finnes. Innen disse rammene skal det beskrives relevante framtidssbilder som representerer karakteristiske kombinasjoner av de tre rammevilkårene. Det understrekes at framtidssbildene ikke skal bygges som en øvelse i framskriving av dagens trender, men heller utvikles mer uavhengig av føringer gitt av eksisterende systemer og strukturer. I tillegg skal de være kvalitative i tilnærmingen, dvs. legge mer vekt på beskrivelse og forståelse av de store driverne i samfunnsutviklingen. Beregninger og kvantifiseringer tillegges mindre vekt.

For å etablere de ønskede framtidssbildene, inviterte Enova en rekke forskningsmiljøer i Norge (og noen utenlandske) til å bidra med analyser. Dette ble organisert som et eksternt kjøp i form av en anbudskonkurranse. Fem norske forskningsmiljøer ble valgt som leverandører. Et såpass høyt antall begrunnes ved at vi da sikrer en større variasjon i både akademisk tilnærming og i kjennetegn ved framtidssbildene.

Dette notatet er så en syntese av kunnskapen som løftes fram i leveransene fra de fem forskningsmiljøene, og Enovas egne oppfølgende analyser og drøftinger innen problemstillingen. Konklusjonene er således Enovas tolkinger av det samla grunnlagsmaterialet, framtidssbildene inkludert.

Framtidssbildene er et viktig grunnlag for utvikling av klimaplattformen ved framtidens Enova. Klare alternative scenarioer gir bedre grunnlag for å beskrive hvilke strategiske prosesser som må påstartes for å realisere ei framtid, dvs. hvilken samfunnsmessig endring som er nødvendig. Kunnskap om den nødvendige endringsprosessen gir så grunnlag for å ta bedre klimapolitiske valg i dag – altså en tydeligere definisjon av Enovas rolle. Den type kunnskap som prosjektet skal frambringe, er derfor en viktig brikke i Enovas strategiske kunnskapsgrunnlag.

## **1.4 Mål med dokumentet**

Samfunnets begrunnelse for at vi må dreie utviklingen i retning Lavutslippssamfunnet, er det problemet vi gjerne beskriver som «menneskeskapt klimaendring». At problemet er menneskeskapt betyr at vi finner årsakene til problemet innen samfunnet. Det faktum at vi ikke har klart å oppnå reelle reduksjoner i klimagassutslipp de siste 20 årene, til tross for økt kunnskap og ulike politiske

virkemidler, indikerer klimaproblemets kompleksitet og at det kan være dimensjoner i problemet vi ikke har klart å gripe fatt i.

Med dette dokumentet ønsker vi å formidle hovedtrekkene i de scenarioene for det norske Lavutslippssamfunnet som er beskrevet i de fem eksterne forskningsleveransene til dette prosjektet. Et særlig fokus setter vi på å forsøke å trekke ut kunnskap om de dypere mekanismene som ligger bak den opplevde tregheten i å realisere de nødvendige utslippsreduksjoner. Dokumentet er organisert i tre hoveddeler:

#### *Del 1: Framtidsbildene*

Vi starter med en gjennomgang av de fem framtidsbildene fra de eksterne forskningsmiljøene. I tillegg til en kort beskrivelse av de ulike scenarioene, vil vi forsøke å trekke ut mønstre som avtegner seg i de ulike framtidsbildene. Her vil vi se at ulike framtidsbilder beskrives som mulige lavutslippssamfunn. For referanse vil originalleveransene være tilgjengelige fra Enovas websider.

#### *Del 2: Langsiktige rammevilkår*

Del 1 avdekker sentrale systemmessige temaer som håndteres ulikt i de beskrevne framtidsbildene. Disse temaene bidrar for det ene til å tydeliggjøre grunnleggende årsaksmekanismer i den opplevde tregheten i omstillingen mot lavere utslipp, for det andre representerer de en mulig begrensning i handlingsrommet på veien mot lavutslippssamfunnet. I del 2 går vi i dybden på disse to temaene.

#### *Del 3: Enovas framtidsbilde*

I den tredje hoveddelen vil vi konkretisere og sammenfatte den strategiske kunnskapen fra analysene i de to første delene. Denne beskrives i form av Enovas eget framtidsbilde som representerer et bilde av det norske samfunnet i 2050 som oppleves både som mulig og ikke usannsynlig. Spesielt vil vi i denne beskrivelsen legge vekt på å tydeliggjøre strategiske tema som knytter dagens klimapolitiske valg mot de aktuelle framtidsbildene. I en slik diskusjon ligger også en implisitt vurdering av strategiske valg som kan vise seg å bli utfordrende med tanke på å oppnå lavutslippssamfunnet.



## **DEL 1: FORSKERNES FRAMTIDSBILDER**

### **2 FORSKNINGSBIDRAGENE**

Enova inviterte et relativt bredt utvalg samfunnsvitenskapelige forskningsmiljøer til å levere tilbud på leveranser til dette prosjektet. Av disse utviklet fem miljøer et leveransetilbud av en slik kvalitet at det oppfylte Enovas kriterier for utlysningen. I stedet for å velge ett eller to av disse tilbudene, valgte vi å tildele oppdraget til alle fem. Dette begrunnes i ønsket om en bredest mulig basis for en forståelse av vårt framtidige lavutslippssamfunn. Siden det sannsynligvis ikke finnes bare ett svar på det spørsmålet vi ønsker å belyse, vil en slik bredde i kunnskapstilfanget styrke de funnene som avtegner seg.

Oppdragsbeskrivelsen har som nevnt vært å beskrive framtidsbilder for det norske lavutslippssamfunnet etter 2050. Leveransene har i praksis blitt beskrivelser av resultater av ulike utviklingsretninger for det norske samfunnet mot 2050. Ikke alle disse er nødvendigvis «lavutslipps»-varianter. Vi ba i oppdragsbeskrivelsen om en diskusjon av hvordan de «store» rammevilkårene vil påvirke utviklingen mot lavutslippssamfunnet. Dette spørsmålet besvares på ulikt vis i de fem leveransene, i de fleste leveransene ikke eksplisitt, men mer indirekte gjennom de ulike samfunnsbeskrivelsene. Hvordan sentrale samfunnssektorer kan bli seende ut etter 2050, får vi livaktige beskrivelser av.

De følgende beskrivelsene er således basert på disse fem arbeidene:

- cCHANGE AS: *Scenarios for the Norwegian Low-emissions Society in 2050: Will Norway be Innovative or Generative?* Av Karen O'Brien, Linda Sygna, Silje Wästlund og Bergitte Lowzow.
- CICERO: *Visjoner av lav-karbon Norge*. Av Asbjørn Torvanger, Christian Bjørnæs, Harald Francke Lund og Bob E.H. van Oort.
- Nord Universitet, Senter for økologisk økonomi og etikk: *Fremtidsbilder av lavutslippssamfunnet Norge i 2050*. Av Are S. Ingulfsvann, Manuel F. Lopez, Ove D. Jakobsen, Vivi M.L. Storsletten og Øystein Nystad.
- NTNU, Institutt for tverrfaglige kulturstudier: *Scenarios for the Norwegian Low Emission Society post-2050. Three different (Nor)ways to reach a low emission society in 2050 and beyond*. Av Marius Korsnes og Knut H. Sørensen.
- Vestlandsforskning og Norges miljø- og biovitenskapelige universitet: *Two Contrasting Scenarios for a Zero-Emission Future in a High-Consumption Society*. Av Jin Xue, Hans Jakob Walnum, Carlo Aall og Petter Næss.

Merk at beskrivelsene i det følgende er utdrag basert på vår tolking av de fem arbeidene. Det vises til originalarbeidene for en helhetlig framstilling av disse analysene.



## 3 cCHANGE FRAMTIDSBILDER

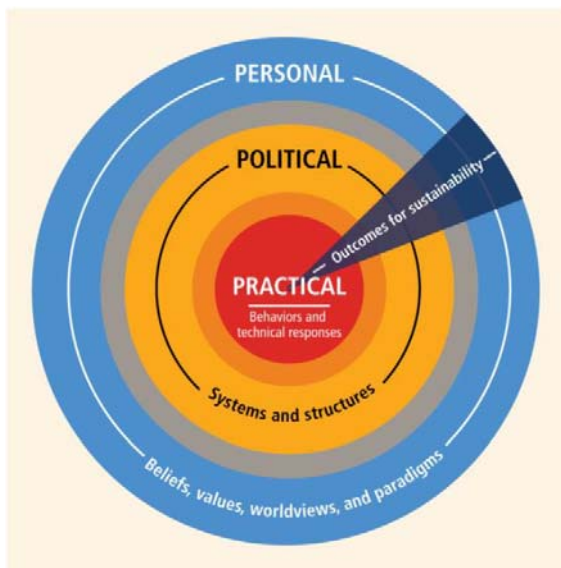
### 3.1 Teori/tilnærming

Analysen tar utgangspunkt i klimautfordringen som et *adaptivt problem*. I dette ligger en hypotese om at denne utfordringen ikke kan løses som et teknologisk problem alene. En adaptiv utfordring har tekniske dimensjoner, men den legger også vekt på det tankesett, inkludert holdninger, verdier og verdensbilder, som former samfunnets tilnærming til utfordringen/problemet. *Integral teori* legges til grunn som en ramme for å beskrive og utdype de ulike dimensjonene ved et slikt adaptivt problem.

Adaptive problemer/utfordringer har både politiske og personlige dimensjoner. De er politiske ved at de påvirker organiseringen av samfunnet, hvilke systemer som etableres og holdes ved like, hvilke mål som prioriteres og hvilke forhold ved samfunnet som skal tas for gitt. Videre er de personlige ved at de bidrar til fokus på individuelle og kollektive holdninger, verdier og verdensbilder, inkludert paradigmer eller tankemønstre som ligger til grunn for hvordan vi gir mening til verden. Denne «menneskelige dimensjonen» påvirker hvordan mennesker forholder seg til systemer, til hverandre, og til naturen. Og, ikke minst, den influerer hvordan vi forholder oss til klimaendringer og fremtiden.

Utviklingen av framtidsbildene bygger på denne grunnleggende tilnærmingen og overgangen til et lavutslippssamfunn i 2050 beskrives som en samfunnsmessig *transformasjon*. Denne transformasjonen kan forstås ved å fokusere på tre samvirkende transformasjonssfærer, som antas å fange både de tekniske og de adaptive sidene ved problemet (IPCC, 2014)<sup>7</sup>.

Disse tre «sfærene» er: (1) Den praktiske sfære, som fanger et vidt spekter av tekniske og atferdsmessige responser. Disse kan favne fra lavutslippsteknologi, fornybare energiløsninger,



Figur 2: De tre transformasjonssfærer (IPCC 2014)

innovasjoner i land- og havbruk til økt sykkelbruk og mer bærekraftfokus i utdanningssystemet. De fleste strategier og tiltak med tanke på overgang til lavutslippssamfunnet finnes i denne sfæren, hvor effekter kan observeres og måles. Hvorvidt responser i den praktiske sfæren lykkes eller ikke, avhenger gjerne av den (2) Politiske sfæren. Denne inkluderer systemer og strukturer som fremmer eller hemmer endringer i den praktiske sfæren. Det er her normer, regler, reguleringer, avtaler, insentiver og prioriteringer diskuteres, forhandles, vedtas, implementeres eller pålegges. Prioriteringer i den politiske sfæren utløser ofte konflikter og interessemotsetninger. Det er også i den politiske sfæren kollektiv handling som utfordrer bestående eller framvoksende normer og regler vokser fram, og politikk skapes.

Handlinger og påvirkning i den politiske sfæren formes av hvordan individer og grupper forstår samfunnets systemer og sitt forhold til disse. Den (3) personlig sfæren representerer individuelle og

<sup>7</sup> IPCC (2014). Climate Resilient Pathways: Adaptation, Mitigation and Sustainability. In: IPCCs Climate Change 2014: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Cambridge: Cambridge University Press. (Figur s. 1122).

felles forutsetninger, holdninger, verdier, verdensbilder og paradigmer. Selv om mange betrakter de store systemene og strukturene som gitte og uforanderlige, henleder den personlige sfæren oppmerksomhet på den sosiale og kulturelle konstruksjonen av regler, normer og insentiver som vedtas i den politiske sfæren, og som enten vil hindre eller fremme praktiske steg mot lavutslippssamfunnet.

## 3.2 Scenarier

Innen dette teoretiske rammeverket utvikles det to ulike framtidsbilder. Disse refereres til som «Det innovative scenarioet» og «Det generative scenarioet».

### 3.2.1 Det innovative scenarioet

Dette framtidsbildet beskriver overgangen til en grønn økonomi gjennom tekniske, institusjonelle og politiske innovasjoner. Gjennom ny kunnskap og investeringer siktes det mot målet om å omvandle Norge til en grønn økonomi. Teknologiske og økonomiske aspekter vektlegges gjennom konsepter som smarte byer, smart landbruk og «smart grid». Et viktig siktemål er å oppnå vinn-vinn utfall gjennom teknologi som realiserer grønne løsninger, og samtidig bidrar til økt konkurranseevne for norsk næringsliv. Klimautfordringen er ikke bare et problem, den representerer en stor næringsmessig mulighet.

Det Innovative framtidsbildet representerer i stor grad en videreføring av eksisterende trender, og er således en «transisjon» mer enn en «transformasjon»<sup>8</sup>. Fokuset er på reduksjon i CO<sub>2</sub>-utslipp gjennom utfasing av olje, men uten å ha vesentlig oppmerksomhet på andre grunnleggende problemstillinger knytta til klimaendring og miljøspørsmål. Disse inkluderer «planetary boundary» tema som nitrogen- og fosforkretsløp, biodiversitet, arealbruk og vannforsyning, i tillegg til de sosiale rammevilkårene for trygge og bærekraftige samfunn. I dette framtidsbildet er kriteriene for både 1,5- og 2-gradersmålene overskredet (dvs. ikke oppnådd), og effektene av global klimaendring utspiller seg.

I Norge brukes betydelige ressurser på risikohåndtering av innenlands effekter av klimaendringer, og våre internasjonale engasjement avtar. Til tross for enkelte vellykkede «bobler», det er krevende å holde ved like stabilitet i økonomien og samfunnet for øvrig. De globale verdikjedene er blitt ustabile som følge av klimaendringene. Migrasjons- og flyktningestrømmer, hovedsakelig klimaflyktninger, legger press på våre institusjoner. Teknologi brukes i økende grad til å begrense grensekryssinger og opprettholde sosial orden.

Det norske statsbudsjettet domineres etter hvert av megaprosjekter for å sikre kystområdene mot havnivåstigning, holde tilbake skadedyr og sykdom i skogbruk og fiskeri, og av kostnader for sosiale ytelser til en raskt økende befolkning, inkludert en stor gruppe klimaflyktninger. Norge karakteriseres i 2050 som en teknologisk suksess, men samtidig en klimafiasko. Dette scenarioet er et klassisk eksempel på «for lite, for sent».

### 3.2.2 Det generative scenarioet

Dette scenarioet – som også refereres til som det kreative scenarioet – er resultatet av en transformasjon av det norske samfunnet som i større grad preges av lokale initiativ fra engasjerte borgere, og deres kreative kapasitet til å skape nye systemer og mønstre, og til å stille spørsmål ved

---

<sup>8</sup> Ordet “transisjon” står ikke i den norske ordboka. De engelske begrepene «transition» og «transformation» brukes i faglige sammenhenger som er relevante for dette dokumentet, og da i en betydning hvor “transformation” innebærer en mer grunnleggende og radikal endring enn «transition». Vi bruker her *transisjon* som en ad hoc oversettelse av *transition*.

etablerte tankemønstre og vaner. Scenarioet representerer en evolusjonær tilnærming til komplekse sosio-økologiske problemer.

Dette scenarioet er ikke inkompatibelt med det innovative scenarioet, og noen elementer kan være sammenfallende. Innovasjoner, også teknologiske, er viktige, men ikke den viktigste drivkraften mot lavutslippssamfunnet. Scenarioet representerer en fundamentalt annerledes forståelse av menneskets forhold til naturen.

Konkurransen og drivet etter materiell vekst er tonet ned som følge av endrede samfunnsmessige verdier. Vi ser mer fokus på kvalitet, og erkjennelse av at økt materiell velstand ut over et tilfredsstillende nivå ikke bidrar til økt livskvalitet. Aktive og inkluderende lokalsamfunn blir en viktig ramme for menneskenes liv.

### 3.3 Konsekvenser

I det innovative scenarioet kjennetegnes den **praktiske sfæren** mot 2050 ved:

- oppriktig innsats innen utvikling av teknologi som kan oppfylle internasjonale mål og forpliktelser, og samtidig bidra til internasjonal konkurranseevne
- fokus på innovasjon, inkludert nye forretningsmodeller som skaper verdier samtidig som karbonutslipp og miljøbelastning reduseres
- Norge søker å ta en ledende rolle innen bioøkonomi
- imponerende tekniske framskritt innen energieffektivisering og fornybar energi, som imidlertid oppveies av økt forbruk, spesielt reiseaktivitet, fram mot 2025
- Norge arbeider målbevisst for å nå Parisavtalens klimaforpliktelser og FNs utviklingsmål.

I det generative (kreative) scenarioet preges den praktiske sfæren av følgende:

- Lokalt motiverte løsninger, gjerne utviklet gjennom idé- og handlingslaboratorier og også i internasjonale nettverk, representerer den primære tilnærmingen til problemløsning. Større integrasjon mellom vitenskap og kunst i kreative prosesser. Kreativitet mer verdsatt enn rasjonalitet.
- Det er mindre fokus på langsiktige klimamål i form av temperaturøkning eller CO<sub>2</sub>-konsentrasjon, men heller på løsninger som oppfattes til å bidra til slike mål.

Den **politiske sfæren** mot 2050 kjennetegnes i det innovative scenarioet ved:

- Sterkt offentlig engasjement i innsatsen for grønne innovasjoner, lavutslippsteknologi (jf. «Grønn konkurransekraft»<sup>9</sup>)
- Markedsbasert grønn konkurranse for overgang til lavutslippssamfunnet, med formål «å bygge nye kilder for konkurranseevne og vekst». (jf. Norge 2030<sup>10</sup>). Satsing på følgende områder:
  - ✓ høyteknologisk industri
  - ✓ elektrisk mobilitet
  - ✓ bioøkonomi

<sup>9</sup> <http://www.gronnkonkurransekraft.no/files/2016/10/Strategi-for-gronn-konkurransekraft.pdf>

<sup>10</sup> <http://www.hydro.com/contentassets/989cb27d596745d1ae5da9d6b856e4f3/norge203040.pdf>

- Fokus hovedsakelig «utover», på internasjonale forpliktelser og standarder knytta til CSR/trippel bunnlinje, livssyklusanalyser, utslippsregnskap og -rapportering, fleksible energisystemer.
- Mindre fokus «innover», på aktivering av sivilsamfunnet og lokale løsninger i utviklingen mot lavutslippssamfunnet.

I det generative scenarioet kjennetegnes den politiske sfæren ved følgende:

- Politikk er karakterisert ved nye modi for samarbeid på tvers av sektorer, skalaer, disipliner, kulturer og tankesett. Systemer og strukturer betraktes ikke som gitte, men som gjenstand for bevisst design og transformativ endring.
- Stikkord som illustrerer prinsipper innen den politiske sfæren:
  - ✓ biomimicry, herming etter naturens løsninger på komplekse problemer
  - ✓ økonomisk vekst erstattes av mål knytta til helse, velferd og bærekraft
  - ✓ sirkulær økonomi reduserer ressursbehov og reduserer avfall
  - ✓ delingsøkonomi for økt ressurseffektivisering
  - ✓ «åpen kildekode» teknologier for akselerert innovasjon.

Den **personlige sfæren** mot 2050 kjennetegnes i det innovative scenarioet ved:

- Holdninger, verdier og verdensbilder er hovedsakelig i tråd med *økologisk modernisering*, en hypotese om at en miljøvennlig politikk går hånd i hånd med og underbygger videre økonomisk utvikling. Økologisk modernisering er både en politisk strategi og en miljømessig diskurs med formål grønn (bærekraftig) økonomisk vekst.
- Det innovative scenarioet bygger på et rasjonelt verdensbilde som fremmer en teknologisk tilnærming til miljøproblemer, inkludert geo-engineering teknologi, og det verdsetter individualisme, frihet, rasjonalitet, prestasjon, effektivitet og konkurranse. Det legger til grunn at markedet kan løse komplekse systemiske problemer, gitt de riktige rammevilkår.
- Scenarioets verdensbilde bygger på den klassiske newtonske mekanikk, og antar en dualisme mellom menneske og natur. Dette er i tråd med Antropocen-hypotesen, som erkjenner mennesket som drivkraft for grunnleggende endringer i og kontroll av natursystemer.

I det generative (kreative) framtidsbildet karakteriseres den personlige sfære i 2050 slik:

- Det mest åpenbare er en generell anerkjennelse av diversitet i verdier og tankesett, og styrker og svakheter ved disse. Samarbeid og samkvem på tvers av verdisyn verdsettes og stimuleres.
- Vitenskapelig rasjonalitet i problemløsning balanseres og suppleres med kreativitet og intuisjon. Et nytt vitenskapelig paradigme, motivert av kvanterevolusjonen, har erstattet den Newtonske deterministiske tenkemåten. Konsepter som usikkerhet, sammenfiltrering og ikke-lokalisering har slått rot i samfunnet, og bl.a. ført til en sterkere erkjennelse av at mennesker er i kontinuerlig interaksjon med hverandre og omgivelsene.
- I det generative scenarioet er tro på evnen til systemisk endring gjennom kollektiv handling mer rotfestet enn i det innovative scenarioet.

Konsekvenser for utvalgte sektorer sammenfattes i det følgende.

### 3.3.1 Oljesektoren

I det innovative scenarioet spiller oljeindustrien følgende rolle:

- Olje og gass fortsetter å være en viktig næring for Norge, begrunnet av at olje vil fortsette å være en del av den globale energimiksen, og norsk olje og gass har lavere utslipp knytta til produksjonsprosessen enn hva tilfellet er i de fleste andre land.
- Sektoren ekspanderer nordover mot Arktis etter hvert som isforholdene tillater det.

I det generative scenarioet oppleves denne sektoren 2050 slik:

- Norge er blitt en global leder i en post-petroleum verden. Med bakgrunn i arven fra vannkraftepoken og offshoreaktiviteten har Norge utviklet en bred fornybar energiportefølje som inkluderer vannkraft, vindkraft, solenergi og bioenergi supplert med mange typer småskala produksjon.
- Oljenæringen har gjennomgått en vellykket omstilling til vind-, bølge- og dypvanns energiteknologi. Norge sammen med andre europeiske land har blitt ledende på turbinteknologi og tiltrekker seg store investeringer.
- Gjenværende olje blir i stor grad værende i reservoarene, og brukes ikke til energiformål. Dette hovedsakelig fordi satsingen på alternativer har utkonkurrert olje som energiresurs. Uttak av olje til andre formål balanseres mot økt karbonlagring.

### 3.3.2 Landbruk

I et innovativt scenario mot 2050 kjennetegnes landbruket ved følgende:

- Globalt er landbruk, sett sammen med avskoging, en viktig utslippskilde. Husdyrhold og ulike typer jordbrukspraksis medfører betydelige utslipp av ulike typer drivhusgasser.
- Landbruket har to hovedutfordringer: å tilpasse produksjonen til klimaendringene og redusere utslippene.
- Ulike tekniske tiltak gjennomføres for å redusere utslippene fra landbruk:
  - ✓ produksjon av biogass fra gjødsel og avfall
  - ✓ «freding» av våtmark
  - ✓ redusert matsvinn
  - ✓ dreining av forbruk fra rødt til hvitt kjøtt
  - ✓ smartere næringshåndtering og jordbearbeiding.
- Klimasmart landbruk: Norsk landbruk gjennomfører ulike tiltak for å redusere klimabelastningen:
  - ✓ bedre drenering
  - ✓ redusert jordpakking
  - ✓ optimalisert bruk av husdyrgjødsel
  - ✓ bedret kompetanse på bruk av maskiner
  - ✓ mer klimavennlig energi- og materialbruk.

- Urban matproduksjon muliggjøres ved utvikling av vertikalt landbruk og hydroponikk.

Landbruket i det generative scenarioet preges i 2050 av:

- En bredere samfunnsfunksjon: fra en rendyrking av rollen som effektiv matprodusent ses sektoren nå også på som en forvalter av det biologiske mangfoldet, ivaretaker av dyrevelferd og med en viktig rolle i lokalsamfunnet.
- Mellomstore og mindre enheter er bedre egnet til å produsere effektivt innen Norges geografi og de skiftende rammevilkår landbruket opererer innen.
- Populariteten og rekrutteringen til landbruket har økt, og etterspørselen etter mat med lite økologisk fotavtrykk har økt. Trenden mot mindre kjøtt og økt vegetabilsk andel i kostholdet, har fortsatt. Forståelsen av samfunnets avhengighet av et fungerende økosystem er blitt vidt utbredt.

### **3.3.3 Transport**

Denne sektoren er viktig i overgangen til lavutslippssamfunnet. Det Innovative scenarioet preges i 2050 av at tiltak som følger av strategiene i forslag til Nasjonal Transportplan fra 2016 gjennomføres. Disse er:

- Investeringer i lav- og nullutslippsteknologi
- Økt bruk av bærekraftige biodrivstoff
- Kollektiv transport, sykkel og gange i byene
- Godstransport fra vei til bane
- Lavere utslipp knytta til bygging, drift og vedlikehold av infrastruktur.

I det generative scenarioet er private biler blitt unntaket, deling og lån av kjøretøy («mobilitetsenheter») er blitt regelen. Mange virksomheter som tilbyr transporttjenester bidrar til dette.

En ny tilnærming til transport avhenger mer av holdninger og tillit, enn av teknologi. Høy transportaktivitet er ikke lenger en så viktig del av næringsvirksomhet, en betydelig andel av dagliglivets funksjoner kan utøves lokalt uten stort transportbehov.

### **3.3.4 Utdanning**

Det innovative scenarioets utdanningspolitikk:

- Sterkt fokus på realfag: problemløsning og teknologikjennskap/-kunnskap.
- Teknologiske løsninger er gode hjelpemidler i utdanning/undervisning, f.eks. for funksjonshemmede, men også vekt på kontroll og måling av ferdigheter.
- Utdanningen vektlegger individualistiske verdier. Psykologiske problemer blant ungdom er vanlig. Mange opplever svake sosiale rammer i livet og søker tilflukt i den virtuelle verdenen.

I det generative scenarioet er fokus i utdanningssektoren slik:

Det norske utdanningssystemet er i 2050 blitt en modell for «transformativ læring». Et paradigmeskifte har skjedd i forståelsen av sosiale og miljømessige utfordringer, og tanken om at vi «gjennom kritisk refleksjon omkring påvirkninger og forutsetninger kan endre forståelser og verdensbilder, og kreere



transformative læreprosesser» ligger til grunn. Ikke bare målene i læreplanen, men også selve prosessen med å være i læring oppleves som berikende. Livslang læring er realisert.

### 3.4 Diskusjon

Analysen presenterer to distinkt ulike framtidsbilder, uten at disse nødvendigvis er gjensidig utelukkende. Forskjellen mellom dem innebærer at disse to framtidsbildene vil være to ulike samfunn.

Det innovative scenarioet prioriterer en teknisk og styringsbasert tilnærming som vektlegger innovativ lav-karbon teknologi sammen med atferdsendringer. Det impliseres at den samme tilnærmingen også er effektiv i tilpasning til klimaendringer.

Dette scenarioet er nærliggende, da det i stor grad er en videreføring av «business as usual» og «innovation as usual». Selv om dette scenarioet er attraktivt, spesielt for deler av næringslivet og politiske ledere, kan det innvendes at det ikke adresserer de underliggende driverne av miljøproblemene. Disse inkluderer systemisk miljørisiko, som tap av biodiversitet og endringer i arealbruk. Det ignorerer barrierene og begrensingene for klimatilpasning, det adresserer ikke vekstparadigmet med sammenhengen mellom forbruk og nedtapping av ressurser, og det overser de fordelingsmessige sidene ved klimaendringer, særlig for de mest utsatte gruppene.

I det innovative scenarioet er utslippene av klimagasser synkende i 2050, men nedgangen er ikke rask nok til å unngå store og irreversible klimaendringer og relaterte miljøeffekter, heller ikke i Norge. Spesielt vil motstanden mot en utfasing av olje og gass bidra til en «overshoot» av den oppdaterte Parisavtalen (2025). I sum vil dette scenarioet, til tross for flere imponerende teknologiske bidrag til en høyteknologisk grønn transisjon, ikke lykkes i å oppfylle de sosiale og utviklingsmessige utfordringene knytta til klimaendringer.

I 2050 begynner Norge og flere andre land, i lyset av de økende kostnadene knytta til klimaendringer, å erkjenne at samfunnet i tiårene forut burde ha oppnådd dypere utslippsreduksjoner, bredere endringer i samfunnet, og en dypere transformasjon i forholdet mellom samfunn og natur. Vi har ikke lyktes i å katalysere den større sosiale transformasjonen som kunne ha ført til et annet globalt samfunn i 2050.

Det alternative scenarioet, det Generative (eller Kreative), gir et større tilfang av bidrag til samfunnsendring, både individuelt og kollektivt. Samfunnet betraktes ikke som en maskin, men som selv-organiserende system med strukturer og organisasjoner som viser vei for utvikling, dog uten behov for ledelse eller kontroll fra toppen. En slik samfunnsorganisering inspirert av kvanteparadigmet åpner for andre muligheter for samfunnsutvikling enn et mer klassisk mekanistisk organisert samfunn.

Til tross for at paradigmer er vanskelige å endre, er dette noe som skjer både blant unge og også blant voksne som opplever en livssituasjon hvor spørsmål rundt verdensoppfatning og paradigmer utløses. Det generative framtidsbildet erkjenner at mange verdier og kjennetegn ved ulike systemer har kulturell verdi, og bør vedlikeholdes. Det generative scenarioet er derfor et evolusjonært, ikke revolusjonært fremtidsbilde.

Som eksempel: mens det Innovative scenarioet betrakter globalisering som en arena for markeds konkurranse og tilgang på ressurser, bygger det Generative scenarioet på globale prosesser for å dele informasjon og promotere transformativ læring, altså de positive sidene ved globalisering. Det antroposentriske verdensbildet er ikke lenger dominerende, mennesket har erkjent seg selv som en del av naturen og tatt ansvar for å beskytte denne helheten.

## Lemen eller leder?

IPCCs femte hovedrapport<sup>11</sup> gjør det klart at fremtiden er et valg. Hvilke veier som velges, vil ha implikasjoner for både sosiale og naturgitte systemer. Hvilken vei vil Norge velge?

Det Innovative scenarioet framstår som attraktivt og relativt enkelt å etterstrebe, og vil sannsynligvis være en dominant respons blant mange land. Fra et globalt perspektiv er dette en risikabel strategi mot klimautfordringen. Det kan betraktes som et «lemen-scenario», med referanse til de mekanismene som trer inn ved store lemen-år.

Alternativt kan Norge ta en tydeligere lederrolle gjennom et mer transformativt scenario for å møte klimaendringene. Om en slik rolle kan realiseres avhenger av hvorvidt og hvordan individer, grupper, organisasjoner og institusjoner forholder seg ikke bare til klimaendringer, men også til endringsprosesser.

---

<sup>11</sup> <https://ipcc.ch/report/ar5/index.shtml>

## 4 CICERO FRAMTIDSBILDE

### 4.1 Teori/tilnærming

Denne delrapporten er ikke eksplisitt på hvilken teoretisk tilnærming rent samfunnsvitenskapelig som legges til grunn for beskrivelsen av et norsk lavutslippssamfunn i 2050. Den legger til grunn et perspektiv som i stor grad bygger på dagens politiske, økonomiske og teknologiske tilstand og tegner en visjon, framtidsbilde, for 2050 innen disse rammene.

Analysen beskriver i hovedsak ett framtidsbilde for 2050. Det pekes i dette framtidsbildet på ulike temaer som representerer viktige rammevilkår for eller effekten av en utvikling mot et lavutslippssamfunn.

Rent metodisk bygger *Visjoner av lav-karbon Norge* i 2050 på en bottom-up analyse med basis i intervjuer av vel 20 representanter i en referansegruppe med representanter fra næringsliv, organisasjoner, myndigheter, forskningsmiljø og miljøorganisasjoner. Disse representantene er fordelt mellom sektorene energi, industri, transport, bygninger, arealbruk/biomasse, og vann/avløp/avfall, samt Norge overordnet. Fokus i intervjuene har vært det globale bakteppet, situasjonen i Norge i 2050, og i den spesifikke sektoren den enkelte kommer fra.

### 4.2 Framtidsbildet

Det utvikles ett hovedscenario for Norge i 2050 som et lavkarbon og klimarobust samfunn hvor gjennomsnittlige utslipp per innbygger er rundt 1-2 tonn klimagasser per år. De viktigste rammevilkårene for utviklingen har vært følgende:

- Globaliseringen av økonomien har fortsatt
- Nye teknologiske gjennombrudd har vært drivende
- En utvikling i tråd med målene i Parisavtalen har lagt grunnlag for en konsistent global klimapolitikk.

Visjonen av Norge 2050 som et lavkarbon og klimarobust samfunn kan illustreres ved å referere de ulike sektorvise eller tematiske sammendragene fra rapporten.

#### 4.2.1 Transport

Verden er blitt ekstremt globalisert. Veksten i transportsektoren er likevel stabilisert. Informasjonsteknologi-løsninger som videokonferanser har ikke kunnet erstatte alle transportbehov. Vi bestiller ting hjem og er mye på nett; post og butikk kommer hjem til deg. Logistikk-bransjen er innovativ. Transportsektoren er utslippsfri. Elektrifiseringen er drevet frem av de store bilprodusentene, som for alvor kom på banen på 2020-tallet. Bilene lades eller drives av 'elektriske' veier.

Urbaniseringen har fortsatt og transportsektoren ble digitalisert. Det er ikke plass til alle bilene og det er derfor mindre vanlig å eie bil. Antall kjøretøy er vesentlig redusert. Allerede på 2020-tallet ble det utenkelig å eie bil innenfor ring 3 i Oslo. Parkering på gateplan innen ring 2 i Oslo er ikke lenger mulig. Dette har ført til større trivsel i byene. Fortsatt finnes det biler på bygda, men disse går på elektrisitet. De nye generasjonene eier stort sett ikke bil, men deler heller på biler. Slike deleordninger har vi allerede sett starten på for flere tiår siden. Folk går og sykler mye mer, noe som er bra for folkehelsen. Av sosiale grunner kommer vi fortsatt til å reise mye. Men, færre vil ha hytte på fjellet. Hyttene er

forbeholdt de rikeste fordi transport er blitt mye dyrere. Det er ikke lenger bil som er greia, men mobilitetstjenester.

For kollektivtrafikken har det blitt utviklet nye løsninger og den har hatt stor vekst. 'Hyper-loop' er utviklet for enkelte strekninger. Bussene er veldig annerledes enn for få tiår tilbake. Drosjenæringen er nærmest forsvunnet, men det er ikke nødvendigvis bildele-tjenesten Uber som er vinneren. Også trikken har blitt utfordret av de nye transport-løsningene. I stedet har det blitt mange ulike transporttilbydere, både offentlige og private. Nye løsninger og teknologier både for hjemkjøring av varer og for persontransport har blitt utviklet på kort tid av mange nye, profesjonelle aktører. Det finnes førerløse busser og biler som henter på stasjon. Nabo-biler brukes for å komme seg til hytta. Over noen tiår har t-banen blitt vesentlig utbygd. Tog-tilbudet har blitt bygd ut, og tidligere dieseltog går på hydrogen.

Tyngre kjøretøy bruker biodrivstoff og hydrogen kombinert med batteri. Fly går på biodrivstoff. Den siste personbilen med utslipp ble solgt i 2025. Energi lagres i transportmidlene. Selvkjørende kjøretøy har blitt standard. De små kjøretøyene importerer vi fra Asia. Flysektoren slet med å kutte utslippene sine. Flyreiser var knyttet til klima-skam, men man flyr fortsatt mye i 2050, men med et mer bevisst forhold til nytten og alternativene for reiser og kommunikasjon.

Skipstrafikken har blitt utslippsfri. Fergeflåten går på strøm (batteri). Båtene veier mye mindre enn før. Det finnes fortsatt forbrenningsmotorer på de store containerskipene, men med økende innslag av biodrivstoff. Norge er fortsatt en stor sjøfartsnasjon og norsk skipsfart er verdensledende på el-båter. Alle småbåter går på el. Vi bygger ikke alle skipene i Norge, men vi har utviklet løsninger for batteri i skips-sektoren og andre høyteknologi-produkter til den maritime næringen. Dette står for en stor del av den norske verdiskapingen. Det er stor satsning på bioøkonomien og den norske verdikjeden for hydrogen. Olje- og gassektoren er ledende på produksjon av hydrogen.

Det er mer samarbeid på tvers av landegrenser, for eksempel når det gjelder infrastruktur for ladning av batterier. Systemene har blitt standardisert slik at de kan fungere mellom land.

#### **4.2.2 Vann, avløp og avfall**

*Vann og avløp:* har vært en foregangssector i å frigjøre Norge fra fossilt brennstoff. Mange vannkraft-teknologier og energi-gjenvinning har vært på plass lenge. Kunnskapen og investeringene har økt slik at også bølge-energi, havstrømmer, og varme fra vannet blir brukt som energikilder. Det totale vannforbruket har ikke endret seg, selv med en økende befolkning, men er blitt effektivisert. Det er store ressurser i avløpsvannet, der mer enn 95% av avløpslammet blir tatt tilbake til jordbruket. Særlig fosformangel har blitt en begrensning på matproduksjonen. Mens fosfor i avløpsvannet har blitt bundet til renskemikalier har teknologien utviklet seg for å få en enda bedre utnyttelse av denne ressursen.

*Avfall:* er først fremst blitt råstoff for ny produksjon, som har redusert mengden ressurser som brukes betydelig. Som ressurs og ettertraktet handelsvare har reststoffer og resirkulering blitt integrert på tvers av sektorene. Avfalls- og gjenvinningsbransjen har dermed endret seg fra å være en aktør som henter og håndterer avfall, til å bli en produsent, distributør og selger av resirkulerte råvarer, råstoff, drivstoff, og brensel. Fokus på matavfall og matsvinn har økt, og salgsleddet løser matavfallsproblemet med å sende det til energi-gjenvinning, og for omdanning til gjødsel for å dekke fosformangelen. Overskudd i matproduksjonen blir derfor med på en nødvendig økning i produksjonen i andre viktige sektorer.

*Lokale løsninger og effektivisering:* Sektorene arbeider i større grad sammen. Produksjon av fisk og vegetabilsk matproduksjon blir kombinert i 'aquaponics', noe som har redusert avfalls-produksjon og forbedret resirkuleringen av råstoffer. Det er energi-økonomisering i alle ledd. På nasjonalt og lokalt nivå er Norge selvforsynt med energi, med lokale anlegg for biogass fra slam og mikro-vannkraft. I tillegg til vann og avløpsrør er også mye av avfallshåndteringen lagt til avløpsanlegg under vann og under bakken, med mange lokale løsninger og husholdninger koblet rett på dette kildesorterings-nettverket. Det finnes også mange næringsbaserte løsninger, som pant på brukte klær, leie av klær, bytting av klær, omdanning av glass til vei- og anleggsprodukt. Sjeldne jordarter og metaller gjenvinnes fra elektrisk og elektronisk avfall, og gjenbruk av bygge- og rivningsmaterialer.

*Tilpasning:* Klimaendringene har gjennom årene gitt en overbelastning av nettverket og en forverring av råvann-kvaliteten til drikkevannet. En stor satsing på økt behandlingsskapasitet i avløpsrør og renseanlegg har minsket trykket på disse systemene. Oppgraderingen fanger nå opp det tidligere vanntapet på 25-30 %. En økning i effektiv utnyttelse, økt gjenbruk, reparasjon, og gjenvinning av restavfallet har medført at det nærmest ikke finnes avfall mer.

#### **4.2.3 Energi, karbonfangst og -lagring**

Sol, vind og biomasse-energi er passet inn i kraftsystemet slik at disse sammen med vannkraft gir størst kapasitet og fleksibilitet når sol og vind varierer. Noe av overskuddet i strømproduksjonen lagres som produsert hydrogen. Bioenergi blir viktigere, der biogass er en reserve når det er lite sol og vind.

Selv om CO<sub>2</sub>-fangst og -lagring har hatt et stort potensiale i Norge har teknologien hatt en trang fødsel på grunn av høye kostnader relativt til karbonprisen, og på grunn av konkurranse med andre teknologiske løsninger for å redusere CO<sub>2</sub>-utslippene, først og fremst billigere fornybar energi og mye høyere energieffektivitet både i produksjon og forbruk. CCS startet i olje- og gass-sektoren, men utviklingen har gått trått. Vi kom langt med karbonfangst og -lagringsløsninger til 2030, og etter 2040 har denne teknologien blitt vanlig. CCS er tilstrekkelig utviklet til å håndtere en del av utslippene fra fossil energibruk og industri. CCS og lagring av europeisk CO<sub>2</sub> under Nordsjøen har blitt en annen viktig næringsvei. Prosessindustrien har utviklet og installert CCS. Biomasse-energi koblet til CCS er med på å fjerne noe CO<sub>2</sub> fra atmosfæren.

Noen flere strømkabler til kontinentet er bygd. Regulering av etterspørselen etter strøm over noen tidsintervaller vil hjelpe på leveringskapasiteten, som er viktigere enn før. På grunn av klimaendringene blir magasinering, flom-sikring, og integrering av systemene viktigere enn i dag.

Petroleumsnæringen har funnet sin rolle i omstillingen, som ledende på miljøvennlig drift, og utvikling av bedre energi-teknologier. Mer effektiv hydrogen-produksjon, til transport og industri, er en lovende næringsvei.

#### **4.2.4 Prosess-industrien**

Utslippene fra prosessindustrien ble redusert til null før 2050. Fossilt karbon er erstattet av nye reduksjonsmidler (som hydrogen). CCS fjerner en del av CO<sub>2</sub>-utslippene. Biomasse-karbon koblet til CCS bidrar til netto fjerning av CO<sub>2</sub> fra atmosfæren. I tillegg har innfasing av inerte anoder ved aluminiumsproduksjon redusert utslippene av CO<sub>2</sub>. CCS ble mindre aktuelt enn mange forventet fordi utslippsfrie prosesser, fornybar strøm og biomasse kom raskt inn. Derfor har karbonprising vært et mindre effektivt virkemiddel for å redusere klimagassutslippene enn for eksempel teknologi-standarder og offentlig støtte til forbedring av teknologiene.

Selv om det har kommet nye og bedre teknologier og strammere reguleringer har eldre anlegg kunnet produsere lenge fordi driften fremdeles var lønnsom.

Et godt samarbeid mellom myndighetene og industrien har vært avgjørende.

#### **4.2.5 Arealbruk og biomasse**

Norges arealbruk og biomasse-bruk består av land (skog, jordbruk, beiteareal, og bebyggelse) og vann. På land har urbaniseringstrenden fortsatt, og den økte befolkningen bor i tettere byer og regionale 'nav' der mange sektorer er knyttet tett opp mot hverandre. Det er også store endringer i arealbruken på havet og i distriktene.

*Matproduksjon:* Marin eller akvakultur-basert produksjon av protein er blitt stort, og overtar for noe av den landbaserte matproduksjonen. Fisk blir i økende grad dyrket i akvakultur, og kombinert med vegetabilsk matproduksjon i 'aquaponics'. Alge-produksjonen er økende for protein og farmasøytisk industri. Norge har effektivisert bruken av fjordene, der regulering av forsuringen med brevann og kalk gir økt produksjon. Fjordene spiller også lokalt en større rolle for kystbonden, som bruker alger bl.a. for gjødsel. Landbruket legges om til mindre kjøttproduksjon og økt vegetabilsk matproduksjon. Norge ligger relativt langt fremme i automatisering og robotisering av landbruket. Utvikling av dronebruk effektiviserer gjødsling og kjemikaliebruk, og øker proteinproduksjonen. Den nye sirkulære bioøkonomien sørger for mindre matsvinn, og økt gjenbruk av bioressurser i landbruket til fordel for en høyere produksjon. M.a.o. blir det produsert mer, kastet mindre, og arealbruken er mer intensiv og effektiv. Matproduksjonen forskyves til grønnsak-produksjon og produksjon i havet. Som et resultat blir Norge nesten selvforsynt mht. matproduksjon.

*Skog:* Endringene i matproduksjon fører til store endringer i landbruksarealene. Skogens rolle i norsk klimaregnskap er fundamental, og den nye skogssatsingen gjør at 50 % av karbon-utslippene kan bindes i skog. Det er også slutt på myr dyrking til fôr-produksjon, som sørger for at mye karbon også bindes i jorda og i biomasse. Den økte skog-biomassen blir også brukt til annet enn energi, som f.eks. høyteknologisk produksjon av lignin til farmasi, cellulose til fôr og biodrivstoff, og til forskning. Skog blir også brukt i erosjonsvern.

*Tilpasning:* Fiskeriene fokuserer mer på andre arter, mens landbruket har blitt mer klimarobust enn skogbruket. Insekter, sopp og ekstremvær gjør skade i skogen, men ikke nok til å ha større økonomiske konsekvenser.

#### **4.2.6 Bygninger - Slik bor vi i 2050**

- Bygg er en viktig sektor med muligheter for store bidrag til avkarbonisering
- Huset ditt produserer mer energi enn du selv trenger
- Smarte styringssystemer løser mange av hjemmets små og store problemer
- Bilen er hjemmets batteri
- Huset ditt utveksler energi med naboen
- De aller fleste materialene inngår i kretsløp.

Norske nabolag ser ikke veldig annerledes ut i 2050 enn 2016. Opp mot 80 % av husene står fremdeles. Likevel er energiforbruket og klimautslippene fra bygg kraftig redusert. Nye bygg er såkalte nullutslipp-hus. Et nullutslipp-hus kompenserer for utslipp i forbindelse med produksjon av byggematerialer, oppføring, vedlikehold, drift og gjenvinning av brukte materialer. Huset produserer mer ren fornybar energi enn det bruker selv. Denne energien brukes enten av eldre hus i samme nabolag eller som drivstoff i el-bilen. Nabolagene er altså koblet sammen i såkalte 'zero emission neighborhoods', som

utnytter at bygg har forskjellige forbruksmønstre og utveksler energi mellom hus, og mellom hus og biler ved behov.

Byggematerialer framstilles nesten uten klimagassutslipp. Gjennom en kombinasjon av CCS og at nyere betong absorberer mer CO<sub>2</sub> under tørking, har produsentene klart å fremstille nullutslipp-betong. Denne betongen har mindre behov for armering, noe som ytterligere reduserer utslippene. De aller fleste materialene som er produsert etter 2025 kan gjenbrukes/resirkuleres og inngår i mer eller mindre faste kretsløp. Nær halvparten av materialene aluminium, stål, gips og glass som er i omløp brukes i bygg. Disse kretsløpene utgjør derfor en vesentlig del av den sirkulære økonomien. At byggematerialene er CO<sub>2</sub>-gjerrige og ressurseffektive er en stor fordel for nullutslipp-hus – det reduserer nemlig kravene til ekstra energiproduksjon.

Vi sluttet å bygge mange små boliger på begynnelsen av 2020-tallet. De siste 30 årene har det vokst frem fleksible bomiljøer der antall private rom er redusert, mens antall flerbruksrom er økt. For eksempel er det ikke lenger vanlig med store spisestuer, nå som mange bomiljøer har selskapslokaler man kan låne.

I de nye husene er hverdagen blitt mye enklere. Tingenes internett og smart bruk av informasjonsteknologi gjør at oppgaver som før tok mye tid, nå løses automatisk. Innkjøp av mat er i stor grad automatisert. Roboter tar husarbeidet, og familie-logistikken glir lett takket være kunstig intelligens.

*Hvordan klarte vi denne omstillingen i bygningssektoren?* Allerede på begynnelsen av 2000-tallet vedtok Norge at kravene til nye bygg gradvis skulle strammes til. TEK15 hadde krav om nær passiv-hus. Fra 2020 ble det krav om nær nullutslipp i driftsperioden, og fra 2030 har alle nye hus måttet være nullutslipp-hus i et livsløps-perspektiv. Disse kravene var ikke nok alene. Alle aktører i bygge-kjeden skal tjene penger på hverandre. Det skapte mye mistillit, og kommunikasjonen mellom aktørene var dårlig. Enova og Siva iverksatte tiltak for at aktørene skulle snakke bedre sammen, og myndighetene innførte virkemidler som øke samspeillet og samarbeidet i sektoren.

For det andre var det viktig å finne forretningsmodeller som gjorde det attraktivt å være fleksibel. For at utvekslingen av energi i 'zero emission neighborhoods' skulle skje optimalt var vi nødt til å gjøre det mer lønnsomt å dele enn å spare på energi. Disse forretningsmodellene omfatter både profesjonelle aktører og enkelt-individer.

Det ble stilt smartere krav gjennom store offentlige innkjøp. Siden 2020 har det offentlige blitt flinke til stille funksjonsbaserte krav heller enn produktbaserte krav. Det har gitt raskere utvikling av nye produkter og har også bidratt til næringsutvikling.

## **4.3 Diskusjon**

I tillegg til teknologien, beskrevet utførlig ovenfor, diskuterer rapporten også temaer innen noen av de andre «store» rammevilkårene for lavutslippssamfunnet.

### **4.3.1 Ressurser og økosystemtjenester**

Tilgangen på strategiske råvarer har blitt en knapphet på globalt nivå, og dette har strategisk betydning for utviklingen i global, europeisk og norsk industri. Knappheten er en viktig drivkraft bak omdannelsen fra lineære økonomier til sirkulære økonomier. Ikke bare sjeldne jordmetaller, men også stoffer som fosfor er blitt kritiske råvarer. EU og flere land i Europa, deriblant Norge, har derfor iverksatt strategier for å gjøre seg mindre avhengig av importert fosfor og andre råvarer gjennom økt gjenvinning av

materialer (og i mindre grad minsket forbruk). Gjenvinning og bruk av slam til landbruket er økende i mange land.

Ressursknapphet har blitt løst med effektive markeder, mens løsning av økologiske problemer har vært vanskeligere, spesielt de som er knyttet til globale fellesgoder – som klima.

Tørkeområdene har vokst og nye har kommet til. Klimaendringer og befolkningsvekst har ført til mangel på ferskvann i store deler av verden. Mye tørke i land rundt ekvator fører til for liten matproduksjon. Det har også skjedd store arealendringer i områder som er marginale for jordbruk, som videre har ført til folkeflyttinger mot mer gunstige klimasoner, stort sett nordover.

Økt globalt fokus på sirkulær ressursbruk har resultert i nye teknologier for å produsere ferskvann av avløpsvann, og til og med drikkevann. I tørkeområder er teknologi for å utnytte grunnvann viktig for å skaffe vann. Andre steder har man utviklet teknikker for avsalting for å utvinne ferskvann fra havvann. Tilgang på vann påvirker matproduksjonen, og det er investert mye i vanngjenvinning, forbedringer i produksjonsprosesser, og redusert bruk - som dryppeteknologier i landbruket.

Det er arealkonflikter mellom bioenergi og andre formål. Mange land har inngått bilaterale avtaler for å sikre markeder og handel med bioressurser.

Globalt ser vi en mye bedre ressursutnyttelse enn tidligere. Stater og sektorer gjenbraker i mye større grad ressursene (sirkulær ressursbruk). For en full omstilling til lauslippsamfunnet viste det seg at det var nødvendig å tenke mer helhetlig på jord-, arealbruk, og skog.

På grunn av klimaendringen og andre påvirkninger blir biodiversiteten presset (som blant annet betyr utrydding av arter). Bl.a. har press på regnskogen i Brasil og andre områder redusert biodiversiteten. Det har også blitt større press på mange fiskeressurser. En del områder der det bor folk i 2016 vil bli ubeboelige i 2050.

#### **4.3.2 Politikk - organisering**

De store landene var aktive innen klima og dro dermed de andre landene over et vippepunkt for en proaktiv og konsistent global klimapolitikk. Klima- og miljøaspekter fikk større betydning i internasjonal handel og transport. Paris-avtalen medførte mange nye internasjonale regler på utslipp, inkludert karbonprising, og regler for redusert bruk av fossilt brensel. På globalt nivå ble det iverksatt sanksjoner mot land som ikke klarte å holde sine klimaløfter. Krav til gjennomføring av livsløpsanalyser ble grunnlaget for at produkter og tjenester med høyt klimaavtrykk måtte betale klimagebyrer eller fikk importforbud. Teknologi fra i-landene har blitt gjort tilgjengelig for u-landene. U-landene har ikke behøvd å gå igjennom i-landenes fossile fase. De globale institusjonene snakker bedre sammen, for eksempel UNFCCC og WTO.

En fundamental omstilling av samfunnet er nødvendig for å nå Paris-målene, med et omstilt energisystem. Verden har satt klare premisser for å redusere utslippene av både langlevde og kortlevde klimagasser. Mye av den grønne teknologien finnes i 2016, men den må bli billigere. Andre motiver for omstilling har ofte vist seg å være viktigere enn klima, slike som behovet for urbanisering, redusert forurensing, sikker leveranse av energi, og utbygging av nye næringer. En global CO<sub>2</sub>-pris ble vanskelig å få til. I stedet kom regionale tiltak og selektive virkemidler. Karbonprising og klimavoter har spilt en viss rolle, men ble mindre viktig enn teknologi-standarder, der forskjellige virkemidler har variert mellom land.



### 4.3.3 Samfunn

Kompakt og sirkulært er sentrale stikkord for samfunnsutviklingen. Kompakt innebærer en fortsatt trend mot urbanisering av boform og arbeidsliv. Det utvikles kompakte og miljøvennlige byer, der det meste av transportbehovet dekkes av kollektive transportmidler og ulike former for bildeling. Kompakte byer innebærer også sosiale fordeler, gjennom flere og bedre møteplasser for mennesker. I tillegg til kollektive og bil-uavhengige transportløsninger, åpner en slik byutvikling også for mer effektive og fleksible energiløsninger knytta til bygningssektoren.

Stikkordet «sirkulær» knyttes mot en mer effektiv ressursbruk. Sirkulære materialstrømmer (og verdikjeder) reduserer både avfallsproblemet og behovet for jomfruelig råstoff. Delingsøkonomien er en del av denne tenkingen: en bedre utnyttelse av «kapitalgoder» gir en mer ressurseffektiv økonomi som kan eliminere betydelige deler av behovet for naturressurser. Økt omfang av gjenbruk og reparasjon av forbruksvarer er også en konsekvens av disse omstillingene. I dette scenarioet har delingsøkonomien tatt fullstendig over i 2050. En annen konsekvens av denne nye tilnærmingen er overskudd av energi (fornybar), som reduserer konflikter i verden og derfor skaper mer stabilitet.

Teknologiutviklingen, med bl.a. automatisering av mange funksjoner, har fått konsekvenser for organiseringen av arbeidslivet. Det er innført tredagers arbeidsuke, og betydelig fleksibilitet i arbeidslivet.



## 5 NORD UNIVERSITET FRAMTIDSBILDER

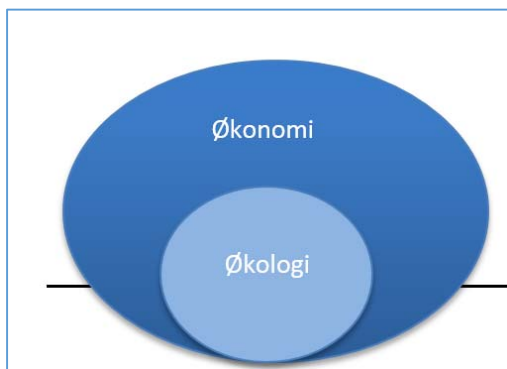
Denne analysen tar som utgangspunkt at klimaendringene og overforbruk av naturressurser for en stor del er et resultat av det dominerende økonomiske paradigmet som forutsetter ubegrenset økonomisk vekst. Økonomisk vekst er knyttet sammen med antakelsen om at økt forbruk gir økt tilfredshet og lykke.

Kjernen i rapporten er to ulike fortellinger (narrativer) av hvordan et fremtidig lavutslippssamfunn kan se ut. Begge narrativene bygger på en seriøs intensjon og vilje til å løse de miljømessige og sosiale problemer samfunnet står overfor. De tar utgangspunkt i at de store samfunnsutfordringene innenfor økonomi, miljø og samfunn krever løsninger som overskrider tradisjonelle faggrenser. Det vil si en transdisiplinær tilnærming, der problemene, eller mer presist de praktiske utfordringene, ikke kan løses innenfor avgrensede fagområder, de krever løsninger på tvers av tradisjonelle faggrenser.

### 5.1 To hovedlinjer: Grønn økonomi og Økologisk økonomi

De to sentrale posisjonene som utvikles i rapporten refereres til som *Grønn økonomi* og *Økologisk økonomi*. De to scenarioene skilles fra hverandre langs ulike dimensjoner. *Grønn økonomi* baseres på den etablerte økonomiske ideologien, men med samarbeid med andre fagdisipliner i å løse klimautfordringen. *Økologisk økonomi* er en transdisiplinær tilnærming der faggrensene viskes ut og der praksis står i fokus. Tilnærmingen har paralleller til utopi-forskning, hvor den grønne fortellingen utvikles innenfor dagens ideologiske rammebetingelser, mens den økologiske fortellingen bygger på en alternativ (utopisk) modell som bryter med dagens samfunnmessige og økonomiske system.

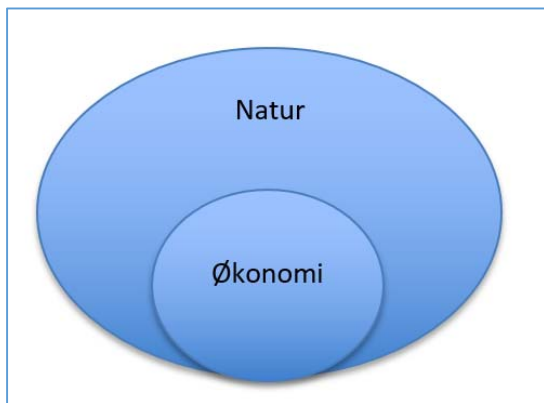
En *grønn økonomi* forstås som en tilnærming der fokus er å finne frem til virkemidler som er egnet til å redusere negative symptomer ved hjelp av markedsøkonomiens verktøykasse. Dermed er det mulig å redusere skadevirkningene av etablert økonomisk teori og praksis, uten å foreta grunnleggende strukturelle endringer. Fordi tiltakene ikke rokker ved den grunnleggende ideologien, bidrar de til å opprettholde 'business as usual'. Et sentralt virkemiddel i denne modellen er «økonomisk internalisering». Det vil si at negative miljømessige og sosiale virkninger knyttet til økonomisk praksis blir regnet om til pengeverdi og trukket inn i bedriftenes regnskapssystemer. Idéen er, at dersom negativ påvirkning av naturen konverteres til markedspriser får bedriftene et økonomisk insentiv til å utvikle miljøvennlige produkter (se figur). Gjennom økonomisk internalisering blir naturen tolket inn i en økonomisk forståelsesramme. På samme måte kan nudging, grønne skatter, lover og forskrifter være relevante verktøy for å fremme en grønnere økonomi.



Figur 3: Økonomisk internalisering

I rapporten hevdes det at «et av de alvorligste ankepunktene mot grønn økonomi er ifølge Rees (2000)<sup>12</sup>, at den bidrar til å skjule de virkelige problemene bak ‘a veil of green words and concepts’. Konsekvensen er, at grønn økonomi, til tross for gode intensjoner, har bidratt til å forsterke miljøproblemene med det resultat, at det er behov for stadig sterkere virkemidler for å begrense skadevirkningene.»

*Økologisk økonomi*, derimot, er en betegnelse som reflekterer at økonomien på den ene siden er underordnet økologiens rammer, og på den andre siden at økonomien bygger på økologiske prinsipper. Det innebærer blant annet at økonomisk virksomhet ikke er et mål i seg selv, men et virkemiddel for å styrke livsprosesser i natur og samfunn. Økologisk internalisering innebærer ifølge Hopfenbeck<sup>13</sup> at økonomi blir forstått ut fra økologiske prinsipper og tilpasset naturens tålegrenser. Dette illustreres ved følgende figur.



Figur 4: Økologisk internalisering

Det pekes på tre hovedutfordringer som økologisk økonomi må bidra til å håndtere:

- Begrense totalforbruket av naturressurser
- Bidra til ´rettferdig´ fordeling av ressurser
- Bidra til effektiv ressursutnyttelse

Innen økologisk økonomi argumenteres det for at målene bare kan nås dersom det blir gjort grunnleggende endringer i de strukturelle rammebetingelsene. Som eksempler nevnes at desentraliserte samarbeidende nettverk erstatter atomiserte konkurransemarkeder, sirkulære verdikjeder erstatter lineære verdikjeder, fokus rettes mot prosesser mer enn produkter og livskvalitet erstatter materielt forbruk som målsetning for økonomisk virksomhet.

## 5.2 Forbruk og vekst

De to framtidsbildene har ulike tilnærminger til sentrale konsepter som forbruk og vekst. En viktig endring ved overgang fra grønn til økologisk økonomi, er at definisjonen av produktet endres fra å være en “bundle of characteristic offered by one party, the seller, to another party, the buyer”<sup>14</sup> til en

<sup>12</sup> Rees, William (2000): Is there Intelligent Life on Earth? Parkland Institute Conference, Edmonton Alberta Nov. 18. (<http://aurora.icaap.org/talks/parklandrees.html>)

<sup>13</sup> Hopfenbeck, W. (1992); The Green Management Revolution – lessons in Environmental Excellence. Prentice Hall.

<sup>14</sup> Bagozzi, Richard (1986); Principles of Marketing Management, Science Research Associates Inc, p. 137.

kompleks sammenheng av enheter integrert i sosiale og økologiske nettverk<sup>15</sup>. På grunn av produktets dynamiske karakter kan det ikke reduseres til et fysisk objekt, det vil alltid være integrert i sosiale og økologiske prosesser. Med andre ord, bærekraftig produksjon og forbruk forutsetter tilstedeværelsen av rettferdig sosial orden, og økonomi i harmonisk samspill med naturen.

Tabell 1: Ulike perspektiver på bærekraftig forbruk.

	Grønn økonomi	Økologisk økonomi
På kort sikt	Maksimalt forbruk	Redusert forbruk
På lang sikt	Maksimalt grønt forbruk	Integrert forbruk

Innen grønn økonomi er målet på lengre sikt å tilby grønnere produkter med egenskaper som tar hensyn til definerte økologiske, sosiale og økonomiske kriterier uten at selve systemet blir utsatt for kritikk eller krav om endring. Innenfor økologisk økonomi er målsetningen på kort sikt relativ økning i forbruket av produkter som har positiv innvirkning på økosystemer, sosiale systemer og individuell livskvalitet, på bekostning av produkter som mangler disse egenskapene. På lengre sikt er målsetningen å bidra til strukturell utvikling som gir grunnlag for integrert forbruk innenfor livskraftige samfunn preget av kulturelt mangfold, høy livskvalitet og bærekraftig natur.

Vekst blir forstått svært forskjellig innen henholdsvis grønn og økologisk økonomi. Mens grønn økonomi definerer vekst som en del av løsningen på sosiale og miljømessige utfordringer blir vekst oppfattet som kjernen i problemet innenfor økologisk økonomi. På kort sikt aksepterer grønn økonomi at tradisjonell vekst er nødvendig for å håndtere utfordringene innenfor samfunn og natur. I et lengre tidsperspektiv er målsetningen å gjøre veksten så grønn som mulig. Det vil si, at de negative virkningene av veksten skal reduseres mest mulig. Innen økologisk økonomi er målet både på kort og lang sikt å redusere forbruket til et nivå som gir optimale livsbetingelser for mennesker innenfor rammene av livskraftige økosystemer. Det er likevel et klart skille mellom de kortsiktige og de langsiktige målene, på kort sikt skal forbruksveksten ned mot null, på lang sikt er fokus rettet mot å utvikle økonomiske strukturer som gir grunnlag for kvalitativ utvikling.

Tabell 2: Ulike perspektiver på vekst

	Grønn økonomi	Økologisk økonomi
På kort sikt	Vekst BNP	0-vekst
På lang sikt	Grønn vekst	Kvalitativ utvikling

### 5.3 Narrativene - framtidbildene

Narrativene – framtidfortellingene – er basert på de to hovedposisjonene som er kontrastert i diskusjonen ovenfor. Den narrative metoden er kombinert med kafédialog og utopiforskning for å gi innhold til de to fortellingene. For detaljer vedrørende metode og prosess bak narrativene vises det til

<sup>15</sup> Ims, Knut J., Jakobsen, Ove, Zsolnai, Laszlo (2015): Product as Process - Commodities in mechanic and organic ontology, Ecological economics 110 (11-14)

originaldokumentet. Vi referer her kort noen hovedpunkter fra de to framtidsbildene. For de helhetlige framstillingene vises igjen til originaldokumentet.

### 5.3.1 Framtidsbilde 1: Grønn økonomi

Hovedtrekkene i dette samfunnet er følgende:

*«Det har ikke skjedd noen grunnleggende endringer innenfor samfunnsliv og økonomi. Sentraliseringen av blant annet kommuner, sykehus og høyere utdanning har ført til en oversiktlig og effektiv struktur som gir muligheter for detaljert styring og kontroll fra toppen. Næringslivet består av store internasjonale konserner med filialer i alle større byer. Dette gir grunnlag for styring og kontroll med produksjons, distribusjons og gjenvinningssystemer. Systemet er effektivt og har klart å holde de negative virkningene av det moderne samfunn under kontroll. Ny teknologi har bidratt til å håndtere problemer i tilknytning til bl.a. utslipp av klimagasser, i tillegg er det utviklet teknologi som sikrer tilgang på tilstrekkelig fornybar energi.*

*Samfunnet (nasjonalt og internasjonalt) er forankret i verdier som like muligheter for alle og et mål om økt individuelt materielt forbruk. Forutsetningen er kontinuerlig økonomisk vekst med minst mulige negative virkninger for natur og klima. Samfunnsmodellen bygger på at individualistisk konkurranse er den viktigste drivkraften bak veksten.*

*For å holde systemet under kontroll er det etablert et slagkraftig politi og militærvesen som sikrer akseptabel trygghet for befolkningen. Etterretning og overvåkning er nærmest altomfattende gjennom aktiv bruk av sosiale medier og andre overvåkningssystemer.*

*Alt i alt er samfunnet preget av høy materiell levestandard og rimelig kontroll over negative skadevirkninger på natur og miljø. I tillegg er befolkningen rimelig beskyttet mot terror og vold.*

*Baksiden av medaljen er at samfunnet fungerer som en velsmurt mekanisme uten særlig rom for individuell kreativitet og originalitet. Alle må tilpasse seg systemet. Et ensrettet skolevesen bidrar til å forme den enkelte slik at alle passer inn i systemet. På denne måten har samfunnet utviklet seg i en materialistisk retning der andre verdier enn de materielle er blitt skjøvet i bakgrunnen. Gjennom utdanning og reklame har det lyktes å få befolkningen til å godta at frihet er muligheten til å velge blant mange produkter i stadig større kjøpesentra.*

*Til tross for den tilsynelatende velstand på de fleste områder er det økende misnøye blant befolkningen. Ensrettingen av kulturen nasjonalt og globalt har ført til rotløshet og manglende identitet. Lokalsamfunn har gått opp i store upersonlige enheter der den enkelte kun er en passiv tilskuer til utviklingen. Mangel på mangfold og relasjoner har ført til et mekanisk kulturliv der de fleste er passive tilhørere eller konsumenter av kulturelle tjenester. Resultatet er gryende misnøye og til dels desperasjon.»*

Hvordan er så livet i det «grønne» samfunnet? Dette besvares gjennom en fortelling rundt en storfamilie som bor på en gård, men som er engasjert i ulike yrker og utdannings situasjoner. Innholdet i dette framtidsbildet kan beskrive ved sentrale stikkord:

- 100 kommuner i Norge, mange gamle kommunesentra står tomme
- Mange pendler til byene grunnet høye boligpriser, privatbilismen lever.
- Automatiserte og effektive oppvarmingssystemer.

- Fokus på arealeffektiv byggeskikk og lokal energiproduksjon.
- Boliger bygges etter passivhusprinsippet, stram regulering på utførelse og materialer.
- Egenprodusert ved til oppvarming av bolig på bygda, men forbudt i byene.
  
- Eldrevne og hybride kjøretøy, også varetransport. CO<sub>2</sub>-utslipp fra biltrafikk har derfor gått kraftig ned.
- Biodrivstoff produsert fra fiskeavfall, treavfall og ved fra landbruksareal. En global konsekvens av denne teknologien er reduksjon i skogressurser.
- Flyreiser dyrere, må klimakompenseres.
- Elektriske hurtigtog mellom Oslo – Bergen/Stavanger og Oslo – Trondheim.
  
- Melkeproduksjon: automatisert/robotisert vanning, føring og melking, solstrøm gir varme og ventilasjon.
- Dyrefôr: gras produsert lokalt, miljøsertifisert importert kraftfôr.
- Miljømerking og sporing av verdikjedene for matvarer.
  
- Forskning fokusert på anvendt forskning for å redusere utslipp.
- Trening på tredemølle i treningsentralen.

### **5.3.2 Framtidsbilde 2: Økologisk økonomi**

*«Samfunnet i 2050 bærer fortsatt preg av de store forandringene som ble gjennomført fra årtusenskiftet. I begynnelsen i det små og lite synlig, etter hvert mer omfattende og dramatisk. I mange politiske partier, organisasjoner og bedrifter utviklet det seg grupper av mennesker som innså at det ikke er tilstrekkelig å dempe symptomer innenfor det etablerte systemet. De erkjente også at den sterke fokuseringen på utslipp av klimagasser og forurensende energi var i ferd med å tåkelegge andre enda viktigere utfordringer. For å håndtere utfordringene mente de det var nødvendig med grunnleggende endringer i samfunnssystem og økonomisk teori og praksis. Motsetningene mellom tilhengere av det bestående og de som ønsket forandring kulminerte rundt 2020, fra da av var det enighet om at utviklingen måtte ta en ny retning.*

*Selv om ikke alle var samstemt i hvilken retning som var ønskelig, hersket det enighet om noen grunnleggende prinsipper. I stedet for sentralisering og fremmedgjøring ønsket de desentralisering og aktiv deltakelse. I stedet for et system basert på individualisert konkurranse mente de samarbeidende desentraliserte nettverk var å foretrekke. I stedet for ensidig vektlegging av effektivitet og økonomisk lønnsomhet var fokuset mer rettet mot selvrealisering av den enkelte og av samfunnet (Selvet med stor S).*

*I stedet for sentralisering, ble store kommuner delt inn i mindre enheter. De mindre enhetene fikk mulighet til å utvikle sine egne løsninger på mange oppgaver samtidig som de samarbeidet med andre om felles løsninger på områder der det var hensiktsmessig. Hva som var hensiktsmessig ble ikke bare vurdert ut fra effektivitet og lønnsomhet, andre verdier knyttet til natur, samfunn og individ ble også trukket inn i beslutningsprosessen. Økt mangfold førte til mer livskraftige samfunn, men det førte også til lavere effektivitet på enkelte områder. Kulturlivet blomstret ved at stadig flere fikk mulighet til å utvikle egne kunstneriske (i vid betydning) evner gjennom skole og samfunnsliv.*

*Kortere avstander mellom produksjon, distribusjon, forbruk og gjenvinning førte til sterk nedgang i behovet for transport av alle typer varer og tjenester. Ny medieteknologi åpnet for utvikling av globale nettverk som ga grobunn for uendelig mange spennende, kreative relasjoner mellom forskjellige kulturer. Ansatte i barnehager, skoler og høyere utdanning fikk frihet til å utvikle nye programmer i samspill med de sosiale og naturgitte omgivelsene. Dette førte til et mangfold der elever og studenter kunne velge ut fra egne interesser og ønsker.»*

Livet i et samfunn organisert etter prinsippene for økologisk økonomi kan karakteriseres ved følgende stikkord:

- Makstid på folkevalgte i Storting og i regjering gir lavere terskel for mer radikale politikkforslag.
- Grasrota mer involvert i samfunnsutviklingen.
  
- Mer småskala landbruk og basis i lokale forressurser.
- Overgang til vegetarisk kosthold.
- Mer egenprodusert mat (grønnsaker).
- Mer lokal foredling av mat.
- Kostholdet preges mer av produkter basert på lokale ressurser.
- Mer «mørkt» beitebasert kjøttproduksjon, mindre «lyst» kraftfôrbasert.
  
- 6 timers arbeidsdag er innført: mer tid til venner, familie, sosialt liv.
- Hjemmekontorløsninger reduserer transportbehov.
  
- Samkjøring i bil lokalt, lengre reiser basert på tog. Jernbane utbygd til Kirkenes.
- Det meste av langtransport foregår på jernbane.
  
- Klyngevis desentralisert boligbygging, redusert press på byene.
- Boligfelt bygges som små landsbyer med fellesrom til ulike aktiviteter.
- Fokus på å samlokalisere bolig og arbeidsplass mest mulig.
- Landbruksjord skjermes fra boligbygging.
- Alle boliger har fastbrenselovn.
- Boliger bygges med mindre areal enn før.
  
- Mindre materielt forbruk, deleringer er utbredt.
- Resirkulering og gjenbruk av emballasje og andre bruksgjenstander.
- Forbruksvarer er blitt dyrere, men bygd for å vare lenger og å kunne repareres.
  
- Utdanning med fokus på helhetlige sammenhenger.
- Forskning i tverrfaglige team, tradisjonell instituttstruktur er forlatt.
  
- Bioenergi med basis i ulike naturlige restprodukter.

## **5.4 Diskusjon**

Dette bidraget fra Nord universitet setter forholdet mellom økonomi og økologi i sentrum ved beskrivelse av alternative framtidige lavutslippssamfunn. Dette forholdet har to hoveddimensjoner. For



det ene er det et ontologisk spørsmål om det grunnleggende forholdet mellom det økologiske systemet og økonomien. Innen framtidsbildet «Grønn økonomi», som bygger på rådende politisk og økonomisk ideologi, betraktes det økologiske systemet (naturressursgrunnlaget) som et system separert fra det økonomiske systemet. Klimaendringer og andre miljø- og ressursutfordringer løses ved å internalisere eller synliggjøre disse innen det økonomiske systemet, som prissignaler eller på andre måter i beslutningsprosesser til økonomiske aktører. «Økologisk økonomi» legger til grunn at samfunnet/økonomien er systemmessig underordnet det økologiske systemet, og at en langsiktig økonomisk utvikling må skje som prosesser integrert i det økologiske systemet.

Den andre dimensjonen som skiller disse to framtidsbildene, er knyttet til samfunnsstrukturer. En økologisk økonomi karakteriseres i større grad av at atomistiske konkurransemarkeder erstattes av desentraliserte samarbeidende nettverk, lineære verdikjeder erstattes av mer sirkulært orienterte materialsystemer, produktfokus og materielt forbruk reorienteres mot prosesser og livskvalitet. Vekst i et «grønnvasket» BNP erstattes av et fokus på en kvalitativ økonomisk utvikling. Det pekes også på at en vekstorientert markedsøkonomi kan ha negative fordelingsmessige effekter, og at disse vil kunne håndteres på en annerledes måte i et «økologisk økonomi» scenario.

Denne tydeliggjøringen av to ulike (og etter vår tolking: inkompatible) scenarier innebærer at vi må gå dypere inn i de forutsetningene som skiller dem. Denne diskusjonen kommer vi tilbake til i denne rapportens del 2.

De konkretiserte scenarioene, som bygger på disse to prinsipielt ulike posisjonene, gir et levende bilde av alternative dagligliv i et norsk samfunn etter 2050. De konkrete effektene av ulike retningsvalg mot lavutslippssamfunnet kommer til syne i disse beskrivelsene.



## 6 NTNU FRAMTIDSBILDER

I rapporten fra NTNU utvikles tre scenarier for Norge etter 2050. Disse scenarioene er resultatet av beslutninger om «politiske veivalg» som antas gjennomført innen få år. De enkelte scenarioene representerer politiske posisjoner som gjenfinnes i den norske samfunnsdebatten i dag, og rendyrker og spissformulerer de antatte effektene av et slikt tenkt retningsvalg. Formålet med framtidsbildene er derfor mer å fungere som utgangspunkt for diskusjoner heller enn eksakte prediksjoner om framtida. De tre scenarioene er:

- Oil till you drop
- Green taxation society
- Collective engagement society

### 6.1 Teori – tilnærming

I rapporten legges det til grunn en forståelse – definisjon – av Lavutslippssamfunnet Norge som innebærer et årlig utslipp av drivhusgasser (CO<sub>2</sub>-ekvivalenter) per person på rundt 1 tonn. Denne størrelsen er basert på en fotavtrykkberegning, og inkluderer dermed indirekte utslipp knytta til import, i tillegg til direkte innenlands utslipp.

Utviklingen mot et lavutslippssamfunn betraktes som en samfunnsmessig ønsket overgang (transition) som kan forstås innen de teoretiske rammene av de engelskspråklige konseptene *strategic niche management*, *multi-level perspective* (MLP) og *transition management*.

Strategic niche management innebærer at det er behov for en beskyttet «nisje» i markedet hvor nye teknologier og systemer får rom til utvikling.

*(S)trategic niche management is the creation, development and controlled phase-out of protected spaces for the development and use of promising technologies by means of experimentation, with the aim of (1) learning about the desirability of the new technology and (2) enhancing the further development and the rate of application of the new technology.*<sup>16</sup>

En slik nisje må fases ut etter hvert, da teknologien enten må klare markedskonkurransen, eller den mislykkes. Vellykket strategic niche management avhenger av tre nøkkelfaktorer. Visjoner og forventninger knytta til nisjeteknologien må være bredt forankret, et bredt nettverk av relevante aktører må engasjeres, og læringseffekter må inkludere også andre ordens læring<sup>17</sup>. Myndighetenes rolle i å understøtte nisjeutvikling er sentral.<sup>18</sup>

Multi-level perspective bygger rundt nisjemodellen ved å introdusere to nivåer i tillegg til nisjen som bidrag i å forstå slike endringsprosesser. *Makronivået* refereres til som «landskapet» og inkluderer de overordna sosio-tekniske rammevilkårene, som den usynlige kulturelle og sosiale kapitalen, politiske

---

<sup>16</sup> Kemp, R., Schot, J. & Hoogma, R., (1998). Regime shifts to sustainability through processes of niche formation: The approach of strategic niche management. *Technology Analysis & Strategic Management*, 10(2), pp.175–195.

<sup>17</sup> Første ordens læring innebærer å holde fast ved et innlært mønster, læring styrker da status quo. Andre ordens læring innebærer å endre handling i tråd med erfaringer innen et innlært mønster, dvs. å lære av feil. Se Hoverak og Gjerdem (2010): Læring og kunnskapsutvikling i kommunal barneverntjeneste. *Fontene Forskning* 2/10, s. 41.

<sup>18</sup> Mazzucato, M., (2013). *The Entrepreneurial State: Debunking Public vs. Private Myths in Risk and Innovation*, London, New York, Delhi: Kindle Edition.

prinsipper og verdensbilder, og de mer konkrete strukturer og institusjoner som kjennetegner samfunnet. *Mesonivået* er det «sosiotekniske regimet», som viser til den dominante praksis, regler og teknologier som gir stabilitet til og underbygger det eksisterende sosio-tekniske systemet. Endringer på regimnivå er som regel inkrementelle og søker å optimalisere systemet. *Mikronivået* blir da den teknologiske nisjen, det beskyttede rommet hvor radikale innovasjoner og eksperimenter finner sted. Selv om fokus ofte er på nisjen, vil viktige endringsprosesser kunne oppstå på alle de tre nivåene i modellen.

Transition management – endringsledelse – var opprinnelig formulert som en «forvaltningsmessig» tilnærming med formål å understøtte og framskynde beslutninger knyttet til bærekraftige endringer i samfunnet. Det kan ses på som en prosess-orientert versjon av MLP. Transition management plasserer seg på nivået mellom top-down sentral styring og bottom-up nisjefokus. Transition management har fokus på å:

*(C)reate a societal movement through new coalitions, partnerships and networks around arenas that allow for building up continuous pressure on the political and market arena to safeguard the long-term orientation and goals of the transition process.*<sup>19</sup>

En refleksiv offentlig sektor er en viktig del av Transition management, det innebærer at offentlige aktører oppfatter seg selv som en del av den dynamikken de skal forvalte. Det innebærer evne til å lære og justere innretning på veien mot målet.

Disse teoretiske rammene har følgende to viktige implikasjoner på scenarioene. For det første, tekniske faktorer kan ikke betraktes uavhengig av de sosiale rammene de utvikles innenfor. Alle slike endringer (transisjoner) er derfor sosiotekniske. For det andre, sosiotekniske endringer kan oppstå på landskapsnivå, innen det sosiotekniske regimet, og på nisjenivå. Fokus er imidlertid oftest på sosiotekniske innovasjoner innen nisjer.

Det antas at den grunnleggende årsaken bak de endringer som leder mot 2050-samfunnet er ulik i de tre scenarioene. I oil-drop ligger kilden i et brudd på landskapsnivå, i green-tax scenarioet kommer drivkraften hovedsakelig fra det sosiotekniske regimet, mens i scenarioet kollektiv oppstår endringer på alle nivåer, men ikke uten en aktiv nisjestrategi for å stimulere læring og eksperimentering.

## 6.2 Scenarioene

Hovedtrekkene i de tre scenarioene er følgende:

### 6.2.1 Oil till you drop

Dette er baseline-scenarioet til det internasjonale energibyrådet IEA (New Policies Scenario) fra World Energy Outlook 2015<sup>20</sup>. Det inkluderer de nasjonale utslippsreduksjonene (INDC) som landene som signerte Parisavtalen (COP21) har forpliktet seg til. Scenarioet oppfyller ikke 2-gradersmålet, og er begrunnet i en historikk som sier at det har vist seg vanskelig å oppnå vesentlige kutt i globale utslipp.

I dette scenarioet fortsetter Norge å satse på olje- og gassutvinning som den sentrale næringen. Fortsatt utvinning av olje og gass, sammen med en sterk tro på CCS, er forstått som den eneste farbare vei, eller overgang, mot et lav- eller nullutslippssamfunn.

---

<sup>19</sup> Loorbach, D. & Rotmans, J., (2010). The practice of transition management: Examples and lessons from four distinct cases. *Futures*, 42(3), pp.237–246. P. 239.

<sup>20</sup> IEA (2015): World Energy Outlook 2015. International Energy Agency (IEA).

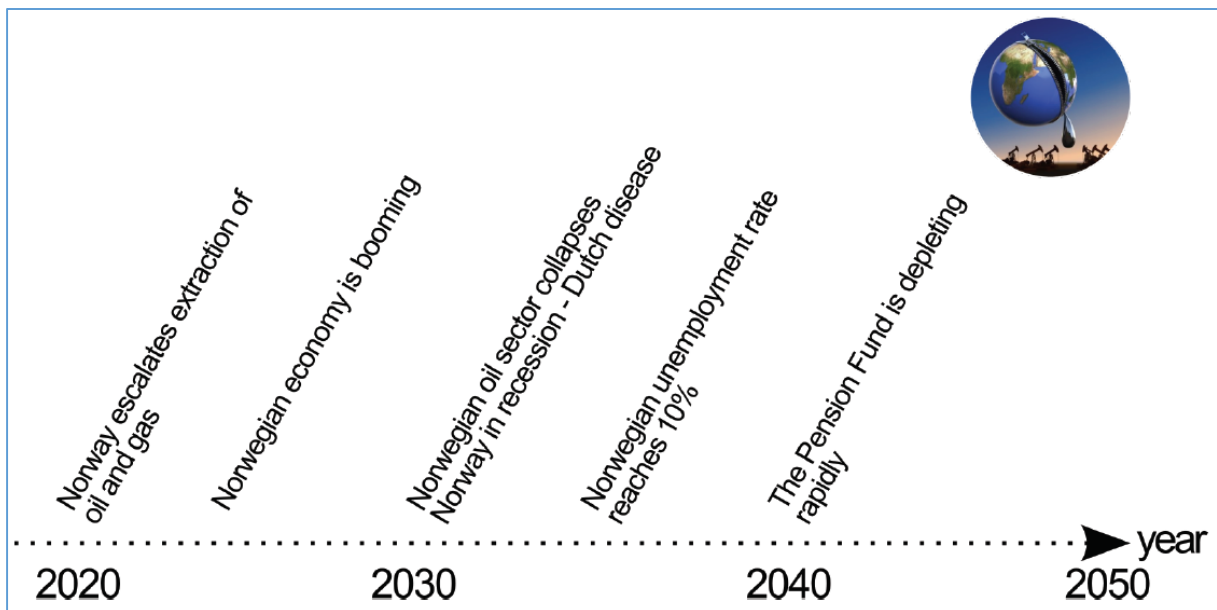
Eksterne forhold fører til sterkt redusert etterspørsel etter olje og gass fra 2030. Den norske økonomien er ikke forberedt på dette. Negative ringvirkninger fører til økt arbeidsledighet, pensjonsfondet tømmes og hele velferdsstaten settes under press.

Globale klimaendringer fører til vedvarende immigrasjonspress.

EU bryter opp på 2030-tallet og vi ser økt populisme/nasjonalisme i Europa.

Norske karbonutslipp fortsetter å øke til 2030, men deretter synker de som følge av nedgangen i økonomien. Norge er likevel ikke et lavutslippssamfunn i 2050.

«Oil till you drop» er et top-down scenario uten særlig klimaengasjement fra befolkningen. Overgangen til en lavkarbon livsstil går sakte.



Figur 5: «Oil till you drop»

### 6.2.2 Green taxation society

Dette scenarioet er i tråd med IEAs 450 scenario, som bygger på tiltak som karbon-prising, bioenergi med karbonfangst og -lagring (BECCS), og fortsatt fokus på energieffektivisering. Grønn-skatt scenarioet ledes av en fortsatt sterk tro på «grønn vekst»: fortsatt økonomisk vekst men med redusert press på naturressursene (såkalt økologisk modernisering).

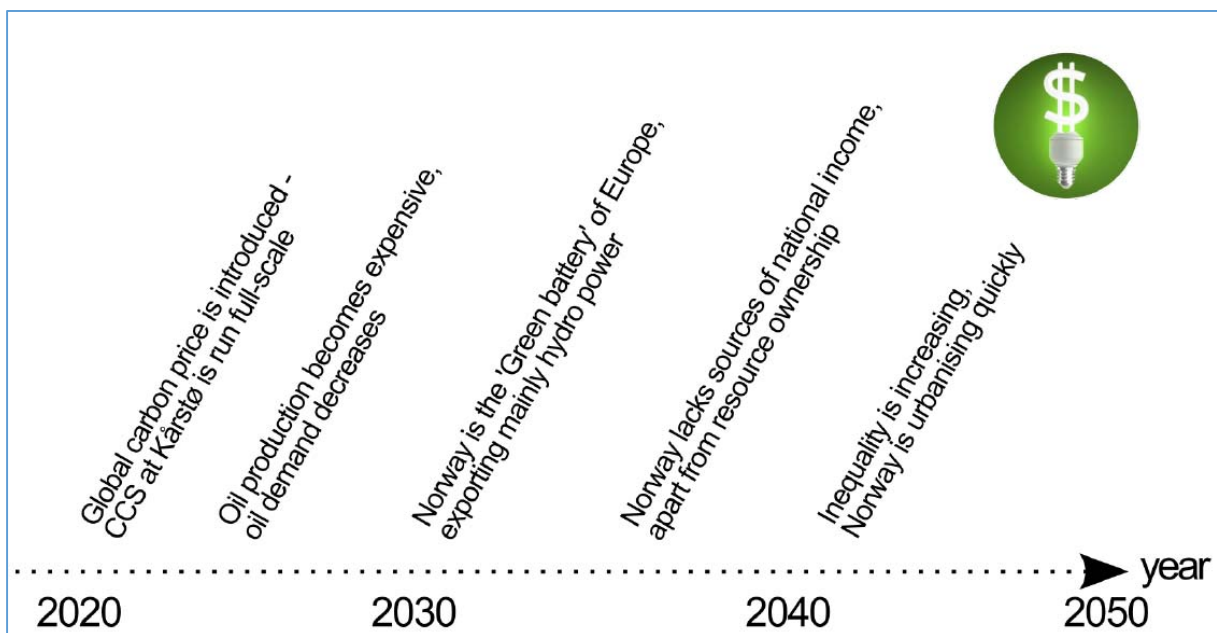
Økonomiens virkemidler er hovedsakelig rettet mot tilbudssiden, i form av en global karbonpris. Eksplisitte tiltak for å redusere etterspørselen er ikke satt i verk, med unntak av enkelte «grønne» avgifter. Disse anvendes primært på forbruksvarer med et betydelig karbonfotavtrykk.

Kostnadseffektivitet er et viktig kriterium for virkemidler i dette scenarioet. Dette vil i stor grad være markedsbaserte instrumenter. Prinsippet med kostnadseffektivitet kan komme i konflikt med «utslipps-reduksjonseffektivitet». Eksempelvis kan prinsippet om teknologinøytralitet hindre innovasjonsprosesser gjennom nisjesatsinger. I fravær av denne muligheten får Norge ikke utviklet teknologi innen f.eks. hydrogen, thorium og off-shore vindkraft. Norge forblir således hovedsakelig en råvareleverandør inn i disse verdikjedene.

Dette scenarioet er derfor et avindustrialiseringsscenario for Norge. Utlippene reduseres nesten lineært fram mot 2050, og i dette framtidsbildet er Norge i stor grad et elektrifisert samfunn. Siden import av landbruks- og industrivarer øker, vil disse sektorene få lave utslipp. CCS medfører betydelige reduksjoner i utslipp fra olje- og gassindustrien.

Også dette scenarioet er i hovedsak top-down. Avgiftssystemet er implementert sentralt, og næringsliv og husholdninger forventes å respondere rasjonelt på avgifter. Sivilsamfunnets engasjement er derfor begrenset.

Økte avgifter på visse typer forbruk fører til en viss uro i samfunnet, f.eks. vil flyreiser bli betydelig dyrere.



Figur 6: Green taxation society

### 6.2.3 Collective engagement society

Dette scenarioet ender også opp med en CO<sub>2</sub>-konsentrasjon i atmosfæren på om lag 450 ppm i 2100. Veien dit skiller seg imidlertid fra «green taxation».

Gjennom en prosess med back-casting fra en ønsket framtidig tilstand er det identifisert samfunnsmessige valg og tiltak som kan gjennomføres i dag, og som vil kunne bringe oss til den ønskede framtida.

Kriteriene for endringsprosessene er imidlertid andre enn utslipp, optimalisering og økonomiske virkemidler. Utgangspunktet er tilstrekkelighet (sufficiency), og fokus er på redusert materialintensitet samt personlig og sosial velferd (wellbeing).

Scenarioet er en respons på sammenbrudd i EUs kvotehandelssystem ETS (i 2022) og ønske i Europa om å reversere globaliseringen og hente hjem produksjonsaktivitet.

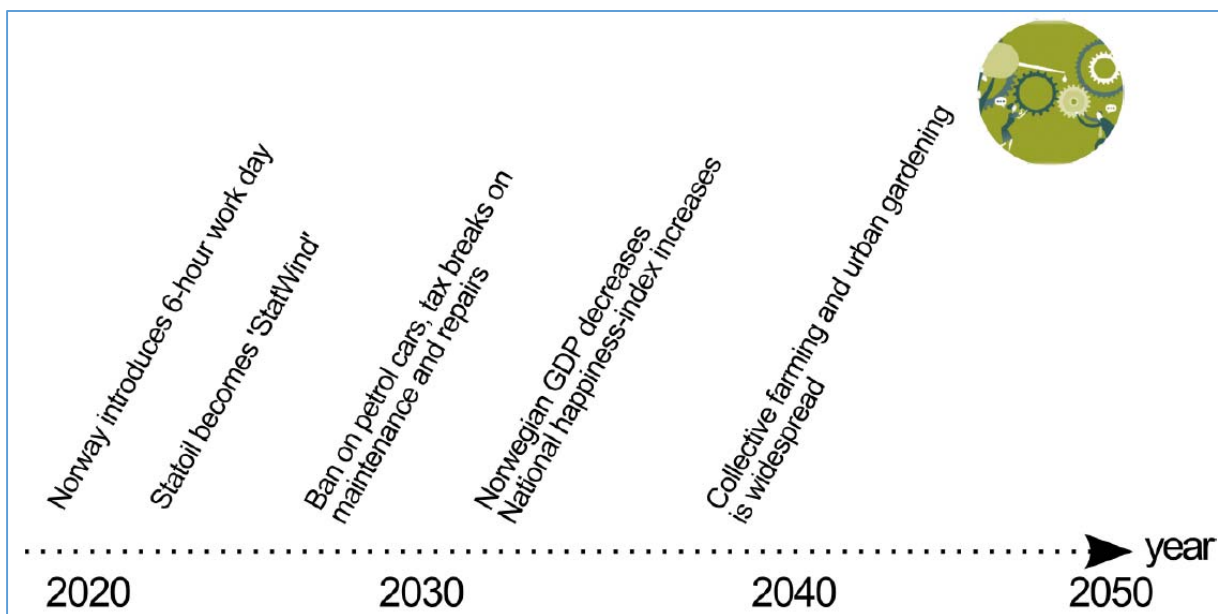
Reflexive governance – en miks av top-down og bottom up – fører til nye måter å identifisere problemer på, og en større diversitet og økt involvering i arbeidet med å løse dem. Staten tar en rolle som støttespiller, beskytter og nærer av teknologiske nisjer.

Kollektive initiativ for å teste alternative samhandlingsformer, støttes. Disse kan oppstå innen landbruk, transport, boformer, arbeidsdeling, energiproduksjon, handel, etc.

Klimagassutslippene er betydelig redusert fram til 2030, både som et resultat av økt elektrifisering av flest mulig samfunnsaktiviteter, og en nedbygging av kapasitet innen olje- og gassproduksjon.

Redusert transportbehov og bedre kollektivtilbud har redusert utslippene fra transportsektoren. Økt utbredelse av elektriske og hydrogenbaserte kjøretøy har også bidratt til denne reduksjonen.

Denne endringen til et Lavutslipps *collective engagement society* har skjedd som følge av et betydelig offentlig/politisk engasjement. Brede involverende debatter har økt forståelsen for nødvendigheten av en slik omstilling, og motivert til aktiv deltakelse fra mange grupper.



Figur 7: *Collective engagement society*

### 6.3 Effekter for ulike sektorer og aktører

I «Oil till you drop»-scenarioet var Norge ikke forberedt på nedturen som følge av kollapsen i oljemarkedet. Høy arbeidsledighet, stort innvandringspress, økte ulikheter, stor misnøye med politikere og politikken, og lavt engasjement blant befolkningen ble kjennetegn for dette framtidsbildet. Bortsett fra for en liten elite, er livet for den jevne nordmann et daglig strev for å få endene til å møtes.

Ut over noen gjenstående vannkraftutbygginger ser vi ingen klare teknologiske retninger etter oljen, og konkurransevnen er lav. Høy andel eldre og påtrykk fra klimaflyktninger innebærer at pensjonsfondet går tomt i 2050.

Transportsektoren er blitt elektrifisert, men færre eier bil på grunn av kostnaden. Kollektivtilbudet er underfinansiert og i dårlig stand.

Enova vil ha en begrenset rolle i 2050, grunnet mangel på finansiering.

Scenarioet «Green tax society» innebærer også en gradvis avindustrialisering av den norske økonomien. Olje og gass taper i konkurransen mot fornybarindustrien, og i mangel på en klar målrettet grønn kunnskapsstrategi blir vi etter hvert ikke relevante innen forskning. Dette hemmer overgangen til lavutslippssamfunnet. Norge blir en ren råvareleverandør i de internasjonale energiverdikjedene.

Folk flest engasjerer seg lite, og føler seg fremmedgjort fra myndighetene og det skatteregimet som er innført, og det gjennomgående fokuset på effektivitet. En lite transparent samrøre mellom politikk og særinteresser bidrar til dette. Populistiske politiske røster vinner støtte.

De markedsbaserte instrumentene i klimapolitikken har hatt effekt ved at CO<sub>2</sub>-utslippene har gått betydelig ned, men ikke nok til å nå målet. De sosiale effektene av politikken har imidlertid vært store. Ulikhetene har økt, tjenester og andre tidligere offentlige goder er blitt privatisert med påfølgende reduksjoner i lønnsnivå og kvalitet, flere industrier er utflagget eller har opphørt. Norge har blitt et svært sentralisert land, storskala produksjon er regelen i de fleste næringer. Lavere betalingsevne blant folk flest har ført til krise i boligmarkedet. Folk reiser mindre, både som følge av urbaniseringen og økte kostnader.

Ut over å implementere klimapolitikk, inkludert teknologinøytral støtte til fornybar energi, er myndighetenes klimarolle marginalisert. Energisystemet er privatisert med hovedsakelig utenlandske eiere.

Enovas rolle i dette framtidsbildet er hovedsakelig å formidle kunnskap rundt klimavenning atferd og promotere energieffektivisering. Enova sliter i økende grad med å nå målene, da målgruppen for tiltakene mangler nødvendig motivasjon for å gjennomføre nødvendige investeringer.

I det tredje scenarioet, «Collective engagement society», har økonomien blitt mer orientert mot de mer grunnleggende varer og tjenester for å sikre alle et minste velferdsnivå. Forbruket er mindre materielt og karbonintensivt, med kortere arbeidsdager og «slow food». Utslippsreduksjoner er resultatet av fokus på energieffektivisering, klimanøytral produksjon i tillegg til endringer i etterspørsel og en mer sirkulær økonomi.

Norge er blitt verdensledende på fornybar energiteknologi, spesielt vind, vann og elektrifisering, inkludert hydrogen, og off-grid/lokale systemer. Denne utviklingen er stimulert av aktiv offentlig politikk med tanke på radikale innovasjoner.

Strukturen i økonomien er endret. En større andel arbeider innen matproduksjon, vedlikehold og reparasjon, samt innen offentlige institusjoner og helse og velferdssektoren. I tillegg har kraftintensiv industri, inkludert store datasentre, vokst som følge av god tilgang på grønn kraft. Regional forvaltning er styrket, og det er stor vilje til eksperimentering for å finne nye løsninger på samfunnsmessige utfordringer.

Det har vært en dreining av fokus fra individualisme til kollektive verdier, og en økt forståelse for verdien av naturkapitalen. Det er mindre vekt på BNP og økonomisk vekst som forutsetninger for velferd. Arbeidstiden er redusert (delvis 6-timers dag), mer fritid, økt livskvalitet og reduserte ulikheter har positive effekter på ulike sosiale og helsemessige problemer.

Avansert (data)teknologi muliggjør flere tjenester og virtuelle opplevelser, som overflødiggjør mange fysiske reiser. Flyreiser i fritidssammenheng er betydelig mindre utbredt, langdistanse reiser foregår helst med tog, båt og buss. Lokale reiser foregår mest med elsykkel og elektriske kjøretøy.



Enova preges i dette scenarioet av en videre rolle. I tillegg til informasjon om og støtte til energieffektivisering har Enova en rolle som fasilitator for energi-relevante sosiale og teknologiske eksperimenter. Støtte av energiteknologiske nisjer er en del av Enovas oppdrag.

## 6.4 Diskusjon

NTNU tar i sitt bidrag utgangspunkt i det vi litt fritt kan kalle «transisjonsteori», et sett med konsepter eller teoretiske tilnærminger med formål å bidra til å forklare samfunnsmessige innovasjonsprosesser. Spesifikt, i vår kontekst, hvilke prosesser ligger til grunn for en vellykket omstilling til et lavutslippssamfunn? Til forskjell fra «ordinære» innovasjonsprosesser, som gjerne har et preg av tilfeldighet, vil en transisjon mot et lavutslippssamfunn være en villet og nødvendig omstilling mot en samfunn hvor noen sentrale kjennetegn er gitt (f.eks.: tilnærmet null utslipp av klimagasser).

En grunnleggende antakelse er at generelle virkemidler, f.eks. i form av prissignaler (internalisering av kostnader) og teknologinøytral FoU, ikke har styrke nok til å utløse en innovasjonsaktivitet som tar oss over i lavutslippssamfunnet. Innovasjonsaktiviteter innen etablerte sosiotekniske regimer vil typisk ha en inkrementell karakter, og dermed ikke drive fram radikale innovasjoner som utfordrer selve regimet.

Samfunnsmessige innovasjonsprosesser mot et lavutslippssamfunn bør derfor kobles mot strategiske nisjer, beskyttede rom, hvor utvikling, eksperimentering og læring med ny og delvis radikal teknologi kan skje. En aktiv stat og en målrettet og risikovillig innovasjonspolitik er en viktig forutsetning i en slik tilnærming til samfunnsendring. Det pekes også på betydningen av sosialt engasjement og deltakelse i partnerskap og nettverk i prosessen med å drive fram en slik samfunnsendring.

Vi ser at lavutslippsmålet (i form av IEAs 450 ppm-scenario) realiseres i to av de tre framtidsbildene. De tre framtidene som utvikles av NTNU er ikke gjensidig utelukkende, og det er i stor grad statens/politikkens rolle som pådriver og fasilitator i endringsprosesser og graden av involvering av sivilsamfunnet i disse prosessene, som skiller scenarioene.



## 7 VESTLANDSFORSKING OG NMBU FRAMTIDSBILDER

I denne rapporten, som er utformet som en forskningsartikkel, rendyrkes to scenarier: *Økologisk modernisering* og *Degrowth*. Sistnevnte er et begrep som er i ferd med å få feste i fagkretser, men som ikke ser ut til å ha fått en entydig norsk oversettelse. Vi bruker derfor det engelske begrepet i den videre diskusjonen.

Begge disse scenarioene kan være et svar på hvordan lavutslippssamfunnet vil bli. Rapporten drøfter følgende problemstillinger:

- Hvordan kan et norsk lavutslippssamfunn i 2050 se ut under disse to scenarioene?
- Hvordan kan utviklingen mot de to framtidbildene se ut, og hvordan kan de skille seg fra hverandre med tanke på økonomiske, sosiale og kulturelle strukturer? I tillegg, hvordan kan sosio-økonomiske strukturer og teknologi hindre eller fremme en slik utvikling?
- Hvilke fordeler og ulemper gir en utvikling mot et *degrowth* lavutslipps scenario sammenlignet med *økologisk modernisering*?

### 7.1 Teori - tilnærming

De to scenarioene har samme mål, men de er forskjellige med tanke på hvordan samfunnet er organisert og hvilke mekanismer de utløser på vei mot lavutslippssamfunnet. Generelt kan en si at økologisk modernisering representerer dagens dominerende tilnærming til begrepet bærekraftig utvikling og politiske løsninger på miljøproblemer, mens degrowth gjerne betraktes som et mer innovativt, radikalt og transformerende, men også politisk kontroversielt, alternativ. Tabellen nedenfor summerer opp hovedinnholdet i scenarioene.

Tabell 3: Sentrale elementer i scenarioene *økologisk modernisering* og *degrowth*

Scenario	Type	Objective	Constitutional elements	
			Broader scenario (societal level)	Narrow scenario (urban development)
Ecological modernisation	Normative preserving	Norwegian low-emission society	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ontologically, human-nature relationship</li> <li>- Perceptions on growth</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Urban spatial structure: pattern, size, efficiency</li> <li>- Housing development: size, volume, housing type, building energy efficiency, location</li> </ul>
Degrowth	Normative transforming	Norwegian low-emission society	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Solutions to environmental problems and social justice</li> <li>- Socio-economic organizations</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Transportation: traffic volume, modal split, vehicle efficiency, fuels</li> </ul>

De to scenarioene analyseres ved hjelp av en såkalt backcasting metodikk. Dette innebærer at en med utgangspunkt i en antatt fremtidig tilstand, sporer utviklingen tilbake og undersøker om scenarioene kan realiseres gitt dagens fysiske og sosiale tilstand, identifisere nødvendige handlinger for å realisere scenarioene, og støtte seg til modeller eller andre hjelpemidler for om mulig å kvantifisere effektene av ulike tiltak. Dette siste punktet knytta til kvantifisering er ikke vektlagt i rapporten fra Vestlandsforskning/NMBU.

## 7.2 Scenarier

Siden 1970-tallet har det vokst fram en kritikk mot den etablerte økonomiske praksisen som følge av de miljø- og ressursmessige konsekvensene denne har. *Økologisk modernisering (ØM)* er betraktet som en respons på denne kritikken og en erkjennelse av problemet. Hovedgrepet innen ØM er en videreutvikling av eksisterende praksis gjennom ulike virkemidler som «internaliserer» miljøproblemene i økonomien og således bidrar til at disse tas hensyn til av beslutningstakerne, primært gjennom prissignaler. Den grunnleggende logikken i det økonomiske systemet endres ikke i vesentlig grad. Teknologisk utvikling er viktig innen ØM, gjennom økt effektivisering kan den økonomiske aktiviteten gradvis dekoples det fysiske ressursbehovet. Økonomisk vekst og bærekraft er således ikke motsetninger innen et ØM scenario.

*Degrowth* er en normativ tilnærming som «utfordrer veksthegemoniet og søker en demokratisk ledet omfordelende nedskalering av produksjon og forbruk i industrilandene for å oppnå miljømessig bærekraft, sosial rettferdighet og velferd»<sup>21</sup>. Degrowth innebærer radikale endringer i livsstil, holdninger, sosiale normer, institusjoner og verdisystemer. Et slikt framtidssbilde innebærer en transformasjon av samfunnet som utfordrer selve grunnlaget for vekstideologien. Ett sentralt område hvor degrowth skiller lag med økologisk modernisering, er på forståelsen av forholdet mellom samfunnet og naturen, og spesielt hvorvidt det er en konflikt mellom en voksende økonomi og et begrenset økosystem. Et annet område er knytta til livskvalitet (økt materielt forbruk gir ikke nødvendigvis økt lykke) og negative fordelingseffekter av rådende økonomisk politikk. Det pekes på at degrowth som en villet transformasjonsprosess for samfunnet ikke må forveksles med resesjon, altså et krisepreget fravær av vekst i en vekstøkonomi.

Hovedlinjene som skiller de to scenarier illustreres ved følgende tabell.

Tabell 4: Sentrale skillelinjer mellom økologisk modernisering og degrowth

Main axis	Ecological Modernisation	Degrowth
Ontology	Economy-centrism, anthropocentrism	A laminated totality
Perceptions on growth	- Growth is not antithetical to sustainability	- Long-term growth is neither environmentally possible nor socially desirable
Solutions to environmental problems	- Can be found within the context of industrial capitalism without challenging the growth rationality - Absolute decoupling is plausible - Technological innovation and science are key solutions	- Cannot be achieved without jettisoning the growth rationality - Absolute decoupling is a delusion - Eco-efficiency technologies and substitution are not sufficient - Downscaling of production and consumption is key to solve environmental problems
Socio-economic organisations	- Transformations within the capitalist mode of production and consumption	- Marginal changes within capitalist system are not enough - Deep structural changes in the socio-economic configurations and associated norms and values are needed

<sup>21</sup> Demaria, F., Schneider, F., Sekulova, F., Martinez-Alier, J. (2013). What is degrowth? From an activist slogan to a social movement. *Environmental Values* 22(2), 191-215. Oversettelse fra s. 209.

### 7.2.1 Sektorer

Rapporten illustrerer de to scenarioene gjennom anvendelse på følgende samfunnssektorer: Byutvikling, bolig/boform og transport/mobilitet.

Den «kompakte byen» er et nøkkelord for byutvikling innen økologisk modernisering. Flere vil bo i byer, og dette fører til økt behov for boliger og transport. Gjennom fortetting og omdisponering av brune arealer økes arealeffektiviteten og behovet for nedbygging av bl.a. jordbruksareal reduseres. Fortetting reduserer behovet for transport og øker mulighetene for kollektive løsninger og gange/sykkel.

Innen et degrowth-scenario er økoeffektivitet og tilstrekkelighet (sufficiency) sentrale prinsipper, både hva angår mobilitetsløsninger, arealbruk, boligstørrelse og infrastruktur. Med lavere forbruksnivå følger et lavere utbygd volum og lavere transportaktivitet. Av dette følger lavere klimagassutslipp og mindre press på landarealer. Prinsippet om en kompakt by er dermed forenlig også med et degrowth scenario.

Innen boligsektoren ser vi en historisk trend til økt boligareal per person, selv om denne har avtatt noe etter 1990. Vi har vel 400 000 fritidsboliger, et tall som øker med om lag 5000 per år. Fritidsboligens areal og tekniske standard har vært økende, og denne trenden ventes å vedvare. Innen økologisk modernisering er energieffektive bygg (lavere spesifikt energibehov) og konsentrert bebyggelse (bedre materialeffektivitet) viktige strategier for å redusere boligsektorens negative effekter på klima- og miljø. Innen Degrowth vil en i tillegg til disse dekoplings-strategiene også legge restriksjoner på boligareal, enten som en total størrelse eller knytta til den enkelte bolig. Nye store eneboliger forbys, og eksisterende kan deles i to eller flere boenheter.

Mobilitet er en viktig del av en norsk livsstil. Med en gjennomsnittlig daglig kjørelengde på over 33 km ligger vi på europatoppen. Innen økologisk modernisering ser vi to foretrukne strategier for transport/mobilitet. Den ene er å forbedre kjøretøyteknologien, spesielt ved økt utbredelse av nullutslippskjøretøy. Den andre er å dreie transportaktivitet i retning av mer klimamessig gunstige modi, som kollektivløsninger og igjen, spesielt i byer, mot sykkel og gange. Fokuset er på å effektivisere transporten, ikke eksplisitt på å redusere transportbehovet. Ferie- og fritidsreiser, inkludert langdistanse, forventes å øke i takt med en fortsatt globalisert økonomi innen dette scenarioet. En bærekraftig vekst i internasjonal mobilitet synes betydelig mer krevende enn tilvarende for lokal mobilitet.

Degrowth-scenarioet antar at den økende trenden innen transport stabiliseres eller reverseres, særlig innen biltrafikk og luftfart. Dette vil være en følge av en økt orientering mot lokaliserte aktiviteter og at spesielt flyreiser vil være dyrere i en økonomi med lavere disponibel inntekt. Andelen av reiser som foretas med buss, jernbane og «aktiv transport» vil øke. Lavutslippskjøretøy promottes også i dette scenarioet, men da som del av en løsning av et samfunnsmessig begrenset transportbehov, og ikke som en del av en vekststrategi.

## 7.3 Diskusjon

Økologisk modernisering framstår som et tiltrekkende strategisk retningsvalg. Det er realistisk rent politisk og kan utvikles innen rammene av den eksisterende markedsøkonomien. Fokuset på modernisering gjennom teknologisk innovasjon og utsiktene til en økonomisk-økologisk vinn-vinn situasjon åpner nye markedsmuligheter til gunst for næringsliv og forbrukere.

Kritikerne mener at den kapitalistiske samfunnsorganiseringen med sitt driv mot akkumulering av kapital, vanskelig kan forenes med økologisk bærekraft. Urealistisk store framskritt i generell øko-effektivitet må realiseres fram mot 2050 dersom en normalt voksende verdensøkonomi skal dekoples en økt bruk av ressurser og energi. Vi vet samtidig at det tekniske potensialet av ressurseffektivisering har en tendens til ikke å bli realisert fullt ut som følge av den såkalte *reboundeffekten*. Det innebærer at frigjorte ressurser gjerne settes inn i annen produksjon eller forbruk, som igjen bidrar til ytterligere vekst og ressursbehov.

En degrowth-strategi vil i konteksten av denne rapporten innebære sterke begrensninger på arealbruk, begrensning av boligstørrelse, forbud mot nye eneboliger, begrenset mobilitet og bileierskap. Slike tiltak vil utvilsomt være i opposisjon til rådende veksttenking og møte både politisk, økonomisk og sosial/kulturell motstand. En utvikling mot et norsk degrowth lavutslippssamfunn i 2050 krever derfor også endringer i dypere samfunnsmessige strukturer.

## 8 SAMMENFATNING AV SCENARIOENE

Formålet med denne analysen er å se så langt fram i tid som til 2050. Dette punktet midt i vårt århundre er langt nok unna til at grunnleggende klimapolitiske valg kan rekke å prege samfunnet, samtidig som det er nært nok til å være overskuelig og relevant for de valg som tas i dag. Perspektivet er likevel såpass langt at en beskrivelse av framtidssbilder naturlig vil fokusere på de store linjene i samfunnsutviklingen. I utlysningen av de eksterne leveransene til dette arbeidet ba vi om at dette lange perspektivet ble ivaretatt innen de tre store dimensjonene ressursgrunnlag, samfunnsforhold og teknologi. De fem eksterne rapportene vi har mottatt, har valgt ulike tilnærminger til dette. Med såpass mange leveranser og diversitet i faglige ståsted, var potensialet for et betydelig antall ulike framtidssbilder til stede. Derfor er det litt overraskende at grunnlagsmaterialet ser ut til å danne en relativt tydelig og hovedsakelig entydig gruppering av scenarioer. På den annen side er dette sammenfallet likevel ikke så overraskende: med det lange tidsperspektivet vi legger til grunn faller det naturlig å la drøftingen gå langs de store og grunnleggende linjene i samfunnsvitenskapen, og på dette nivået blir de ulike fagdiskursene rundt tema som klima og bærekraft mer fokusert på disse dype prinsippene enn på de ulike variasjoner innen et gitt «regime» som en gjerne får innen mer tematisk og tidsmessig avgrensede framtidssøvelser.

Vi så i referatene fra de eksterne leveransene at den ene rapporten (CICERO) presenterer ett framtidssbilde som i hovedsak utforsker det teknologiske mulighetsrommet vi har til disposisjon i dag og som kan bringe oss til et lavutslippssamfunn i 2050 – «Visjoner av lav-karbon Norge». Dette er et «hands on» framtidssbilde basert på intervjuer med et betydelig antall samfunnsaktører i posisjoner med relevans for vår problemstilling. NTNU drar ut det største spennet med sine tre ulike scenarioer, «Oil till you drop», «Green taxation society» og «Collective engagement society». cChange bruker begrepene «Innovative scenario» og «Generative scenario» på sine to framtidssbilder, mens Nord universitet refererer til «Grønn økonomi» og «Økologisk økonomi». Til sist har vi de to kontrasterte bildene «Ecological modernisation» og «Degrowth» som tegnes av Vestlandsforskning og NMBU.

### 8.1 Tre distinkte framtidssbilder

Til tross for noe ulike tilnærminger og begrepsbruk finner vi å kunne gruppere de ulike scenarioene i tre vel begrunna og relativt tydelig separerte kategorier. Vi velger følgende sammenfatning:

#### 8.1.1 Framtidssbilde «Business as usual»

Dette framtidssbildet ble presentert av NTNU som «Oil till you drop». Klimautfordringen er anerkjent, og Parisavtalen er gjeldende. Omfanget av de klimareduserende tiltakene, gjennom en oppfølgende skjerping av INDCene, er ikke tilstrekkelig til å nå det antatt trygge 2-gradersmålet. Hovedmekanismen bak dette scenarioet er de ulike globale konfliktlinjene som historisk har gjort det vanskelig å enes om strenge og bindende klimatiltak. Norge fortsetter i dette framtidssbildet i rollen som olje- og gassleverandør inntil den internasjonale etterspørselen faller sammen. Hvilke eksterne forhold som ligger bak den globale kollapsen i oljemarkedet er ikke spesifisert.

Dette vil være et «worst case» scenario som representerer en situasjon med et tilnærmet sammenbrudd i det globale klimasamarbeidet. Sannsynligvis vil effekten av klimaendringer og forstyrrelser i økologiske systemer også bidra betydelig til den usikkerheten som ligger i dette framtidssbildet.

### **8.1.2 Framtidsbilde «Grønn vekst – Økologisk modernisering»**

Begrepene som brukes på denne kategorien framtidsbilder er «grønn økonomi», «green taxation society», «ecological modernisation», «innovative scenario».

Klimaproblemet angripes gjennom en storstilt satsing på teknologisk innovasjon med tydelig grønn profil: Energieffektivisering, fornybar energi, smarte systemer, karbonfangst osv. vil kunne frigjøre oss fra avhengigheten av fossil energi, oppnå lavutslippsmålene og muliggjøre en grønn vekst i den globale økonomien. Grønn vekst fordrer et sterkt fokus ikke bare på energieffektivisering, men også på ressurseffektivisering generelt. En stor grad av dekopling mellom økonomisk aktivitet og etterspørsel etter naturressurser er nødvendig i dette scenarioet.

De sentrale virkemidlene innen økologisk modernisering vil være prising av karbonutslipp (avgifter, kvoter), evt. i kombinasjon med prising (internalisering) av andre relevante miljøkostnader, reguleringer/tekniske standarder, subsidier, etc. Teknologisk innovasjon er en viktig drivkraft og satsing innen økologisk modernisering. Dette scenarioet utvikles i stor grad innen rammen av den eksisterende politiske og økonomiske ideologi.

### **8.1.3 Framtidsbilde «Økologisk økonomi – degrowth»**

Følgende begrep er brukt for å beskrive dette scenarioet: “generative scenario”, “økologisk økonomi”, “degrowth”, “collective engagement society”. Dette scenarioet er motivert av problemer knytta til den rådende økonomiske tenking, spesielt overforbruk av økologiske ressurser og sosial skjevfordeling. Det bygger således på en ontologisk posisjon som tar utgangspunkt i samfunnet som en integrert og underordnet del av jordas økologiske og geofysiske system, og at disse systemene setter reelle materielle grenser for samfunnets utvikling. Å «designe» en samfunnsmodell som gir mulighet for å realisere gode liv innen slike fysiske rammer, er kjernediskusjonen innen dette scenarioet.

«Økologisk økonomi - degrowth» innebærer en villet nedskalering av økonomien, og et fokus på kvalitative aspekter innen økologiske rammer framfor materiell velstand i søken etter det gode liv. Degrowth må ikke forveksles med resesjon i en vekstøkonomi, det siste er som kjent en tilstand av krise. Kortere arbeidstid, delingsøkonomi, lokal matproduksjon, mer fokus på sosial og kulturell aktivitet, i større grad lokale og involverende beslutningsprosesser og lavere forbruksnivå, er alle kjennetegn ved dette scenarioet.

I en kontekst rundt klima- og miljøutfordringen stiller dette scenarioet spørsmål ved grunnleggende kjennetegn ved den eksisterende samfunnsorganiseringen, som fokuset på økonomisk vekst, teknologioptimismen, økologiforståelsen, etc. En samfunnsorganisering etter prinsippene for «Økologisk økonomi – degrowth» vil innebære en dyptgående endring – transformasjon – av dagens samfunn. Scenarioet «Grønn vekst – økologisk modernisering», som vi på sett og vis er på vei mot, er derimot mer en finjustering, eller evolusjon, av nåværende samfunnsorganisering.

## **8.2 Viktige kunnskapsreferanser**

Før vi går videre med analyse av disse framtidsbildene, kan det være nyttig å se disse i sammenheng med andre faglig relevante kunnskapsbidrag i klimadebatten. Vi velger her fire slike referansearbeider: The Stern Review, Lavutslippsutvalgets rapport, the New Climate Economy og IEA Nordic Energy Technology Perspectives 2016.



### 8.2.1 The Stern Review

Denne rapporten skapte betydelig oppmerksomhet da den ble publisert i 2006<sup>22</sup>. Rapporten var en bestilling fra det britiske finansdepartementet og arbeidet ble ledet av sir Nicholas Stern, en anerkjent økonom som blant annet har en fortid som sjeføkonom i Verdensbanken. Rapporten er viktig ved at den på mange måter er den første seriøse analysen av klimautfordringens bredde hvor en profilert økonom anerkjenner klimaproblemet som en reell trussel og anlegger en konstruktiv og omfattende metodikk for å håndtere det. Mange så på denne rapporten som et gjennombrudd for forståelsen av klimaproblemet i mainstream politisk debatt.

Rapporten er på over 600 sider, og hovedkonklusjonene kan forsøksvis oppsummeres slik:

- Menneskeskapte klimaendringer er i ferd med å skje, og disse påfører verdensøkonomien reelle kostnader. Problemet er globalt, og responsen må være internasjonal.
- I fravær av tiltak mot klimaendringer, vil verdenssamfunnet påføres kostnader tilsvarende minst 5 % av GDP i all framtid. Gitt usikkerheten i beregningene kan kostnadene være på 20 % eller mer.
- Kostnadene ved utslippsreducerende tiltak tilstrekkelig til å unngå de største negative konsekvensene av klimaendringer, estimeres til 1 % av GDP. Dette forutsetter en effisient anvendelse av økonomiske virkemidler som prioriterer de billigste tiltakene.
- Kostnadene ved å stabilisere klimaet er signifikante men håndterbare, utsettelse av tiltak vil være farlig og medføre enda større kostnader.
- Tiltak mot klimaendringer er ikke uforenlig med økonomisk vekst. Nye markeder vil skapes innen lav-karbon industrier, og ny energiteknologi og omstrukturering av økonomien fører til en dekopling mellom vekst og karbonutslipp. Det er tvert imot fravær av tiltak mot klimaendringer som vil være skadelig for økonomisk vekst.
- En sterk og målrettet politikk er nødvendig for å sikre gjennomføring av klimatiltak. De viktigste tiltakene vil være:
  - energieffektivisering
  - endringer i etterspørsel
  - teknologiutvikling innen fornybar kraft, oppvarming og transport
  - karbonfangst og -lagring
  - redusert utslipp fra avskoging, landbruk og prosessindustri.
- Klimaendringer krever en internasjonal respons, basert på en felles forståelse av langsiktige mål og enighet om politisk tilnærming. Sentrale elementer i en slik politikk vil være:
  - Internasjonal handel med utslipp for å sikre kostnadseffektive tiltak
  - Samarbeid om teknologiutvikling
  - Målretta handling mot avskoging
  - Tilpasning til klimaendringer, særlig i utviklingsland.

*“No-one can predict the consequences of climate change with complete certainty; but we now know enough to understand the risks. Mitigation - taking strong action to reduce emissions - must be viewed as an investment, a cost incurred now and in the coming few decades to avoid the risks of very severe consequences in the future. If these investments*

---

<sup>22</sup> [http://mudancasclimaticas.cptec.inpe.br/~rmlima/pdfs/destaques/sternreview\\_report\\_complete.pdf](http://mudancasclimaticas.cptec.inpe.br/~rmlima/pdfs/destaques/sternreview_report_complete.pdf)

*are made wisely, the costs will be manageable, and there will be a wide range of opportunities for growth and development along the way. For this to work well, policy must promote sound market signals, overcome market failures and have equity and risk mitigation at its core. That essentially is the conceptual framework of this Review.”*

(Executive summary, s. i)

### 8.2.2 Lavutslippsutvalget

Det norske Lavutslippsutvalget leverte sin rapport *Et klimavennlig Norge* (NOU 2006:18) omtrent samtidig med the Stern review. Utvalget ble ledet av Jørgen Randers, og hadde som hovedmandat å belyse hvordan Norge kan oppnå en reduksjon i klimagassutslipp på 50 – 80 % fra 2005-nivå til 2050. Utvalgets hovedkonklusjon er at en reduksjon i størrelsesordenen 75 % i løpet av denne perioden er nødvendig, gjørbart og ikke umulig dyrt, og det anbefales å etablere en formell målsetning for utslippsreduksjoner i tråd med denne konklusjonen.

Utvalget bemerker (s. 11) at «*En radikal omlegging av norsk livsstil i en mer klimavennlig retning ville kunne redusere framtidige utslipp mye. Utvalget har likevel ikke valgt å anbefale dette, blant annet fordi vi mener det vil være en umulig politisk oppgave å realisere.*»

I stedet fokuserer utvalget på et utvalg av teknologisk orienterte tiltak med betydelig potensial for utslippsreduksjoner. Det bemerkes at også disse tiltakene kan være krevende uten at det norske samfunnet utvikler en dyp erkjennelse av klimaproblemet og nødvendigheten av slike tiltak.

Lavutslippsutvalget peker i sammendraget på prinsipper som er lagt til grunn ved utvelgelse av foreslåtte tiltak. Disse er:

- Få og store: for å oppnå en fokusert innsats.
- Basert på relativt kjent teknologi: det synes fullt mulig å få til nødvendige reduksjoner med relativt kjent teknologi.
- Politisk realiserbare: Fokus på tiltak som bedømmes å være politisk realiserbare, gitt gode virkemidler. Tiltak som krever store holdningsendringer er derfor utelatt.
- Bidra til internasjonal teknologiutvikling: Bidra til klimaløsning internasjonalt og gi grunnlag for ny næringsutvikling i Norge.
- Kostnadseffektive: Ikke velge urimelige utslippsreducerende tiltak. Bør inkludere andre positive eller negative samfunnsmessige effekter som tiltakene kan ha.
- Robuste: De foreslåtte tiltakene skal i størst mulig grad være fornuftige under ulike antakelser om framtidig utvikling av økonomi, handel, energipriser, klimaavtaler og lignende.

Lavutslippsutvalget foreslår på bakgrunn av disse prinsippene følgende konkrete tiltak:

Tabell 5: Lavutslippsutvalgets tiltaksliste

Utslippskilde	Tiltak
Grunnleggende tiltak	1 Langsiktig kampanje for klimainformasjon
	2 Langsiktig støtte til utvalgets teknologipakke
Transport	3 Lav- og nullutslippskjøretøy (biler)
	4 CO <sub>2</sub> -nøytrale drivstoff
	5 Redusert transportbehov
	6 Lavutslippsfartøy
Oppvarming	7 Energieffektivisering i bygg
	8 CO <sub>2</sub> -nøytral oppvarming
Jordbruk, avfallsdeponier	9 Innsamling og utnyttelse av metangass
Prosessindustri	10 Karbonfangst og -lagring fra store punktutslipp
	11 Prosessforbedringer
Petroleumsvirksomhet	12 Elektrifisering
Elektrisitetsproduksjon	13 Mer «ny fornybar» kraft
	14 Karbonfangst og -lagring fra kraftverk
	15 Opprusting av elnettet

Det pekes på et bredt sett av virkemidler som vil være nødvendig for å utløse gjennomføring av disse tiltakene.

Utvalget gjør en beregning av den totale effekten for den norske økonomien i 2050 av en gjennomføring av disse tiltakene. For det første oppnås det en reduksjon i klimagassutslipp tilvarende 47,5 Mt CO<sub>2</sub>e. Dette tilsvarer om lag 70 % reduksjon i forhold til hva utslippene ville vært i 2050 uten spesifikke tiltak (referansebanen), og totale utslipp i 2050 er i underkant av 20 Mt. Effektene på BNP og privat konsum av tiltakspakken avviker mindre enn 0,5 % fra referansebanen.

### 8.2.3 New Climate Economy

The Global Commission on the Economy and Climate representerer et uavhengig internasjonalt samarbeid etablert i 2013 med formål å undersøke hvordan nasjoner kan oppnå økonomisk vekst i kombinasjon med en god håndtering av risiko knytta til klimaendringer. Norge er ett av sju land (i tillegg til Colombia, Etiopia, Indonesia, Sør-Korea, Sverige og Storbritannia) som har tatt initiativ til denne kommisjonen, og tidligere statsminister Jens Stoltenberg har vært medlem av kommisjonen. Kommisjonen leder en større forskningsaktivitet, og samarbeider med høyt anerkjente forskere og andre meningsskapende aktører. I 2014 leverte kommisjonen sin første større rapport, «Better Growth, Better Climate: The New Climate Economy Report»<sup>23</sup>. Kommisjonen har senere publisert ytterligere to rapporter.

Hovedkonklusjonen fra kommisjonens første rapport er at vi gjennom strukturelle og teknologiske endringer i verdensøkonomien, som allerede er i gang, kan legge grunnlaget for en vedvarende økonomisk vekst samtidig som vi håndterer den enorme risikoen klimaendringene representerer. Denne konklusjonen gjelder for land på alle inntektsnivå. Kapital nødvendig for en slik omstilling finnes, og innovasjonspotensialet er stort. Det som trengs, er sterkt politisk lederskap sammen med troverdige

<sup>23</sup> <http://static.newclimateeconomy.report/TheNewClimateEconomyReport.pdf>

og konsistente politiske virkemidler. De neste 10-15 årene blir kritiske, i denne perioden må vi nå toppen på klimagassutslippene og vi må være godt i gang med den nødvendige omstillingen.

Tre nøkkelsektorer eller systemer i økonomien pekes på som sentrale for å oppnå vekst i en klimavennlig økonomi. Den første er *byene*, som representerer både den viktigste drivkraften i økonomisk vekst og brorparten av energirelaterte klimagassutslipp. En dreining mot en mer kompakt og sammenkoblet byutvikling, basert på kollektiv mobilitet, kan skape mer økonomisk dynamiske byer med lavere utslipp. Den andre er *produktiviteten i landbruket* (land use). For å brødfø en økende befolkning og samtidig bevare naturmiljøet, bør matproduksjonen økes, skog vernes, og arealrelaterte utslipp reduseres ved økt produktivitet i jordbruk og dyrehold. Ny teknologi og forbedret jordbrukspraksis vil være sentrale elementer i en slik utvikling. Den tredje sektoren er *energisystemet*. Økt risiko ved investering i fossil teknologi og fallende kostnader for fornybar energi fører til en økende andel fornybar energi i kraftsystemet. Investeringer i energieffektivisering har stort potensial for å redusere og styre etterspørselen etter energi.

På tvers av disse sektorene vil det være tre "endringsdrivere" som må styres i en lavkarbon retning: Forbedret ressurseffektivisering, infrastrukturinvesteringer og innovasjonsprosesser, for det siste punktet spesielt innen digitalisering, materialteknologi, biovitenskap og produksjonsprosesser.

The New Climate Economy er tydelig på utfordringene knytta til klimaendringer, og peker på behovet for tydelig og sterkt politisk lederskap. Med riktige politiske valg i dag kan gevinsten bli stor.

#### **8.2.4 IEA Nordic Energy Technology Perspectives 2016**

Det internasjonale energibyrådet IEA, i samarbeid med en rekke nordiske forskningsmiljøer, publiserte i 2016 denne rapporten på nordiske teknologiperspektiver.<sup>24</sup> Den har et 2050-perspektiv, og er derfor relevant for vår analyse. Rapporten fokuserer på teknologiens rolle i utviklingen av et nordisk energisystem innen rammen av Parisavtalen. Særlig er the «Carbon-Neutral Scenario» fra denne rapporten av interesse. Dette scenarioet innebærer reduksjoner i energirelaterte utslipp på 85 % fram til 2050 (referanseår er 2013).

Et nordisk karbonnøytralt scenario er basert på tre hovedstrategier: (i) Kraftsystemet må bli mer distribuert (mer vindkraft og småskala vannkraft), bedre integrert med Europa og mer fleksibelt. Olje, gass og kjernekraft fases ut. Et distribuert kraftsystem med stort innslag av vindenergi foreslås som en bedre tilnærming enn å videreutvikle et sentralisert system med basis i kjernekraft og termisk energi. Vannkraften vil kunne ha en viktig rolle i å balansere også et europeisk kraftsystem med stort innslag av uregulerbare kraftkilder.

(ii) Teknologit utvikling for å dekarbonisere langtransport og industri. God tilgang på flytende biobrensel og industriell teknologi for fangst og lagring av karbon er viktige forutsetninger for å oppnå dette.

(iii) Byutvikling må ha et sterkt fokus på energieffektivitet i bygningsmasse og transportsystemer. Flere nordiske byer er allerede ambisiøse og drivende i utvikling av en mer energieffektiv bygningsmasse og mer effektiv kollektivtransport, og tilrettelegging for utslippsfrie transportmodi.

I denne analysen fra IEA har vi i det karbonnøytrale scenarioet en reduksjon i den totale nordiske primære energitilførselen på 25 % mellom 2013 og 2050 (s. 16). De nordiske landene har hatt en positiv utvikling i å dekarbonisere energisystemet, gjennom en lang historie med vannkraft, senere også en målrettet utbygging av vindkraft og bioenergi. Dette er antakelig de mest kostnadseffektive tiltakene,

<sup>24</sup> <http://www.iea.org/media/etp/nordic/NordicEnergyTechnologyPerspectives2016.pdf>

videre reduksjoner i utslipp krever at en lignende utvikling kan realiseres også innen transportsektoren og industrien. Suksess innen transportsektoren er en forutsetning for å realisere det karbonnøytrale alternativet. Tilgang på biodrivstoff, både fra regional produksjon og globale markeder, kan bli en utfordring og representerer et betydelig innovasjonsbehov og -mulighet. Dekarbonisering av industrien framstår som den største utfordringen, da det innebærer en balansegang mellom krav til teknologisk innovasjon og utslippsreduksjoner samtidig som konkurransedyktige rammevilkår må opprettholdes.

Analysen viser videre at i realiseringen av et lavkarbon scenario, vil generering av vindkraft måtte femdobles, kjernekraft gradvis fases ned, mens solstrøm (PV) ventes å spille en mindre rolle.

Frigjøring av energi fra energieffektivisering innen bygningssektoren er en viktig del av lavkarbonscenarioet. Dette innebærer behov for en tredobling av dagens rate for bedring av energieffektivisering i bygningsoppvarming. For å få dette til, må aktiviteten innen omfattende energirehabilitering av boliger og yrkesbygg akselereres. Fortetting og urbanisering er en viktig del av måloppnåelse for bygningssektoren.

Denne gjennomgangen er ment som en illustrasjon, og ikke et komplett ekstrakt, av disse fire «referanserapportene». Hvordan forholder så disse rapportene seg til våre tre framtidsbilder? Klimautfordringen og behovet for sterke tiltak er erkjent, for øvrig er det noe variasjon i tilnærmingen. Stern-rapporten og New Climate Economy, som har en internasjonal tilnærming, er noe mer prinsipielle og peker på overordna strategier og virkemidler for å overvinne klimautfordringen. Dette i kontrast til Lavutslippsutvalget og IEA, hvor en har en mer konkretisert og kvantifisert teknologisk tilnærming til utslippsreduksjoner. Dette er jo mer naturlig i en nasjonal/regional analyse.

Alle fire referanserapportene legger til grunn, i det minste implisitt, at det ikke skjer noen vesentlig endring i økonomisk organisering. Stern-rapporten og New Climate Economy er eksplisitte på forventningen om en fortsatt global økonomisk vekst, og at en løsning på klimaproblemet vil være en nødvendig investering for å oppnå dette. Lavutslippsutvalget antyder å ha diskutert forbruksreduksjon som en alternativ tilnærming til utslippsreduksjoner, men har bevisst forlatt denne. IEAs rapport berører utfordringer knytta til markedsmessig tilgjengelighet av biomasse, regionalt og globalt. Det generelle bildet for disse fire rapportene er at de deler et teknologisk basert optimistisk bilde av en framtid hvor klimautfordringen kan løses med kjente teknologiske konsepter, inkludert enkelte innovasjonsmessige utfordringer, som kan møtes ved en god miks av ulike virkemidler. Dette innebærer at de fire referanserapportene i all hovedsak faller ned innen vårt framtidsbilde «Grønn vekst – økologisk modernisering».

### **8.3 Konflikter mellom scenarioene**

Hva sier så disse scenarioene oss? Etter denne gjennomgangen av de eksterne forskningsarbeidene og utledningen av de tre scenarioene, sitter vi igjen med noen kjernepunkter som vi ønsker å utheve og se nærmere på: For det første, scenarioet vi kaller «Business as usual» representerer en situasjon hvor verdenssamfunnet har mislyktes med klimapolitikken. Dette er ikke en tilstand en ønsker å oppnå, og Parisavtalen og oppfølgingen av denne tyder også på at dette ikke er et realistisk scenario. Vi lar det derfor stå som en referanse og advarsel.

Videre har vi de to scenarioene som begge har potensial til å lede oss mot lavutslippssamfunnet. Det faktum at vi har et relativt distinkt scenario «Økologisk økonomi – degrowth», som utfordrer

prinsippene i scenarioet «Grønn vekst – Økologisk modernisering», gir ulike signaler. For det første forteller det oss at forskerne uttrykker usikkerhet om hvorvidt «Grønn vekst»-scenarioet faktisk vil bringe oss til lavutslippssamfunnet. For det andre ser forskerne det som nødvendig å beskrive eller anwise et alternativt scenario som med større sikkerhet leder til lavutslipp, men som ikke ser ut til å være kompatibelt med «Grønn vekst.» Dette gir et signal om at «Grønn vekst» vanskelig kan justeres eller «repareres» for å sikre måloppnåelsen. Det er i denne tilsynelatende inkompatibiliteten mellom disse to scenarioene nøkkelen til en økt forståelse av klimautfordringen ligger, og som vi vil se nærmere på.

Teknologisk innovasjon over en bred front, og spesielt innen fornybar energi og energieffektivisering, og virkemidler for å oppnå dette, er en viktig drivkraft innen «Grønn vekst – økologisk modernisering». Til tross for dette, all energirelatert teknologi som anses nødvendig for å nå lavutslippssamfunnet er i prinsippet kjent. Ingen teknologiframskrivninger mot lavutslippssamfunnet avhenger av grunnleggende usikre teknologiske gjennombrudd, som f.eks. fusjonskraft (CCS-teknologien og konseptet «negative karbonutslipp» er delvis et unntak). «Økologisk økonomi – degrowth» stiller lavere krav til energivolum og -bruk, så i dette scenarioet er innovasjoner i energiteknologi en mindre sentral forutsetning. Dette betyr at det ikke er innen teknologi vi finner de viktigste skillelinjene mellom disse to framtidsbildene.

Som nevnt, det faktum at «Økologisk økonomi – degrowth» framkommer som et alternativ til lavutslippsscenarioet «Grønn vekst – økologisk modernisering» uttrykker en usikkerhet til hvorvidt en grønn vekst-strategi faktisk kan realisere et lavutslippssamfunn. Elementer i denne usikkerheten framkommer på ulike måter i de fem forskerbidragene, både som eksplisitte resonnementer og mer indirekte. Vi mener disse faglige skillene i stor grad fanges av følgende to hovedpunkter:

1) Vekstforutsetningen:

Det ser ut til å ligge et systemmessig forankret krav om økonomisk vekst i den rådende økonomiske tenkingen, og denne forutsetningen kan representere en utfordring med tanke på en lavutslippøkonomi.

2) Ressursrammer:

Forholdet mellom økonomien og global ressurstilgang betraktes svært ulikt innen de to scenarioene.

I den neste delen av dette dokumentet vil vi se nærmere på disse to temaene og drøfte hvorvidt de er substansielle nok til å rettferdiggjøre en såpass stor prinsipiell avstand mellom de to scenarioene, eller om de to hovedframtidsbildene i realiteten bare er å betrakte som varianter av hverandre.

## **DEL 2: LANGSIKTIGE RAMMEVILKÅR**

### **9 VEKSTØKONOMIENS STRUKTUR**

Vi har identifisert to hovedtemaer som beskriver og bidrar til å klarlegge de grunnleggende forskjellene mellom de to lavutslippsscenarioene. I denne delen vil vi se nærmere på hva forskningen har å si om disse temaene. Det ene er knytta til de dypere strukturene i den etablerte økonomiske og politiske organiseringen. Dette diskuteres i det følgende. Det andre hovedtemaet er forståelsen av forholdet mellom samfunn og natur, og dette blir diskutert i kap. 10.

#### **9.1 Økonomiske paradigmer**

Til tross for at Kyotoavtalens oppfølging ikke har gått smertefritt, har enkelte land og regioner (inkludert EU) vært aktive i klimapolitikken i en årrekke, og globale tiltak innen Kyotoprotokollen har vært operative over flere år. Disse tiltakene har imidlertid ikke bidratt til vesentlige reduksjoner i klimautslippene, og trenden i globale klimagassutslipp er fremdeles stigende. Finanskrisen i 2008 resulterte i et tydelig, men midlertidig brudd i denne trenden. Vi ser i dag en tendens til en utflating i utslippene<sup>25</sup>, men om dette representerer en variasjon rundt trenden eller et trendbrudd, er foreløpig vanskelig å si sikkert. I et lengre perspektiv er det imidlertid klart at vi har sett en «motstand» i den globale økonomien som har vanskeliggjort dypere endringer i retning av reduserte klimautslipp. Lavutslippssamfunnet, i form av en globalt akseptert samfunnsorganisering, eller verdensorden, uten utslipp av klimagasser, virker i dag langt unna. For bedre å kunne forstå hvilke dype strukturer som holder igjen denne nødvendige endringen, må vi se nærmere mekanismene i det økonomiske systemet, som i prinsippet er måten vi organiserer det globale samfunnet på.

Den organiseringen som i dag preger den vestlige verden, og dermed Norge, er resultatet av en lang evolusjon som har formet og formes av teknologisk utvikling, politiske og samfunnsmessige prinsipper, ressurser, handel, kultur og konflikter. I flertallet av de eksterne forskningsbidragene til dette prosjektet refereres det til begrepet *paradigme* for å beskrive denne organiseringen.

Med begrepet «paradigme» mener vi her den helt grunnleggende og dominerende oppfatningen om hvordan det systemet vi ønsker å forstå – her «samfunnet» – faktisk fungerer. Paradigmet består av dypt etablerte forutsetninger og spilleregler som tas for gitt av aktørene og som ikke er oppe til diskusjon. Ny kunnskap og innsikt utvikles innen rammen av paradigmet, men uten å utfordre dette. Paradigmer er stabile over tid.

Innen moderne vitenskapsteori forbindes paradigmebegrepet gjerne med Thomas Kuhn<sup>26</sup>. Han hevder at vitenskapen drives framover av en dynamikk hvor empirisk og teoretisk forskning innen paradigmatets rammer (såkalt *puzzle solving*) over tid som regel vil bekrefte (sementere) paradigmatet. I noen tilfeller vil imidlertid forskningsresultatene ikke stemme overens med og dermed utfordre paradigmatet. Dersom volumet av paradigmatkritisk kunnskap blir stort nok, kan selve paradigmatets korrekthet bli satt under tvil og paradigmatet kan falle. Da har vi en vitenskapelig krise, og et nytt verdensbilde må eller vil vinne fram. Dette er en smertefull prosess.

---

<sup>25</sup> [www.globalcarbonproject.org/carbonbudget/16/infographics.htm](http://www.globalcarbonproject.org/carbonbudget/16/infographics.htm)

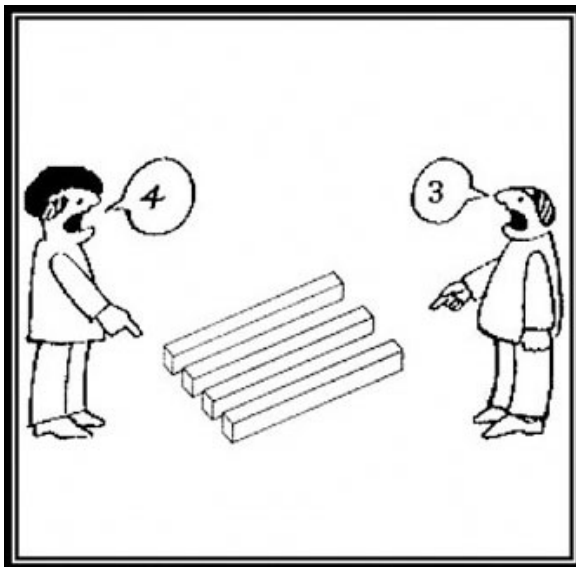
<sup>26</sup> Kuhn, Thomas S. (1962): *The Structure of Scientific Revolutions*. University of Chicago Press.

Et kjent eksempel illustrerer hvor dypt slike paradigmer kan gå. Galileo Galilei adopterte tidlig på 1600-tallet det heliosentriske verdenbildet (etter Kopernikus) i sin astronomi, og utfordret dermed den tradisjonelle geosentriske forståelsesmodellen. Den Katolske kirken stod steilt imot dette vitenskapelige paradigmeskiftet, og stevnet Galilei for inkvisitorisk virksomhet. Denne paradigmatisk striden mellom Vatikanet og Galilei ble ikke formelt bragt til ende før i 1992!<sup>27</sup>

Formålet med denne introduksjonen er å ikke utelukke muligheten for at de grunnleggende årsakene til klimakrisen kan være knytta til de helt fundamentale, paradigmatisk, rammevilkårene for vårt nasjonale og det globale samfunnet. Derfor bør en i en slik langsiktig analyse lage åpning for å kaste et kritisk blikk på disse etablerte verdensbildene, «sannheter» som ikke er tema i den løpende politiske debatten. Paradigmatisk endringer er betydelig mer krevende og smertefulle enn kursjusteringer innen et gitt paradigme, men historien viser at en ikke kan avskrive muligheten eller behovet for slike dypere endringer.

Vi har en målsetning om å prøve å avdekke om vi har med slike grunnleggende årsakssammenhenger å gjøre. Hvordan disse i så fall bør løses, vil være utenfor rammen for dette dokumentet, men vi tar likevel med oss Albert Einsteins observasjon i denne sammenhengen:

*The significant problems we face cannot be solved at the same level of thinking we were at when we created them.*



Figur 8: Paradigmer – ulike oppfatninger om hvordan verden egentlig er<sup>28</sup>

## 9.2 Verdensøkonomiens logikk

I dette avsnittet tar vi sikte på å gi en kort oversikt over de viktigste kjennetegnene ved og prinsippene for organiseringen av «verdensøkonomien». Med verdensøkonomien menes den pengebaserte handel med varer og tjenester som foregår innen og mellom land etter de kjøreregler som defineres av globale handelsavtaler og prinsippene som ligger under disse. FN, gjennom Det internasjonale pengefondet (IMF) og Verdensbanken, og OECD, er definerende institusjoner bak disse prinsippene.

<sup>27</sup> Kilde: <http://forskning.no/historie-vitenskapshistorie-kunst-og-litteratur-store-vitenskapsfolk-stub/2008/02/den-kopernikanske>

<sup>28</sup> Illustrasjon: [www.tes.com/lessons/hi8U0EwArChcGQ/paradigm-shift-7-habits](http://www.tes.com/lessons/hi8U0EwArChcGQ/paradigm-shift-7-habits)



### 9.2.1 De liberalistiske prinsippene

Opplysningstiden avfødte en liberalistisk politisk ideologi. Det er prinsippene fra liberalismen som ligger under utviklingen av de sentrale strømningene innen økonomisk teori, og som igjen er grunnlaget for rådende (mainstream) økonomisk politikk. Det er i hovedsak prinsippene i det vi kan kalle den vestlige markedsøkonomien (eller kapitalismen) som definerer den globaliserte økonomien i dag. Denne symbiosen av økonomisk teori og politikk kjennetegnes bl.a. ved<sup>29</sup>:

- Kapital, dvs. alle ikke-menneskelige ressurser som kan eies og omsettes i et marked, er en sentral innsatsfaktor i produksjon. Kapital er som hovedsak (og prinsipielt) privat eid og settes inn i den virksomhet som ses som mest hensiktsmessig av eieren. Størst mulig økonomisk overskudd (kapitalavkastning) er hovedmålet for kapitaleieren.
- Eierne av produksjonsmidlene (kapitaleierne) behøver også innsats av arbeidskraft i ulikt omfang og ulike kvaliteter i produksjonen. Denne innsatsfaktoren kjøpes i arbeidsmarkedet. Kapitaleiernes kostnad til arbeidskraft er samtidig lønnsinntekt for arbeidstakerne. Lønnsinntekt er den sentrale mekanismen hvorved arbeidstakerne i økonomien får sin del av verdiskapingen.
- Forbrukerne etterstreber å maksimere sin nytte – økonomiske velferd – gjennom forbruk. Arbeidstakerne, med grunnlag i sin lønnsinntekt, representerer en sentral del av etterspørselen etter forbruksgoder i økonomien.
- Samfunnets ressurser utnyttes mest effektivt, og den totale verdiskapingen blir størst, når små enkeltvise («atomistiske») markedsaktører tilbyr og/eller etterspør varer og tjenester innen et fritt konkurranseutsatt marked med fri prisdannelse. Markedet som institusjon og markedsprisen som konsept er således helt sentrale deler av markedsøkonomien.
- I en rendyrket markedsøkonomi er statens rolle i prinsippet begrenset til et kollektivt og objektivt forsvar mot maktbruk. I de fleste demokratiske økonomier har staten imidlertid en videre rolle enn dette, bl.a. ved å korrigere ulike typer markedssvikt, inkludert eksterne virkninger, fordelingsmessige effekter, o.l. Staten skal også etablere og vedlikeholde de institusjonelle rammene for mest mulig frie markeder.
- Innovasjoner, både i form av ny teknologi, organisering og idéer, er en viktig kilde til utvikling og dynamikk i den kapitalistiske økonomien. Innovasjoner representerer som regel og i prinsippet framskritt, men utfordrer også de etablerte strukturer. Gamle produkter og arbeidsmåter utkonkurreres kontinuerlig av nye. Innovasjoner er derfor en sterk konkurransefaktor i den globale økonomien.
- Økonomisk vekst er en nødvendig «motor» i den kapitalistiske/markedsøkonomiske modellen. Vekst i økonomien gir ikke bare grunnlag for økt samfunnsmessig velferd (i form av større produsent- og konsumentoverskudd til fordeling), men er også helt nødvendig for å holde hele kapasiteten i økonomien sysselsatt.
- I tillegg til disse økonomiske prinsippene bygger den vestlige kapitalistiske modellen selvsagt også på et demokratisk styresett.

---

<sup>29</sup> Listen presenterer hovedprinsipper for en markedsliberalistisk økonomisk politikk, og er basert på ulike kilder, f.eks. Adam Smiths Wealth of nations, Milton Friedman og Chicagoskolens program og Ayn Rands Objektivisme. Se også: [https://en.wikipedia.org/wiki/Economic\\_liberalism](https://en.wikipedia.org/wiki/Economic_liberalism) <https://en.wikipedia.org/wiki/Liberalism>

Formålet med å peke såpass eksplisitt på disse punktene, er at de representerer kjernen i det rådende paradigmet, og disse liberalistiske økonomiske og politiske prinsippene er derfor i stor grad de etablerte «spillereglene» for samfunnet. Og, siden våre framtidsbilder indikerer at det i disse underforståtte spillereglene kan ligge strukturelle barrierer mot løsning på klimautfordringen, er det nødvendig at de tas fram.

Praktisk politikk relatert til disse grunnleggende prinsippene dreier seg gjerne om politiske løsninger for (om)fordeling av den økonomiske verdiskapningen gjennom ulike offentlige inngrep og reguleringer. Slike inngrep strider i prinsippet mot de markedsliberalistiske prinsippene, men stort sett alle stater griper i noen grad inn i økonomien. Videre er politikken opptatt av å fasilitere økonomisk utvikling i tråd med prinsippene, f.eks. gjennom tilrettelegging for fri handel, rettferdig konkurranse i markedene, etc.

Et siste poeng for illustrere betydningen av et paradigme, er hvordan samfunnets medlemmer og aktører også formes av prinsippene innen paradigmet. Over tid «internaliseres» de verdiene og rasjonalitetene som fremmes av samfunnsorganiseringens prinsipper. Disse kommer så til uttrykk gjennom våre meninger og handlinger. I det norske samfunnet symboliserer kanskje den s.k. *jappe-tida* på 1980-tallet overgangen fra det mer «trauste» etterkrigsmoduset med fokus på gjenoppbygging, samfunnsutvikling og generell nøkternhet i levemåte og forbruk, til det mer individuelt orienterte forbrukersamfunnet Norge er blitt i dag. Det er denne komplekse veven av prinsipper og praksis; aktører og strukturer; holdninger, verdier og handlinger; som definerer et paradigme og som gjør det «usynlig» for de ulike aktørene i daglig praksis.

### 9.2.2 En globalisert verden

*Globalisering* er kanskje det som best karakteriserer utviklingen av verdenssamfunnet i den perioden vi er inne i nå. Begrepet beskriver en prosess som er grunnleggende kulturell i sin natur, og som kjennetegnes av en grenseoverskridende og rask integrering, utveksling og «homogenisering» av idéer, kunnskap, teknologi, politikk og andre elementer av vår kultur. Gjennom globaliseringen blir stadig flere mennesker over stadig større avstander knyttet sammen på stadig flere måter.



Figur 9: En globalisert verden<sup>30</sup>

<sup>30</sup> <https://littleusgoneglobal.wordpress.com/2015/03/21/147/>

Globaliseringen har lange historiske røtter. Mange vil likevel mene at globalisering slik vi ser den i dag best kjennetegner de siste to-tre tiårene. Kjørereglene for verdensøkonomien er en viktig del av globaliseringen, og dette grunnlaget ble lagt i tiden etter 2. verdenskrig. Sentralt i denne prosessen står etableringen av FN og internasjonale institusjoner som Verdensbanken, Det internasjonale pengefondet, GATT/WTO, etc. Disse institusjonene er utformet etter prinsipper fra liberal internasjonalisme, og skal arbeide for en liberal verdensorden basert på demokrati og markedsøkonomi. Utviklingen av det nåværende EU er basert på de samme prinsipper. Globaliseringen skjøt fart etter avslutningen av den kalde krigen, og med Kinas inntreden som en drivende kraft i verdensøkonomien.

Den praktiske effekten av globalisering er at flere markeder blir internasjonale. Effekten er ikke bare økt handel gjennom nedbygging av handelshindringer og etablering av klarere spilleregler, det har også blitt en friere flyt av produksjonsmidler mellom land og med det en større konkurranse om lokalisering av økonomisk aktivitet. Ulikheter mellom land og regioner i lønnskostnader, skatteregimer, kompetansenivå, innovasjonspolitik, miljøreguleringer, arbeidsmiljøkrav, energikostnader, etc. er blitt viktige elementer i den globale konkurranseevnen. Globaliseringen av økonomien er derfor et viktig rammevilkår for internasjonal klimapolitikk.

### 9.2.3 Teknologiens rolle

Moderne teknologi spiller en avgjørende rolle i utviklingen av den kapitalistiske økonomien. Det er mange varianter av definisjoner eller innganger til selve teknologibegrepet. Svært bredt kan det beskrives som materielle og ikke-materielle enheter skapt ved anvendelse av både kunnskapsmessige og fysiske ressurser med formål å skape en verdi. Teknologi refererer da til redskaper og maskiner som kan brukes til å løse reelle problemer samfunnet står overfor. Med andre ord, ulike hjelpemidler for å nå mål definert av mennesker.<sup>31</sup>

Den teknologiutviklingen som har bragt oss fram til dagens samfunn, er i sin tur gjort mulig av to forhold. For det første har vi den akselererende utviklingen av kunnskap som fulgte av Opplysningstidens vitenskapelige revolusjon. Vi skal ha all respekt for utviklingen av kunnskap og teknologi innen tidligere sivilisasjoner og samfunn, men det er først de siste ca. 300 år at vitenskap og teknologi er blitt en sentral drivkraft i samfunnsutviklingen.

Den andre faktoren, som har gjort det mulig for moderne teknologi å bli denne drivkraften, er den relativt lette tilgangen på store mengder rimelig energi. Kull, og senere olje og gass, er blitt «smurningen» i den teknologiske utviklingen, samtidig som denne billige energien også har vært et viktig rammevilkår for den historiske retningen teknologit utviklingen har tatt. Som referert i Huesemann og Huesemann<sup>32</sup>, har teknologisk utvikling stått bak opp mot 90 % av veksten i den amerikanske økonomien gjennom store deler av det 20. århundre (denne andelen er imidlertid lavere i andre halvdel av århundret). Teknologien er en «muliggjører» for økonomisk utvikling ved at den løser opp ulike flaskehalser i økonomiske prosesser. På noen områder blir den teknologiske utviklingen i seg selv en kraft bak endring, ved at ny kunnskap og teknologi åpner for helt nye områder for verdiskaping. Vi kommer tilbake til noen refleksjoner rundt teknologiens rolle i forhold til klimautfordringen nedenfor.

---

<sup>31</sup> <https://en.wikipedia.org/wiki/Technology>

<sup>32</sup> Huesemann, M. H. og J. A. Huesemann (2008): Will progress in science and technology avert or accelerate global collapse? A critical analysis and policy recommendations. *Environ Dev Sustain* 10:787–825.

#### 9.2.4 Økonomisk vekst

Det ene begrepet som best karakteriserer vår tids økonomiske paradigme, er nok «økonomisk vekst». Økonomisk vekst er delvis en konsekvens av måten økonomien er organisert på, men vekst er også en nødvendighet for å vedlikeholde stabiliteten i systemet. Økonomisk vekst er derfor blitt et *politisk imperativ* innen den vestlige markedsøkonomien.<sup>33</sup>

Rent teknisk innebærer økonomisk vekst en ekspansjon over tid i økonomisk aktivitet, målt ved brutto nasjonalprodukt (BNP). BNP er et pengemessig mål på verdiskapning – økonomisk aktivitet – i et land. Ulike lands BNP kan summeres til et globalt BNP (eller GWP, gross world product).

Vi vil peke på to viktige drivkrefter bak økonomisk vekst. Den ene er naturlig nok befolkningsutviklingen. En økonomi med en økende befolkning vil oppleve en generell økning i etterspørsel og, om tilveksten er mennesker i arbeidsfør alder, økt tilbud av arbeidskraft. Behovet for økt økonomisk aktivitet – vekst – følger som en nødvendig konsekvens.

Den andre drivkraften for økonomisk vekst er teknologisk utvikling. Historisk sett har den fundamentale effekten av teknologisk utvikling vært en bedret arbeidsproduktivitet. Det betyr at produksjon per time arbeidsinnsats har økt, eller sagt med andre ord: Teknologien har erstattet innsats av arbeidskraft i produksjonen. Teknologi i form av f.eks. håndredskaper og verktøy, storskala maskiner og fabrikker, datamaskiner, etter hvert også roboter og kunstig intelligens, bidrar alle på sin måte til å minske behovet for menneskelig (manuell) arbeidsinnsats. Og dette er jo i hovedsak vel og bra, det er mange eksempler på manuelle arbeidsoppgaver opp gjennom historien som vi ikke lengter tilbake til.

Denne produktivetsøkningen har imidlertid en grunnleggende bieffekt: Den reduserer behovet for arbeidskraft, og med det antall arbeidsplasser. Dersom den frigjorte arbeidskraften kan settes i annen verdiskapende virksomhet, bidrar en slik teknologit utvikling som fremmer arbeidsproduktivitet til økonomisk vekst. Det er en gunstig situasjon, politisk og økonomisk sett. I motsatt fall, dersom økonomien av en eller annen grunn er i en situasjon hvor ekspansjon ikke er mulig (f.eks. ved lavkonjunktur eller lav konkurransevne mot import), vil slik teknologisk utvikling føre til økt arbeidsledighet, og over tid potensielt til økende sosial og politisk uro.

Tilsvarende som for arbeidskraft, teknologisk utvikling vil også effektivisere bruken av andre produksjonsressurser. Frigjorte ressurser, enten i form av lavere kostnader eller økt kapitalavkastning, vil naturlig bli satt inn i annen produktiv aktivitet (investeringer) eller forbruk, og således bidra til økt økonomisk aktivitet. Denne spiralen mellom teknologisk framgang, økt økonomisk aktivitet og kapitalakkumulering er et sentralt kjennetegn ved vår nåværende markedsøkonomi.

Dette betyr at en kapitalistisk økonomi med teknologisk utvikling må vokse for å kunne fungere over tid. Dersom veksten stopper og fravær av vekst blir en langvarig tilstand, vil arbeidsledighet og mulig sosial spenning følge som en naturlig konsekvens, og økonomien vil ikke lenger fungere optimalt. Denne mekanismen er hovedårsaken til at «økonomisk vekst» er blitt et politisk imperativ innen det globale markedsøkonomiske paradigmet.

### 9.3 Diskusjon

Ovenfor har vi gjort et kortfatta og på ingen måte uttømmende forsøk på å formidle hva som kjennetegner det «paradigmet» som omrammer den vestlige verdens politiske og økonomiske

---

<sup>33</sup> H. Wilhite (2016): *The Political Economy of Low Carbon Transformation: Breaking the Habits of Capitalism*. Routledge.

organisering, og som i økende grad inkluderer de øvrige deler av verdensøkonomien. I framtidsbildet «Grønn vekst – økologisk modernisering», det ene av våre to hovedscenarier, utvikles klimapolitikken innen rammene av dette paradigmet. Vi pekte ovenfor på at det alternative framtidsbildet, «Økologisk økonomi - degrowth», må utvikles som et eget scenario da det bryter med grunnleggende prinsipper i vår eksisterende økonomiske organisering. Konflikten mellom de to framtidsbildene er prinsipielt knyttet til det skalte «vekstimperativet».

«Økonomisk vekst» innebærer en økning i samfunnets tilgang på økonomiske verdier (goder), den økonomiske kaken blir større. Ett av hovedbudskapene fra den kjente analysen til Thomas Piketty<sup>34</sup> er at vi ser en systematisk trend i retning av at ikke alle får ta del i denne veksten. Spesifikt er den økonomiske avkastningen på kapital systematisk større enn arbeidsavkastningen, slik at over tid vil en stadig større del av samfunnets verdiskapning og verdier konsentreres på de gruppene som eier verdier i form av ulike typer kapital. En slik økende skjevfordeling av godene kan over tid både skape og forsterke sosiale forskjeller, og føre til samfunnsmessige utfordringer som dårlige økonomiske kår og følelse av utenforskap for store sosiale grupper<sup>35</sup>. Uten aktiv politisk korreksjon kan en slik utvikling bidra til å undergrave legitimiteten til den rådende økonomiske politikken. Enkelte ser på valget av Trump i USA og voksende oppslutning til «protestbaserte» politiske bevegelser i Europa som symptomer på slike fordelingsmessige utfordringer<sup>36</sup>. En av årsakene til at «Økologisk økonomi – degrowth» framstår som et eget alternativ er at denne sosiale siden ved samfunnsutviklingen, en opplevd rettferdig fordeling av samfunnets goder og deltakelse i samfunnet, betraktes som en forutsetning for realisering av et bærekraftig lavutslippssamfunn. Den sosiale dimensjonen er en sentral del av bærekraftsbegrepet, og har relevans både innad i de ulike økonomier, mellom regionene i verden, og mellom dagens og framtidens generasjoner. Den underliggende bekymringen som kommer til uttrykk i denne diskusjonen, er at en global økonomi som fortsatt må prioritere vekst, ikke vil være i stand til å ta de nødvendige fordelingsmessige hensyn.

Vi runder av denne bolken med å slå fast at det i de samfunnsfaglige forskningsmiljøene går en slik diskusjon rundt selve konstruksjonen av den rådende økonomiske organiseringen, og hvorvidt denne er i stand til å håndtere de utfordringene som må løses i en overgang til et lavutslippssamfunn. Selve begrepet «degrowth», som knyttes til det ene av framtidsbildene ovenfor, indikerer jo en grunnleggende reorientering av den vekstorienterte økonomiske politikken. Vi tar i dette dokumentet ingen stilling til denne diskusjonen. Selve synliggjøringen av slike «paradigmatiske» konflikter har imidlertid betydelig verdi, da den peker på problemstillinger som kan vise seg å bli viktige på veien mot lavutslippssamfunnet.

---

<sup>34</sup> Thomas Piketty (2014): Capital in the Twenty-First Century. Belknap.

<sup>35</sup> [https://www.oxfam.org/sites/www.oxfam.org/files/file\\_attachments/bp-economy-for-99-percent-160117-summ-en.pdf](https://www.oxfam.org/sites/www.oxfam.org/files/file_attachments/bp-economy-for-99-percent-160117-summ-en.pdf)

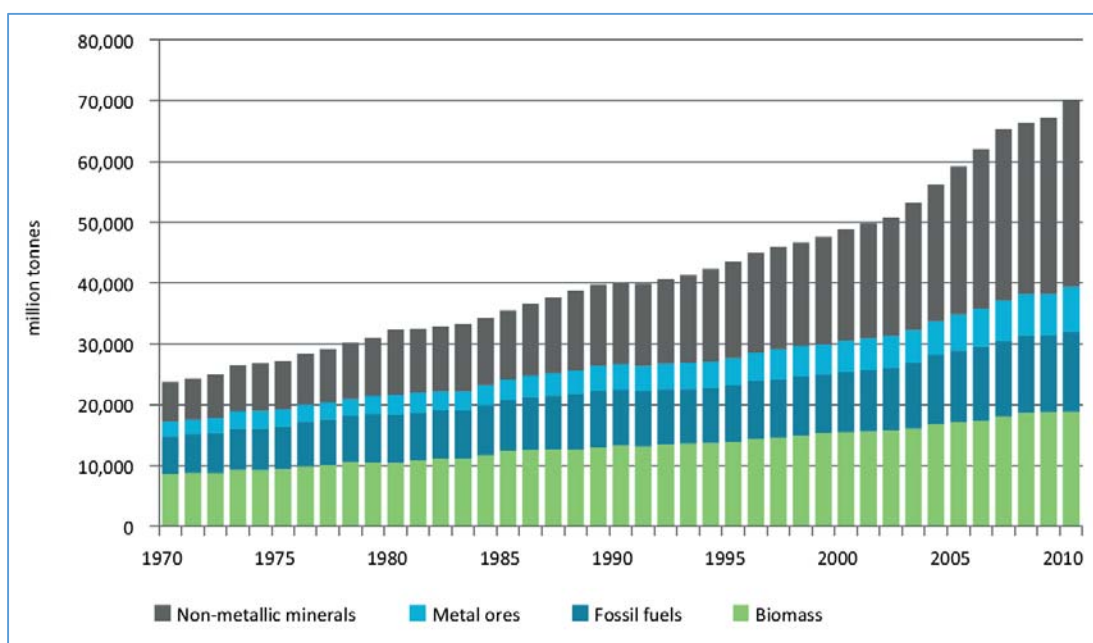
<sup>36</sup> <https://www.theguardian.com/global-development/2017/jan/16/worlds-eight-richest-people-have-same-wealth-as-poorest-50>



## 10 BEGRENSNINGER I RESSURSGRUNNLAGET

Det andre sentrale temaet som skiller de to hovedframtidbildene «Grønn vekst – Økologisk modernisering» og «Økologisk økonomi – degrowth», er forholdet mellom det økonomiske systemet og naturressursgrunnet. Vi vil i dette kapitlet se nærmere på hva som ligger i dette skillet og hvordan dette kan ha betydning for forståelsen av et lavutslippssamfunn.

Stadig økonomisk vekst er, som vi viste ovenfor, nødvendig for stabiliteten i vårt samfunnssystem. Sammensetningen av den økonomiske aktiviteten, og dens vekst, er en dynamisk størrelse som reflekterer utvikling i bl.a. teknologi, ressurser og samfunnets preferanser. Uansett sammensetning er imidlertid økonomien i sin natur en fysisk størrelse. Figuren nedenfor viser at verdensøkonomien i 2010 «høstet» ca. 70 milliarder tonn av ulike naturressurser, i form av mineraler, metallmalmer, fossil energi og biomasse. Utviklingen i ressursbehov i perioden 1970 – 2010 tilsvarer en gjennomsnittlig årlig vekst på 2,75 %. I perioden 2000 – 2010 var vekstraten i fysisk ressursbehov 3,7 %, og dermed større enn gjennomsnittlig årlig vekst i globalt GDP.<sup>37</sup> Dette illustrerer at det er en tett kobling mellom økonomisk aktivitet – verdiskapning – og etterspørsel etter fysiske ressurser.



Figur 10: Global utvinning av ulike materialer, 1970 – 2010. Millioner tonn.

Et politisk og økonomisk behov for en slik vedvarende vekst forutsetter derfor at vi har fysisk rom til å vokse i. Historisk sett har menneskesamfunnet hatt dette rommet. Det har alltid vært «noe bortenfor» som har ligget og ventet på oss, og gitt nye muligheter for ekspansjon og velstand. Gjennom annektering av kolonier fikk de europeiske stormaktene lagt store landarealer og andre ressurser til de hjemmевærende. Den vestlige sivilisasjonen flyttet seg gradvis mot vest over den nordamerikanske prærien, og det var stadig ledig land og andre ressurser å finne lenger vest. Australia var også et gigantisk kontinent som lå og ventet på den som hadde pågangsmot til å oppsøke eventyret. Økonomen

<sup>37</sup> [http://unep.org/documents/irp/16-00169\\_LW\\_GlobalMaterialFlowsUNEReport\\_FINAL\\_160701.pdf](http://unep.org/documents/irp/16-00169_LW_GlobalMaterialFlowsUNEReport_FINAL_160701.pdf), s. 31.

Kenneth Boulding (1966) kalte dette for en «frontier economy», kjennetegnet ved en ytre grense som kan flyttes utover ved behov<sup>38</sup>. Dette bildet er godt forenlig med en vekstorientert økonomi, da det ikke ligger noen åpenbar naturgitt begrensning på ekspansjonen av menneskets samfunn.

Det voksende ressursbehovet har blitt tilfredsstilt ved utnyttning av et bredt tilfang av både fornybare og ikke-fornybare ressurser som finnes innen grensene for de ulike bio-/geofysiske systemene på jorda. I den neoklassiske modellen og det vekstorienterte økonomiske paradigmet eksisterer det ikke noen konseptuell begrensning i dette ressurstilfanget. Selve naturen og ressursgrunnlaget representerer således ingen fysisk begrensning for en vedvarende økonomisk vekst.

Scenarioet «Økologisk økonomi – degrowth» representerer en framvoksende kritikk mot denne vekstteknningen. Denne kritikken signaliserer behov for en grunnleggende endring i synet på forholdet mellom økonomien og «økologien» (økologi her forstått som det naturgitte ressursgrunnlaget for økonomien). Essensen i dette alternative synet er tanken om at det økonomiske systemet, eller menneskesamfunnet, er et delsystem som er underordnet det globale økosystemet. Det globale økosystemet er et størrelsesmessig avgrensa ikke-voksende system. Økonomien kan ikke betraktes som uavhengig av eller overordnet det økologiske systemet. Og, fundamentalt viktig, et underordnet system kan ikke vokse seg større enn det overordna og avgrensa systemet det er en del av. Vi vil nå gjøre et forsøk på å formidle hovedargumentene for en slik faglig posisjon.

## 10.1 Termodynamikken setter rammen

Framtidsbildet «Økologisk økonomi – degrowth» uttrykker en prinsipiell bekymring knytta til den rådende økonomiske politikken med sitt fokus på materiell vekst som sentral drivkraft. Bekymringen tar utgangspunkt i en betraktning av økonomisk aktivitet og bruk av Jordens ressurser innen rammene av *termodynamikken*. Denne tilnærmingen er i stor grad inspirert av Georgescu-Roegens<sup>39</sup> banebrytende verk fra 1971. Den helt grunnleggende tanken er, som vi har vært inne på, at det ikke er korrekt å betrakte menneskets samfunn – økonomien – som et system frikoblet fra de energi- og materialstrømmer som kjennetegner alle andre fysiske systemer på Jorden. I stedet må menneskets samfunn forstås som en integrert del (altså et undersystem) av det økologiske/geofysiske systemet som Jordkloden er. Og dette systemet, biosfæren, er i praksis en tynn «hinne» på jordoverflaten.



Figur 11: Earthrise - fotografiet som rokket ved oppfatningen av Jordkloden som «uendelig»

Denne tankerekken er basert på termodynamikkens to første «lover». Disse grunnsetningene omhandler tilgjengelighet og kvalitet på de energi- og materialressursene vi disponerer i økonomien.

<sup>38</sup> <http://www.ub.edu/prometheus21/articulos/obsprometheus/BOULDING.pdf>

<sup>39</sup> Georgescu-Roegen, N. (1971): The Entropy Law and the Economic Process.



Termodynamikkens lover er grunnleggende fysiske lover og en god forståelse av disse bidrar med viktig innsikt i forholdet mellom natur og samfunn.

Termodynamikkens første lov sier at energien i et isolert system er konstant<sup>40</sup>. Dette betyr at energi ikke kan oppstå eller forsvinne, selv om tilgjengelig energi omformes ved all bruk. Ved bruk i en bilmotor, f.eks., vil bensin (kjemisk energi) først omformes til bevegelsesenergi og etter hvert til varmeenergi, som i sum tilsvarer bensinens kjemiske energi.

Termodynamikkens andre lov kalles «entropiloven». Begrepet entropi dreier seg her om energiressursens kvalitet, eller evne til å utføre arbeid. Vi sier at en konsentrert og «potent» ressurs har lav entropi, og stor evne til mekanisk arbeid. For hvert trinn i en omforming av en energiressurs vil dette potensialet (kvaliteten, arbeidsevnen) minke, og entropien øker. Energien i en liter bensin som er brukt opp i en bilmotor, og som er spredt som varmeenergi i luften, kan ikke uten videre høstes og brukes på nytt. Energien er der fremdeles, men kvaliteten (arbeidsevnen) er tapt gjennom at systemets entropi har økt. Alle prosesser som skjer innen et isolert system, enten det er snakk om livsprosesser eller teknologiske prosesser, medfører økning i systemets entropi. Disse to første lovene innen termodynamikken gjelder også for ikke-energi ressurser, f.eks. mineraler og andre kjemiske/materielle ressurser. Økt entropi refererer da til tap av kjemisk potensial<sup>41</sup>.

Alle økonomiske prosesser er avhengige av og drives av laventropi ressurser. Uten tilgang på laventropi energi og materielle ressurser, vil prosessene stoppe opp. Ingen kjent teknologi kan tilsidesette entropiloven<sup>42</sup>. Det som imidlertid skiller Jorden fra et slikt isolert termodynamisk system, er innstrålingen av solenergi. Dette er et kjernepunkt i denne diskusjonen: solenergi gir grunnlag for flere naturlige prosesser på Jorda som genererer – bygger opp – laventropi (høykvalitets) ressurser. Den aller viktigste av disse prosessene er fotosyntesen, hvor kjemiske forbindelser med høy entropi (karbondioksid og vann) bindes med solenergi til energirik laventropi biomasse. Denne biomassen er livsgrunnet for stort sett alle næringskjeder som utgjør jordas ulike økosystemer, og som vi mennesker også er en naturlig del av. I tillegg til gjennom fotosyntesen bidrar solenergi til generering av laventropi ressurser også på andre måter, f.eks. ved å løfte store mengder vann opp i våre kraftmagasiner og lage vind, vær og havstrømmer.<sup>43</sup>

Laventropi i «mekanisk» form, som vannfall, vindenergi og bølgekraft, kan nyttiggjøres i et energisystem og dermed være et viktig bidrag i det økonomiske systemet. Likevel er disse ressursene prinsipielt forskjellige fra laventropi generert i det økologiske systemet. Livsprosesser i økosystemer, mennesker inkludert, kan i hovedsak ikke opprettholdes uten tilførsel av laventropi energi og kjemiske byggesteiner bundet i egnede biologiske materialer – kort sagt: næring. Det er mye konsentrert energi

---

<sup>40</sup> Et termodynamisk *isoler*t system utveksler verken energi eller materie med sine omgivelser. Et *lukket* system kan utveksle energi, men ikke materie, mens et *åpent* system kan utveksle både energi og materie med omgivelsene. Jordkloden er i konteksten av denne rapporten å betrakte som et lukket termodynamisk system.

<sup>41</sup> Det relaterte begrepet «eksergi» kan også tolkes som et mål på ressurskvalitet, hvor «ressurs» forstås som en konsentrasjon av materie eller energi som er høyere enn den som finnes i det omgivende miljøet. I energisammenheng er eksergi et uttrykk for den mengde mekanisk arbeid som kan utvinnes av ressursen (nyttbar energi). I materialsammenheng gir eksergi uttrykk for materialets kjemiske potensial relativt dets omgivelser. I motsetning til energi går eksergi tapt ved omforming av energi- og materialressurser i spontane prosesser. Tapt eksergi tilsvarer økning i entropi.

<sup>42</sup> Perpetuum mobile – evighetsmaskinen – er en god illustrasjon på entropi. Håpet om å konstruere en maskin som driver seg selv på resirkulert energi – uten eksternt tilførsel – ble etter hvert oppgitt. Entropiloven gir forklaringen på det.

<sup>43</sup> I tillegg til solenergi representerer også geotermisk aktivitet (varme fra jordas indre) og gravitasjon (f.eks. gjennom havstrømmer og tidevann) potensielle kilder til laventropi energiressurser.

i en frisk bris og i tidevann, men den kan ikke spises til middag. Dette gir grunnlag for å hevde følgende påstand:

*I et termodynamisk lukket system som Jorden er, vil økosystemets evne til å vedlikeholde og regenerere laventropi ressurser fra solenergi utgjøre en langsiktig begrensning på omfanget av økonomisk (menneskelig) aktivitet. Dette følger som en konsekvens av termodynamikkens to første lover.*

Disse termodynamiske prinsippene gjelder som nevnt både energi og stoff. At systemets entropi øker ved omdannelse av energi fra en form til en annen, gir mening. Når vi snakker om materielle ressurser, blir disse sammenhengene mer kompliserte. En gitt materiell ressursmengde (f.eks. et mineral) kan ha mange ulike veier gjennom et produksjonssystem og entropieffektene av disse prosessene kommer til syne i mange former og på ulike steder i systemet. Foredling av ulike råvarer i en fabrikk skaper en lokal reduksjon av entropi (selve produktet), men tatt hensyn til materielle og energimessige ressursbehov gjennom den fysiske verdikjeden fram til og med foredlingsprosessen, vil det totale (globale) systemets entropi **alltid** øke. Selv med sterk vekt på resirkulering, gjenbruk og teknisk effektivisering for øvrig, det totale systemets entropi vil alltid øke, og komme til uttrykk på ulike måter. Her kan vi vise til Høyer og Groven (1995)<sup>44</sup> sin innsiktsfulle analyse av denne problemstillingen.

Hva sitter vi så igjen med etter denne korte visitten innom termodynamikken? Dette resonnementet innebærer at grunnleggende fysiske lover i prinsippet definerer det maksimale langsiktige omfanget på flyten av energi og materielle ressurser gjennom det økonomiske systemet. Langsiktig økologisk og klimamessig bærekraft må forstås innenfor denne absolutte begrensningen, og verken politikk eller teknologi kan overprøve termodynamikken i det lange løp. Det betyr dermed også at økologisk bærekraft og klimautfordringen er to sider av samme sak.

## 10.2 Vekstens kraft

La oss ta opp igjen og se litt nærmere på konseptet «vekst» som et teknisk begrep, men forstått på samme måte som i økonomisk vekst. Her betyr vekst en relativ (prosentvis) økning i en gitt størrelse (f.eks. BNP) fra en periode til neste. Forrige periodes vekst inkluderes i grunnlaget for inneværende periodes vekst, tilsvarende rentes rente på et bankinnskudd. Dette er det vi kaller eksponentiell vekst.

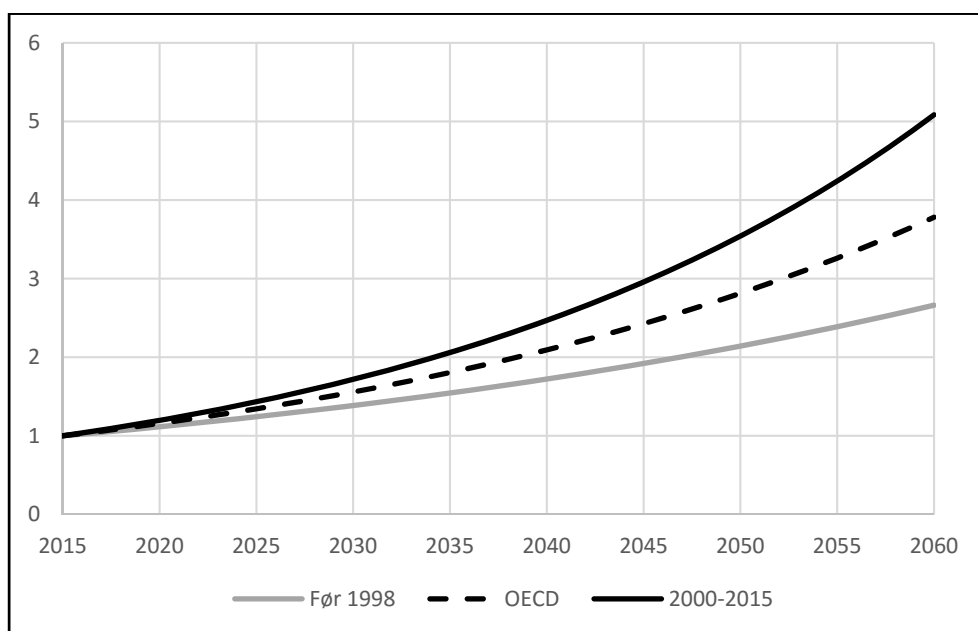
Det typiske kjennetegnet ved slike vekstmodeller er at til tross for at den årlige vekstraten kan være relativt beskjeden, vil utviklingen (veksten) over lengre tid være substansiell. Dette kan illustreres med virkelige tall. En rapport publisert av OECD<sup>45</sup> presenterer analyser av den langsiktige utviklingen i verdensøkonomien. Her er den gjennomsnittlige årlige vekstraten i verdensøkonomien i perioden 1820 - 1998 estimert til 2,2 %. Mellom 2000 og 2015 var denne raten på 3,68 %, sterkt drevet av Kinas inntreden i verdensøkonomien<sup>46</sup>. 2 - 4 % er dermed representative størrelser for den årlige veksten i globalt BNP de siste 200 år. I en annen rapport fra OECD<sup>47</sup> presenteres organisasjonens beste antakelser for utviklingen i verdensøkonomien fram mot 2060. Her predikeres en viss nedgang i veksten mot slutten av perioden, men likevel antas en gjennomsnittlig årlig økonomisk vekst i perioden 2015 - 2060 på 3,0 %.

<sup>44</sup> Høyer, Karl G. og Kyrre Groven (1995): Fisk og miljø. Hvordan står det til med bærekraften? Rapport 5/95, Vestlandsforskning.

<sup>45</sup> Maddison, Angus (2001): The World Economy: A millennial Perspective. OECD.

<sup>46</sup> Economic Outlook 98, OECD online statistics resource, November 2015.

<sup>47</sup> Policy Challenges for the next 50 Years. OECD Economic Policy Paper No. 9, 2014.



Figur 12: Effekt av ulike vekstrater på BNP

Figuren ovenfor illustrerer effekten av ulike vekstrater. Her er omfanget, målt som BNP, av den globale økonomien satt til referansenivå 1,0 i 2015. Forutsetter vi at den historiske vekstraten på 2,2 % fortsetter etter 2015, vil den globale økonomien ha vokst fra 1,0 til 2,7 i 2060. Hvis den sterkere vekstraten fra perioden 2000-2015 på 3,68 % legges til grunn, vil verdensøkonomien mer enn 5-dobles i denne perioden. Det mer nøkterne anslaget på 3,0 % fra OECDs rapport innebærer en utvikling i økonomiens volum i perioden med en faktor på 3,8. Vi ser derfor at når tidsperspektivet er flere tiår, blir forutsetningen om eksponentiell vekst kraftfull, selv om den årlige raten isolert sett ikke er veldig stor. «Bekymringen» som uttrykkes gjennom scenarioet «Økologisk økonomi – degrowth» er at en økonomisk politikk som bygger på en forutsetning om kontinuerlig økonomisk vekst før eller senere vil måtte utfordre grensene for tilgang på laventropi ressurser.

### 10.3 Kaya-identiteten – klima og økonomi

Som en praktisk illustrasjon av kraften i økonomisk vekst i en klimasammenheng, ser vi her kort på et par analyseverktøy som er mye brukt. Vi tar utgangspunkt i den kjente IPAT-ligningen, som ble introdusert av bl.a. Ehrlich og Holdren<sup>48</sup> for å illustrere effektene og bidraget fra de overordna og prinsipielle drivkrefter i menneskelig påvirkning av naturmiljøet. Påvirkning ( $I$ , impact) er produktet av populasjonsstørrelse ( $P$ ), gjennomsnittlig (per kapita) velstandsnivå ( $A$ , affluence) og teknologi ( $T$ ). Vi får da denne sammenhengen:

$$I = P \cdot A \cdot T$$

Med vårt fokus på klimagassutslipp kan vi omformulere denne generelle sammenhengen til en mer spesifikk identitet som dekomponerer utslipp av CO<sub>2</sub> i relevante faktorer. Dette er den såkalte Kaya-identiteten<sup>49</sup>:

<sup>48</sup> Ehrlich, Paul R. and John P. Holdren. "Impact of Population Growth." *Science* 171 (1971): 1212-17.

<sup>49</sup> [http://en.wikipedia.org/wiki/Kaya\\_identity](http://en.wikipedia.org/wiki/Kaya_identity) etter den japanske økonomen Yoichi Kaya.

$$CO_2 \text{ utslipp} \equiv \underset{(1)}{\text{Populasjon}} \times \frac{\underset{(2)}{BNP}}{\underset{(2)}{\text{Populasjon}}} \times \frac{\underset{(3)}{kWh}}{\underset{(3)}{BNP}} \times \frac{\underset{(4)}{CO_2 \text{ utslipp}}}{\underset{(4)}{kWh}}$$

En slik dekomponering viser at totale CO<sub>2</sub>-utslipp drives av fire faktorer:

- 1) Størrelsen på befolkningen ("befolkningsvekst").
- 2) Økonomisk velstand (BNP per kapita – "velstandsvekst")
- 3) Energiintensiteten i økonomien (kWh per enhet BNP – "energieffektivitet")
- 4) Karbonintensiteten i energiproduksjonen (CO<sub>2</sub>-utslipp per kWh – "fornybarandel")

La oss se litt på de enkelte faktorene.

#### 1) Befolkningsstørrelsen

Økt befolkning driver økonomisk aktivitet og etterspørsel etter kalorier (mat, «økologisk laventropi») og annen energi. Den globale populasjonen er fortsatt i klar vekst, og forventes å øke med opp mot 50 prosent fra dagens nivå til ca. 10-11 mrd. i slutten av århundret. Denne faktoren tilsvarer P-en i IPAT-ligningen.

#### 2) Økonomisk velstandsnivå – "BNP per kapita"

BNP per kapita er en indikator på økonomisk verdiskapning – velstand – per innbygger. Denne indikatoren kan brukes som et mål på Affluence, jf. IPAT-ligningen. De aller fleste land har uttalte mål om å bedre innbyggernes velstandsnivå, dvs. en generell økonomisk vekst. Fra 1980 til 2013 har den globale økonomien vokst årlig med ca. 3,5 %, slik at det globale BNP har økt med 250 % i perioden<sup>50</sup>. Verdens befolkning har i samme periode økt med ca. 60 %, slik at BNP per kapita er en indikator som viser en klart voksende trend.

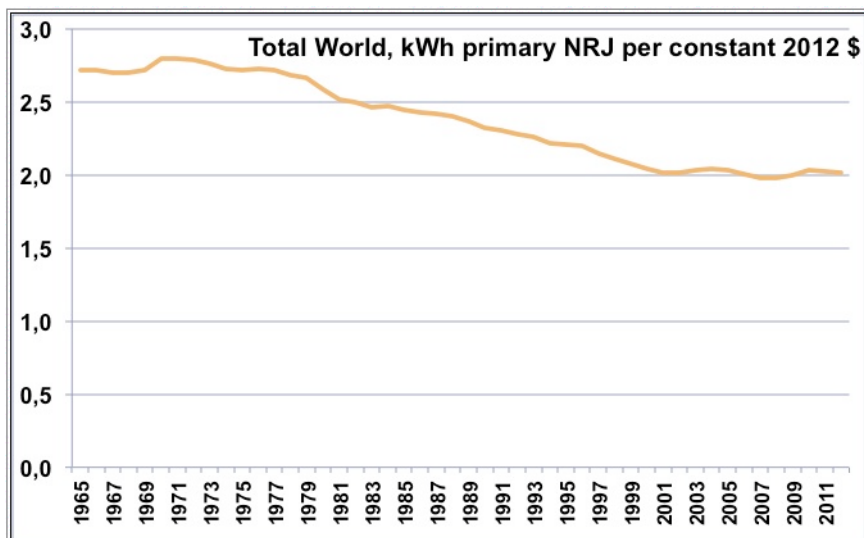
#### 3) Økonomiens energiintensitet – "kWh per krone"

Denne indikatoren illustrerer i hvor stor grad verdiskapningen, eller den økonomiske aktiviteten, avhenger av energi som innsatsfaktor (uavhengig av energikilde). På sett og vis er dette et mål på energieffektiviteten i økonomien. Mange typer industri, energisektoren, transport og ulike typer utstyr er tett basert på bruk av energi. Vi ser imidlertid at økt energieffektivisering (prosesser, motorer, annen teknologi) har redusert det relative energibehovet i mange av disse sektorene. I tillegg ser vi også en tendens i de mer utviklede økonomiene til at tjenestesektorene, som har en lavere energiintensitet, øker relativt de andre sektorene. Verdensøkonomien har som følge av dette hatt en nedgang i energiintensitet de siste tiårene, se figur nedenfor<sup>51</sup>. US Energy Information Administration anslår årlig nedgang (forbedring) i den globale energiintensiteten på 1,5 % i perioden 1990-2015<sup>52</sup>. Figuren viser imidlertid at denne trenden varierer og kanskje er litt mindre tydelig i enkelte perioder.

<sup>50</sup> IMF, World Economic Outlook Database, October 2014.

<sup>51</sup> - [http://www.manicore.com/anglais/documentation\\_a/greenhouse/kaya\\_equation.html](http://www.manicore.com/anglais/documentation_a/greenhouse/kaya_equation.html)  
 - <http://www.oxfordenergy.org/wpcms/wp-content/uploads/2011/02/Presentation19-The-RelationshipBetweenCarbonDioxideEmissionsandEconomicGrowth-MGrubbBMullerLButler-2004.pdf>

<sup>52</sup> <https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=27032>



Figur 13: Verdensøkonomiens energiintensitet<sup>53</sup>

#### 4) Karbonintensitet i energibruken – "CO<sub>2</sub>-utslipp per kWh"

Den fjerde og siste faktoren i Kaya-identiteten beskriver selve energiproduksjonen (-omformingen) som etterspørres i økonomien og hvor store CO<sub>2</sub>-utslipp per enhet produsert energi den fører med seg. Karbonintensiteten i energibruken kan reduseres ved overgang til mindre "karbontette" fossile brenslere (f.eks. fra kull til gass), ved overgang til karbonnøytrale energikilder (bio, vann, vind, geotermisk, kjernekraft) eller ved bruk av karbonnegativ energiteknologi (fangst og lagring av karbon). Økt andel av kjernekraft og fornybar energi i energimiksen bidrar således til ønsket reduksjon i denne faktoren.

Som en proxy-beregning på energiproduksjonens karbonintensitet kan vi se på tall fra IEA (for 2014) for TPES (total primary energy supply) og relatere dette til energirelaterte utslipp av CO<sub>2</sub>. Forholdet mellom CO<sub>2</sub>-utslipp (Mt) og primær energi (Mtoe) gikk ned fra 2,53 i 1973 til 2,36 i 2014. Vi ser altså at det har vært en viss nedgang (bedring) i karbonintensiteten i denne perioden basert på denne beregningsmåten. Gjennomsnittlig årlig forbedring i karbonintensiteten i verdens primære energiproduksjon i denne perioden er således på knapt 0,2 %. Totale utslipp av (energirelatert) CO<sub>2</sub> økte med 109 % i samme periode.

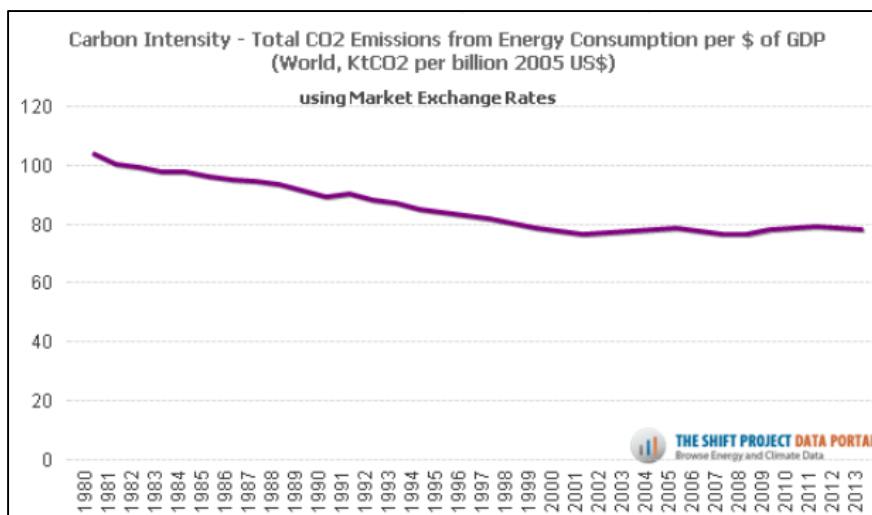
Det kan også nevnes at i samme periode ble andelen av global TPES fra fossile kilder redusert fra 86,7 % til 81,1 %. I denne perioden økte for øvrig TPES med nær 125 %. Dette innebærer at den absolutte tilførselen av ikke-fossil energi i primær energiproduksjon er tredoblet i perioden 1973-2014.<sup>54</sup>

Faktorene (3) og (4) kan kombineres i en ny faktor som måler økonomiens karbonintensitet, "CO<sub>2</sub> utslipp per enhet BNP"<sup>55</sup>. Som vi ser av figuren nedenfor, viser denne indikatoren en lignende utvikling. Vi ser en klar trend mot redusert karbonintensitet fram mot ca. 2000, men at kurven har ligget nokså flatt siden.

<sup>53</sup> Begrepet «NRJ» i figuren er et mye brukt fransk akronym som står for «energi».

<sup>54</sup> IEA: 2016. Key World Energy Statistics. <http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/KeyWorld2016.pdf>

<sup>55</sup> Ofte er det indikatoren «karbonutslipp per enhet verdiskaping» som refereres til som karbonintensitet, men i tilknytning til Kaya-identiteten er det riktig å bruke «karbonutslipp per enhet primær energiproduksjon».



Figur 14: Verdensøkonomiens "karbonintensitet" – CO<sub>2</sub>-utslipp per enhet BNP

Vi så helt innledningsvis (i figur 1) at produktet av de fire faktorene i Kaya-identiteten, totale globale energirelaterte CO<sub>2</sub>-utslipp, har vist en økende trend gjennom de siste tiårene (med unntak av under finanskrisen)<sup>56</sup>. Denne veksten i utslipp skyldes at den samla effekten av de to øvrige driverne, verdiskapning per kapita og befolkningsvekst, mer enn oppveier bidragene fra energieffektivisering og dekarbonisering av energiproduksjonen. (Produktet av verdiskapning per kapita og befolkningsvekst kan vi kalle økonomisk vekst). Det synes derfor åpenbart at de anstrengelser som gjøres innen energieffektivisering og fornybar energiteknologi for å nå mål om et globalt lavutslippssamfunn, så langt er blitt mer enn veid opp for av vekstkraften i økonomien.

#### 10.4 Tidsperspektivet i lavutslippssomstillingen

Kvantifisering av faktorene i Kaya-identiteten i avsnittet over kan brukes til en enkel illustrasjon av hvilken utfordring en omstilling til et lavutslippssamfunn representerer. Vi kan, med støtte i FNs projeksjoner, anta en årlig global befolkningsvekst på 0,8 % framover mot 2050. I tillegg antas en vekst per år i bruttoprodukt per kapita på 2,18 %. Sammen gir disse tallene (faktorene 1 og 2 i Kaya-identiteten) en årlig økonomisk vekst på 3,0 %, jf. OECDs anslag ovenfor. Forutsatt dagens energi- og karbonintensitet vil CO<sub>2</sub>-utslippene da øke med en faktor på 2,73 til 2050.

Tabell 6 nedenfor viser en beregning av hvordan CO<sub>2</sub>-utslippene i 2050 vil variere gitt ulike forutsetninger knytta til energi- og karbonintensiteten i Kaya-identiteten. Når vi låser forutsetningen knytta til økonomisk vekst, kan vi studere effekter av ulike antakelser knytta til utvikling i energi- og karbonintensitet. Legger vi til grunn rådende historiske trender for forbedringer i økonomiens energiintensitet og energiproduksjonens karbonintensitet (henholdsvis 1,5 % og 0,2 % per år), vil CO<sub>2</sub>-utslippene øke med ca. 53 % innen 2050 (se linjen *Referansetrend* i tabellen). Dette er i tråd med diskusjonen ovenfor: Den globale økonomiens vekstkraft overskygger framgang innen energieffektivisering og fornybar energiteknologi, og de totale utslippene øker.

Linjen *Stabilisering av utslipp* illustrerer hvilken relativ forbedring i energi- og karbonintensitet som må realiseres for å stabilisere utslippene. Dersom årlig reduksjon i energiintensitet økes med faktor 1,5,

<sup>56</sup> IEA Key World Energy Statistics 2016

samtidig som bedringen i karbonintensiteten akselereres med en faktor på 3,4, vil det være nok til å stabilisere utslippene i 2050 på 2016-nivå.

Tabell 6: Ulike utslippsbaner 2016 – 2050 med basis i Kaya-identiteten

Kaya-identiteten - Utslippstrender 2016–2050	(1) x (2) Økonomisk utvikling $Pop \times \frac{BNP}{Pop}$	(3) Energi- intensitet $\frac{kWh}{BNP}$	(4) Karbon- intensitet $\frac{CO_2}{kWh}$	(1) x (2) x (3) x (4)  Totale CO <sub>2</sub> - utslipp 2050*
Referansetrend, årlig endring	3,0 %	- 1,5 %	- 0,2 %	1,527
Stabilisering av utslipp	3,0 %	<b>x 1,5</b>	<b>x 3,4</b>	1,000
Lavutslipp, balansert (-4,75 %)	3,0 %	<b>x 3,2</b>	<b>x 23,7</b>	0,100
Lavutslipp, fokus effektivisering (-7,5 %)	3,0 %	<b>x 5,0</b>	<b>x 9,6</b>	0,100
Lavutslipp, fokus fornybar (-2,5 %)	3,0 %	<b>x 4,6</b>	<b>x 12,5</b>	0,100

\* CO<sub>2</sub>-utslipp i 2016 er satt til 1,0.

Verken en 53 % økning eller en stabilisering av globale karbonutslipp fra energisektoren på 2016-nivå vil være forenlig med vårt bilde av et lavutslippssamfunn i 2050. La oss i stedet anta som ytterligere illustrasjon at vi ønsker å oppnå en 90 % reduksjon i karbonutslipp i 2050 sammenlignet med 2016. Hvilke utslag vil det få på Kaya-identiteten? Som vi ser i den nederste delen av tabellen, om vi femdabler den årlige raten for endring i energiintensitet (til -7,5 %, jf. *Lavutslipp, fokus effektivisering*), må vi likevel nesten tidoble den årlige bedringen i karbonintensitet for å nå utslippsmålet. De øvrige lavutslippsberegningene viser lignende tall.

Tabell 6 er basert på enkle forutsetninger, men med realistiske tallstørrelser. Tallenes tale er klar: Det må til en svært kraftig opptrapping i energieffektivisering (reduisert energiintensitet) og fornybar produksjon (reduisert karbonintensitet) for at vi skal kunne dreie utviklingen over på en utslippsbane som kan realisere et lavutslippssamfunn i 2050 – gitt forutsetningen knytta til økonomisk vekst i perioden. En alternativ forutsetning om nullutslipp vil selvsagt bidra til ytterligere å forsterke dette kravet til opptrapping.

Hovedbudskapet fra denne enkle analysen er således knytta til *tidsperspektivet*. Vi vet at det er mange og dype strukturer i samfunnet som må omstilles på veien mot lavutslippssamfunnet. Slike endringer er i seg selv krevende langs mange dimensjoner. I tillegg vet vi at utvikling og storskala diffusjon av relevant teknologi også er tidkrevende. På globalt nivå ser vi at endringstakten i dag er for lav, omstillingen må skje betydelig raskere for at vi skal realisere lavutslippssamfunnet i 2050. Tiden vi har til rådighet begynner derfor å bli knapp.

## 10.5 Ressurseeffektivisering – Jevonsparadokset

I drøftingen av Kaya-identiteten ovenfor så vi at energiintensiteten i økonomien (faktor 3) har gått noe ned siden 1970. Energieffektiviteten i den globale verdiskapningen er med andre ord forbedret. Likevel ser vi at det i samme periode har vært en betydelig økning i global energibruk og utslipp av drivhusgasser. Effektivisering av ressurskategorien «energi» har ikke ført til en reduksjon i etterspørselen etter energi.

Denne observasjonen er på ingen måte overraskende eller ny. Alt på 1860-tallet observerte britten William Jevons at en effektivisering i bruken av kull i den britiske industrien ikke førte til en reduksjon i etterspørselen, men heller tvert imot. Dette såkalte *Jevons paradoks* hefter ved energieffektivisering også i dag. Det observeres ofte at det teoretiske effektiviseringspotensialet knytta til en teknologi, ikke realiseres. Vi refererer også gjerne til dette som *reboundeffekten*.

Jevonsparadokset, eller reboundeffekten, er den energirelaterte varianten av teknologiens generelle vekstdrivende effekt. En teknologisk effektivisering knytta til bruken av energi innebærer, fra sluttbrukers perspektiv, ulike pris- og inntektseffekter. Spart strøm ved installering av en varmepumpe i boligen fører ofte til at boligeier trapper ned på vedfyring og erstatter denne oppvarmingen med varmepumpa, og i tillegg varmes kanskje flere rom i huset enn tidligere opp. Denne mikro-nivå effekten fører til at en del av den oppnådde energieffektiviseringen spises opp av økt forbruk av den aktuelle «tjenesten».

I tillegg vil en på makronivå i økonomien oppleve at de økonomiske ressursene som frigjøres (ut over den initielle reboundeffekten) settes inn i annen aktivitet som bidrar til økt etterspørsel og vekst i økonomien for øvrig. Dette bidraget til økonomisk vekst impliserer ytterligere energibruk, som igjen reduserer gevinsten av den energieffektiviserende teknologien. Denne hypotesen innebærer at i en vekstorientert økonomi vil teknologi med formål energieffektivisering isolert sett ikke bidra til å løse klimautfordringen gjennom redusert energibehov. Dette utfallet kan selvsagt endres dersom energieffektivisering kombineres med andre virkemidler, f.eks. avgifter eller reguleringer som begrenser energibruken.

## 10.6 Produksjon – Kapitalsubstitusjon – Dekopling

Kritikken av vekstparadigmat og tanken om at termodynamikken setter en grense for økonomiens omfang, møtes med argumenter om at teknologiske innovasjoner og substitusjon bort fra knappe ressurser vil oppheve, eller utsette denne begrensningen. Ny produksjonsteknologi har som regel den egenskapen at den effektiviserer bruken av de knappe (relativt kostbare) innsatsfaktorene. Arbeidskraft har historisk vært gjenstand for en slik effektivisering. Eksempelvis har utvikling av jordbruksteknologi (redskaper, maskiner), fabrikkproduksjon (maskiner, samlebånd, organiseringsprinsipper) og IT-teknologi (datamaskiner, kommunikasjon, roboter) hatt som formål, eller i det minste som en åpenbar effekt, å øke arbeidsproduktiviteten i de aktuelle sektorene betydelig. Generelt knyttes begrepet «produktivitet» til arbeidskraftens produktivitet, målt som verdiskapning per arbeidstime, jamfør f.eks. arbeidet til Produktivitetskommisjonen<sup>57</sup>.

I et ressurs- og klimaperspektiv er det relevant å vurdere samfunnets produktivitet også med referanse til andre innsatsfaktorer, eksempelvis økologiske ressurser, entropi, energi og klimapåvirkning. Som vi var inne på ovenfor, vi ser en teknologitrend mot økt energieffektivisering (mer produksjon per enhet energiinnsats) og mer fornybar energiproduksjon (mindre CO<sub>2</sub>-utslipp per enhet energi omdannet). LED-lys, passivhus, mer effektive forbrenningsmotorer, vind- og solkraft, etc., er eksempler på teknologi som «rasjonerer» på energitilførsel og CO<sub>2</sub>-utslipp, og ikke primært på innsats av arbeidskraft.

Innen det vekstorienterte paradigmat er således den prinsipielle løsningen på ressursbeskrankninger en dynamisk prosess med teknologiutvikling som substituerer bort fra de knappe ressursene. Dette kan

---

<sup>57</sup> <http://produktivitetskommisjonen.no>



illustreres ved hjelp av neoklassisk produksjonsteori. I dette teoretiske modellapparatet er kapital og arbeidskraft de to sentrale produksjonsfaktorene. Begrepet "kapital" er videre ofte delt i to distinktive kategorier: Menneskeskapt (tilvirket) kapital (maskiner, bygninger, infrastruktur; = teknologi) og naturkapital (fornybare og ikke-fornybare naturressurser, økosystem-tjenester). Grunnlaget for økonomisk aktivitet, og økonomisk vekst, er anvendelsen av disse produksjonsfaktorene i framskaffelsen av ulike varer og tjenester som økonomien etterspør. Dette kan formuleres som en generell produktfunksjon,

$$Q = f(L, K, N),$$

hvor Q er produksjon (fysisk mengde), L er innsats av arbeidskraft, K er innsats av menneskeskapt kapital («teknologi») og N er innsats av naturkapital («naturressurser»). I praktisk (empirisk) arbeid formuleres denne produktfunksjonen ofte som en multiplikativ modell (type Cobb-Douglas), f.eks.:

$$Q = A \cdot L^a \cdot K^b \cdot N^c$$

hvor A, a, b og c er ulike modellspesifikke parametre som definerer produksjonsteknologien. Denne Cobb-Douglas formuleringen av en produktfunksjon er ofte brukt, mye fordi den har matematiske egenskaper som gjør den enkel å arbeide med. Modellformen antyder imidlertid også en fysisk sammenheng mellom innsatsfaktorene: en gitt mengde produksjon kan oppnås gjennom ulike kombinasjoner av innsatsfaktorene. Knapphet på én faktor (f.eks. N) kan kompenseres ved økt innsats av L og K. Spesifikt, knapphet på naturressurser og energi kan kompenseres for ved økt innsats av menneskeskapt kapital og arbeidsinnsats. En kuriøs effekt av denne modellen, som ble demonstrert i en mye sitert artikkel av Robert Solow<sup>58</sup>, er at den økonomiske verdiskapingen kan fortsette å øke samtidig som behovet for naturressurser over tid reduseres og går ned mot null.

Her er vi ved kjernen i denne delen av paradigmedebatten. Innen vekstparadigmet anses menneskeskapt kapital og naturkapital som substitutter. Det innebærer at knapphet på naturressurser kan kompenseres for ved større innsats av menneskeskapt kapital (teknologi). Dette kan eksemplifiseres ved ny motorteknologi som gir lavere bensinforbruk per km og forbedret byggeskikk som reduserer oppvarmingsbehovet per kvm boareal. Dette demonstrer at forbedret teknologi faktisk fører til redusert behov for naturressurser.

Kritikerne vil hevde at slik substitusjon er mulig bare så lenge det er «slakk» eller ineffektiviteter i teknologien. Motorteknologi kan effektiviseres så lenge vi har en svak drivstoffeffektivitet («sløsing»). Slik teknologiforbedring blir imidlertid vanskeligere etter som sløsing elimineres. Og at motorer kan forbedres til det punkt hvor drivstoffbehovet er eliminert går jo åpenbart ikke, det vil alltid behøves en viss tilgang på energi for å flytte en bil mellom to steder. Dette betyr at den tilsynelatende substitusjonen mellom teknologi og naturressurser vi observerer, i hovedsak er et uttrykk for systemets tekniske ineffektivitet. Det grunnleggende forholdet mellom menneskeskapt kapital og naturkapital er derimot kjennetegnet ved *komplementaritet*, dvs. at et minimum av begge typer kapital behøves for å vedlikeholde produksjonsnivået. Det er og blir laventropi naturressurser som «driver» de teknologiske systemene. Transportsystemer vil alltid behøve laventropi energiresurser for å driftes, avanserte fabrikker må ha tilførsel av mineraler, energi og andre naturressurser for å levere et produkt. Et bakeri,

---

<sup>58</sup> R. M. Solow (1974): The Economics of Resources or the Resources of Economics. The American Economic Review, Vol. 64, No. 2, p. 1-14.

for eksempel, kan ha alle mulige teknologiske hjelpemidler som ovner, eltemaskiner, styringssystemer, etc., men uten mel, egg, gjær og andre laventropi råvarer produseres det ikke noen boller.

Denne diskusjonen leder da til følgende påstand:

*Laventropi naturressurser er essensielle i all produksjon, og det er et grunnleggende komplementært forhold mellom menneskeskapt kapital og naturkapital i produksjonssystemene. Teknologisk framgang kan effektivisere bruken av naturkapital, men aldri eliminere behovet. En full dekopling mellom økonomisk verdiskaping og naturressurser er ikke mulig.*

## 10.7 Den store utfordringen oppsummert: Bærekraft

Den kjente definisjonen fra Brundtlandkommisjonens rapport *Vår felles framtid* (1987) sier at en *bærekraftig utvikling* er en utvikling av samfunnet hvor dagens behov dekkes uten å ødelegge muligheten for kommende generasjoner til å dekke sine behov. Bærekraft defineres langs tre hoveddimensjoner: Økonomisk, sosialt og økologisk. Bærekraftig utvikling innebærer at samfunnsutviklingen må «designes» slik at økonomisk, sosial og økologisk bærekraft sikres også i framtida. Kommisjonen er ikke eksplisitt på det faglige grunnlaget for eller de praktiske konsekvensene av denne definisjonen. Det har åpnet for ulike tolkinge av begrepet.

Økonomifaget har sin tilnærming til bærekraftig utvikling. Et av de sentrale spørsmålene innen disiplinen er hvordan en skal forholde seg til naturkapitalen (jf. diskusjonen i avsnitt 10.6). Her dreier debatten seg igjen om hvorvidt naturkapital og menneskeskapt kapital er substitutter i produksjonen. Begrepet *svak bærekraft*<sup>59</sup> innebærer at disse to hovedtypene kapital er grunnleggende substitutter for hverandre. Det betyr at langsiktig bærekraft oppnås dersom den totale produktive kapital (summen av naturkapital og menneskeskapt kapital) holdes ved like over tid. Sammensetningen av denne totale kapitalen er underordnet: Om naturkapital i form av ikke-fornybare ressurser tappes ned, eller fornybare ressurser overbeskattes, spiller egentlig ikke noen rolle så lenge disse konverteres til menneskeskapt kapital som bidrar til å vedlikeholde den totale kapitalmengden. Det norske oljefondet er delvis bygd på dette prinsippet, ved at ressursrenten ivaretas i form av finansiell kapital eller realkapital som genererer verdier for samfunnet.

En alternativ forståelse er *sterk bærekraft*, som bygger på antakelsen om at tilvirket (menneskeskapt) kapital og naturkapital er komplementære i produksjonen. Ovenfor har vi, med termodynamikken som rettesnor, referert hypotesen om at det er naturkapitalens kapasitet til å regenerere laventropi ressurser (eksergi) som utgjør den langsiktige begrensingen på økonomiens produksjonskapasitet. Med utgangspunkt i en slik forståelse av bærekraft blir det omfanget og sammensetningen av den globale naturkapitalen som definerer og setter rammer for «bærekraftig utvikling».

FN har fulgt opp Brundtlandkommisjonen gjennom flere initiativer. Rio-konferansen for miljø og utvikling i 1992 presenterte AGENDA 21, en handlingsplan for bærekraftig utvikling. Prinsippene i Agenda 21 ble bekreftet i Tusenårsmålene og Agenda 2030 kom i 2015 som en avløser til Tusenårsmålene, som ikke alle ble oppnådd innen «fristen» i 2015. Både Agenda 21 og Agenda 2030 er eksplisitte på at økonomisk vekst går hånd i hånd med ivaretagelse av miljøet. Agenda 2030 har som

<sup>59</sup> Begrepene «weak sustainability» og «strong sustainability» er etablerte fagbegreper med røtter tilbake til arbeidene til Solow og Hartwick på 1970-tallet (se Neumayer, E. (2003): Weak versus Strong Sustainability. Exploring the Limits of Two Opposing Paradigms. LSE).

mål nr. 8 (av 17) følgende formulering: «Promote sustained, inclusive and sustainable economic growth, full and productive employment and decent work for all». I tillegg til dette målet om en vedvarende, inkluderende og bærekraftig økonomisk vekst, har vi mål nr. 15: «Protect, restore and promote sustainable use of terrestrial ecosystems, sustainably manage forests, combat desertification, and halt and reverse land degradation and halt biodiversity loss» og mål 13: «Take urgent action to combat climate change and its impacts.»

Veien mot lavutslippssamfunnet kan sannsynligvis ikke staves ut uten at de dype målkonfliktene som ligger i det rådende økonomiske og politiske paradigmet blir gjenstand for en mer eksplisitt diskusjon på politiske arenaer. Her er disse konfliktene eksemplifisert ved FNs Agenda 21 og Agenda 2030, men de ligger implisitt i det meste av toneangivende strategiske dokumenter innen klimapolitikk. Disse har vi vist eksempler på ovenfor. Denne målkonflikten kan oppsummeres ved følgende påstand:

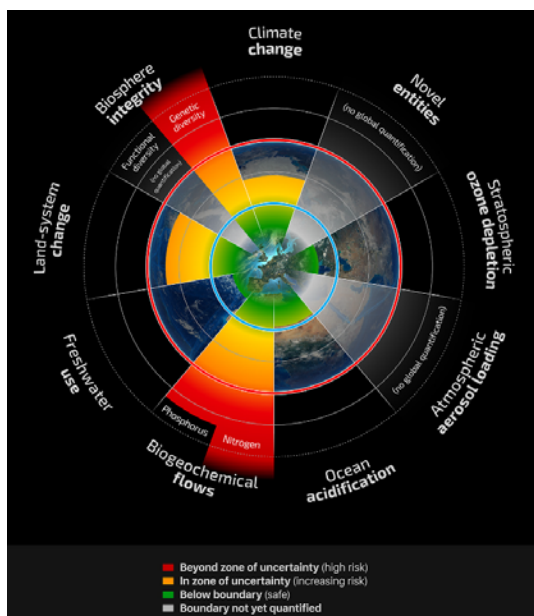
*Vi lever i en global økonomi som MÅ fortsette å vokse som følge av sin politiske konstruksjon, men som IKKE KAN fortsette å vokse som følge av begrenset ressurstillgang.*

Hvor reell og påtrengende denne konflikten er, er et vanskelig spørsmål å svare på. Forstyrrelser i f.eks. økologiske, hydrologiske eller klimamessige systemer er komplekse prosesser og det er ikke alltid klart hvordan effekten av slike forstyrrelser kommer til uttrykk. Typisk vil det være vanskelig å skille effekter som skyldes grunnleggende endringer i systemene fra naturlige variasjoner. Det vil derfor alltid være noe uenighet, faglig og ikke minst politisk, knytta til hvor travelt en har det med å adressere denne konflikten.

Noen indikasjoner har vi imidlertid. Stockholm Resilience Centre har utviklet konseptet «Planetary Boundaries». Dette innebærer identifikasjon av ni systemer/prosesser som antas å være sentrale i å regulere stabiliteten i det langsiktige samspillet mellom natur og samfunn. Det defineres en trygg tilstand for disse systemene, som innebærer at dersom menneskelig aktivitet begrenses til innen disse grensene, vil stabiliteten i systemene med stor sannsynlighet ikke forstyrres. I en artikkel i Science<sup>60</sup> i 2015 rapporter et internasjonalt forfattererteam på 18 forskere at vi som et resultat av menneskelig aktivitet nå har krysset denne grensen for fire av de ni systemene. Disse knytter seg til klimaendringer, tap av biodiversitet, omforming av landareal og bio-/geokjemiske systemer (fosfor- og nitrogenkretsløpene).

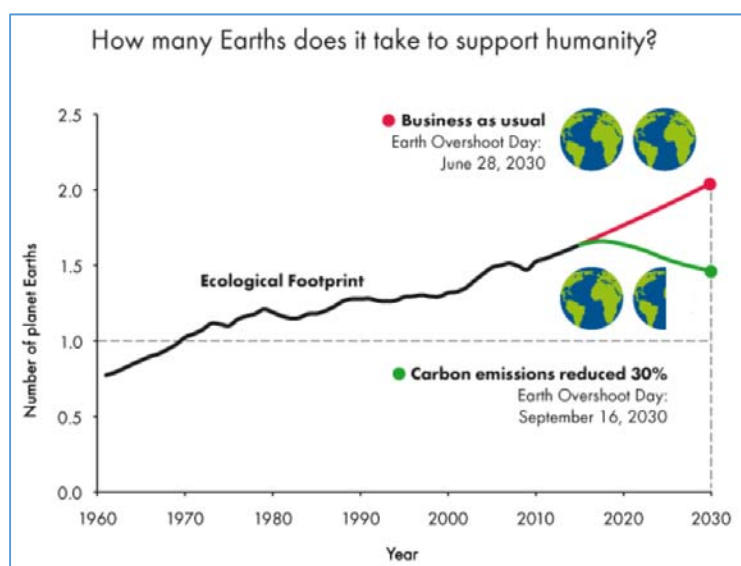
---

<sup>60</sup> Steffen et al. (2015): Planetary Boundaries: Guiding human development on a changing planet. Science Vol. 347 no. 6223.



Figur 15: Planetary boundaries

Global Footprint Network publiserer analyser knytta til vårt økologiske fotavtrykk. Det globale økologiske fotavtrykket er basert på forholdet mellom biokapasitet – dvs. planetens produktive arealer (skog, beiteland, jordbruksland og fiskerier) – og etterspørselen etter naturressurser i form av nødvendig produktivt areal og kapasitet til å absorbere avfall. Kortversjonen av denne tilnærmingen er at den globale økonomien siden 1970 i økende grad har brukt en større ressursmengde enn naturen er i stand til å regenerere. Veksten i bruk av økologiske ressurser har vært mulig ved overbeskatning av naturkapital, som fiskerier, skog og ferskvannssystemer. I 2016 er dette overforbruket (overshoot) på ca. 60 % (se figur).<sup>61</sup>



Figur 16: Økologisk fotavtrykk.

<sup>61</sup> [www.footprintnetwork.org/en/index.php/GFN/page/world\\_footprint/](http://www.footprintnetwork.org/en/index.php/GFN/page/world_footprint/)

Disse forskningsresultatene går langt i å antyde svaret på om vi har god tid med å erkjenne og adressere den fundamentale konflikten mellom en vekstorientert økonomi og de økologiske rammevilkårene. I tillegg til klimaendringene, er kanskje tap av artsmangfold den mest dramatiske effekten av denne konflikten. I geologisk tidsperspektiv har jorden gjennomgått fem masseutryddelser av biologiske arter. Den siste av disse skjedde for ca. 65 millioner år siden, bl.a. som følge av et asteroidenedslag. Et stort antall arter, inkludert dinosaurene, forsvant i denne femte utryddelsen. I dag observeres et tempo i tap av biologiske arter som er 100 – 1000 ganger større enn det naturlige. Tapet av arter er på størrelse med det som er observert i de store utryddelsene, og forskere tar til orde for at vi nå står oppe i den sjette masseutryddelsen.<sup>62</sup> Denne gangen er hovedårsaken til de høye tapsratene utbredelsen av menneskets aktivitet på bekostning av jordas ulike økologiske systemer. Det er med andre ord grunn til å anta at konflikten mellom de to dimensjonene økonomi og natur i den operative forståelsen av begrepet «bærekraftig utvikling» er i ferd med å utspille seg rundt oss.

Den tredje dimensjonen, den sosiale, har vi ikke berørt i særlig grad i dette dokumentet, jf. kap. 9.3. Denne dimensjonen ved «bærekraftig utvikling» adresserer de fordelingsmessige sidene ved samfunnsutviklingen. Som vi kort var inne på, er fordelingsspørsmål relevante på ulike måter, både innen et samfunn, mellom utviklingsland og utviklede land, og mellom dagens generasjoner og framtidige generasjoner. Vi har berørt temaet i diskusjonen av kjennetegn ved og prinsipper for den globale økonomien. De liberalistiske prinsippene for den globale økonomien kan diskuteres innen en samfunnsvitenskapelig ramme og den globale ressursituasjonen/termodynamikken har et naturvitenskapelig utgangspunkt. Fordelingsmessige og sosiale effekter av samfunnsutviklingen er i større grad politiske spørsmål som vi velger å ikke gå nærmere inn på i dette dokumentet. Dette betyr ikke at disse sidene ved samfunnsutviklingen ikke er viktige, snarere tvert imot. Etter hvert som effekter av klimaendring og økologiske endringer konkretiserer seg, vil aksepten for hvordan det globale samfunnet håndterer både forebyggende og tilpassende tiltak avhenge av hvordan byrder og gevinster ved tiltakene fordeles.

---

<sup>62</sup> Se bl.a. Kolbert, E. (2014): *The Sixth Extinction: An Unnatural History*. Henry Holt & Company.



## **DEL 3: ENOVAS FRAMTIDSBILDE – LAVUTSLIPPSSAMFUNNET 2050**

Hvordan kan vi så forvente at Norge ser ut i 2050? Vi ser en rekke trender og langsiktige rammevilkår som indikerer at en overgang til en global lavutslippøkonomi vil bli utfordrende og kreve store omstillinger. Samtidig observeres et økende tempo i denne omstillingen, både på den politiske arenaen og i økonomien mer generelt. Etter hvert som nødvendigheten av en slik omstilling befester seg, kan den bli drivkraften som fører til at omstillingsprosessene får den avgjørende farten. I det følgende presenteres det framtidsbildet for lavutslippssamfunnet som etter Enovas mening best balanserer de ulike faktorene og usikkerhetene som påvirker veien mot 2050. Beskrivelsen bygger på scenarioene fra de eksterne bidragene beskrevet i del 1 ovenfor, med supplering og utdyping basert på egne analyser på enkelte tema.

Som hovedtilnærming legger vi scenarioet «Økologisk modernisering – grønn vekst» til grunn. Dette scenarioet bygger på hovedretningene i den rådende nasjonale og internasjonale energi- og klimapolitikken, og det er i dag vanskelig å se for seg en samfunnsutvikling mot 2050 som bryter radikalt med disse etablerte rammevilkårene. Det konkurrerende framtidsbildet, «Økologisk økonomi – degrowth», peker imidlertid på grunnleggende utfordringer ved økologisk modernisering. Disse utfordringene kan ventes å utvikle seg til å bli en del av rammevilkårene på sikt, og i en såpass langt framskuende analyse som mot 2050, må disse derfor også tas hensyn til i diskusjonen.

### **11 DET STORE BILDET**

Norge, sammen med verden for øvrig, har i 2050 klart å oppnå reduksjoner i utslipp av klimagasser tilsvarende det såkalte 2-gradersmålet som ble etablert som en referanse tidlig på 2000-tallet. Parisavtalen fra midt på 2010-tallet ble det reelle vendepunktet for en global omstilling mot en karbonnøytral økonomi.

Oppfølgingen av Parisavtalen og global klimapolitikk generelt, ble i en periode utfordret og delvis overskygget av flere regionale konflikter med betydelige internasjonale ringvirkninger. Valget av president Trump i USA innebar også en midlertidig svekking av troen på prinsippene bak etterkrigstidens multilaterale internasjonale samarbeid. Stadig mer åpenbare effekter av klimaendringer bidro imidlertid til økende krav om reell handling, og denne grunnleggende viljen sammen med den teknologiske utviklingen og «grønne» markedsendringer ga klimapolitikken kraftig vind i seilene fra 2020-tallet.

Lavutslippssamfunnet representerer en stabilisering av den menneskelige klimapåvirkningen innenfor rammen av 2-gradersmålet. Likevel ser vi betydelige negative effekter av klimaendringene globalt, både innen natursystemer og samfunnsstrukturer. Klimapolitikken i 2050 er således motivert både av en tilpasning til de endringene som alt har skjedd, og å hindre ytterligere og mer skadelige endringer.

Klimaendringene har vært mest uttalt negative i de områdene på jorden som allerede har slitt med knapphet på ferskvann. I enkelte områder i den subtropiske regionen (deler av Nord-Amerika, Midt-Østen, Nord-Afrika og Asia) skaper tørke og perioder med høye sommertemperaturer utfordringer for jordbruksproduksjon og vannforsyning til byene, i de varmeste periodene også for liv og helse. Økt nedbør i andre deler av verden, inkludert Norge, fører til høye samfunnsmessige kostnader knytta til flom- og rassikring. Havnivåstigning skaper utfordringer for vedlikehold av bebyggelse og installasjoner i kystlinjen.

Fra midt på 2020-tallet førte ulike hendelser til at den politiske bevisstheten rundt den globale ressursituasjonen økte betydelig. Fram mot 2050 ble derfor en klart mer restriktiv global politikk for bevaring av biologisk mangfold og beskyttelse av økosystemer også en viktig premisse for klimapolitikken. Optimalisering av verdikjeder med utgangspunkt i økologiske ressurser, økoeffektivitet, er i økende grad blitt retningsgivende for teknologiutviklingen. Landbruket er et godt eksempel på dette. I denne sektoren ser vi at det tradisjonelle fokuset på mekanisering og økt arbeidsproduktivitet er dempet til fordel for en mer biologisk orientert teknologi og driftsmåter som søker å optimalisere den økologiske avkastningen innen trygge rammer for bærekraft.

Den teknologiske utviklingen for øvrig har på ulike måter utfordret den samfunnsmessige organiseringen. I de mest avanserte økonomiene skjer en stor del av den industrielle produksjonsaktiviteten i automatiserte anlegg, hvor arbeidsstokken ofte bare består av et mindre antall eksperter som overser prosessen. Full sysselsetting etter tradisjonell modell er blitt en utfordring. Denne utviklingen har satt de tradisjonelle spillereglene i arbeidslivet under press, og framtvunget nye tilnærminger til fordeling av verdiskapingen. Sterk vekst i automatisering og digitalisering har også ført til en svekkelse av det viktigste konkurransefortrinnet til lavkostlandene, altså lave lønnskostnader. En effekt av dette er at betydelig industriproduksjon og verdiskaping er blitt relokalisert til tradisjonelle høykostland, inkludert Europa.

Globaliseringen – åpenheten i den internasjonale samhandlingen – har fortsatt til tross for perioder med kritikk og motstand. Fra å være et virkemiddel primært for økonomisk konkurranse og effektivisering, har globaliseringen også blitt synonymt med en dynamisk arena for løsning av de store felles problemene. Anerkjennelse av den store diversiteten i hvordan disse utfordringene kommer til uttrykk i ulike deler av verden, og at de gode løsningene må reflektere denne diversiteten, har bidratt til å skape arenaer for kulturell og kunnskapsmessig utveksling på ulike nivåer. Globalisering i samspill med kommunikasjonsteknologi har således blitt en drivkraft i å forene ulike kulturer på veien mot et karbonnøytralt globalt samfunn. Det stadig tettere og mer forpliktende internasjonale samarbeidet har gjort det mulig for mange land i den tredje verden å utvikle sine versjoner av et robust lavutslippssamfunn ved å hoppe over flere mellomliggende faser som har kjennetegnet utviklingen i landene.

Verdens befolkning har økt til nær 10 milliarder i 2050. Det skal ikke underslås at dette faktum, sammen med konflikter og spenninger i kjølvannet av klimaendringer og økt knapphet på naturressurser, har ført til et vedvarende migrasjonsmønster som fortsetter å utfordre grensene til de tradisjonelt mer velstående landene. Ikke alle land lykkes like godt med å absorbere klimaflyktningene. I 2050 har det imidlertid skjedd en endring i opinionen i mange land, ved at stadig flere uttrykker at klimaendringene er en utfordring vi deler – vi er i samme båt – og dermed utviser en mer konstruktiv tilnærming til dette globale samfunnsproblemet.

Slett ikke alle land som var karakterisert som fattige rundt årtusenskiftet, opplevde slike dramatiske effekter av klimaendringene. Lavutslippssamfunnets løsninger ga som nevnt disse landene mulighet til å hoppe bukk over den «skitne» utviklingsfasen, og bygge samfunnet på rene, fornybare og fleksible teknologier innen energi, transport, jordbruk og øvrige samfunnsstrukturer. Solenergi spilte en sentral rolle i denne utviklingen. Det har blitt mer attraktivt å leve i disse landene, og emigrasjonspresset har gått tilsvarende ned.

Avkarbonisering av energiproduksjon (primært sol og vind) sammen med effektivisering av energirelatert teknologi, har bragt oss et godt stykke på vei. I tillegg har det vært nødvendig med betydelige samfunnsmessige tilpasninger for å oppnå ytterligere utslippsreduksjoner. Disse har



kommet gjennom en smartere fysisk organisering av samfunnsfunksjonene, byutvikling har vært et stikkord her, som har redusert behovet for mange av aktivitetene som genererer utslipp. I tillegg er det utviklet nye markedstilnærminger som henter ut betydelige potensialer for energi- og ressurseffektivisering i eksisterende markeder. Ulike virkemidler som har bidratt til å synliggjøre de eksterne kostnadene ved klimagassutslipp og ressursknapphet har vært et viktig bidrag i å utløse disse endringene.



## 12 HOVEDSTRATEGIER

De resultatene som er oppnådd innen klimapolitikken, har kommet som et resultat av en prinsipielt tredelt strategi. Strategien har kommet til uttrykk gjennom ulike varianter av denne prinsipielle tilnærmingen i de ulike sektorene, men hovedbildet kan beskrives på følgende måte.

### 12.1 Teknologisk dekopling

#### 12.1.1 Avkarbonisering

Teknologien har spilt en stor rolle i utviklingen mot lavutslippssamfunnet. For det første har vi greid å avkarbonisere energisystemene. Gjennom globale teknologiske partnerskap fikk vi utløst en rekke innovasjonsprosesser som bidro til å forbedre ytelsen til de fornybare teknologiene til det punkt hvor disse utkonkurrerer de tradisjonelle systemene. Globalt er det er særlig tre teknologifamilier som har bidratt til dette: Innen *solstrøm* har vi sett en utvikling i ytelse, både teknologisk og kostnadsmessig, som har bidratt til å gi denne teknologien en sentral plass i det globale energisystemet. I solrike land ser vi solstrømsystemer i alle skalaer, fra store sentrale kraftverk til et utall varianter av fleksible småskala applikasjoner, også mobile. Denne fleksibiliteten, både i størrelse og anvendelsesområder, har vært en viktig suksessfaktor for solstrøm. Teknologiens effektivitet også i liten skala har bidratt til utbredelsen av lokale energiløsninger uavhengig av de energimonopoler som tradisjonelt har preget energiforsyningen i mange land.

Vi har sett en tilsvarende utvikling innen *vindkraft*, som tross i opinionsmessig motstand også har blitt en viktig brikke i kraftsystemet. Utvikling av effektive havbaserte systemer ble en viktig suksessfaktor for denne teknologien. En viktig forutsetning for at sol og vind har kunnet spille en så sentral rolle, er en dramatisk utvikling innen ulike typer *energilagrings-teknologi*. Slik teknologi, som del av et mer effektivt og intelligent kraftsystem, har langt på vei eliminert ulempene ved den variable og uregulerbare karakteren til sol og vind. Blant de ulike energilagringssystemene har framskritt innen batterilagring spilt en avgjørende viktig rolle.

Avkarboniseringen av energiforsyningen ble i en periode hjulpet av karbonfangstteknologi. En del større fossilbaserte kraftverk og industrivirksomheter har tatt i bruk slik teknologi, sterkt stimulert av en økende kostnad knytta til karbonutslipp. Synliggjøringen (internaliseringen) av klimakostnadene knytta til «karbonprisen», sammen med økt konkurranse fra fornybar teknologi, har medført at nye investeringer i kull- og oljebasert energiproduksjon etter hvert mistet attraktivitet. Den globale etterspørselen etter kull, olje og gass er betydelig redusert, og den bruken som gjenstår foregår i stor grad i anlegg kobla til karbonfangst.

#### 12.1.2 Økologisk dekopling

Mot slutten av 2020-tallet opplevde vi at signalarter som isbjørnen i Arktis og det afrikanske neshornet var i ferd med å bli utryddet. Mediehistorier knytta til disse hendelsene bidro til å vippe det globale samfunnet inn i en erkjennelse av trusselen mot klodens økosystemer som et reelt problem like viktig som klimautfordringen, og et internasjonalt forpliktende samarbeid om tøffe konkrete tiltak for å bevare og styrke naturgrunnlaget ble etablert.

Denne vendingen fikk store implikasjoner. Konseptet *økologisk dekopling* ble i økende grad rettesnor for teknologiutviklingen og samfunnsorganiseringen. Dette innebærer at teknologiske systemer og samfunnsmessige strukturer innrettes med en primær tanke om å minimere det økologiske

fotavtrykket. Den økende relative knappheten på økologiske ressurser hadde flere effekter. For det ene så vi en sterk satsing innen ulike teknologier for å øke produktiviteten i økologiske produksjoner og verdikjeder basert på slik produksjon. Biologisk og mekanisk landbruksteknologi er en sentral representant for dette, sammen med trivielle men viktige grep som å eliminere matsvinn. For det andre ble store strategiske naturarealer vernet og tilbakeført til naturlig tilstand, både globalt og i Norge.

Rammevilkåret knytta til knapphet på økologiske ressurser fikk stor betydning også for energi- og klimateknologien, som måtte utvikles i balanse mellom behovene for en klimamotivert avkarbonisering og et økologisk motivert behov for å redusere det økologiske fotavtrykket. Klimaløsningene måtte derfor i stor grad utvikles med basis i ikke-fossile og ikke-økologiske ressurser.

For bioenergi innebærer dette at vi i 2050 i Norge, som i andre land i verden, har enkelte verdikjeder tilpasset lokale overskudd av biomasse. Denne biomassen er gjerne avfall eller restprodukter som ofte er viktige elementer i det lokale energisystemet, og vi ser anvendelser innen både oppvarming, kraftproduksjon og transport. Biomasse ble imidlertid aldri utviklet som grunnlag for en dedikert storskala erstatning for fossil energi innen for eksempel transport. Til det fikk denne kategorien råvarer for stor verdi i alternative anvendelser.

## 12.2 Strukturelle innovasjoner

Teknologisk framgang innen avkarbonisering og økologisk dekopling gir viktige bidrag på veien mot lavutslippssamfunnet. Likevel, termodynamikkens lover setter etter hvert en grense for hvor langt vi kan komme langs et rent teknologispør. Derfor ble det i utviklingen mot lavutslippssamfunnet i 2050 også fokusert på strukturelle forbedringer som understøtter den teknologiske utviklingen. Her tenker vi primært på den rollen ulike fysiske strukturer spiller som rammeverk for samfunnets aktiviteter.

Strukturell innovasjon handler således om etablering av de «tunge» fysiske forutsetningene for et lavutslippssamfunn, slik som vei og bane, bygninger og bystrukturer, strøm- og kommunikasjonsnett, etc. Slike investeringer har lange tidshorisonter, og reflekterer derfor langsiktige strategiske valg. Infrastrukturen er dermed en relativt forutsigbar del av lavutslippssamfunnet. Vi kan referere til disse strukturene som *makroteknologi*.

Vi ser i 2050 at urbaniseringstrenden har fortsatt, og løsningen på byenes utfordringer ble en nøkkel i utviklingen mot lavutslippssamfunnet. Kompakte og smarte byløsninger i kombinasjon med ny teknologi innen bærekraftige bygg og transportløsninger representerer strukturelle innovasjoner som eliminerer betydelige deler av behovet for energi og materielle ressurser. Større grad av samlokalisering av boområder, kommersielle aktiviteter/arbeidsplasser og fritidstilbud reduserer selve behovet for transport, i tillegg til at betydelige deler av det resterende transportbehovet tilfredsstilles ved kollektiv transport eller til fots. Fortettet bygging og boform gir også gevinster i form av økt materialeeffektivitet og bedre muligheter for samordning av energiløsninger innen mindre geografiske områder.

## 12.3 Sosiale innovasjoner

Mens strukturell innovasjon omhandler etablering av de «tunge» fysiske forutsetningene for et lavutslippssamfunn, dreier sosial innovasjon seg om de raske endringene som skjer innen rammene av den makroteknologiske strukturen, og som drives fram i et samspill mellom ny teknologi og kulturelle og sosiale strømninger. Ny IKT i ulike formater, nye materialer og produkter, miniatyrisering, IoT, intelligente systemer, nye markedslogikker og nye sosiale samspillformer, er eksempler på drivkrefter

og effekter som kan muliggjøre betydelige og raske samfunnsendringer. Vi kan referere til dette som *mikroteknologi*. Mens de makroteknologiske rammene for lavutslippssamfunnet er relativt forutsigbare og «inerte», er dynamikken innen mikroteknologi svært rask og i praksis uforutsigbar. De radikale innovasjoner av mikroteknologisk karakter som viste seg å bli definerende for samfunnsutviklingen fram mot 2050, var i praksis umulig å forutse i noen grad av detalj i 2016.

Samfunnet i 2050 preges av nye typer markeder og forretningsmodeller, nettopp muliggjort av ny teknologi, og som har bidratt til et betydelig redusert karbonfotavtrykk. «Fra eierskap til tilgang», «delingsøkonomi» og «sirkulær økonomi» er konsepter som illustrerer denne utviklingen.

Delingsøkonomi er således et stikkord for lavutslippssamfunnet. Fra en sped begynnelse på 2010-tallet, hvor begrepet delingsøkonomi gjenoppsto i form av en internettkoordinert deling av privatpersoners kapitalgjensander (som boliger og biler), og en ekstra inntektsmulighet for gjenstandens eier, har delingsøkonomi en videre betydning i 2050. Delingsøkonomien representerer en type forretningsmodell hvor verdien ligger i en samfunnsmessig mer optimal sammensetning av materiell kapital. 2050-versjonen representerer et evolusjonsmessig brudd med den tradisjonelle tilnærmingen, som var kjennetegnet av et samspill mellom økonomiske, kulturelle og sosiale faktorer som premierte og stimulerte eierskap til større kapitalgjensander (biler, boliger/eiendom, større redskaper). Dette førte til en stor akkumulasjon av og samfunnsmessig overinvestering i slik kapital. Kjernen i delingsøkonomiens forretningsmodeller er å tilby tjenestene fra disse kapitalgjensandene «on demand», men uten at alle behøver å eie gjenstanden.

Individuell transport er et relevant eksempel. I 2010 var det 1 milliard biler på verdens veier. Dette tallet økte betydelig mot 2025 etter hvert som Kina og øvrige store utviklingsland i økende grad fylte gapet mot de rike landene hva angår privatbilisme. Denne store bilparken står imidlertid parkert anslagsvis 95 % av tiden, og binder opp betydelige materielle og økonomiske ressurser. Som følge av en streng internasjonal biodiversitetspolitikk er de økologiske begrensningene blitt reflektert i økende priser på mange sentrale naturressurser, og insentiver for en betydelig økt effektivisering av fysisk kapital er etablert.

Med de nye forretningsmodellene kan kunden abonnere på transporttjenester for de behov som krever individuell fleksibilitet. Førerløse kjøretøy møter opp på avtalt sted og tidspunkt og frakter kundene til bestemmelsesstedet, for så å kjøre videre til neste oppdrag. Tjenesteleverandørens kjøretøypark er tilpasset de transportbehov som etterspørres i det aktuelle markedet, og smarte logistikk-systemer optimaliserer kjørerutene til de individuelle kjøretøyene. Individuelt bileierskap kan i stor grad elimineres, det kan også parkeringsproblemene fra tidlig på 2000-tallet. Kunden opplever å ha en privat og fleksibel «bil» tilgjengelig ved behov, til en kostnad som er betydelig lavere enn ved privat eierskap, og uten å bekymre seg for bilholdet. Den samfunnsmessige effekten er en betydelig økt kapitaleffektivitet, redusert materiell kapitalmengde, og dermed et redusert press på naturressursgrunlaget.

En annen effekt av økte ressurskostnader, er en redesign av økonomiens materialstrømmer. Fra forbruksøkonomiens lineære logikk, som underbygget en størst mulig og hovedsakelig enveis materialstrøm fra råvare via produkt til deponi, designes forbruksvarer nå i større grad med tanke på å kunne gjenbrukes eller gjenvinnes. Kvalitet framfor kvantitet, lang levetid og reparerbarhet blir nye verdsette kvaliteter ved forbruksgoder. En slik mer sirkulært orientert økonomi bidrar til betydelig mer materialeffektive produksjonskjeder og logistikk-systemer, og blir dermed også et viktig bidrag til en økt dekopling mellom energi- og ressursbehov og verdiskaping.

Et annet kjennetegn ved lavutslippssamfunnet er redusert generell arbeidstid, firedagersuke er innført og tredagersuke diskuteres. Dette reflekterer effektene av den høye automatiseringsgraden i industri og øvrig arbeidsliv. Robotisering og kunstig intelligens har i 2050 tatt over så mange arbeidsoppgaver og prosesser at det politiske målet om full sysselsetting har kommet under sterkt press. En reorientering av sysselsettingspolitikken har skjedd ved at samfunnet erkjenner at teknologiens utvikling i økende grad overflødiggjør tradisjonell manuell arbeidsinnsats. «Manuelt» arbeid knyttes i større grad til aktiviteter av kreativ art og oppgaver hvor interaksjon mellom mennesker er en sentral del av verdiskapingen. Kortere arbeidstid blir et viktig virkemiddel for å dele på slike meningsfylte aktiviteter og dermed fortsatt i størst mulig grad inkludere alle i samfunnslivet på en positiv og givende måte.

En politisk forutsetning for å kunne gjennomføre en slik endring i arbeidslivet, var framvoksende sosiale og kulturelle trender som i mindre grad vektla økning i materielt forbruk, men som hadde mer fokus på kvalitative sider ved samfunnet og livet. Disse trendene banet veien for en økt aksept for å kunne ta ut større deler av teknologiske og øvrige samfunnsmessige innovasjonsgevinster i form av mer fritid, arbeidsdeling og en neddempet materiell forbruksutvikling.

Disse tre hovedstrategiene for veien mot lavutslippssamfunnet i 2050 illustrerer bredden i den omstillingen som vi i 2050 må ha oppnådd. Teknologisk innovasjon er en nøkkel til prosessen, men de teknologiske mulighetene som åpner seg må kombineres med betydelige innovasjoner, også av radikal art, innen både sentrale samfunnsstrukturer og i de løsninger som tilbys av markedsaktørene. Det krevende tidsperspektivet for omstillingen, som illustrert i avsnitt 10.4, tilsier at teknologiske løsninger alene antakelig ikke vil være tilstrekkelig. Omstillingen vil være smertefull for enkelte sektorer og vil utfordre etablerte tankesett og løsningsmodeller på andre områder. Vi dreier nå fokus over på hva dette vil innebære mer konkret for det norske samfunnet.

## 13 DET NORSKE LAVUTSLIPPSSAMFUNNET I 2050

Statsministerens nyttårstale i 2050 er et tilbakeblikk på de grepene vi måtte ta i den siste 35-årsperioden for å få til de forandringene som viste seg nødvendige på veien mot et livskraftig lavutslippssamfunn. De følgende momentene er viktige deler av dette tilbakeblikket.

Norge hadde et godt utgangspunkt for en omstilling til lavutslippssamfunnet de første tiårene etter årtusenskiftet. Kraftsystemet var i hovedsak vannkraftbasert og sikret dermed et grønt og høyst regulerbart utgangspunkt for videreutviklingen av energiforsyningen.

Landet stod også i en svært gunstig ressursituasjon mer generelt: et relativt stort land- og havareal med betydelige naturressurser. Skog og hav representerte ikke bare energiresurser, men også økologiske ressurser med et potensial som fikk stor betydning mot 2050. I takt med økende knapphet på økologisk baserte ressurser i det globale bildet, vokste den strategiske betydningen av dette ressursgrunnet.

I en verden med økende usikkerhet har Norge i hele perioden framstått med stor politisk stabilitet. Klimapolitikken har fått økende oppslutning og legitimitet, og den tverrpolitiske enigheten har lagt grunnlag for en langsiktig, målrettet og forutsigbar nasjonal klimapolitikk, uavhengig av skiftende regjeringskoalisjoner. Norge ble i perioden en enda sterkere pådriver for internasjonale politiske virkemidler som tydeliggjør de reelle kostnadene ved karbonutslipp og overforbruk av ressurser, både gjennom reguleringer og markedsmekanismer.

Sterke statsfinanser som resultat av det norske oljeeventyret, og en god forvaltning av disse, ble en viktig forutsetning for vår evne til en grønn omstilling. Olje og gass fortsatte som en viktig inntektsgivende sektor ut i det grønne skiftet, men næringen ble etter hvert skalert betydelig ned. Dette skjedde ikke primært som følge av politiske vedtak i Norge, men fordi de grønne alternativene vant terreng i de internasjonale markedene og dermed reduserte etterspørselen etter olje og gass.

Kunnskap var en annen strategisk faktor i omstillingen mot lavutslippssamfunnet. Utdanning, forskning og innovasjon med basis i Norges ressursmessige fortrinn skapte løsninger og verdiskapning som vi kunne ta med over i lavutslippssamfunnet. Til tross for en stor bredde og med enkelte svært lønnsomme virksomheter innen dette «grønne» næringslivet, viste det seg vanskelig å fullt ut erstatte bortfallet i offentlige inntekter som oljesektoren bidro med i sin glansperiode.

Like viktig som den teknologiske dimensjonen, var vår tilnærming til de sosiale effektene av overgangen mot lavutslippssamfunnet. Også i Norge så vi at teknologien effektiviserte bort mange arbeidsplasser i tradisjonelt arbeidskraftintensive produksjoner, og med det ble både den norske fordelingspolitikken og sysselsettingspolitikken kraftig utfordret. Partene i arbeidslivet ble etter hvert tvunget til å gripe fatt i denne utfordringen, og de gjorde det på en konstruktiv måte. Vi fikk derfor gjennomført betydelige reformer som sikret og fortsatt sikrer alle en meningsfylt rolle i vårt samfunn.

Det sosiale limet i samfunnet ble ytterligere forsterket ved å stimulere lokale løsninger på ulike problemer innen overgangen til lavutslippssamfunnet. Dyrking av lokale mat- og kulturtradisjoner, lokale energiløsninger, delegering av flere samfunnsmessige oppgaver og beslutninger til lokalt nivå, og en strukturell tilrettelegging av dagliglivet med tanke på økt sosial interaksjon, var sentrale deler av dette bildet.

Den globale politikken for internalisering av kostnader knytta til karbonutslipp og «økologisk fotavtrykk» bidro til å dempe fokuset på materielt konsum, både fordi prisene på råvarer og

sluttprodukter økte betydelig, men også som følge av en tydelig endring av etterspørselen mot mer immaterielle goder. Virtuell verdiskaping og betydelig mer materialsparte forretningsmodeller bidro til dette. Økte materialkostnader bidro også til økende lønnsomhet i gjenbruk og gjenvinning av materialer, samtidig som produkter i økende grad ble designet med tanke på økt levetid og enklere vedlikehold.

Til tross for at omstillingen av Norge til et lavutslippssamfunn i stor grad har lyktes, har prosessen hatt betydelige samfunnsmessige kostnader. Hardest rammet er naturlig nok de industriene som tradisjonelt spilte en sentral rolle i verdikjeder basert på fossil energi. Olje- og gassindustrien (og i utlandet, kull) opplevde fallende etterspørsel og redusert aktivitet, og betydelige deler av de kjente ressursene ligger i dag fortsatt i bakken. Vi fikk imidlertid gjennomført denne nedtrappingen over såpass lang tid og med en såpass høy grad av forutsigbarhet, at vi unngikk både unødige store kapitaltap og sosiale kostnader i prosessen.

Den enkeltbransjen i Norge for øvrig som har sett den største omstillingen mot 2050, er bilbransjen og relaterte næringer. Denne omstillingen skjedde som følge av et teknologiskift hvor de etablerte strukturene rundt den «gamle» teknologien (forbrenningsmotoren) gradvis ble bygd ned og erstattet av et nytt teknologisk regime, og hvor en endret tilnærming til markedet for transporttjenester bidro til å redusere selve volumet av denne næringen. Enkelte bensinstasjoner er i dag bevart som lokale kulturminner og sosiale møteplasser, og som representanter for en nærtids historisk epoke som ble bragt til ende.

De typisk forbruksorienterte og trenddrevne næringene fikk vanskeligere rammevilkår, og forbrukerne etterspurte i større grad de materialeffektive kvalitetene ved produktene. Luftfartsnæringens orientering mot stort volum og lave priser nådde toppen på 2020-tallet og har siden måttet tilpasse seg den generelle økningen i energi- og ressurskostnader. Flyindustrien er for øvrig en av sektorene hvor utvikling av alternativ karbonfri motorteknologi viste seg å være mest utfordrende.

Så langt nyttårstalens tilbakeskuende og overordnede blick. For ytterligere å utdype det norske lavutslippssamfunnet i 2050 ser vi nærmere på tre sentrale sektorer: Transport, bolig/bygg og industri.

### **13.1 Transport**

Omstilling av transportsektoren ble en nøkkel i overgangen til lavutslippssamfunnet. Som et resultat av den sentrale rollen sektoren spiller i samfunnet og i våre dagligliv, samt den store andelen av de direkte klimagassutslippene den representerte i de første par tiårene av 2000-tallet, ble transportsektoren raskt symbolet på den norske klimapolitikkenes evne til å håndtere klimakrisen.

Sektoren er et godt eksempel på samvirke mellom de prinsipielle strategiene for overgangen til lavutslippssamfunnet. Den teknologiske avkarboniseringen skjedde langs de hovedsporene som avtegnet seg tidlig på 2000-tallet. Elektrifiseringen av kjøretøyparken skjedde raskt. Utvikling i batteriteknologi eliminerte de utfordringene knytta til rekkevidde som de første generasjonene elektriske kjøretøy var beheftet med, og ny materialteknologi reduserte også avhengigheten av etter hvert knappe litiumressurser. Når i tillegg det grunnleggende nettet av ladeinfrastruktur ble komplettert før midten av 2020-tallet, var i praksis all angst for ikke å rekke fram, eliminert. Batteriteknologien møter imidlertid fremdeles noen utfordringer i tyngre kjøretøy. For denne typen kjøretøy har også andre framdriftsteknologier fått en ikke ubetydelig utbredelse. Blant disse alternativene er hydrogen blitt den dominerende teknologilinjen.



En av suksessfaktorene for transportsektoren, er at sektoren i tillegg til avkarbonisering av selve kjøretøyene, også har klart å iverksette de strukturelle tilpasningene som teknologien og samfunnsutviklingen åpnet for. Selvlærende intelligente systemer koordinerer i dag et klima- og kapitaleffektivt transporttilbud for både mennesker og gods. Dette systemet består av både kollektive deler, dvs. rutegående kjøretøy for massetransport, og fleksible behovsstyrte enheter for mer individuelle transportbehov. Sammen med utbredt gange, sykkel og andre enkle transportformer, dekker dette systemet i stor grad persontransportbehovet i bystrøk.

Transport forstås i stor grad som en tjeneste som kjøpes ved behov og tilbys innen rammene av ulike markedsdesign og forretningsmodeller. Behovet for individuelt eierskap av kjøretøy er i praksis eliminert, og heller ikke etterspurt. Unntaket er utenfor byene og de større tettstedene, hvor de autonome systemene er mindre egnede. Her ser en også i 2050 en viss utbredelse av individuelt eide biler.

Til tross for at sirkulærøkonomien har bidratt til å dempe volumet i godslogistikken, er behovet for frakt av gods fremdeles betydelig. Ulike modi for frakt og distribusjon er i bruk. Distribusjon av varer og retur av materialer skjer hovedsakelig med elektriske og hydrogenbaserte kjøretøy (biler) som driftes med intelligente og selvstyrte logistikksystemer. Integrert i disse systemene er også dedikerte anlegg for batterilading og framstilling av hydrogen basert på solenergi. Mange av disse logistikksystemene driftes dermed uten ekstern tilførsel av energi i sommerhalvåret.

Lengre transporter av gods er basert på jernbane (elektrisk drevet) og sjøfrakt. Maritim sektor har rent teknisk vært en større utfordring å avkarbonisere enn veitrafikk, så her er det ulike løsninger som har vunnet fram. Elektrifisering og batteridrift er den primære teknologien for rutegående fartøy og kortere frakter. På lengre ruter er hydrogenbasert framdrift mest utbredt, men vi ser også at nye effektive skrogkonstruksjoner, i kombinasjon med materialteknologiske innovasjoner, har gitt seilskip en kommersiell renessanse. Disse skipene er kostnadseffektive på lange frakter.

Innen luftfart har utfordringer knytta til energitetthet vist seg å være en reell barriere mot innføring av elektrisk og hydrogenbasert framdriftsteknologi. I 2050 har imidlertid batteriteknologien muliggjort ren batterielektrisk drift av kortere flygninger. Vi finner derfor en kommersiell innenlands luftfart med basis i elektriske fly, både i Norge og ellers i verden. Interkontinentale flygninger krever imidlertid fremdeles hovedsakelig flytende karbontette drivstoff. En stor del av den begrensede globale produksjonen av flytende biodrivstoff nyttes i dette segmentet av luftfarten. Flyreiser er blitt betydelig dyrere for folk flest enn tidlig på 2000-tallet, og den store volumveksten av fritidsreiser med fly vi så i denne perioden er blitt betydelig reversert. For lengre reiser innenlands og til kontinentet foretrekker de fleste jernbane.

Norge var en foregangsnaasjon for introduksjon av elektriske kjøretøy på tidlig 2000-tall. Selv om vi heller ikke i 2050 har en egen kjøretøyindustri, har norsk teknologi gitt viktige bidrag til avkarboniseringen av transportsektoren, både innen hydrogenkjeden og generell materialteknologi.

## 13.2 Bolig/bygg

En tidsreise fra 2017 til 2050 vil vise at hovedstrukturen i bygningsmassen, naturlig nok, er gjenkjennbar. I byene, og delvis i bygdesentra, ser vi imidlertid også en betydelig transformasjon av bebyggelsens uttrykk. Det vante inntrykket av romslighet og homogenitet i den sentrumsnære bebyggelsen er erstattet av en følelse av mer diversitet og tetthet, ved at mange tidligere åpne rom nå er blitt bygd igjen, eldre bygninger er ombygde, og variasjonen i bygningenes uttrykk er blitt større.

Samtidig er andre rom og korridorer åpnet opp i tråd med lavutslippssamfunnets orientering mot en økt «flerfunksjonell» bruk av byarealene. Mennesker i ulike aldre på vei til og fra ulike gjøremål, preger bildet. En legger også merke til det lave støynivået og det fysiske fraværet av biltrafikk.

Et trent øye ser at mange av bygningene har systemer for høsting av solenergi integrert i fasade/vinduer eller tak. Mindre synlig er de strukturelle nyvinningene som preger bygningsmassen, og de avanserte systemene for energimessig samspill mellom bygningene i dette kvartalet. En strukturell analyse av de nye bygningene ville avslørt at de har en overraskende slank konstruksjon, et resultat av en vellykket norskledet forskningsinnsats på nye superisolerende og klimasmarte bygningskonstruksjoner. I kombinasjon med at materialene som brukes i nye konstruksjoner er utviklet med tanke på et lavest mulig totalt klimafotavtrykk, er det utviklet en svært ressurseffektiv og klimanøytral byggepraksis. Kontrasten til de eldre bygningene er slående. Disse eldre rehabiliterte bygningene er også energieffektive i drift, men de tykke veggene gir inntrykk i retning av noe tungt og massivt i sammenligning.

Mer revolusjonerende enn byggepraksis, er måten bygningene snakker sammen på. Bygningene i dette nabolaget opptrer som et «team» i energisystemet, og søker sammen å ha en mest mulig forutsigbar og optimalisert utveksling av kraft mot det «eksterne» strømmettet. For å oppnå dette koordinerer teamet de ulike lastene i bygningsmassen som er egnet for slik styring, ofte også assistert av den batteriressursen som nabolaget besitter. Også på dette området har teknologien muliggjort et smart lærende system som har bidratt til en kostnadseffektiv drift av kraftsystemet.

Det var for øvrig ikke teknologien alene som representerte den største barrieren mot det dypt integrerte smarte energisystemet. Flere uheldige episoder med datahacking og uautoriserte inngrep satte fokus på sårbarheten til disse komplekse systemene. Mange ble skeptiske til å eksponere sitt daglige privatliv mot et eksternt system gjennom de mange apparater og elektroniske gjenstander som er «online». Etter ulike myndighetstiltak, bl.a. en tilstramming av kravene til datasikkerhet, ble denne skepsisen etter hvert overvunnet og teknologien kunne implementeres.

Den fleksibiliteten i energisystemet som dette nabolagsteamet er en representant for, er resultat av en ønsket utvikling. Den primære motivasjonen var å dempe topplastene for å optimalisere effektutnyttelsen i kraftnettet, som alternativ til betydelige investeringer i ny nettkapasitet. Kombinasjonen av energigjerrige bygningskonstruksjoner, smart laststyring og distribuert strømproduksjon med lagringskapasitet, har vist seg ikke bare å ta ned effekttoppene, den har også bidratt til en betydelig generell senking av lastkurven og dermed etterspørselen etter energi fra de sentrale vann- og vindkraftverkene. Denne markedsutviklingen kommer den kraftkrevende industrien til gode, og bidrar til større fleksibilitet i utvekslingen av elektrisitet mot kontinentet.

Den vellykkede integreringen av bygningsmassen som en aktiv medspiller i energisystemet, ble en nøkkel til omstillingen til lavutslippssamfunnet. En like viktig faktor er knyttet til den rene energiytelsen til bygningsmassen. Gjennom 2020-tallet skjedde det, som følge av ulike endringer i rammevilkår, virkemidler og markedstrender, en betydelig økning i rehabiliteringsaktiviteten i norske bygninger. I tillegg ble ambisiøs energioppgradering en selvsagt del av en slik rehabilitering. Som følge av denne utviklingen er godt over halvparten av den norske bygningsmassen i 2050 oppført eller energioppgradert etter 2020.

En urban fortetting har bidratt til en betydelig økt utnyttelse av bebygd areal, og behovet for omregulering og bebygging av landbruksareal eller annet ubebygget areal har blitt betydelig redusert. Vi ser i 2050 i tillegg resultatet av en utvikling mot mer effektiv arealutnyttelse også av selve bygningsmassen. Gjennomsnittlig boligareal, både per boenhet og per person, har gått ned. Nye

eneboliger bygges bare unntaksvis, og både leilighetsbygg og kontorbygg utformes med tanke på arealeffektivitet. Dette er oppnådd gjennom tiltak innen både skattepolitikken og reguleringer innen byggsektoren.

### 13.3 Industri

Strukturen i den norske industrien i 2050 gir et tydelig speilbilde av de ulike langsiktige rammevilkårene som har styrt samfunnsutviklingen de siste tre tiårene. For det første, rikelig og stabil *tilgang på ren elektrisitet* er befestet som et viktig konkurransefortrinn for norsk industriproduksjon. En økt tilførsel av ny grønn kraft og et bredt politisk ønske om videreutvikling av industrien i lys av klimapolitikken, har skapt gode betingelser for spesielt den kraftkrevende prosessindustrien. Vi ser i 2050 at nye materialer og produksjonsprosesser, sammen med utvikling av den sirkulære økonomien, har påvirket den tradisjonelle industrielle logikken. Likevel er en klimavennlig framstilling av strategiske produkter og halvfabrikata fortsatt en viktig del av verdensøkonomien, og her har norsk industri videreutviklet sin rolle som en betydelig internasjonal aktør.

Videre har norsk industri respondert på kravet om økt *økoeffektivitet*. Et bredt spekter av ny virksomhet har vokst fram innen ulike verdikjeder med basis i arealbaserte fornybare ressurser (primært skog) og vårt marine ressursgrunnlag. En langsiktig bærekraftig forvaltning av disse ressursene, kombinert med strenge krav til en ressurseffektiv foredlingsprosess, har skapt grunnlag for en industri med en betydelig verdiskapning og konkurranseevne, primært som resultat av virksomhetenes små klima- og økologiske fotavtrykk.

Den tredje pilaren lavutslipps-Norges industri står på, er *kunnskap*. Mer enn tre tiår med målrettet innsats og gode rammevilkår for forskning og innovasjon innen områder som materialteknologi, energisystemer, bioteknologi, etc. har gitt en tydelig hovedretning for industriens utvikling mot lavutslippssamfunnet. En viktig del av denne politikken har vært en bevisst tilrettelegging for utviklingsløp med høy risikoprofil, både innen forskning og utvikling, men også mot kommersialisering. På enkelte områder har vi således fått gjennombrudd av disruptiv karakter som har vært viktige for å oppnå et reelt lavutslippssamfunn.

Norsk industri i 2050 reflekterer den generelle teknologitrenden vi har pekt på tidligere. Høy grad av automatisering i den globale industrien har redusert betydningen av billig arbeidskraft som konkurransefortrinn og lokalisingsfaktor. Stabile og forutsigbare politiske og økonomiske rammevilkår, inkludert tilgang på og nærhet til strategiske ressurser, er fremdeles viktige faktorer og konkurransefortrinn for lokalisering av tyngre industri. Den norske industrien i lavutslippssamfunnet er konkurransedyktig og skaper store samfunnsverdier, men de fleste tradisjonelle industriarbeidsplassene er borte.

Noen mer konkrete blikk på industrien viser følgende trekk:

- Også i lavutslippssamfunnet trenger verden metaller og andre halvfabrikata framstilt i industrielle prosesser. Kraftkrevende elektrometallurgisk og -kjemisk industri er en viktig del av den norske industriporteføljen. Disse industriprosessene er i sin natur energikrevende, og kan vanskelig framstilles energigibehov. Selv om noen av produksjonene innen dette industrisegmentet har forsvunnet som følge av innovasjoner innen materialteknologi eller andre mer radikale innovasjoner, er prosessoptimalisering og andre inkrementelle forbedringer i verdikjeden de viktigste kildene til klima- og ressursgevinster i denne industrien.

- Offshore er et stikkord i lavutslippssamfunnets industri. Til tross for at olje- og gasssektoren ble faset ut mot 2050, skjedde det likevel betydelige innovasjoner i næringen, særlig knytta til den ekstraktive aktiviteten på sokkelen. Mye av denne teknologien var også relevant for, og fløt over i, havvindteknologien. Vindkraft til havs fanget viktige kompetanseressurser fra oljeindustrien, i tillegg til at denne industrien i noen tilfeller faktisk også bygget videre på de fysiske installasjonene fra oljeindustrien. Noen større pilotanlegg for bølgekraft er også i drift, men denne teknologien ble ikke en like stor kommersiell suksess som vindkraften. Noen av vindparkene til havs produserer og lagrer også hydrogen, som brukes direkte av skipstrafikk eller skipes i land for anvendelse i landbasert transport. Kompetanse, komponenttilvirkning og systemløsninger innen havvind er blitt en viktig eksportnæring for Norge.

- Bioteknologi er grunnlaget for en annen viktig norsk industrisatsing. Her snakker vi i prinsippet om en bred tilnærming for et mer optimalt samspill med det økologiske ressursgrunnlaget. Biomasse fra skogen spiller en viktig rolle i denne industrien. Vi har i 2050 fått flere betydelige verdikjeder med stor verdiskaping med basis i skogråstoff. Med et kjemisk utgangspunkt i cellulose framstiller denne industrien gjennom avanserte prosesser et bredt register av råvarer og halvfabrikata for internasjonale markeder, i tillegg til flere betydelige ferdigprodukter. Innovative trebaserte bygningskomponenter, med høy karbon- og materialeffektivitet, er et eksempel. I tillegg til å erstatte materialer med større karbonfotavtrykk (eks. betong og stål), oppnår vi med trebaserte materialer også en karbonlagring i de bebygde strukturene. Flytende drivstoff til de formål som fremdeles trenger dette, er et annet eksempel.

- I tillegg til skog, er også marin biomasse fra det laveste nivået i næringskjedene (plankton, alger) i økende grad tatt i bruk som industriråstoff. Effektive prosesser for dyrking, delvis også høsting, av slik biomasse har gitt grunnlag for verdiskaping innen ulike produksjonsprosesser, inkludert flytende biodrivstoff. Denne industrien reguleres for øvrig av de betydelig skjerpede internasjonale og nasjonale regimer for forvaltning av havressursene som ble innført før 2030. Disse omfatter også høsting av primær biomasse, og skal bidra til å sikre en bærekraftig bruk av disse ressursene.

- En fornyet satsing på løsninger for karbonfangst på 2020-tallet førte til flere teknologiske gjennombrudd som sammen med stadig høyere utslippskostnader ga grunnlag for en viss industriutvikling innen CCS. Enkelte industrianlegg i Norge implementerte teknologien, for øvrig er det store gass- og kullbaserte anlegg på kontinentet som har representert den viktigste etterspørselen. Et betydelig antall av disse anleggene er i drift i 2050, men etterspørselen etter teknologien er redusert i takt med utfasing av fossile brenslere.

## 14 STRATEGISK USIKKERHET

Alle som reflekterer over en utvikling inn i den lange framtiden, gjør det med den største respekt. Det eneste som er sikkert med en slik analyse, er at den inneholder mange feil. Disse vil fasiten – framtida – avsløre. Vårt framtidsbilde for lavutslippssamfunnet representerer imidlertid den situasjonen vi med dagens kunnskap kan anse som oppnåelig og rimelig realistisk. At Enova beskriver et faktisk realisert lavutslippssamfunn illustrerer også at Enova – i egenskap av den rollen foretaket spiller i den norske klimapolitikken – har grunnleggende tro på at omstillingen mot et lavutslippssamfunn er noe det norske samfunnet vil klare!

Vi har imidlertid pekt på at denne omstillingen ikke er en triviell samfunnsmessig kursjustering. Avkarbonisering av en omfattende og sammenvevd global økonomi som i stor grad kjøres på fossil energi, og som den norske økonomien er tett integrert i, er en kolossal oppgave. Å skulle gjennomføre en slik grunnleggende omstilling mens det tas hensyn til den samfunnsmessige kostnaden, og uten samtidig å legge for stort trykk på økonomiens økologiske fotavtrykk, bidrar ikke til å redusere utfordringen. Dynamikken i denne balansen blir et av kjernepunktene i utviklingen mot lavutslippssamfunnet, og representerer per i dag en usikker størrelse i bildet.

Teknologi blir et sentralt element i denne omstillingen. Den gode nyheten her er at vi med basis i kjente teknologiske konsepter ser realistiske muligheter til å virkeliggjøre et lavutslippssamfunn. Teknologien må imidlertid integreres i samfunnet, i stor grad gjennom markedsmekanismer, slik at også strukturelle effektiviseringsgevinster kan realiseres. Det er store energi-, klima- og ressursmessige gevinster å hente på en smartere organisering av samfunnsmessige og markedsmessige behov, illustrert ved konsepter som delingsøkonomi og sirkulær økonomi. At vi greier å realisere disse gevinstene, og om de blir tilstrekkelige til å lette presset på ressursgrunnlaget, er i utgangspunktet ikke gitt.

I tillegg til disse omstillingsrelaterte rammevilkårene og usikkerhetene knytta til energi, klima og marked, må det pekes på usikkerheter av fundamental betydning for utviklingen mot 2050. Vi opplever nå – midt på 2010-tallet – flere geopolitiske brikker som er satt i spill, og som kan påvirke stabiliteten i internasjonal politikk på en fundamental måte, klimapolitikken inkludert.

Både i Europa og USA ser vi en tendens til politiske bevegelser som representerer en opposisjon til de etablerte politiske løsninger og aktører. Selv om årsaksmechanismene bak disse bevegelsene kan være sammensatte, peker flere analyser på fordelingsmessige effekter av globalisering og teknologitviking som en viktig del av årsaksbildet. Disse gevinstene har med stor grad av systematikk og over tid kommet enkelte grupper til gode på bekostning av andre. Dette har ført til stagnerende levekår, økt økonomisk og sosial usikkerhet og følelse av utenforskap hos viktige segmenter av befolkningen<sup>63</sup>. Uten en politikk som korrigerer disse effektene av globaliseringen, kan vi risikere et mer proteksjonistisk og isolasjonistisk USA, og kanskje et sammenbrudd og oppsplitting av EU sammen med økt europeisk nasjonalisme. Dette er deler av et scenario som kan bidra til redusert internasjonal stabilitet og vanskeligere rammevilkår for internasjonalt klimasamarbeid.

Vi har også vært inne på effektene av klimaendringer og mer generell ressursknapphet i deler av verden. I samspill med politiske, religiøse og kulturelle konflikter, som ofte har dype historiske røtter, åpner dette for økt ustabilitet i enkelte deler av verden som i utgangspunktet preges av skjøre politiske og

<sup>63</sup> I tillegg til Thomas Piketty (2014), referert ovenfor, se også:

- Robert Reich (2007): *Supercapitalism. The Transformation of Business, Democracy, and Everyday life*. Vintage Books.  
- Intervju med Victor Norman, “-Vi må ta deler av skylden”, *Dagens Næringsliv*, 06.12.2016.

sivile institusjoner. Klimapolitikk vil antakelig måtte vike i prioritet for de utfordringer som skapes av vedvarende voldelige konflikter og problemer knytta til store strømmer av mennesker på flukt.

Hovedkonklusjonen som avtegner seg fra denne analysen er at vi ikke behøver et mirakel av noe slag for å realisere lavutslippssamfunnet i 2050. Kunnskapen og de teknologisk konseptene som behøves er grunnleggende etablert og i riktig utvikling. Den viktigste usikkerheten ligger mer på det politiske planet, klarer vi som globalt samfunn å organisere oss slik at vi tidsnok og på en rettferdig måte får gjennomført den nødvendige omstillingen? Og, hvordan vil de allerede pågående klimaendringene og en stadig mer utfordrende ressursituasjon påvirke en slik omstilling? Arbeidet med å legge til rette for de riktige langsiktige valgene innen dette landskapet har alt startet.





Enova arbeider for Norges omstilling til lavutslippssamfunnet. Omstillingen krever at vi kutter utslipp av klimagasser, ivaretar forsyningssikkerheten og skaper nye verdier. Derfor jobber Enova for å få de gode løsningene ut i markedet og bidra til nye energi- og climateknologier.

Enovas rapporter finner du på [www.enova.no](http://www.enova.no)

Ønsker du mer informasjon, kontakt:

Enova Svarer tlf. 08049 / [svarer@enova.no](mailto:svarer@enova.no)

Enovarapport 2017:3

ISBN 978-82-92502-99-7

Enova SF

Professor Brochs gate 2

N-7030 Trondheim