

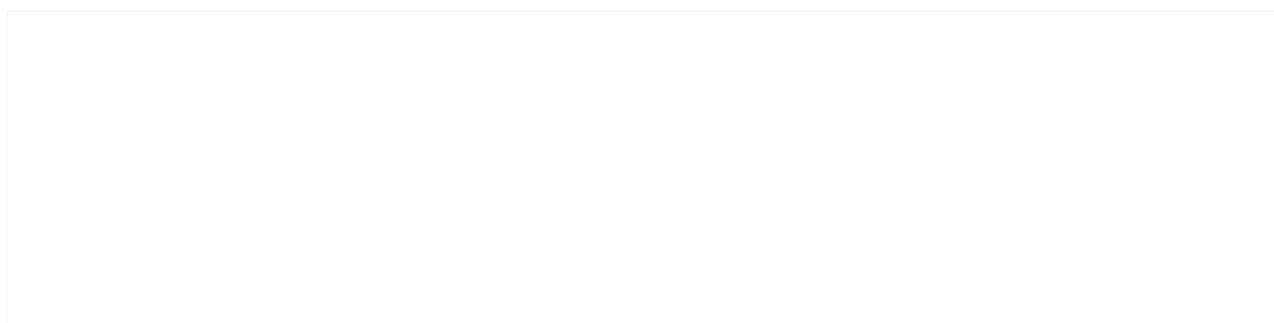


# Klimagassutslipp og mulige tiltak i Sør-Rogaland

**På oppdrag fra Lyse**  
september, 2019

**Om prosjektet****Om rapporten**

Prosjektnummer:	LYS-19-01	Rapportnavn:	Klimagassutslipp og mulige tiltak i Sør-Rogaland
Prosjektnavn:	Klimagassutslipp i Sør-Rogaland	Rapportnummer:	2019-14
Oppdragsgiver:	Lyse	ISBN-nummer	978-82-8368-055-3
Prosjektleder:	Kristine Fiksen	Tilgjengelighet:	Offentlig
Prosjektdeltakere:	Snorre T. Borgen Adrian Mekki Gorm Lunde Jonatan Seemann (intern)	Ferdigstilt:	10. januar 2020

**Om THEMA Consulting Group**

Øvre Vollgate 6 0158 Oslo, Norway Foretaksnummer: NO 895 144 932 <a href="http://www.thema.no">www.thema.no</a>	THEMA Consulting Group tilbyr rådgivning og analyser for omstillingen av energisystemet basert på dybdekunnskap om energimarkedene, bred samfunnsforståelse, lang rådgivningserfaring, og solid faglig kompetanse innen samfunns- og bedriftsøkonomi, teknologi og juss.
--	--

**Disclaimer**

Hvis ikke beskrevet ellers, er informasjon og anbefalinger i denne rapporten basert på offentlig tilgjengelig informasjon. Visse uttalelser i rapporten kan være uttalelser om fremtidige forventninger og andre fremtidsrettede uttalelser som er basert på THEMA Consulting Group AS (THEMA) sitt nåværende syn, modellering og antagelser og involverer kjente og ukjente risikoer og usikkerheter som kan forårsake at faktiske resultater, ytelser eller hendelser kan avvike vesentlig fra de som er uttrykt eller antydning i slike uttalelser. Enhver handling som gjennomføres på bakgrunn av vår rapport foretas på eget ansvar. Kunden har rett til å benytte informasjonen i denne rapporten i sin virksomhet, i samsvar med forretningsvilkårene i vårt engasjementsbrev. Rapporten og/eller informasjon fra rapporten skal ikke benyttes for andre formål eller distribueres til andre uten skriftlig samtykke fra THEMA. THEMA påtar seg ikke ansvar for eventuelle tap for Kunden eller en tredjepart som følge av rapporten eller noe utkast til rapport, distribueres, reproduseres eller brukes i strid med bestemmelsene i vårt engasjementsbrev med Kunden. THEMA beholder opphavsrett og alle andre immaterielle rettigheter til ideer, konsepter, modeller, informasjon og "know-how" som er utviklet i forbindelse med vårt arbeid.

## INNHold

1	OPPSUMMERING.....	2
1.1	Klimagassutslipp i Sør-Rogaland.....	2
1.2	Tiltak og kostnader for utslippskutt .....	3
2	INNLEDNING .....	5
2.1	Nasjonale og regionale klimapolitiske målsetninger .....	5
2.2	Datakilder .....	5
2.3	Om rapporten .....	6
3	UTSLIPP FRA VEITRANSPORT .....	7
3.1	Utslipp og metode .....	7
3.2	Klimamålsetninger og tiltak .....	7
3.3	Vurdering av ulike drivstoffteknologier .....	8
4	UTSLIPP FRA SJØFART .....	10
4.1	Utslipp og metode .....	10
4.2	Klimamålsetninger og tiltak .....	10
5	UTSLIPP FRA LUFTFART .....	13
5.1	Utslipp og metode .....	13
5.2	Klimamålsetninger og tiltak .....	14
6	UTSLIPP FRA JORDBRUK .....	15
6.1	Utslipp og metode .....	15
6.2	Klimamålsetninger og tiltak .....	15
6.3	Biogass som klimatiltak i Sør-Rogaland .....	18
7	UTSLIPP OPPVARMING OG GARTNERIER.....	20
7.1	Utslipp og metode .....	20
7.2	Klimamålsetning og tiltak .....	20
8	UTSLIPP FRA AVFALL OG AVLØP .....	22
8.1	Utslipp og metode .....	22
8.2	Mulige tiltak og tiltakskostnader .....	23
9	UTSLIPP FRA BYGG OG ANLEGG .....	25
9.1	Forventede fremtidige utslipp fra bygg og anlegg.....	25
9.2	Klimamålsetninger og tiltak .....	27
10	UTSLIPP FRA INDUSTRI, OLJE OG GASS .....	29
10.1	Utslipp og metode .....	29
10.2	Klimamålsetninger og mulige tiltak.....	29
11	UTSLIPPSKUTT I SØR-ROGALAND FRAM TIL 2030.....	31
	REFERANSELISTE .....	33

## 1 OPPSUMMERING

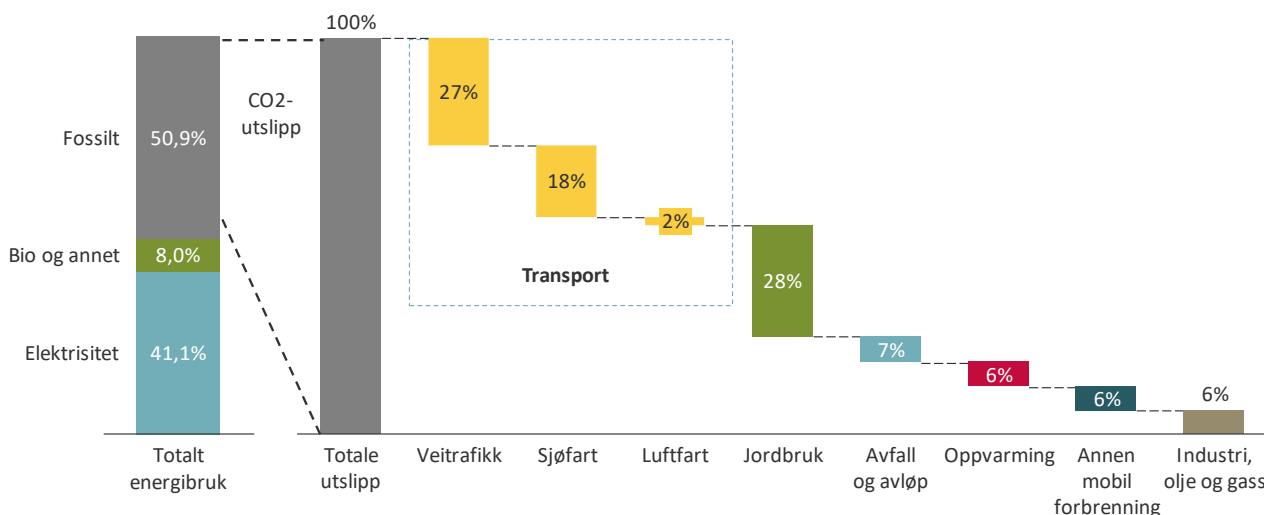
På landsbasis slipper vi ut 53 millioner tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter<sup>1</sup> per år (2017-tall hentet fra miljøstatus.no). De viktigste kildene til utslipp er olje- og gassproduksjon (28 prosent), transport (25 prosent) og industri (23%). Jordbruk, avfallshåndtering, oppvarming og annet står til sammen for 25 prosent av utslippene i Norge. Om vi fordeler Norges samlede utslipp på alle nordmenn, får vi et utslipp på 10 tCO<sub>2</sub>-e per person årlig.

I denne rapporten ser vi på klimagassutslipp i kommunene i Sør-Rogaland og gir en oversikt over hva som er kilder til utslipp. I tillegg gir vi en oversikt over hvilke tiltak som er aktuelle for å redusere utslippene og hva slike tiltak vil koste samfunnet å gjennomføre.

### 1.1 Klimagassutslipp i Sør-Rogaland

Litt over halvparten av energiforbruket i Sør-Rogaland kommer fra fossil energi som vist i søylen til venstre i figuren under. Dette gir et utslipp av 1,9 millioner tCO<sub>2</sub>-e i regionen. Nesten halvparten (47 prosent) av utslippene kommer fra transportsektoren: veitransport, sjøtransport og luftfart. Sammenlignet med utslippene på landsbasis, kommer en stor andel av utslippene (28 prosent) i Sør-Rogaland fra jordbruket. 7 prosent av utslippene stammer fra håndtering av avfall og avløp i regionen. Utslipp fra oppvarming, industri og annen mobil forbrenning (avgiftsfri diesel) står for like store andeler av utslippet med 6 prosent hver.

**Figur 1: Oversikt over klimagassutslipp i Sør-Rogaland**



Kilde: THEMA basert på tall fra Miljødirektoratet (2018)

Dersom vi forsøker å fordele utslippene i Sør-Rogaland ut på innbyggerne i regionen, får vi et betydelig lavere tall enn for landet som helhet (ca. 5,2 tCO<sub>2</sub>-e årlig). Dessverre er ikke dette et tegn på at innbyggerne i Sør-Rogaland har et lavere karbonavtrykk enn landet for øvrig. Det er snarere et tegn på at ikke alle nasjonale utslipp er fordelt ut på kommunene. Eksempler på dette er utslipp fra olje- og gassvirksomheten offshore, utslipp fra fly mellom flyplasser og at kommunestatistikken ikke fanger opp alle utslipp fra veitransport.

Likevel vil det være riktig å si at en større andel av utslippene i Sør-Rogaland kommer fra sjøtransport og jordbruk (en stor andel av norsk jordbruk ligger i regionen) og mindre fra industri sammenlignet med landet som helhet.

<sup>1</sup> CO<sub>2</sub>-ekvivalenter (CO<sub>2</sub>-e er brukt videre i rapporten) er en samlebetegnelse for klimagassutslipp som tar hensyn til at ulike klimagasser (CO<sub>2</sub>, metan, lystgass osv.) har ulik påvirkning på klima. Når vi snakker om tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter, bruker vi tCO<sub>2</sub>-e)

## 1.2 Tiltak og kostnader for utslippskutt

For hver av utslippskategoriene som er vist over, har vi laget en oversikt over hva som kan gjøres for å redusere utslippene. De fleste tiltakene er innføring av ny teknologi (f.eks. elektriske kjøretøy og ferger) eller bruk av fornybart drivstoff som kan erstatte fossilt drivstoff direkte (f.eks. ved bruk av biodrivstoff). På tilsvarende måte kan man erstatte naturgass og olje til oppvarming og industri med fornybart drivstoff. For alle kategorier vil energieffektivisering bidra til å redusere klimagassutslipp, f.eks. i skip, men også i kjøretøy og i industrien.

Utslipp av klimagasser i jordbrukssektoren kommer fra flere områder, som alle er relativt komplisert å gjøre noe med:

- Fordøyelsesprosesser i husdyr, særlig fra drøvtyggere
- Biogjødsel, dvs kumøkk fra dyr på beite og i fjøs
- Bruk av arealer som frigjør karbon fra jord

Utslipp fra bruk av energi utgjør en svært liten andel av utslipp fra jordbrukssektoren.

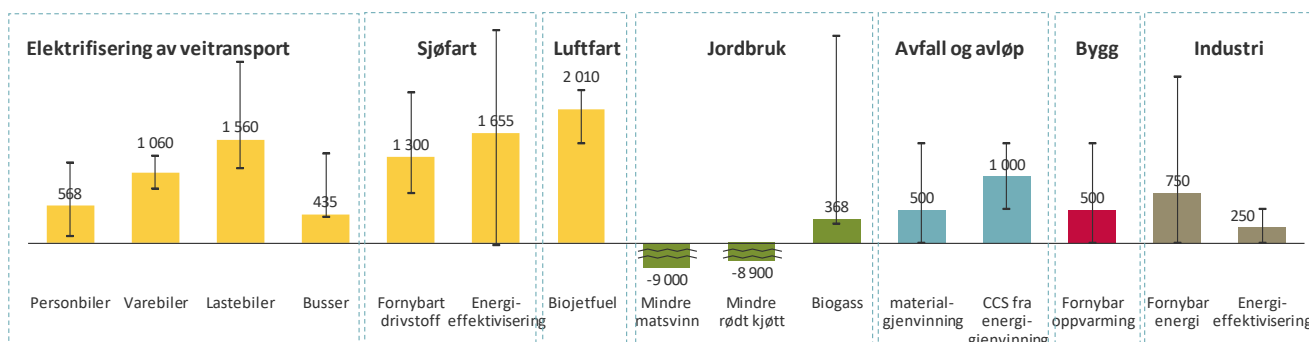
På veitransport er det kun elektrifisering av kjøretøy som er inkludert, men også andre tiltak kan være aktuelle, som bruk av biodrivstoff. Det har vært mye snakk om elektriske fly i Norge, men dette ligger enda noen år fram i tid, og det er ikke utarbeidet noen estimater på hva det kan koste sammenlignet med dages fly. Den tiltakskostnaden som er vist for fly er derfor kun for bruk av biojetfuel.

For jordbruk er det vist to tiltak som myndighetene har vurdert som svært kostnadseffektive: redusert matsvinn og at vi følger nasjonale kostholdsråd og spiser mindre rødt kjøtt og mer hvitt kjøtt og grønnsaker. Hovedårsaken til at dette er kostnadseffektive tiltak, er at de gir store helsegevinster i befolkningen. Et annet tiltak som er inkludert, er å produsere biogass fra husdyrgjødsel. I dag blir det allerede produsert biogass fra matavfall i Sør-Rogaland. Om man gjør det samme med husdyrgjødsel, vil utslippene bli redusert i jordbruket. I tillegg vil biogass erstatte naturgass til oppvarming og transport og fjerne utslipp også der.

Et mulig tiltak for å redusere utslipp fra avfallshåndtering er å redusere avfallsmengdene gjennom økt resirkulering (materialgjenvinning). Energigjenvinning fra avfall (avfallsforbrenning til bruk i fjernvarme) gir reduserte utslipp sammenlignet med avfallsdeponier som ble forbudt fra 2009. Men utslipp fra energigjenvinning utgjør en stor andel av utslippene fra avløp og avfall. En mulighet til å fjerne disse utslippene er å ta i bruk CCS (Carbon Capture og Storage) som gjør at utslippene blir samlet opp og fjernet. Dette er ny teknologi som testes ut blant annet i Oslo.

Kostnadene for samfunnet med å gjennomføre tiltakene i de ulike sektorene, er vist i figuren under. Som figuren viser er det stor forskjell i hva det koster å redusere utslipp i de ulike sektorene. Men det er også store variasjoner i hva en type tiltak kan koste, noe som er vist med den loddrette linjen for hvert tiltak.

**Figur 2: Andel av utslipp og tiltakskostnader per sektor (kr per tCO<sub>2</sub>-e redusert)**



Kilder: Miljødirektoratet; kunnskapsgrunnlag for lavutslippsutvikling, 2014 og 2015), (Miljødirektoratet, Miljøavtale med CO<sub>2</sub>-fond: Modellering av kostnader og potensial for utslippsreduksjoner, 2018); (DNV GL, 2018), NIBIO (2017)

Kostnadene som er vist i figuren er samlet fra ulike kilder som til en viss grad har ulike forutsetninger for beregningene. Dermed er det relativt stor usikkerhet i tallene. Alle tiltak er heller ikke inkludert og tiltakene har ulik natur. For transporttiltakene er det kun inkludert tiltak som gir endret teknologi eller økt bruk av fornybart drivstoff, mens det for jordbruk er inkludert at man skal spise mindre kjøtt. Redusert bruk av bil og fly, og økt bruk av kollektivtransport er ikke vist i oversikten over.

Likevel er det greit å si at det er kostnadseffektivt for samfunnet å redusere matsvinn og forbruket av rødt kjøtt. Selv om det samlet sett er gunstig for samfunnet, kan det være et tiltak som slår negativt ut for jordbruket i Sør-Rogaland dersom de må redusere sin produksjon på grunn av redusert etterspørsel etter rødt kjøtt. Men det kan også være mulig for bransjen å tilpasse seg på en god måte. Innføring av elektriske bybusser har også en lav tiltakskostnad, og stadig flere byer går i gang med dette tiltaket. Elektriske personbiler er også et tiltak med lav kostnad, og snart er 50 prosent av alle nye biler solgt i Norge elektriske.

## 2 INNLEDNING

THEMA har på oppdrag fra Lyse kartlagt klimagassutslippene i Sør-Rogaland, som inkluderer alle kommunene i Rogaland fylke fra Finnøy, Hjelmeland og sørover. Formålet med denne rapporten er økt forståelse for klimagassutslippene i regionen og hva som kan gjøres for å redusere utslippene.

### 2.1 Nasjonale og regionale klimapolitiske målsetninger

Norge har gjennom Klimaloven forpliktet seg til å redusere ikke-kvotepliktige nasjonale klimagassutslipp med 40 prosent innen 2030 og 80-95 prosent innen 2050, sammenlignet med 1990-nivået. Det er sannsynlig at EU vil heve sine klimamålsetninger for å nå togradersmålet, noe som trolig også vil medføre høyere målsetninger for Norge: 45 prosent innen 2030 og 90-95 prosent innen 2050 (Regjeringen, 2019). Framskrivninger viser et kutt i norske klimagassutslipp på omkring 13 prosent fra 2017 til 2030 (Klima- og Miljødepartementet, 2018), noe som er langt fra å nå eksisterende mål. Ytterligere tiltak er dermed nødvendig for å nå klimamålsetningene.

Klimaplanen til Rogaland fylkeskommune for 2010-2020 legger vekt på energiproduksjon og krafteksport, med mål om 4 TWh ny fornybar energi og fokus på vindkraft og biogass. Videre hadde fylket som mål å redusere klimagassutslippene med mellom 15 og 17,5 prosent, og energiforbruket med 20 prosent, i løpet av planperioden.

Blant kommunene i Sør-Rogaland er det en varierende grad av klimaplanlegging fram mot 2030, og der det foreligger klimaplaner er målsetningene og fokusområdene av forskjellig art. Likevel er det noen fellesnevne, slik som ønsket om utbygging av fornybar kraft og bruk av husdyrgjødsel til biogass. Felles er også at målsetningene om utslippskutt ligger under nivået Norge har forpliktet seg til, med unntak av Stavanger som har som mål å kutte utslippene med 80 prosent innen 2030 sammenlignet med 2015. Til tross for ambisiøse mål i Stavanger kommune, er det uklart hvordan utslippsreduksjonene skal oppnås.

### 2.2 Datakilder

#### 2.2.1 Statistikken er hovedsakelig fra Miljødirektoratet

Når klimagassutslipp fra ulike sektorer skal brytes ned på hver kommune slik Miljødirektoratet har gjort i sin statistikk, må man gjøre noen antakelser og forenklinger siden utslipp til luft ikke så enkelt kan telles fortløpende. I hvert kapittel har vi derfor oppgitt hvordan statistikken blir utarbeidet og litt om hvor god den er.

Utslippene som beskrives er utslipp som oppstår i regionen slik de estimeres i Miljødirektoratets metode for utslipp i kommunene. Miljødirektoratets statistikk inneholder utslipp av klimagassene CO<sub>2</sub>, metan (CH<sub>4</sub>) og lystgass (N<sub>2</sub>O). Utslippene måles i CO<sub>2</sub>-e (CO<sub>2</sub>e), som betyr at man vektet gassen etter globalt oppvarmingspotensial. I 2017 ble det estimert et samlet utslipp på 1,9 millioner tCO<sub>2</sub>e i Sør-Rogaland, tilsvarende 5,1 tonn per innbygger. Summen av utslipp i alle kommuner fordelt på alle innbyggere i Norge, er på 6,9 tonn per innbygger. Avviket mellom utslipp per innbygger i kap 1 skyldes at utslipp offshore ikke er inkludert og dels at ikke alle utslipp kan fordeles på norske kommuner. Statistikken over klimagassutslipp per kommune omfatter de direkte, fysiske utslippene innenfor de aktuelle kommunenes grenser, men kan ikke dermed sies å representere utslippene forårsaket av innbyggerne i regionen. I noen tilfeller har vi inkludert statistikk fra andre kilder for å gi en økt forståelse av hvor stor andel av utslippene statistikken fra Miljødirektoratet dekker.

Vi følger i stor grad inndelingen i utslippskategorier som er brukt av Miljødirektoratet, men med noen unntak der vi mener det er mer naturlig å justere på kategoriene. Dette gjelder i hovedsak utslipp fra energigjenvinning fra avfall som i Miljødirektoratets statistikk er kategorisert som utslipp fra energisektoren, som vi har lagt under avfall og avløp. For gartnerier har vi supplert med tall fra Lyse, slik at vi kan skille ut dette som en egen underkategori innen oppvarming. Tilsvarende har vi ønsket å belyse utslipp fra bygg- og anleggsbransjen mer spesifikt enn det som er gjort i Miljødirektoratet sin statistikk, og har derfor estimert dette særskilt selv om det meste av utslippene i denne kategorien ligger i samleposten «Annen mobil forbrenning» i Miljødirektoratets statistikk.

For nesten all utslippsstatistikk ligger likevel tallene fra Miljødirektoratet til grunn.

I hvert kapittel har vi kommentert statistikken fra Miljødirektoratet og oppgitt hvordan statistikken blir utformet og hva det betyr for hvor riktig statistikken blir på kommunenivå. Oppsummert er noe av statistikken basert på innrapporterte tall (industri, vann og avløp), noe er basert på detaljert kartlegging av faktisk aktivitet i regionen (sjøfart, luftfart), noe på estimater basert på ulike datakilder (veitransport), noe på salgstall (annen mobil forbrenning) og noe på generelle nøkkeltall (jordbrukt).

Vi beskriver også hvilke lokale tiltak som vil bli fanget opp i framtidige oppdateringer av klimagassutslipp i kommunene og hvilke som ikke blir det. For eksempel vil statistikk basert på innrapporterte tall og målt aktivitet bli reflektert i statistikken fra år til år. Tiltak i regionen som gir lavere utslipp per husdyr vil f.eks. ikke vises i oppdatert utslippsstatistikk, ei heller reduserte utslipp pga. kortere kjørelengde per kjøretøy som er registret i regionen. Disse forskjellene er viktig dersom man vil følge statistikken fra år til år for å se resultater av tiltak i regionen.

## 2.2.2 Tiltakskostnadene er fra ulike kilder og gir ikke et komplett bilde

For de ulike utslippskategoriene har vi også inkludert hva som er mulige tiltak for å redusere de regionale klimagassutslippene og hva de ulike tiltakene koster. Tiltakskostnadene viser hva det koster samfunnet per tCO<sub>2</sub>-e som fjernes. *Tiltakene er lønnsomme dersom tiltakskostnaden er lavere enn det man regner som en riktig CO<sub>2</sub>-pris.* Det er imidlertid ikke klargjort av myndighetene hvilken CO<sub>2</sub>-pris som bør legges til grunn for at tiltak skal være lønnsomme. To mulige indikatorer for hva tiltakskostnaden bør være for at et tiltak skal regnes som lønnsomt er:

- Hva deltakerne i kvotemarkedet må betale for de klimagasser de slipper ut. Denne såkalte kvoteprisen ligger for tiden på rundt 250 kr (25 Euro) per tCO<sub>2</sub>-e.
- Hva tiltakskostnaden blir dersom man skal oppnå nasjonale og internasjonale klimamål. THEMA har i 2013 estimert dette til å ligge på 860 kr per tCO<sub>2</sub>-e dersom man skal holde seg under 2 graders oppvarming innen 2050.

Metodikken som er lagt til grunn for tiltaksanalysene er forklart i Miljødirektoratets Veileder (2019). Den forsøker å fange opp og kvantifisere alle samfunnsøkonomiske effekter tiltaket har på samfunnet: utslippsreduksjoner, kostnader, besparelser og øvrige effekter. Et eksempel på øvrige effekter er helseeffekter fra redusert andel rødt kjøtt i kostholdet, noe som er hovedårsaken til at dette tiltaket blir regnet som lønnsomt. Utslippskutt sammenlignes mot en referansebane for utslipp, og kostnadene ved tiltaket neddiskonteres over tiltakets levetid. Den ekstra kostnaden som påløper samfunnet beregnes så *per reduserte tCO<sub>2</sub>e* for det enkelte tiltaket. Skatter og avgifter er ikke inkludert.

Tiltakskostnadene vi har oppgitt kommer fra ulike kilder og kan ha noe ulike forutsetninger til tross for at de er basert på samme metodikk. Eksempelvis er tiltakskostnadene for veitransport et gjennomsnitt av hva tiltaket koster i perioden 2021 til 2030, mens noen andre tiltak er basert på hva tiltaket koster i dag. Noen tiltak har negative tiltakskostnader som betyr at det er lønnsomt for samfunnet å gjennomføre tiltaket. Tiltakskostnadene er til revisjon i Klimakur 2030 som skal offentliggjøres senere i 2019. Det kan derfor være verd å se på oppdaterte tiltakskostnader når den rapporten foreligger.

## 2.3 Om rapporten

Kapitlene i rapporten er basert på utslippskildene som er vist i figur 1, bortsett fra at vi ser på utslipp samlet sett for bygg og anlegg i stedet for utslipp fra kategorien «annen mobil forbrenning» som er en samlepost for alle utslipp fra avgiftsfri diesel.

De største utslippskildene transport og jordbruk er diskutert først, og deretter avfall/avløp, oppvarming, bygg-/anleggsvirksomhet og industri.



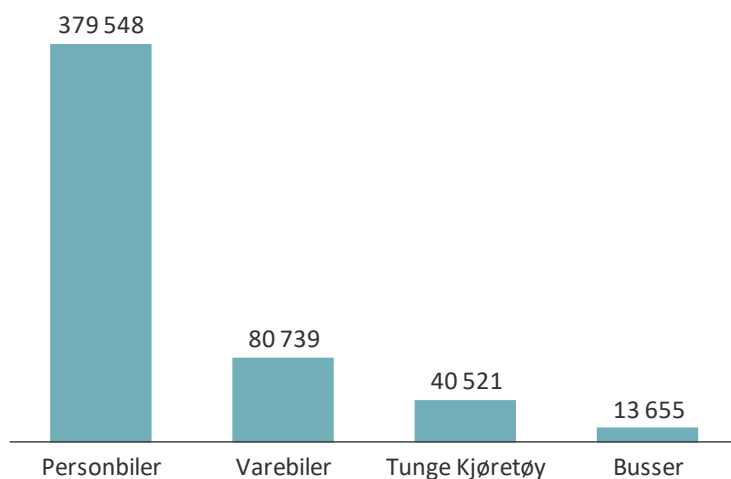
### 3 UTSLIPP FRA VEITRANSPORT

#### 3.1 Utslipp og metode

I 2017 ble det sluppet ut 515 000 tCO<sub>2</sub>-e fra veitrafikken i Sør-Rogaland i henhold til Miljødirektoratets kommunestatistikk, hvilket utgjorde 27 prosent av de regionale utslippene. Utslippene fordeles på kategoriene personbiler, varebiler, tunge kjøretøy og busser. Utslipp fra motorsykler og mopeder er ikke inkludert i statistikken.

Figur 3 viser utslippene fra veitrafikk i Sør-Rogaland, fordelt på de fire kjøretøy-kategoriene. Personbiler står for de største utslippene. Tungtransport utgjør en lavere andel av utslipp fra veitransport i Sør-Rogaland enn for landet som helhet, trolig på grunn av lite transport som går igjennom regionen på vei til og fra andre steder. Fossilt drivstoff, i form av bensin og diesel, stod i 2017 for 86 prosent av energiforbruket til veitrafikken, etterfulgt av elektrisitet (1,5 prosent) og biodrivstoff/annet (12,5 prosent).

**Figur 3: Klimagassutslipp fra veitransport i Sør-Rogaland i 2017**



Kilde: Miljødirektoratet (2018)

Statistikkene til Miljødirektoratet er basert på modeller som estimerer utslipp. Modellen bygger på fire detaljerte datasett for henholdsvis veinettet, trafikk på veiene, kjørelengde for ulike kjøretøy og utslippsfaktorer. På denne måten kommer de fram til et estimat på *trafikkarbeid*, eller antall kjørte kilometer, som ganges opp med utslippsfaktorer basert på størrelse, hastighet, drivstoff, trafikkbilde osv. for å finne totale utslipp.

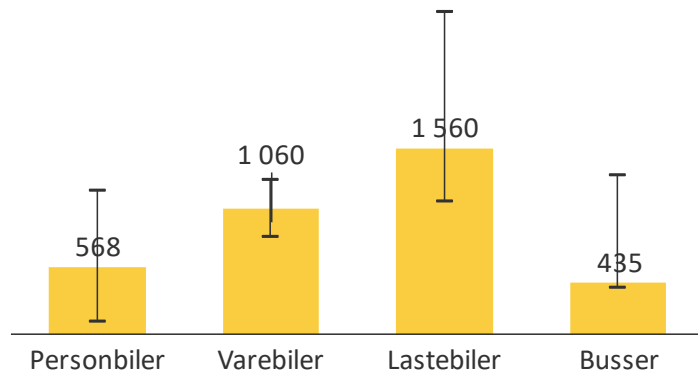
Det er imidlertid betydelig usikkerhet knyttet til estimatene. Om man summerer utslippene fra veitransport i alle norske kommuner og sammenligner med utslippene i den nasjonale statistikken, er avviket på 29 prosent i 2017. Dette skyldes i all hovedsak at SSB benytter seg av nasjonalt salg av drivstoff for å estimere utslippene på nasjonalt nivå, mens Miljødirektoratet modellerer utslippene på kommunenivå slik som beskrevet over. I tillegg fanger ikke den regionale transportmodellen opp kjøring på småveier, i og med at alle trafikktegninger kun skjer på fylkesveier. En annen svakhet knyttet til Miljødirektoratets modell er at dataene bak fordelingen mellom personbiler, varebiler, tunge kjøretøy og busser kun oppdateres hvert fjerde til femte år. Endringer som påvirker fordelingen mellom disse kategoriene fanges dermed like sjeldent opp.

#### 3.2 Klimamålsetninger og tiltak

Gjennom Nasjonal transportplan for 2018-2029 har regjeringen lagt fram et sett med konkrete mål for utslippskutt i veitrafikken. En oversikt over de vedtatte målsetningene for kjøretøykategoriene behandlet i denne delen av rapporten finnes i Tabell 1. I tillegg ønsker regjeringen å legge til rette for rask utbygging av ladeinfrastruktur i hele landet, for å holde tritt med økningen i andel elektriske transportmidler.

Ved å ta i bruk alternativt drivstoff, for eksempel i form av elektrisk kraft, biogass eller hydrogen, vil klimagassutslippene fra veitrafikken kunne reduseres uten at det går på bekostning av nytten forbundet med bruken av veibaserte kjøretøy. Figur 4 viser tiltakskostnader for *elektrifisering* av kjøretøykategoriene presentert tidligere i rapporten. Tidshorisonten går til 2030 – en lengre analyseperiode ville gitt lavere tiltakskostnader.

**Figur 4: Samfunnsøkonomiske tiltakskostnader for elektrifisering av kjøretøy**



Kilder: (Miljødirektoratet, Miljøavtale med CO2-fond: Modellering av kostnader og potensial for utslippsreduksjoner, 2018); (Miljødirektoratet, Beskrivelse av klimatiltak inkludert i klimalovrapporeringen for 2018, 2018)

Med unntak av personbiler og bybusser er markedet umodent for elektriske kjøretøy i dag. For å estimere tiltakskostnadene har man derfor modellert tenkte kjøretøy med tilsvarende kapasitet som dagens kjøretøy med forbrenningsmotor. Tiltakskostnadene domineres av merkostnaden forbundet med investering i nye kjøretøy. De viktigste driverne for kostnadsreduksjoner i denne sammenheng er utvikling i batteriteknologi, der det legges til grunn en omtrentlig halvering i pris fram mot 2030, samt økende skala og grad av automatisering i produksjonsprosessen. Innfasingen av elektriske kjøretøy er hovedsakelig avhengig av nasjonale virkemidler som investeringsstøtte, kjøretøyavgifter, lav- eller nullutslippssoner og krav om nullutslippstransport i leveranser til det offentlige.

For varebiler har introduksjonen av elektriske modeller hittil vært marginal. Man forventer ikke stor-skala produksjon før etter 2020, og mindre varebiler vil trolig tre inn i markedet først. For tunge kjøretøy stilles det større krav til ladestasjoner med høy effekt. Men flere produsenter tilbyr i dag mindre elektriske modeller, og det ventes større produksjonsvolum i etterkant av 2020. For busser antar man at det fremover kommer til å selges et stort antall batterielektriske modeller, og da særlig bybusser understøttet av anbud og lokal politikk. Elektrifisering av langdistansebusser og tungtransport forventes å være noe tregere, og vil i større grad være avhengig av hurtiglading langs rutene.

### 3.3 Vurdering av ulike drivstoffteknologier

THEMA har, i en rapport fra 2018 om teknologiutvikling og incentiver for klimavennlig næringstransport, foretatt en utredning om bruk av blant annet batterielektrifisering, biogass og hydrogen i veitrafikken. Figur 5 er basert på innholdet i rapporten, og gir en kvalitativ teknisk-økonomisk vurdering av disse drivstoffteknologiene for hver kjøretøykategori. Rød farge indikerer at teknologien ikke er eller blir aktuell å ta i bruk utover i pilotprosjekter i tidsperioden. Gul indikerer at teknologien kan tas i bruk i begrenset grad under gitte forutsetninger og grønn indikerer at det er gode muligheter for bruk av teknologien (gitt forventet kostnadsutvikling).

Merk at vurderingene kun er teknisk-økonomiske og ser på *muligheten* til å ta i bruk teknologien. Den representerer ikke en *forventet* markedsutvikling.

**Figur 5: Oversikt over forventet innfasing av lavutslippskjøretøy basert på en teknisk-økonomisk analyse**

		2019	Viktigste barrierer	2030	Forutsetninger
KORTE AVSTANDER – MINDRE BILER	Biogass		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Infrastruktur og tilgang på biogass til få kjøretøy</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Forutsetter økt tilgang på biogass ønske fra markedet</li> </ul>
	Batteri-elektrisk		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ladeinfrastruktur for lastebiler</li> <li>▪ Få modeller tilgjengelig</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Redusert investeringskostnad</li> <li>▪ Økt tilbud av kjøretøy</li> </ul>
	Hydrogen		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Umoden teknologi</li> <li>▪ Høy kostnad</li> <li>▪ Mangler infrastruktur</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tilgang på kjøretøy og lavere kostnader</li> <li>▪ Tilgang på infrastruktur</li> </ul>
LANGE AVSTANDER – STORE BILER	Biogass		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Kjøretøy på LBG</li> <li>▪ Offentlig tilgjengelig biogass-infrastruktur</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Krever LBG og tankanlegg underveis</li> <li>▪ Flere modeller på LBG</li> </ul>
	Batteri-elektrisk		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Rekkevidde og ladetid</li> <li>▪ Infrastruktur og høy effekt</li> <li>▪ Tilgang på tunge kjøretøy</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Redusert kostnad og økt rekkevidde</li> <li>▪ Infrastruktur langs veien</li> </ul>
	Hydrogen		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Umoden teknologi, høye kostnader</li> <li>▪ H2-infrastruktur langs veien</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Teknologitvilling</li> <li>▪ Økt skala brenselceller</li> <li>▪ Antall kjøretøy i produksjon</li> </ul>

Kilde: THEMA analyse

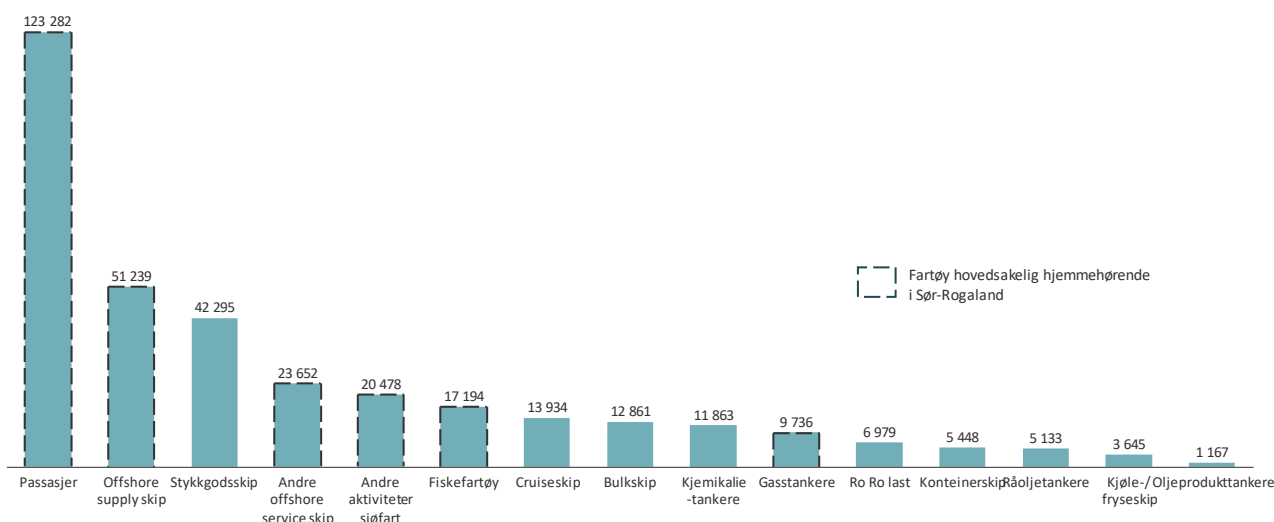
Som tidligere nevnt, er elektrifisering av større kjøretøy i stor grad betinget av kostnadsreduksjon for batterier, men også økt energitetthet og energieffektivitet vil bidra positivt til denne utviklingen. Biogass er i sin tur hindret av tilgjengelighet og infrastruktur og særlig flytende biogass til bruk i tungtransport forutsetter at både kostnader og tilgangen på kjøretøy på LBG blir bedret. Vi ser nærmere på potensialet for biogass i Sør-Rogaland senere i rapporten. Tilgjengeligheten av tunge lastebiler som går på flytende gass forventes å øke, og det foreligger et potensial for bruk av biogass i anleggs- og landbruksmaskiner. For økt bruk av hydrogen i stor skala er barrierene fortsatt høye kostnader, samt tilgang på infrastruktur og modeller. Det er grunn til å forvente omfattende teknologitvilling og innovasjonsarbeid fram mot 2030, men tilgangen på modeller antas å forbli begrenset før 2030-tallet.

## 4 UTSLIPP FRA SJØFART

### 4.1 Utslipp og metode

Utslippene fra sjøfarten i Sør-Rogaland var på 350 000 tCO<sub>2</sub>-e i 2017, og dette utgjorde 19 prosent av totalen. Fordeling av utslipp på ulike skipstyper er vist under. Fra figuren er det tydelig at *passasjerskip*, som består av ferger og hurtigbåter, er den største kilden til klimagassutslipp i regionen, etterfulgt av *offshore supply fartøy* og *stykkgodsskip*. *Andre aktiviteter sjøfart* består av fartøy som benyttes til for eksempel mudring, kabellegging, redningsarbeid og forskning. Skipstyper vi antar i stor grad er hjemmehørende i Sør-Rogaland, og dermed for utslippskutt i regionen, er vist med en stiplede linje.

**Figur 6: Klimagassutslipp fra sjøfart i Sør-Rogaland, fordelt på skipstype**



Statistikken beregnes av Kystverket, som henter inn detaljert informasjon om alle skip i norske farvann som bærer AIS, en type identifikasjonssystem for sjøfartøy. De estimerte utslippene stammer fra innenriks-, utenriks- og gjennomfartstrafikk inntil 12 nautiske mil ut fra grunnlinjen. Det betyr at ikke alle utslippene er forbundet med skip som legger til havn i Sør-Rogaland, men at de også stammer fra skip som passerer innenfor denne sonen. Selve beregningen foretas ved å innhente informasjon om blant annet skipstype, fart og last fra AIS, som siden kombineres med data i skipsregisteret og data om drivstofforbruk for spesifikke skip under observert hastighet som grunnlag for å estimere klimagassutslippene.

Kystverkets beregninger er nøyaktige og detaljerte, og statistikken regnes derfor som god. Likevel er det svakheter knyttet til flere momenter: For det første beregnes ikke utslipp knyttet til utført arbeid mens skipet står stille. For det andre beregnes utslipp fra skip i havn basert på gjennomsnittsbetraktninger, og man klarer ikke å fange opp utslippskutt som følge av bruk av landstrøm. Og for det tredje, og særlig relevant i tilknytning til energieffektiviseringstiltakene som presenteres i det påfølgende segmentet, vil ikke effekten av ny og mer effektiv motorteknologi fanges opp dersom endringene ikke registreres i skipsregisteret.

### 4.2 Klimamålsetninger og tiltak

I Granavold-plattformen har regjeringen fremsatt en ambisjon om å redusere utslippene fra innenriks sjøfart og fiske med 50 prosent innen 2030. I tillegg har regjeringen som mål å ha utslippsfrie havner innen 2030, ved å legge til rette for landstrøm der det er mulig. FNs sjøfartsorganisasjon (IMO) har som mål at klimagassutslippene fra internasjonal skipsfart skal reduseres med 50 prosent innen 2050 sammenlignet med 2008, hovedsakelig ved hjelp av energieffektiviseringstiltak.

Klimamålsetningene innenfor sjøfart er ambisiøse. DNV GL (2018) har gjennomført en tiltaksanalyse for miljøvennlig drivstoff og teknologi i skipsfartsnæringen, basert på en reduksjon i CO<sub>2</sub>-utslipp med

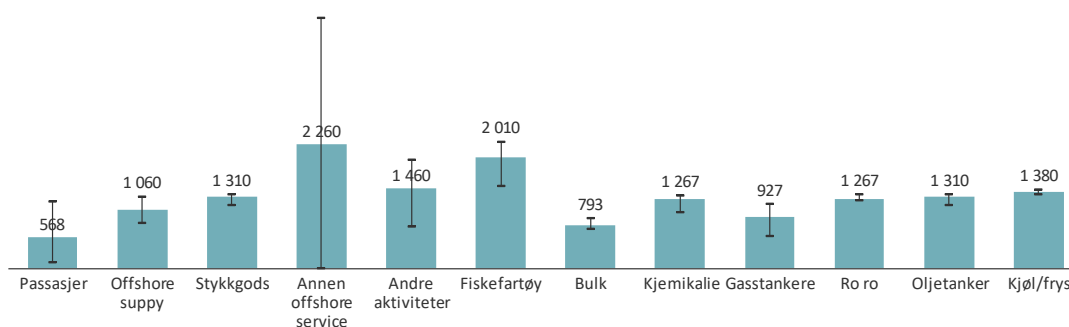
40 prosent (dvs. lavere enn gjeldende mål) innen 2030 sammenlignet med 2015. Utgangspunktet er skip med 80-100 prosent av aktiviteten sin i norske farvann. Analysen inkluderer effektiviseringstiltak og alternativt drivstoff i form av hel- og delelektrifisering, hydrogen, LNG og biogass og biodiesel innblandet i henholdsvis LNG og marin diesel.

#### 4.2.1 Alternativt drivstoff

Figuren under viser samfunnsøkonomiske tiltakskostnader forbundet med utskiftning av drivstoff. Som figuren viser er det store forskjeller i tiltakskostnader på tvers av skipstyper, men også store forskjeller innenfor hver kategori (vist med loddrett linje). To av de skipstypene med lave tiltakskostnad er skipstyper som kan være hjemmehørende i regionen: passasjerskip og offshore supply skip.

Under figuren har vi vist hvilke teknologier som er inkludert i kostnadsspennet for tiltakskostnader og som dermed er vurdert som de mest aktuelle teknologiene for hver skipstype. Eventuelle andre tiltak enn de som er inkludert i tabeller og som er teknisk mulig å innføre på hvert skip, vil ha høyere tiltakskostnader.

**Figur 7: Tiltak og tiltakskostnader for sjøfart ved bruk av alternativt drivstoff**



ELEKTRIFISERING	X										
HYDROGEN	X					X	X	X			
LNG						X		X	X		X
LNG PLUGG-INN HYBRID	X					X	X	X	X		X
MGO PLUGG-INN HYBRID	X	X			X				X		
MGO BIODIESEL	X	X	X	X	X		X			X	

Kilde: (DNV GL, 2018)

Det bør også nevnes at nybygg har en betraktelig lavere tiltakskostnad enn ombygging av eksisterende fartøy. Dette synliggjør at det er særlig viktig å implementere tiltak på nybygg, selv om man også er avhengig av tiltak på eksisterende skip for å nå klimamålsetningene. Nedenfor følger en nærmere gjennomgang av de ulike drivstoffalternativene, med utgangspunkt i (DNV GL, 2018).

*Helelektrifisering* egner seg for kortere strekninger med mulighet for hyppig lading, og anses kun som aktuelt for nye skip. Det krever robuste batteriløsninger og utbygging av infrastruktur for lading på land – det lavspente forsyningsnettet på kai må vanligvis bygges ut for å oppnå tilstrekkelig effekt. *Delelektrifisering (plugg-inn hybrid)* innebærer bruk av batterier i kombinasjon med enten gass- eller dieselmotorer, og både fossilt drivstoff og biodrivstoff kan benyttes. Slik hybridisering er mulig både via nybygg og ombygging og gir mer effektiv energibruk i skipene.

De ulike fartøyskategoriene har forskjellige forutsetninger for elektrifisering, basert på kapasitetsbehov. Med utgangspunkt i gjennomsnittlig energiforbruk per tur, er det kun de minste passasjerfartøyene og ferger som egner seg for helelektrifisering. I tillegg kan hybridløsninger være aktuelle for å dekke nær eller over 15 prosent av energibehovet til stykkogodsskip, containerskip, offshore skip og fiskefartøy mindre enn 1000 GT (DNV GL (2018)).

*Hydrogen* gir høyere energitetthet enn batterier alene, men tettheten per volumenhet er for lav til at drivstoffet realistisk sett kan brukes over lange avstander. Bruk av hydrogen begrenses blant annet

av tilgjengelig plass til lagertanker på skipet og tilgang til bunkringsanlegg. Samtidig foreligger det flere umiddelbare hindringer knyttet til teknologiens umodenhet, som høye kostnader, sikkerhetsutfordringer og manglende godkjenningssløp i dagens regelverk. På grunn av behov for omfattende investeringer og tilpasset design, vurderes hydrogen som best egnet for nybygg. Det er verd å nevne at verdens første hydrogenferge (flytende hydrogen) skal settes på Hjelmeland-sambandet i 2021 som følge av et innovasjonsprosjekt.

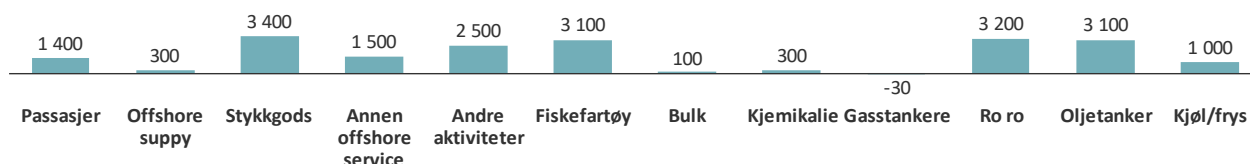
LNG er det mest utbredte alternative drivstoffet for skip i dag, med potensial for opptil 25 prosent lavere CO<sub>2</sub>-utslipp enn for konvensjonell dieseldrift forutsatt at det ikke er lekkasjer av naturgass i bruk. Biogass har de samme egenskapene som naturgass, og kan gjøres flytende og anvendes på LNG-skip. Ved bruk av flytende biogass (LBG) enten alene eller innblandet i LNG, kan klimagassutslippene elimineres eller reduseres ytterligere. Det er verd å merke seg at DNV GL ikke har skilt mellom LNG og LBG i sine analyser av tiltakskostnader.

Av *biodiesel* er det to former som foreløpig vurderes som aktuelle for skip i Norge, konvensjonell biodiesel og syntetisk fornybar diesel. Begge kan innblandes med små eller ingen tilpasninger, og kan blant annet produseres av avfallsprodukter fra jordbruk, skogbruk og mat. Biodiesel regnes for å være utslippsfritt ved bruk, men det er klimagassutslipp i produksjonen av biodiesel. EUs bærekraftighetskrav til biodiesel setter krav til de samlede utslippene i hele verdikjeden for biodiesel. Uansett vil tilgangen på bærekraftig biodrivstoff begrense omfanget i bruk i maritim sektor.

#### 4.2.2 Energieffektivisering

Figuren under viser samfunnsøkonomiske tiltakskostnader forbundet med energieffektivisering, for skip med 80-100 prosent av operasjonstid i norske farvann. Vi understreker at disse tiltakene kan kombineres med bruk av alternativt drivstoff, men at dette ville endre tiltakskostnadene for hvert av tiltakene. Ved å benytte disse tiltakene på skip med alternativt drivstoff, vil utslippsreduksjonen bli lavere og kostnaden høyere.

**Figur 8: Tiltakskostnader for ulike skipstyper ved energieffektivisering (kr/tCO<sub>2</sub>-e redusert)**



Kilde: DNV GL (2018)

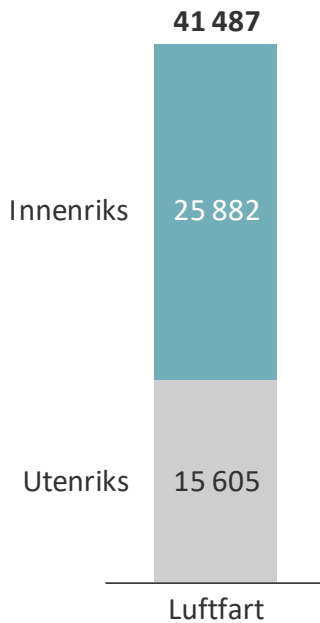
Bak Figur 8 foreligger 31 ulike tiltak som er vektet til å gi en gjennomsnittlig tiltakskostnad per redusert tCO<sub>2</sub> for hver skipstype. Tiltakene kan grupperes som effektivisering av maskineri, skrog, propell og ror; reduksjon av energiforbruket om bord; utnyttelse av vind- og solenergi om bord; og optimalisering av skipets operasjoner. Sentralt er det at fartsreduksjon ikke er inkludert, men lavere fart kan gi betydelige besparelser og utslippsreduksjoner.

## 5 UTSLIPP FRA LUFTFART

### 5.1 Utslipp og metode

Samlede utslipp fra luftfarten i Sør-Rogaland var i følge Miljødirektorates kommunestatistikk 41 500 tCO<sub>2</sub>-e i 2017, eller to prosent av de regionale utslippene. Dette inkluderer kun utslipp fra avgangs- og ankomstfasen opp til 3000 fot (914 meter) for fly og helikoptre, og er fordelt mellom innenriks (62 prosent) og utenriks (38 prosent).

**Figur 9: Utslipp fra luftfart i Sør-Rogaland (tCO<sub>2</sub>-e)**



Kilde: Miljødirektoratet (2018)

Utslppsstatistikken er basert på drivstofforbruk som er beregnet med informasjon om flyenes modell, motor og faser, innhentet for alle sivile flyvninger. Statistikken regnes derfor som god.

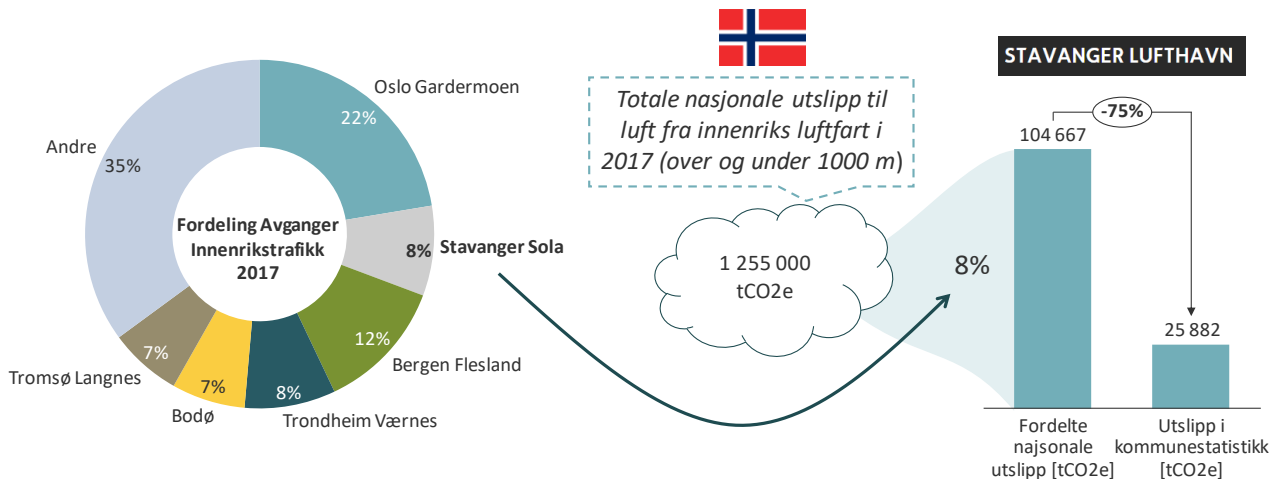
En økning i antall flyavganger fanges opp av statistikken, mens endringer i distanse ikke blir det. I og med at utslippene kun regnes i en gitt avstand og høyde fra flyplassene, er det naturligvis også en andel av utslippene som ikke fanges opp av statistikken som viser utslipp på kommunenivå.

Eventuelle utslippskutt fra luftfart til og fra Sola som følge av biojetfuel eller elektrifisering av fly vil i tillegg gi utslippskutt på landsbasis, dvs. utenfor avgangs- og ankomstfasen.

For å illustrere omfanget av utslippskutt på landsbasis som følge av tiltak på Sola lufthavn, har vi estimert samlede utslipp fra nasjonale flyninger som stammer fra Sola lufthavn basert på nasjonale utslipp fra innenriks luftfart og andelen av flygninger som skjer til og fra Sola. Til høyre i illustrasjonen under, ser vi at de kommunale utslippene fra luftfart i Sør-Rogaland kun viser rundt 25 prosent av utslipp fra innenriks flytransport som fanges opp i den kommunale statistikken. I tillegg til de nasjonale utslippene fra flygninger til/fra Sola lufthavn, kommer utslipp fra internasjonale flygninger til/fra Sola lufthavn (som vi ikke har estimert).

Utslipp fra luftfarten hadde utgjort omtrent 8 prosent av utslippene i Sør-Rogaland dersom utslipp til/fra norske lufthavner ble inkludert på de kommunene der flyplassene ligger. Tallene hadde blitt enda høyere dersom flyreiser til/fra utenlandske lufthavner også hadde vært inkludert.

**Figur 10: Totale utslipp fra innenriks luftfart og andel ankomster til Sola**



Kilde: SSB Lufttransport 08504 og Utslipp til luft 08940, Miljødirektoratet

## 5.2 Klimamålsetninger og tiltak

I Nasjonal Transportplan foreslår regjeringen å innføre et omsetningskrav for biodrivstoff i luftfart på en prosent fra 2019, med mål om 30 prosent innen 2030. I tillegg har Avinor fremlagt en visjon om at all innenriks luftfart skal være elektrisk innen 2040 og fått i oppdrag fra Samferdselsdepartementet å utarbeide et veikart for elektrisk lufttransport. Veikartet vil inneholde mål for elektrifisering, vurdering av virkemidler for å nå målet og hvordan virkemidlene vil fases inn. Både økonomiske, juridiske og administrative konsekvenser skal utredes.

Miljødirektoratet, Avinor og Luftfartstilsynet utredet i 2018 et omsetningskrav av biojetfuel i norsk luftfart. Som en del av dette arbeidet ble tiltakskostnaden estimert til å ligge på 2360 kr/tCO<sub>2</sub>-e redusert for konvensjonelt biodrivstoff og 3530 kr/tCO<sub>2</sub>-e redusert for avansert biojetfuel. Det er stor usikkerhet knyttet til kostnadsestimatene.

Norske myndigheter har ikke estimert tiltakskostnader ved en eventuell overgang til elektriske fly, og det finnes så vidt vi vet heller ikke noen gode estimater på hva det vil koste å kjøpe og drifte elektriske fly.

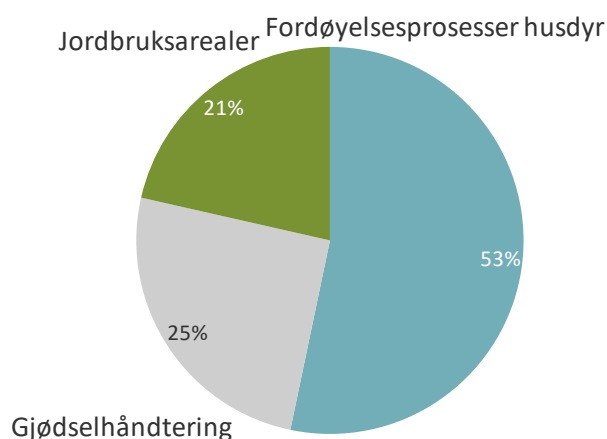


## 6 UTSLIPP FRA JORDBRUK

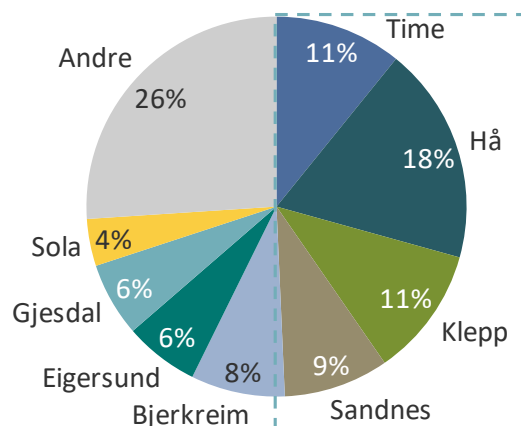
### 6.1 Utslipp og metode

Jordbruket i Sør-Rogaland stod i 2017 for utslipp av 524 500 tCO<sub>2</sub>e, tilsvarende 28 prosent av regionens totale utslipp. Utslippene kan grovt fordeles på tre kilder: Metangass fra husdyrenes *fordøyelsesprosesser*, og da særlig fra storfe; *håndtering av gjødsel*, som gir opphav til direkte og indirekte utslipp av metan og lystgass og *jordbruksarealer*, f.eks. utslipp fra bruk av mineralgjødsel og avrenning fra dyrket mark. Figur 11 viser utslippsandelen fra hver kilde, mens Figur 12 viser utslippene fra jordbruket fordelt på kommune.

**Figur 11: Fordeling av klimagassutslipp på kilde**



**Figur 12: Fordeling av klimagassutslipp på kommune**



Kilde: Miljødirektoratet (2018)

Utgangspunktet for utslippstallene er beregninger på nasjonalt nivå, som siden fordeles på kommune gjennom ulike fordelingsnøkler: Antall husdyr, mengde nitrogen i husdyrgjødsel, beregnet jordbruksareal av ulike typer osv. Statistikken vil dermed omtrent utelukkende fange opp endringer i aktivitetsvolum, slik som endringer i antall dyr eller endringer i jordbruksareal, og ikke kvalitetsmessige endringer i produksjonsmetodene. Merk at utslipp fra energibruk ikke er medregnet i jordbrukssektoren, da disse tilfaller *Annen mobil forbrenning* og *Oppvarming*. Heller ikke utslipp knyttet til skog og annen arealbruk er inkludert her.

Statistikken er usikker, i noen grad når det gjelder aktivitetsnivå (antall dyr og dyrket areal), men særlig når det gjelder hvor store utslipp som faktisk skjer. Metodene for utarbeidelse av statistikken er til revisjon, og endringer i beregningsmetodikken kan til dels gi store endringer i klimagassutslippene fra jordbruk, både i Sør-Rogaland og i landet som helhet.

### 6.2 Klimamålsetninger og tiltak

I juni 2019 inngikk regjeringen en (ikke juridisk bindende) klimaavtale med jordbruksnæringen om å redusere utslipp fra jordbruket med fem millioner tCO<sub>2</sub>e i perioden 2021-2030 (Regjeringen, 2019), eller ca. 500.000 tCO<sub>2</sub>e i årlige utslippsreduksjoner. Avtalen omfatter jordbrukets direkte bidrag til utslippsreduksjon og karbonlagring, samt regjeringens arbeid med forbruksendringer som indirekte kan redusere utslipp. Fra regjeringens side vil de arbeide for å stimulere en overgang fra kjøtt til vegetabiliske produkter og fisk, i samsvar med statens kostholdsrad, i tillegg til å redusere matsvinn. Jordbruket står fritt til selv å bestemme hvilke tiltak de ønsker å gjennomføre, og man har som ambisjon at utslippsregnskapet skal modifiseres slik at flere tiltak vil fanges opp. I tillegg vil det etableres et skyggeregnskap til Miljødirektoratets offisielle klimagassregnskapet som skal synliggjøre jordbrukets bidrag innenfor alle utslippssektorene.

Tiltakene innenfor jordbrukssektoren kan kategoriseres med henhold til utslippskildene presentert i Figur 11. Under følger en oppsummering av de mest sentrale tiltakene som finnes innenfor hver kategori, hentet fra NIBIO (2018) og regjeringens rapport *Klimatiltak i jordbruket* (2018). Siden har vi sett på regjeringens gjennomgang av klimagassregnskapet for jordbruksrelaterte utslipp for å se på hvorvidt tiltakene fanges opp i dagens regnskap (Regjeringen, 2019).

### 6.2.1 Gjødslingstiltak

Tabell 1 gir en oversikt over de mest aktuelle tiltakene for å redusere klimagassutslippene fra gjødsling i jordbruket. Flere av tiltakene har sin effekt forbundet med redusert bruk av mineralgjødning, som fører til utslipp av lystgass. Hensikten med disse tiltakene er da å sørge for minimalt tap av ammoniakk fra husdyrgjødselen til luft, slik at mer nitrogen forblir i gjødselen.

Det er levert forslag til nye gjødsselforskrifter som blant annet tar sikte på å heve kravene for oppbevaring og spredning av husdyrgjødsel, samt legge bedre til rette for bruk av denne gjødselen til biogassproduksjon (Landbruksdirektoratet, 2018). Biogassproduksjon fra husdyrgjødsel og avfallsressurser i jordbruket er et tiltak som nevnes både i regjeringens klimastrategi, Rogalands regionale klimaplan og klimaplaner tilhørende flere av kommunene i Sør-Rogaland. Vi ser nærmere for potensialet for biogass i neste kapittel.

**Tabell 1: Oversikt over aktuelle gjødslingstiltak**

Tiltaksgruppe	Innhold	Fanges tiltak opp i statistikken?
Infrastruktur	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tak på åpne gjødsellagre holder mer nitrogen i husdyrgjødselen, slik at man unngår lystgassutslipp ved bruk av mineralgjødning.</li> <li>Større lagerkapasitet legger til rette for bedre utnyttelse av gjødselen.</li> <li>Biofilter kan installeres i tilknytning til lukket lager for å omdanne metan til mindre potent CO<sub>2</sub>.</li> </ul>	Tiltakene fanges <i>direkte</i> opp i det nasjonale utslippsregnskapet gjennom SSBs gjødsel-undersøkelser, men regionale forskjeller kommer ikke til uttrykk i kommune-statistikken.
Optimalisert gjødning	<ul style="list-style-type: none"> <li>Miljøvennlig spredningsmetode beholder mer nitrogen i gjødselen. Presis gjødning etter plantevekstens behov gir økt utnyttelse. Begge reduserer behovet for bruk av mineralgjødning.</li> <li>Overgang fra høstspredning til vårspredning gir bedre utnyttelse av gjødselen, men fordrer at man har nok lagringskapasitet.</li> </ul>	Tiltakene fanges <i>indirekte</i> opp gjennom redusert bruk av mineralgjødning.
Produksjon av biogass	<ul style="list-style-type: none"> <li>Produksjon av biogass reduserer direkte metanutslipp fra gjødsellageret, samt indirekte utslipp ved å erstatte fossilt brensel. Biogassen kan benyttes til oppvarming eller som drivstoff, og restproduktet fra prosessen kan distribueres til landbruket som vanlig biologisk gjødning.</li> </ul>	Nei, ikke i jordbruket, kun bruk i transport eller oppvarming (på landsbasis og ikke kommunenivå)

Kilder: Miljødirektoratet, NIBIO, Landbruksdirektoratet

NIBIOs rapport *Utslippsreduksjoner i norsk jordbruk* (2018) oppgir at det er stor spredning i tiltakskostnader for infrastruktur og gjødningstiltak, der noen tiltak vil ha negative tiltakskostnader, -1200 kr/tCO<sub>2</sub>-e redusert, mens andre vil ha høye tiltakskostnader på over 1000 kr/tCO<sub>2</sub>-e redusert.

NIBIOs rapport *Klimatiltak i jordbruk og matsektoren* (2017) estimerer tiltakskostnaden per tCO<sub>2</sub>e redusert for biogassproduksjon fra husdyrgjødsel. Analysen er basert på innsamling av husdyrgjødsel fra 14 prosent av landets grunnkretser med husdyr, noe som anslås til omtrent 50 prosent utnyttelse av potensialet for biogassproduksjon. Dette forutsettes 68 prosent utløst gjennom store sambehandlingsanlegg der biogassen blir oppgradert, og 32 prosent via gårdsanlegg der den utnyttes som varme på gården. På bakgrunn av dette estimerer NIBIO en samfunnsøkonomisk tiltakskostnad på 368 kr/tCO<sub>2</sub>-e redusert. Lokale forhold vil ha stor betydning for tiltakskostnaden. Den samme rapporten oppsummerer tidligere estimater på tiltakskostnad for biogass som viser et spenn i tiltakskostnader fra negativ (lønnsomme tiltak) til en tiltakskostnad på 3100 kr/tCO<sub>2</sub>-e redusert.

## 6.2.2 Arealtiltak

Tabell 2 gir en oversikt over de mest aktuelle tiltakene for å redusere klimagassutslippene fra jordbruksarealer. Bruk av landareal til jordbruksaktivitet forårsaker utslipp av metan og lystgass. Samtidig representerer jorda en lagringsplass for karbon.

**Tabell 2: Oversikt over aktuelle arealtiltak**

Tiltaksgruppe	Innhold	Fanges tiltak opp i statistikken?
Jordbehandling	<ul style="list-style-type: none"> <li>Drenering kan gi bedre nitrogenutnyttelse og større avlinger, slik at behovet for mineralgjødning reduseres.</li> <li>Fangvekster kan beskytte mot avrenning og tap av nitrogen.</li> </ul>	Drenering fanges indirekte opp gjennom redusert bruk av mineralgjødning. Bruk av fangvekster vil ikke fanges opp.
Myrareal	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dyrking av myr fører til utslipp av lystgass og raskere nedbrytning av organisk karbon til CO<sub>2</sub>.</li> <li>Forbud mot nydyrking av myr ble vedtatt av Stortinget i april 2019. I tillegg er det mulig å restaurere drenert myr, men klimaeffekten er usikker.</li> </ul>	Tiltakene fanges opp.
Karbonlagring i jorda	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vekstskifte og planting av eng og fangvekster gir økt karbonlagring. Vekstskifte kan også gi større avlinger.</li> <li>Biokull er her et tiltak med høyt teoretisk potensial. Ved å omdanne organisk plantemateriale til biokull, unngår man utslipp ved forråtnelse, og biokullet kan tilsettes jorda uten uheldige virkninger. Energien fra produksjonsprosessen kan benyttes til oppvarming, og produktet kan eventuelt omsettes som et alternativ til fossilt brensel.</li> </ul>	Tiltakene fanges ikke opp.

Kilder: Miljødirektoratet, NIBIO, Landbruksdirektoratet

NIBIO (2017) oppsummerer tiltakskostnader for stans i nydyrking av myr, restaurering av myr som relativt lave: fra 61 til 700 kr/tCO<sub>2</sub>-e redusert. Biokull er vurdert som et relativt kostbart klimatiltak med tiltakskostnader i størrelsesorden 900 kr/tCO<sub>2</sub>-e redusert i en studie og som «høyt» i andre studier.

## 6.2.3 Husdyrtiltak

Tabell 3 gir en oversikt over de mest aktuelle tiltakene for å redusere klimagassutslippene fra husdyrhold. Husdyrenes fordøyelsesprosesser forårsaker utslipp av metan, i tillegg til utslippene fra den resulterende husdyrgjødselen. Det er imidlertid forskjeller i utslippsmengden fra ulike dyrearter og raser, og valg av fôr vil også ha påvirkning på utslipp fra fordøyelse.

**Tabell 3: Oversikt over aktuelle husdyrtiltak**

Tiltaksgruppe	Innhold	Fanges tiltak opp i statistikken?
Fôring	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tidligere høsting av grovfôr reduserer fiberinnholdet, og med det metanutslipp fra vomma.</li> <li>Diverse tilsetningsstoffer i fôret kan også virke metanreduserende. Eksempler er fett, nitrat og biokull, men effekten må kvantifiseres ytterligere.</li> </ul>	Tiltakene fanges ikke opp. Det foreligger imidlertid forslag til ny modell.
Avl og dyrevelferd	<ul style="list-style-type: none"> <li>Genetiske forbedringer øker dyrenes ytelse og fôrutnyttelse slik at produksjonen kan opprettholdes med færre dyr og mindre areal.</li> <li>Bedret dyrevelferd og -helse virker på samme måte, samt ved at mindre av produksjonen må kasseres grunnet medisinrester og dårlig kvalitet.</li> </ul>	Tiltakene fanges <i>indirekte</i> opp gjennom eventuell reduksjon av antall dyr.

Endret produksjon	<ul style="list-style-type: none"> <li>Overgang fra kjøttproduksjon til vegetabilsk mat og fisk, eller fra storfeproduksjon til mindre utslippsintensive alternativer som svin og fjærfe.</li> </ul>	Tiltakene fanges opp.
-------------------	--	-----------------------

Kilder: Miljødirektoratet, NIBIO, Landbruksdirektoratet

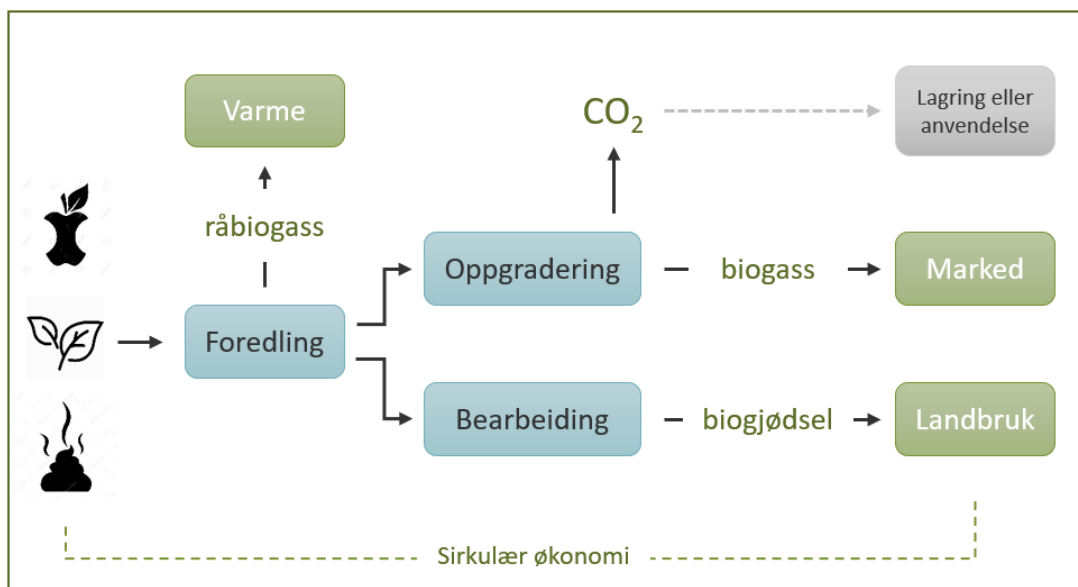
Forskningen rundt flere av tiltakene er begrenset med henhold til kvantifiserbar effekt, skalering og kostnad. NIBIO (2017) oppgir derfor ikke kostnader for tiltak knyttet til endret foring og økt dyrevelferd. Studien har imidlertid fokus på redusert matsvinn og en overgang fra rødt kjøtt til mat med mindre utslipp: lyst kjøtt og frukt/grønnsaker, og begge disse tiltakene er svært samfunnsøkonomisk lønnsomme med en negativ tiltakskostnad på rundt 9000 kr/tCO<sub>2</sub>-e redusert.

## 6.3 Biogass som klimatiltak i Sør-Rogaland

### 6.3.1 Klimagassreduksjoner fra biogass og biogjødsel

Biogass kan brukes til alle formål som i dag kan benytte naturgass. Både husdyrgjødsel, avløps slam og mat- og næringsavfall kan inngå som råstoff. Figur 3 gir en stilistisk illustrasjon av verdikjeden for biogass.

Figur 13: Verdikjeden for produksjon av biogass og biogjødsel



Kilde: (Carbon Limits; Skagerak Naturgass; Endrava; THEMA, 2018)

Selv om det er noe utslipp forbundet med produksjon av biogass (se kapittel 8.2), kan de samlede utslippene bli negative dersom alle kilder til utslippskutt blir tatt i bruk:

- Reduserte utslipp fra håndtering av husdyrgjødsel og matavfall
- Bruk av biogass til transport eller oppvarming som erstatning for fossil energi
- Karbonlagring i jord og at biogjødsel tas i bruk som erstatning fra kunstgjødsel
- CO<sub>2</sub> fra oppgradering av biogass blir brukt som vekstmiddel i gartnerier som erstatning for CO<sub>2</sub> fra fossilt brensel

Det er en selvfølge at utslippskutt skjer fra klimatiltak der poenget er å redusere utslipp. Når man sier at utslippene blir *negative* i denne sammenhenger, er det sammenlignet med en referanse der biogass blir brukt f.eks. i transport. Ved negative utslipp blir utslipp fra kjøretøy på biogass redusert til null, og i tillegg skjer det utslippskutt andre steder (reduisert bruk av kunstgjødsel eller bruk av CO<sub>2</sub> til gartnerier). På denne måten er biogass et tiltak som kan gi negative utslipp, i motsetning til elektrifisering og andre tiltak som maksimalt kan fjerne utslipp.

Bruk av biogjødsel bevarer i tillegg viktige næringsstoffer som nitrogen og fosfor på en god måte. Jordbruket i Sør-Rogaland er velegnet til biogassproduksjon, ettersom det består av relativt store gårder og husdyrtette områder som gir opphav til overskudd av fosfor i jorda. Biogjødselen som oppstår i forbindelse med biogassproduksjon finnes i ulike fraksjoner og typer, og på den måten kan biogjødsel rik på fosfor distribueres fra Sør-Rogaland til deler av det norske landbruket som har behov for den knappe og kritiske ressursen fosfor er.

### 6.3.2 Potensialet for bruk av biogass i regionen

I stortingsmeldingen *Klimautfordringene – landbruket en del av løsningen* (Landbruks og Matdepartementet, 2009) la Regjeringen frem som mål at 30 prosent av all husdyrgjødsel skal benyttes til biogassproduksjon. Rogaland la i sin regionale klimaplan opp til utbygging av 350 GWh biogass i fylket innen 2020. IVAR produserer i dag oppgradert biogass ved to anlegg i Sør-Rogaland, og hadde forventet samlet leveranse på 44 GWh i 2018. Det er et stykke igjen til fylkeskommunens mål er nådd.

Carbon Limits (2018) har, i samarbeid med THEMA og Endrava, utarbeidet en rapport som tar for seg tilrettelegging for biogass i Rogaland. Rapporten peker på følgende forutsetninger i regionen:

- Tilgang til store mengder velegnet råstoff.
- En omfattende gassinfrastruktur, eksisterende gasskunder og etablert gasskompetanse.
- Et stort befolkningsgrunnlag som gir bruksmuligheter tilknyttet transport.

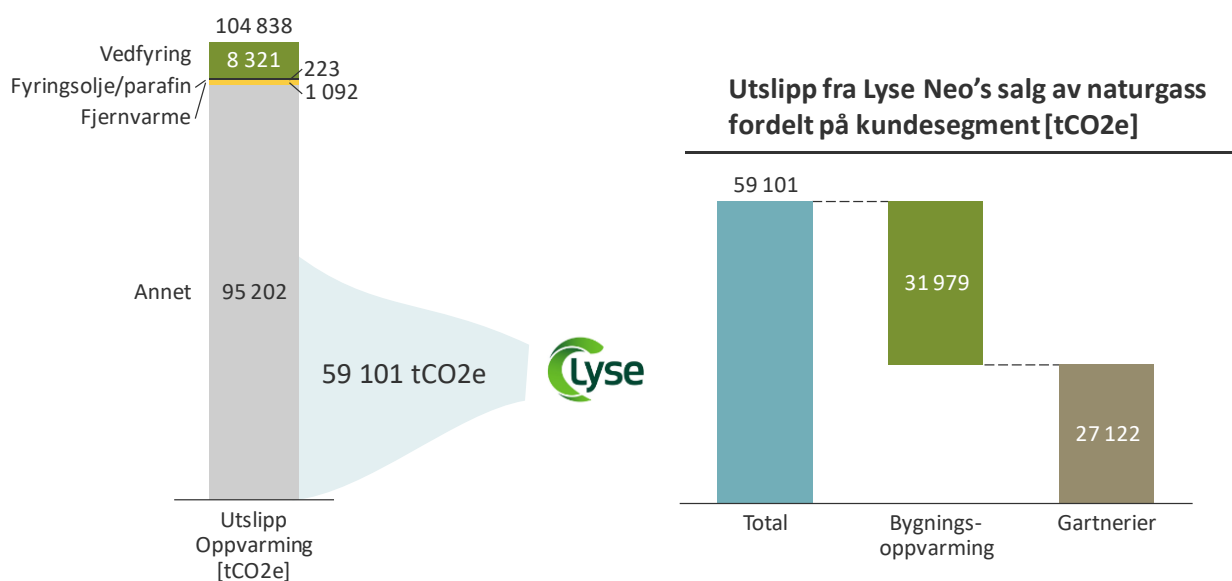
Markedspotensialet for biogass i Rogaland estimeres til over 1,5 TWh basert på dagens forbruk av naturgass (merk at en stor andel av forbruket er i Nord-Rogaland av store industriaktører som f.eks. Gasnor). Dagens forbruk av naturgass i regionen er omtrent 1,2 TWh naturgass, inkludert 350 GWh LNG til maritim sektor og varmekunder utenfor gassnettet (Carbon Limits (2018)), og overstiger dermed den lokale produksjonen av biogass. Biogass kan være et attraktivt lavutslippsalternativ for tyngre kjøretøy, og kan benyttes til både oppvarming og som CO<sub>2</sub>-kilde for gartnerier.

## 7 UTSLIPP OPPVARMING OG GARTNERIER

### 7.1 Utslipp og metode

Oppvarming av bygg og gartnerier i Sør-Rogaland førte i 2017 til utslipp av 105 000 tCO<sub>2</sub>e, tilsvarende seks prosent av de regionale utslippene. Størstedelen av utslippene stammer fra bruk av naturgass og propan til oppvarming, som i figuren vises under kategorien Annet. De resterende utslippene kom fra vedfyring og fyringsolje/parafin. Vedfyring gir nullutslipp av CO<sub>2</sub>, men det forårsaker noe utslipp av metan og lystgass ved forbrenning. Utslipp fra produksjon av fjernvarme utgjør også en svært liten andel av utslippene (energi-gjenvinning fra avfall er inkludert under avfallshåndtering i vår inndeling).

**Figur 14: Utslipp fra oppvarming**



Kilde: Miljødirektoratet M-989 (2019), SSB Sal av petroleum tabell: 11185, Lyse

Miljødirektoratets statistikk omfatter utslipp fra oppvarming av næringsbygg og husholdninger, men ikke industri som er en egen kategori. Statistikken er utarbeidet på grunnlag av data på salg av petroleumprodukter fra SSB og innrapporterte tall fra kommunale og fylkeskommunale bygg (KOSTRA).

Tallene for oppvarming generelt er ganske usikre fordi:

- Salg av petroleumprodukter tilsvarer ikke nødvendigvis energibruk per kommune
- Manglende og feilaktig rapportering i KOSTRA

For å supplere tallene fra Miljødirektoratet på bruk av naturgass, har vi fått tilgang til statistikk på Lyse sitt salg av naturgass og brukt dette til å estimere utslipp fra naturgass brukt til oppvarming levert fra gassnettet i Sør-Rogaland. Naturgass til oppvarming står for 56 prosent av utslippene fra oppvarming.

Om man ser på gartneriene, står deres bruk av naturgass alene for 26 prosent av utslippene fra oppvarming, eller 1,4 prosent av utslippene i regionen.

### 7.2 Klimamålsetning og tiltak

#### 7.2.1 Oppvarming generelt

Utslippene fra oppvarming i Sør-Rogaland stammer i hovedsak fra forbruk av naturgass og propan og en relativt stor andel kommer fra oppvarming i gartneriene. Det er innført et forbruk mot bruk av

fyringsolje som hovedkilde til oppvarming, men et tilsvarende forbruk er ikke innført for bruk av naturgass til oppvarming. Nasjonale tiltak vil derfor i liten grad påvirke utslipp fra oppvarming i Sør-Rogaland.

Mulige tiltak for å redusere utslippene, er å ta i bruk biogass, biobrensel eller elektrisitet til oppvarming. De stedene det ligger til rette for fjernvarme, vil det være et alternativ, men fjernvarmenettet dekker kun de mest tettbygde strøkene. Økt bruk av biogass er en mulighet i og med at Lyse kan levere biogass gjennom eksisterende gassrørnettverk.

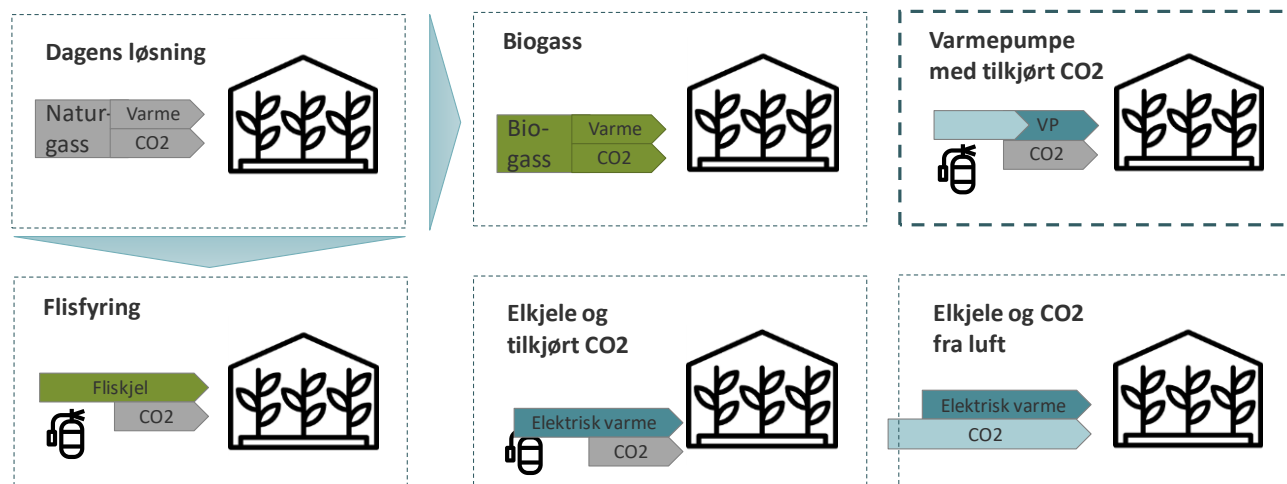
Tiltakskostnader for konvertering av fossil til fornybar energi til oppvarming er av Miljødirektoratet (2014) estimert til å være relativt lav med tiltakskostnad på under 500 kr/tonn for grunnlast, dvs. som hovedkilde til oppvarming. Dersom man også skal fjerne spisslasten og dermed fjerne muligheten til å bruke oljekjeler som back-up, er kostnaden estimert til 500-1500 kr/tonn.

## 7.2.2 Oppvarming til gartnerier

Gartneriforbundet har i et notat fra 2018 beskrevet næringens arbeid med å redusere klimagassutslipp fra gartnerinæringen. Gartneriene bruker CO<sub>2</sub> fra naturgass i oppvarming inn i veksthusene for å gi raskere plantevekst, og trenger alternative løsninger for CO<sub>2</sub> dersom oppvarming skal skje fra kilder som ikke produserer CO<sub>2</sub>.

I notatet beskriver Gartneriforbundet noen ulike tiltak som illustrert i figuren under der overgang til biogass eller flisgjeler er to alternativer som begge også gir tilgang på fornybar CO<sub>2</sub> som kan mates inn i veksthusene. Det finnes også noen tiltak for å redusere klimagassutslipp fra oppvarming i gartnerier som må kombineres med løsninger for CO<sub>2</sub>: elkjele eller varmepumpe kombinert med kjøp av CO<sub>2</sub> på tank. En alternativ måte å tilføre CO<sub>2</sub> til gartneriet kan være å filtrere ut CO<sub>2</sub> direkte fra uteluften. Dette er en løsning som testes ut, men vi er ikke kjent med hvor moden og aktuelle en slik teknologi kan være.

**Figur 15: oversikt over mulige tiltak for utslippskutt i gartnerier**



Kilde: (Gartnerforbundet, 2018)

Vi har ikke tilgang på samfunnsøkonomiske tiltakskostnader for fornybar oppvarming til gartneriene. Gartnerforbundet (2018) har gjort noen analyser på hva utslippskutt vil koste næringen. Disse tallene er avhengig av forutsetninger på prisnivåer for de ulike energibærerne og -løsningene, og er derfor ganske usikre.

## 8 UTSLIPP FRA AVFALL OG AVLØP

### 8.1 Utslipp og metode

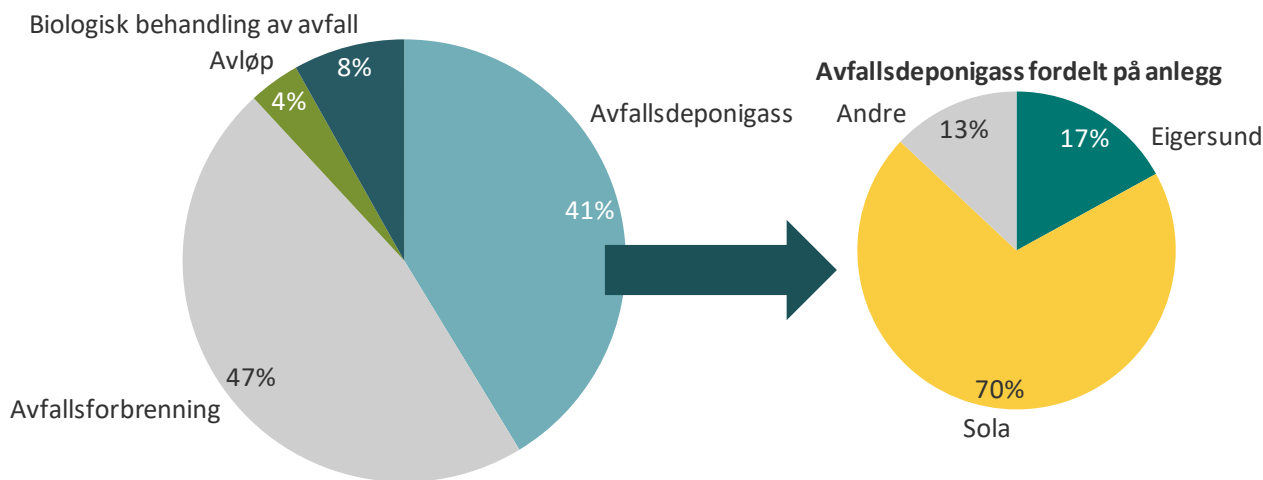
Klimagassutslippene i Sør-Rogaland fra avfall og avløp var på 125 000 tCO<sub>2</sub>e i 2017, noe som tilsvarer sju prosent av de regionale utslippene, i henhold til Miljødirektoratets kommunestatistikk. Dette omfatter utslipp av avfallsdeponigasser, utslipp fra avfallsforbrenning, utslipp fra biologisk behandling av avfall og fra avløpssystemet. Figur 16 viser fordelingen av utslipp på de tre kategoriene.

Den største utslippskategorien er utslipp fra avfallsforbrenning som står for 47 prosent av utslippene. Energien fra avfallsforbrenning blir brukt i fjernvarme slik at den ikke går til spille.

Den nest største utslippskategorien er utslipp av metan fra gamle avfallsdeponier. Figuren til høyre viser de to avfallsdeponier de største utslippene stammer fra. Selv om det er forbud mot å legge husholdningsavfall på deponier nå, skjer det fortsatt utslipp (metan) fra nedlagte avfallsdeponier i regionen.

Biologisk behandling av avfall består av under-kategoriene hjemmekompostering, komposteringsanlegg og biogassanlegg. Utslippene fra biogassproduksjon gjelder utslipp fra selve prosessen (lekkasjer av metan) og reflekterer ikke samlede utslipp fra hele verdikjeden som kan være negativ dersom alle muligheter for utslippskutt blir tatt i bruk. Utslipp fra avløp stammer på sin side fra renseanlegg, husholdninger som er frakoblet renseanlegg og avløpsvann fra industrien.

**Figur 16: Fordeling av utslipp fra avfallshåndtering i Sør-Rogaland og en oversikt over utslipp fra de to største avfallsdeponiene**



Kilde: Miljødirektoratet (2018)

Utslippsdata for deponigass fra gamle deponier er basert på statistikk over faktisk deponert avfallsmengde per år, mens sammensetning av deponert avfall er basert på landsgjennomsnitt. Eventuelle tiltak for å samle opp deponigass som er rapportert inn, tas hensyn til i utslipps-estimatene.

For biogassanlegg benyttes produsert mengde biogass per anlegg kombinert med internasjonale standardverdier<sup>2</sup> for utslipp. Dersom de konkrete biogassanleggene har høyere eller lavere utslipp dette, vil det ikke reflekteres i statistikken.

<sup>2</sup> Standardverdien er på 5 prosent utslipp per produsert volum biogass, noe som trolig er høyt for norske anlegg.



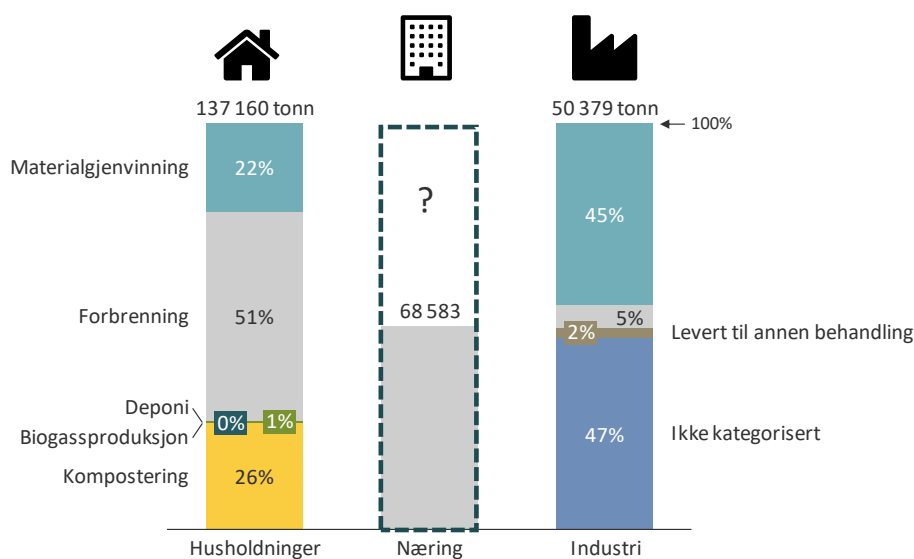
## 8.2 Mulige tiltak og tiltakskostnader

Før vi sier noe om mulige tiltak for å redusere utslipp fra avfallshåndtering, vi vi kort beskrive hvordan avfall blir behandlet i Sør-Rogaland, basert på informasjon fra IVAR.

### 8.2.1 Hvordan behandles avfallet i regionen?

Det aller meste av husholdningsavfallet i Sør-Rogaland blir samlet inn og håndtert av IVAR. Figur 17 viser hvordan avfall fra henholdsvis husholdninger, næring og industri behandles i Sør-Rogaland. Statistikken er god for husholdninger (fra IVAR) og for Industri (norskeutslipp.no). For næring er det imidlertid vanskelig å få en god oversikt over mengder og behandlingsmåte. Avfallsmengden som er vist for næring i figuren under er tall for næringsavfall som behandles av IVAR. Rogaland fylkeskommune har satt i gang et prosjekt for å få en bedre oversikt over næringsavfallet i fylket. Resultater fra dette prosjektet blir trolig offentliggjort tidlig i 2019.

Figur 17: Behandling av avfall i Sør-Rogaland



Kilder: SSB; IVAR; Norskeutslipp.no; Miljødirektoratet

Ikke noe av husholdningsavfallet i blir sendt ut av regionen til avfallsforbrenning andre steder i landet eller utlandet. Det er dermed ingen «karbonlekkasje» der håndtering av avfall fra Sør-Rogaland bidrar til klimagassutslipp utenfor regionen.

### 8.2.2 Gjennomførte tiltak

Til tross for utslippene som er beskrevet over, er avfallsforbrenning et klimatiltak, utslipp som skjer fra forbrenning av avfall er betydelig lavere per tonn avfall enn dersom avfallet ble plassert på et deponi. Årsaken til dette er at avfall på deponi slipper ut metan i lang tid, mens forbrenning gir engangsutslipp av CO<sub>2</sub> og at energien kan brukes og erstatte bruk av fossil energi til oppvarming. Det er ikke lenger lov å deponere husholdningsavfall, slik at dette er klimatiltak som allerede er gjennomført.

IVAR gjenvinner en del av avfallet, noe som for de fleste avfallstyper er et enda bedre klimatiltak enn avfallsforbrenning. I 2018 ble det åpnet et nytt anlegg for materialgjenvinning av plast og papir

### 8.2.3 Ytterlige tiltak som er mulig

Det finnes flere tiltak som kan være mulig for å redusere utslippene fra avfall og avløp:

- **CCS fra avfallsforbrenning:** Det er etablert pilotprosjekter for å teste mulighetene for å fange opp og lagre CO<sub>2</sub>-utslipp fra forbrenning av avfall på Klemetsrudanlegget i Oslo.

Miljødirektoratet (2014) estimerer at utslippskutt av denne typen har en tiltakskostnad på 500-1500 kr/tonn

- *Økt materialgjenvinning av plast:* den delen av avfallet som står for en stor andel av CO<sub>2</sub>-utslippene er plastavfall. Dersom man sorterer ut og materialgjenvinner en enda større andel av plasten i avfallet enn det som skjer i regionen i dag, vil det redusere klimagassutslippene ytterligere. Miljødirektoratet (2014) gir to ulike anslag for tiltakskostnader: under 500 kr/tonn for utsortering av en begrenset andel av plasten 500-1500 kr/tonn for et høyt ambisjonsnivå.
- *Økt materialgjenvinning av tekstiler:* På samme måte som for plast, vil materialgjenvinning av tekstiler gi lavere klimagassutslipp enn energigjenvinning. Miljødirektoratet (2014) estimerer at utslippskutt av denne typen har en tiltakskostnad på under 500 kr/tonn

## 9 UTSLIPP FRA BYGG OG ANLEGG

Klimagassutslippene fra bygg- og anleggsbransjen er ikke inkludert som egen sektor i Miljødirektoratets kommunestatistikk. Derimot vil de ulike prosessene i byggefasen gi opphav til utslipp som så fordeles over flere av Miljødirektoratets sektordefinisjoner: Utslippene som stammer fra bruk av anleggsmaskiner og transport av materialer, maskiner, personell og emballasje vil eksempelvis havne under henholdsvis *Annen mobil forbrenning* og *Veitrafikk*. Bruk av fossile energikilder til uttørking og oppvarming av bygget under konstruksjon vil havne under *Oppvarming*, mens avfallshåndtering havner under *Avfall og avløp*.

Fordelingen av utslippene fra bygg- og anleggssektoren er underlagt de samme statistiske usikkerhetene som beskrevet for de aktuelle sektorene. I tillegg foreligger det stor usikkerhet knyttet til utslipp forbundet med oppvarming og bruk av avgiftsfri diesel under *Annen mobil forbrenning*, da disse baseres på salg av petroleumprodukter som ofte mangler leveringsadresse og som ikke nødvendigvis blir brukt i den samme kommunen som varen leveres til. Likevel er problematikken først og fremst knyttet til at det ikke er mulig å benytte Miljødirektoratets statistikk til å identifisere hvor store utslipp som tilskrives bygg og anlegg. Vi har derfor foretatt noen anslag over hvor store utslipp som kan forventes å komme fra sektoren i tiden som kommer.

### 9.1 Forventede fremtidige utslipp fra bygg og anlegg

I mangel på god statistikk på utslipp fra bygg- og anleggsbransjen har vi utarbeidet noen anslag over hvor store utslipp som kan forventes å komme fra sektoren i tiden som kommer basert på nøkkeltall fra rapporter (se figuren under) og statistikk på investeringer i samferdselsprosjekter og igangsatt byggeareal i regionen.

Vi estimerer at direkte utslipp fra bygg- og anleggsbransjene samlet i Sør-Rogaland vil være omtrent 41 500 tCO<sub>2</sub>e per år i perioden 2020 – 2030. I tillegg kommer utslipp fra produksjon av byggematerialer og transport fram til byggeplassen, men kun en andel av disse utslippene vil skje innenfor Sør-Rogaland. Merk også at dette er grove estimater med betydelig usikkerhet.

**Figur 18: Oversikt over utslippsdata som er brukt til å estimere framtidige utslipp**



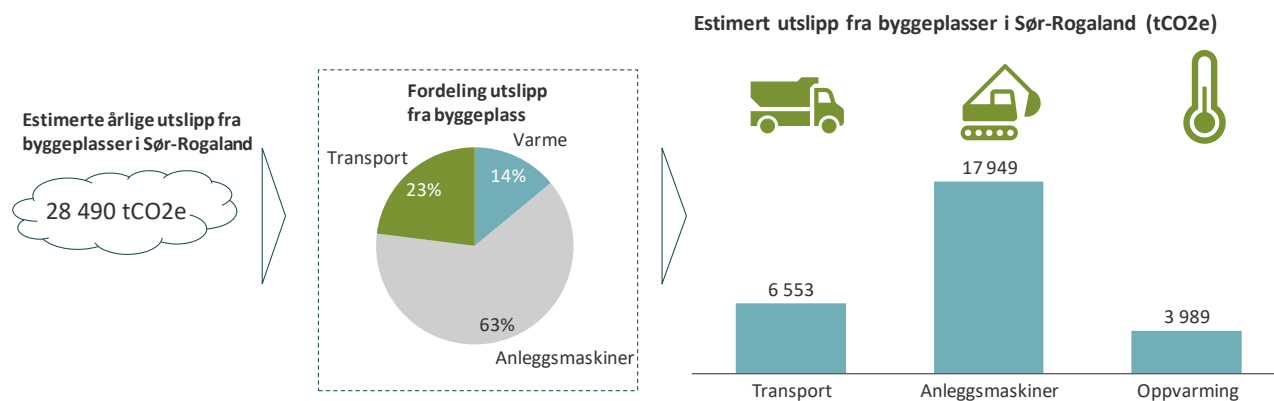
#### 9.1.1 Byggebransjen

Fra SSB har vi statistikk som viser antall kvadratmeter igangsatt byggeareal hvert år i Rogaland fylke. Statistikken viser en nedadgående trend de siste seks årene for både boliger og andre bygg, med i overkant av 950 000 m<sup>2</sup> gjennomsnittlig igangsatt areal mellom 2016 og 2018. Det forventes ingen drastiske endringer i aktivitet de kommende årene.

DNV GL (2017) har estimert utslipp per kvadratmeter for en gjennomsnittlig byggeplass på 39 kg CO<sub>2</sub>e. Estimater tar utgangspunkt i en boligblokk på 10 000 m<sup>2</sup>, og utslippene er fordelt mellom oppvarming (5,9 kg CO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup>), anleggsmaskiner (24,5 kg CO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup>) og transport (9 kg CO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup>).

Basert på estimatene over, og forutsatt et jevnt aktivitetsnivå innenfor byggebransjen de kommende årene, har vi beregnet årlige utslipp på omtrent 28 500 tCO<sub>2</sub>e i Sør-Rogaland.

**Figur 19: Estimert utslipp fra byggeplasser i Sør-Rogaland**



Kilder: THEMA estimerer basert på tall fra DNV GL (2017) og SSB

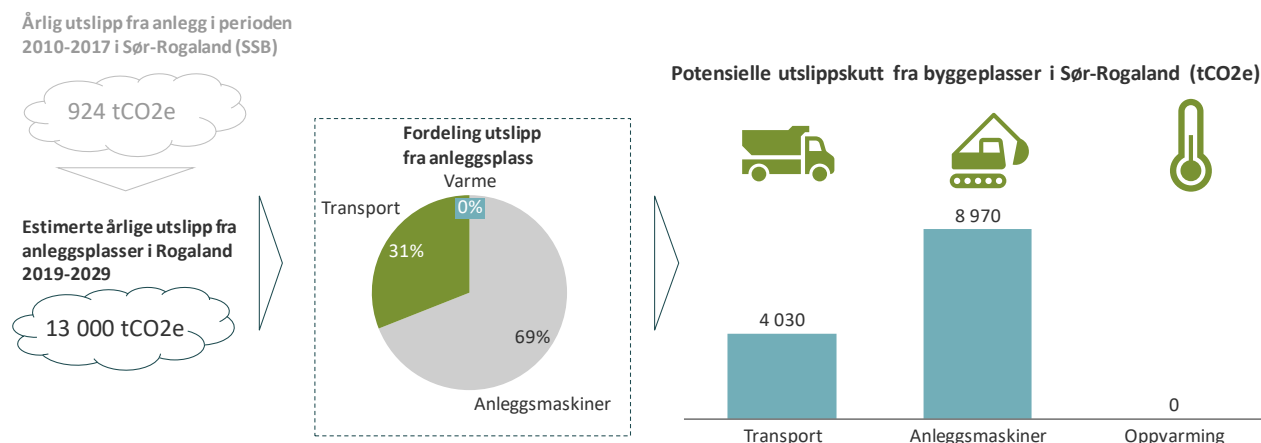
Den største utslippskilden fra byggeplasser er anleggsmaskiner, deretter transport og oppvarming.

### 9.1.2 Anleggsbransjen

Nasjonal Transportplan for 2018-2029 legger opp til en rekke store samferdselsprosjekter i Sør-Rogaland over de kommende ti årene. Dersom vi ser bort fra prosjektene i planen med forventet åpning i 2018 og 2019, får vi en totalinvestering på 25,6 milliarder kroner i perioden fram mot 2029 (eksl. utbygging av Stavanger lufthavn). Denne investeringen er en sum av veiprosjekter, brobygging og prosjekter innenfor jernbane og sjøområder. Det største prosjektet er E39 Rogfast, som med investeringsramme på 16,28 milliarder kroner mellom 2018 og 2024 utgjør over halvparten av totalinvesteringene.

Videre har DNV GL (2018) estimert utslipp per enterprisekrone for tre referanseprosjekter innenfor anleggsvirksomhet. Vi har tatt utgangspunkt i anslagene for det ene referanseprosjektet, som med nær 100 prosent kostnadsdeltakelse fra anleggsarbeid vurderes som best egnet til å representere samferdselsprosjektene som inngår i NTP. For denne prosjektypen er det estimert utslipp på 4 700 kg CO<sub>2</sub>e per MNOK investert.

Ettersom de planlagte samferdselsprosjektene ikke faller likt innenfor denne perioden, vil ikke utslippene være av den samme størrelsen hvert år. Likevel gir det gjennomsnittlige årlige utslipp på omtrent 12 000 tCO<sub>2</sub>e i perioden. Dette kommer i tillegg til dagens utslippsnivå fra anleggsvirksomhet som er estimert til nesten 1000 tCO<sub>2</sub>e, samlet utslipp framover blir da ca. 13.000 tCO<sub>2</sub>e per år fra anleggsvirksomhet fordelt på transport og anleggsmaskiner som vist under.

**Figur 20: Estimert utslipp fra anleggsplasser i Sør-Rogaland i perioden 2020 - 2030**

Kilder: THEMA estimerer basert på tall fra DNV GL (2017) og SSB

Oppvarming er i liten grad aktuelt for anleggsplasser, og det meste av utslippene kommer fra anleggsmaskinene som er i bruk.

## 9.2 Klimamålsetninger og tiltak

I Granavoldserklæringen har regjeringen uttrykt at de, i samarbeid med byggebransjen, skal legge til rette for at bygge- og anleggsplasser skal være fossilfrie innen 2025. Det offentlige vil ha et spesielt ansvar for at byggeplasser i offentlig regi går foran for å nå dette målet, og siden 2017 har det vært et krav om at Oslo kommunes egne byggeprosjekter skal være fossilfrie. Det er også lagt opp til et forbud mot mineralolje til uttørking og oppvarming i bygg- og anleggsbransjen i 2022.

Videre fremkommer det av Nasjonal Transportplan at det vil bli utarbeidet en handlingsplan for fossilfrie bygg- og anleggsplasser innen transportsektoren. Det er fremmet konkrete forslag om at utslippene ved bygging av infrastruktur skal reduseres med 40 prosent, og at utslippene forbundet med drift og vedlikehold skal reduseres med 50 prosent innen 2030.

Tiltakene for utslippsreduksjon i bygg- og anleggsbransjen kan fordeles på kategoriene transport, oppvarming og anleggsmaskiner. I tillegg kommer tiltak mot utslipp forbundet med materialene som inngår i bransjens virksomhet, men disse har vi ikke behandlet i denne rapporten siden slike utslipp skjer utenfor Sør-Rogaland. Transporttiltakene har vi redegjort for i del 4.1, da disse omhandler bruk av alternativt drivstoff. Under følger imidlertid en oppsummering av de aktuelle tiltakene for oppvarming og anleggsmaskiner.

### 9.2.1 Oppvarming

Utslippene fra uttørking og oppvarming på byggeplassen vil reduseres fra 2022 på bakgrunn av forbudet mot mineralolje. Dette forbudet inkluderer diesel, som i dag dekker 31 prosent av oppvarmingsbehovet i bransjen på nasjonalt nivå (DNV GL, 2017). Det vil være behov for alternative kilder til oppvarming etter at forbudet trer i kraft, og her foreligger tre alternativer: elektrisitet, fjernvarme og biobrensel.

Basert på intervjuer foretatt av DNV GL fremstår fjernvarme som konkurransedyktig med konvensjonelle løsninger, ved at man installerer infrastruktur for fjernvarme tidlig i byggeprosessen og benytter denne til oppvarming av bygget under drift, mens elektrisitet er noe dyrere (DNV GL, 2018).

Vi har ikke funnet estimerer på samfunnsøkonomiske tiltakskostnader for dette tiltaket.

### 9.2.2 Anleggsmaskiner

Av fossilfrie alternativer til konvensjonelle anleggsmaskiner er det biodiesel og elektrisitet som i dag er tilgjengelig, bruk av biogass og hydrogen er man fortsatt på pilotstadiet. Biodiesel kan benyttes i

konvensjonelle maskiner, og medfører en merkostnad knyttet til drivstoffprisen på rundt 30 prosent sammenlignet med avgiftsfri diesel (DNV GL, 2017). Av elektriske anleggsmaskiner finnes både mobile og stasjonære: De mobile maskinene er begrenset av batterikapasitet og har ofte mindre løftekapasitet, mens større elektriske maskiner som er koblet til kraftnettet vil ha tilsvarende konvensjonell kapasitet på bekostning av begrenset mobilitet. Elektriske anleggsmaskiner har imidlertid fordelen av lavere energi- og vedlikeholdskostnader (DNV GL, 2017).

Vi har ikke funnet estimater på samfunnsøkonomiske tiltakskostnader for dette tiltaket.

## 10 UTSLIPP FRA INDUSTRI, OLJE OG GASS

### 10.1 Utslipp og metode

Klimagassutslippene fra industri, olje og gass i Sør-Rogaland var på 113 700 tCO<sub>2</sub>e i 2018, eller seks prosent av de regionale utslippene. Av disse utslippene stod åtte av bedrifter for omtrent 70 prosent. Tabell 4 gir en gjennomgang av disse utslippskildene. Merk at Gasum, Pelagia og Tine er kvotepliktige, mens de resterende utslippspunktene befinner seg utenfor kvotesystemet. Bedrifter som er kvotepliktige er del av et europeisk system der det er satt et samlet tak for utslipp for en rekke næringer, og de betaler en såkalt kvotepris per tCO<sub>2</sub> de slipper ut. Samlet utslipp innenfor dette systemet blir redusert over tid, og kostnaden for utslipp vil øke. Industri, energiforsyning og europeiske utslipp fra flytransport inngår i dette kvotesystemet. Kvotesystemet er det viktigste tiltaket for utslippskutt i kvotepliktig sektor, slik at det er utslipp i ikke-kvotepliktig sektor som er relevant for nasjonale og regionale tiltak.

Figur 21 viser hvordan klimagassutslippene fra industri, olje og gass i Sør-Rogaland i 2017 var fordelt på kommune. Som figuren viser, er Sola, Eigersund, Hå og Stavanger de kommunene med størst utslipp fra industribedrifter.

**Tabell 4: Klimagassutslipp fra regionens åtte største utslippskilder innen industri, olje og gass**

	Utslippskilde	Utslipp (t CO <sub>2</sub> e)
Kvotepliktig	Gasum Risavika	29 113
	Pelagia Sildoljefabrikk	17 170
	Tine, Avd. Jæren	11 447
Ikke-kvotepliktig	Titania	8 300
	Skretting	4 833
	Stavanger Steel	3 304
	Nortura Forus	2 468
	Norsk Protein	2 420

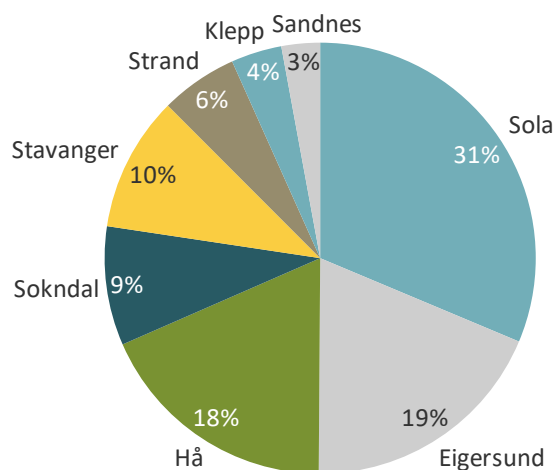
Kilde: Norskeutslipp.no (2018)

Statistikken omfatter klimagassutslipp fra industri, bergverk og olje- og gassutvinning (offshorevirksomhet er ikke inkludert), og er hovedsakelig basert på data om utslipp og energiforbruk rapportert til Miljødirektoratet fra selskapene. Disse dataene ligger offentlig tilgjengelige på norskeutslipp.no og dataene er vurdert til å være rimelig gode. Det foreligger likevel noe usikkerhet, ettersom ikke alle rapporterer data til Miljødirektoratet.

### 10.2 Klimamålsetninger og mulige tiltak

Tiltakene som er aktuelle for å redusere klimagassutslippene fra industri i Sør-Rogaland, vil være avhengig av forholdene i den enkelte bransje og virksomhet. Det vil da være et spørsmål om hvorvidt en kan benytte seg av alternative lav- eller nullutslippskilder til energi i noen av de større produksjonsprosessene som ikke fanges opp av klimakvotesystemet. Elektrifisering er et mulig tiltak noen steder, mens det for andre industriaktører kan være aktuelt med overgang til biogass. For noen av bedriftene er det ingen kjente tiltak for å fjerne utslippene.

**Figur 21: Klimagassutslipp fordelt på kommune**



Vi er ikke kjent med hvilke tiltak som kan være aktuelle for utslippskutt i industrien i Sør-Rogaland utover det som er kartlagt i en rapport fra DNV GL. DNV GL har i en rapport fra 2018 kartlagt muligheter for reduksjon av ikke-kvotepliktige utslipp gjennom *elektrifisering* (DNV GL, 2018). Av virksomhetene som er kartlagt i rapporten, opererer tre i Sør-Rogaland – Skretting, Nortura og Q-meieriene.

- *Skretting* benytter naturgass til tørking av fiskefôr, og som energibærer i gasskjeler for produksjon av damp. Det er teknisk mulig å erstatte gassforbruket med elektrisitet: Gasskjelene kan relativt enkelt erstattes med el-kjeler, som i tillegg kan benyttes til tørking av fiskefôret ved oppvarming av hetolje eller produksjon av damp. I sistnevnte tilfelle må produksjonsprosessen legges om, og de nødvendige investeringskostnadene anses som den største barrieren.
- *Nortura på Forus* benytter naturgass til forbrenning av pels i sviovn og produksjon av damp i vinterhalvåret; i kantina til matlaging og i vaskeriet til klesvask. Foruten til sviovnen, er det teknisk mulig å erstatte forbruket av naturgass med elektrisitet, som allerede brukes til produksjon av damp i sommerhalvåret. Denne produksjonen utgjør majoriteten av gassforbruket, og kan elektrifisere uten investeringskostnader, men vil innebære økte driftskostnader.
- *Q-Meieriene* på Jæren benytter naturgass til produksjon av damp. Det er teknisk mulig å erstatte gassforbruket med elektrisitet ved bruk av el-kjel. Det foreligger planer om å investere i en el-kjel ved en eventuell utvidelse av meieriet, men selskapet har opplyst om at det vil kreve en oppgradering av kraftnettet. Kostnaden knyttet til omlegging til elektrisitet i den eksisterende produksjonen er ukjent.

Rapporten fra DNV GL oppgir ikke tiltakskostnader for elektrifisering, men ulike rapporter fra Miljødirektoratet oppgir generelt sett et stort sprik i tiltakskostnadene for industrien.

Flere andre typer tiltak kan være aktuelle for industribedrifter i Sør-Rogaland, noen generelle tiltak for industribedrifter er:

- *Energieffektivisering*: Mer effektiv bruk av energi i næringsmiddelindustrien kan gi utslippskutt der energibruken er fossil. Miljødirektoratet (2014) estimerer at dette tiltaket har en tiltakskostnad på under 500 kr/tonn
- *Omlegging fra fossil energi til bioenergi i næringsmiddelindustrien*: Miljødirektoratet (2014) estimerer at dette tiltaket har en tiltakskostnad på under 500 kr/tonn
- I tillegg har Miljødirektoratet (2015) vurdert at overgang fra fossil energi til fornybar energi i industrien finnes i alle tiltaksklasser og at tiltakskostnaden varierer fra under 500 til over 1500 kr/tonn avhengig av type industri og spesifikke forhold hos den enkelte industribedrift



## 11 UTSLIPPSKUTT I SØR-ROGALAND FRAM TIL 2030

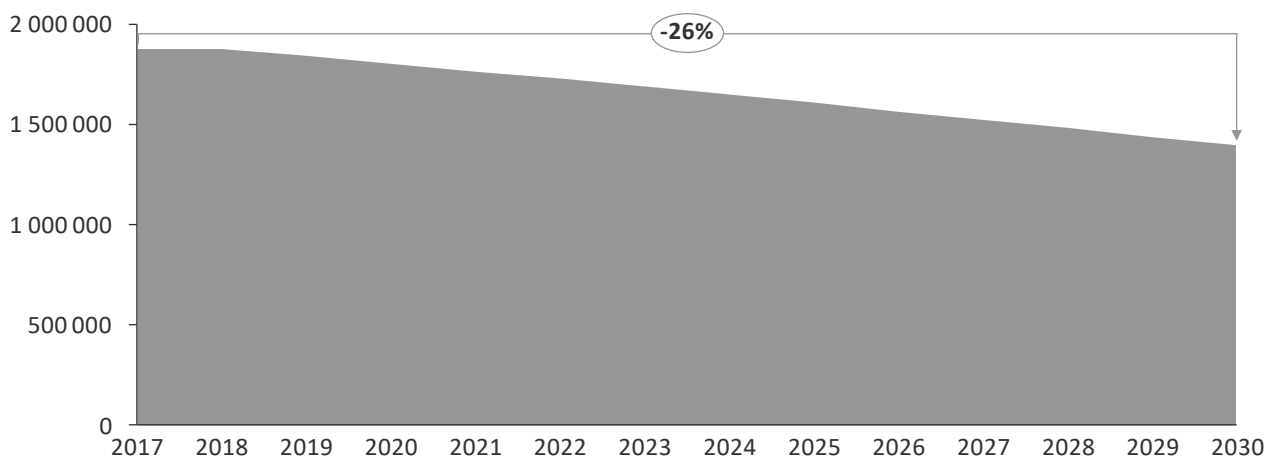
Vi har estimert utviklingen i klimagassutslipp i Sør-Rogaland basert på nasjonale virkemidler og klimatiltak, samt kjente tiltak som planlegges i regionen. Med en slik tilnærming, estimerer vi at utslippene i Sør-Rogaland kan bli redusert med 26 prosent innen 2030.

Det er stor usikkerhet i hvordan klimagassutslippene i Sør-Rogaland vil utvikle seg. Utslipp av klimagasser vil avhenge av hvilken politikk som blir ført og hvilke virkemidler som blir innført på både nasjonalt og regionalt nivå. Teknologit utvikling og kostnadsutvikling på de aktuelle tiltakene vil også ha stor betydning, i tillegg til markedsutvikling og utvikling i antall innbyggere i regionen.

Vi har lagt til grunn at de fleste nasjonale målsetninger blir oppnådd innen 2030, men vi har gjort noen unntak der det kun er fastsatt mål og ingen virkemidler. Dette gjelder for innenriks sjøfart, der det skjer konkrete utslippskutt på passasjertransport og pga. etablering av landstrøm, mens det for annen innenriks sjøfart ikke er etablert noen tiltak for utslippskutt.

De største utslippskuttene som er inkludert i framskrivninger er fra overgang fra fossile til elektriske personbiler og fra nedleggelse av samband og lavutslippsteknologier fra passasjerbåter i regionen. På den annen side har vi ikke inkludert en vekst i veitransport som et resultat av at det er planlagt store veiprosjekter som inkluderer nedleggelse av fergestrekninger som da vil erstattes av utslipp fra biler i stedet.

**Figur 22: Estimert utvikling av klimagassutslipp i Sør-Rogaland fram til 2030**



Kilde: THEMA analyse basert på offentlige målsetninger per sektor

Tabell 5 gir en oversikt over antakelser og endring i utslipp for en rekke utslippskilder. Som oversikten viser, forventer vi at veitransport skal stå for de største utslippskuttene, både fordi det er en stor utslippskilde og fordi utslippskuttene kan bli relativt store fram til 2030. Utslippskutt i sjøfart og jordbruk kan bidra til å redusere utslippene i Sør-Rogaland med hhv. 5 og 3 prosent. I tillegg ser vi for oss at bruk av biojetfuel i luftfart, utslippskutt i industri og redusert bruk av naturgass til oppvarming kan kutte utslippene i Sør-Rogaland med 1 prosent hver. De andre områdene har vi lagt til grunn at utslippskutt ikke monner noe særlig eller at de veies opp av økt aktivitet på området eller befolkningsvekst i regionen.

**Tabell 5: Oversikt over antakelser som ligger til grunn for estimat på utslippsreduksjoner (2017-2030)**

Utslippskilde	Forutsetninger	Endringer 2017-2030 %	Reduksjon 2017-2030 tCO <sub>2</sub> -e
Veitransport	<p>Oppnår mål om nullutslipp:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Alle nye personbiler og nye, lette varebiler fra 2025</li> <li>• 50 % av nye lastebiler og 100% av nye varebiler er nullutslipp fra 2030</li> <li>• Null utslipp fra Kolombus' busser i perioden</li> <li>• Biodrivstoffandelen økes til 20% fra 2020</li> </ul> <p>Vi har ikke antatt trafikkvekst, til tross for bygging av veiinfrastruktur som erstatter ferger</p>	-55 %	275.000
Sjøtransport	<p>Utslippene reduseres i flere skips kategorier:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Passasjertransport: 50% pga. redusert fergetrafikk og endret drivstoff</li> <li>• Cruise: 12 % pga. landstrøm og mer effektive motorer, ingen økning i cruisetransport</li> <li>• Offshore supply: 32 % pga. landstrøm og strengere krav til drivstoff og effektivitet fra oppdragsgivere</li> <li>• Annet: 5% - diverse tiltak og noe økt transport</li> </ul>	-25 %	78.000
Luffart	Avinor oppnår målet om 30 % biojetfuel i 2030, men det er også noe vekst i flytrafikk som gjør at utslippene ikke reduseres like mye	-25 %	9.500
Jordbruk	Mål i jordbruksavtalen blir oppnådd gjennom redusert produksjon av kjøtt, overgang fra storfe til gris/fjørfe, mer effektiv gjødselhåndtering eller andre tiltak	-10 %	55.000
Industri	Energieffektivisering og konvertering til fornybare energikilder, delvis pga. økt karbonpris i kvotemarkedet	-13 %	12.500
Avfalls- håndtering	Ingen endring i totalen. Øker pga. befolkningsøkning, men reduseres pga. økt materialgjenvinning og redusert utslipp fra gamle avfallsdeponier	-0 %	3.000
Oppvarming	Konvertering fra naturgass og propan til fornybar energi, men saktere enn i resten av landet pga. ingen virkemidler for konvertering fra naturgass. Befolkningsvekst trekker opp.	-21 %	19.500
Bygg og anlegg	Økt aktivitet, men økt bruk av fornybar varme og fornybar energi i anleggsmaskiner	-1 %	5.500

Det vil kreve mye å oppnå utslippskutt på 26 prosent som vist over. Men med hensyn til de nasjonale klimamålsetningene, gjenstår det behov for ytterligere utslippsreduksjon i Sør-Rogaland, både for at regionen skal ta en tilsvarende andel utslippskutt som målsetningen på nasjonalt nivå (40 prosent) og for å nå lokale mål om utslippskutt, f.eks. i Stavanger.

## REFERANSELISTE

- Carbon Limits; Skagerak Naturgass; Endrava; THEMA. (2018, Mai 25). Tilrettelegging for bruk av biogass i Rogaland.
- DNV GL. (2018, April). Analyse av tiltak for reduksjon av klimagassutslipp fra innenriks skipstrafikk.
- DNV GL. (2018, Februar 1). Kartlegging av muligheter for reduksjon av ikke-kvotepliktig utslipp gjennom elektrifisering i utvalgte sektorer.
- IVAR. (2019). Årsrapport 2018.
- Klima og Miljødepartementet. (2017). Klimastrategi for 2030 - norsk omstilling i europeisk samarbeid.
- Klima- og Miljødepartementet. (2018). Prop. 1 S.
- Landbruks og Matdepartementet. (2009, Mai 29). Klimautfordringene - landbruket en del av løsningen.
- Landbruksdirektoratet. (2018). Forslag til nye forskrifter levert: Gjødning - større ressurs, mindre ulempe.
- Miljødirektoratet (2014): Kunnskapsgrunnlag for lavutslippsutvikling
- Miljødirektoratet (2015): Kunnskapsgrunnlag for lavutslippsutvikling
- Miljødirektoratet. (2018, Oktober). Beskrivelse av klimatiltak inkludert i klimalovrapporteringen for 2018.
- Miljødirektoratet. (2018). Miljøavtale med CO2-fond: Modellering av kostnader og potensial for utslippsreduksjoner.
- Miljødirektoratet. (2019, April). Metodikk for tiltaksanalyser.
- NIBIO. (2017). Klimatiltak i jordbruk og matsektoren. 3.
- NIBIO. (2018). Utslippsreduksjoner i norsk jordbruk - Kunnskapsstatus og tiltaksmuligheter. 4.
- Regjeringen. (2017). Nasjonal Transportplan 2018-2029.
- Regjeringen. (2018, Februar 22). Klimatiltak i jordbruket.
- Regjeringen. (2019, Januar 17). Granavolden-plattformen.
- Regjeringen. (2019, Juni 21). Intensjonsavtale mellom jordbruket og regjeringen om reduserte klimagassutslipp og økt opptak av karbon fra jordbruket for perioden 2021-2030.
- Regjeringen. (2019, Juli 1). Jordbruksrelaterte utslipp - Gjennomgang av klimagassregnskapet og vurdering av forbedringer.
- THEMA Consulting Group. (2018, Juni). Teknologiutvikling og incentiver for klimavennlig næringstransport - med CO2-fond som virkemiddel.