

Vedlegg A:

Kunnskapsgrunnlag for revisjon av klima- og energiplaner på Hadeland

1. Drivhuseffekten

Det er drivhuseffekten som gjør at planeten vår er beboelig. Uten denne effekten ville Jorda ha hatt en gjennomsnittlig overflatetemperatur på 18 grader minus. På grunn av drivhuseffekten har vi i stedet en gjennomsnittstemperatur på ca 15 grader pluss.

Den virker på følgende måte: Jordoverflata absorberer ca 70 % av den energien Jorda mottar fra Sola. (30 % reflekteres av skyer, av snø og is og av andre lyse deler av overflata.) Den absorberte effekten (effekt er energi pr. tidsenhet) utgjør ca 240 W pr. kvadratmeter, regnet i gjennomsnitt over hele jordoverflata, hele døgnet og hele året. I Gran er absorbert effekt i underkant av 140 W pr. kvadratmeter.

Jordoverflata gir fra seg energien igjen som varmestråling. (Varmestråling er langbølget stråling, altså stråling i den infrarøde delen av spektret.) Jo varmere overflata er, jo mer energi stråler den ut. Når overflata gir fra seg like mye energi som den mottar, er Jorda i energibalanse. Da blir den verken varmere eller kaldere.

Hvis atmosfæren hadde vært helt gjennomsiktig i den infrarøde delen av spektret, ville all varmestråling ha blitt strålt rett ut i verdensrommet. Da ville Jorda ikke ha hatt noen drivhuseffekt, og jordoverflata ville som sagt ha hatt en gjennomsnittstemperatur på 18 kuldegrader.

Men atmosfæren inneholder noen gasser som ikke er helt gjennomsiktige i infrarødt. Det er de gassene vi kaller «drivhusgasser» eller «klimagasser». Viktigst av disse er vanndamp; deretter følger karbondioksid (CO₂) og metan (CH₄). Flere finnes, men i praksis er de ubetydelige i forhold til disse tre.

Hver klimagass absorberer stråling i bestemte deler av det infrarøde spektret. Det foregår ved at et molekyl fanger opp et foton, altså en stråle, med en bestemt energimengde. I sin tur gir molekylet fra seg denne energien i form av en ny stråle som sendes i tilfeldig retning. Det fører til at noe stråling treffer overflata igjen, blir absorbert og bidrar til mer oppvarming. Energien kan også bli absorbert av et annet molekyl, som i sin tur gir den fra seg igjen, og så videre. Den opprinnelige energimengden kan bli absorbert og utstrålt igjen mange ganger før den kommer ut i verdensrommet. Se for deg fotonene som små kuler i et molekylært flipperspill, der molekylene utgjør de faste stolpene.

Overflata blir altså oppvarmet av tilbakestrålt infrarødt stråling, i tillegg til direkte solstråling. Den blir varmere helt til den gir fra seg *både* energien fra solstrålene *og* energien fra tilbakestrålt stråling. Fram til den industrielle revolusjon befant dette likevektspunktet seg på ca. 14 grader C.

NASA foretar satellittmålinger av infrarødt stråling som stråles ut i verdensrommet. Disse målingene viser hull i spektret på de bølgelengdene som tilsvarer absorpsjonsområdene til

klimagassene. Ut fra energien som mangler i disse områdene kan man fastslå at ca 75 % av drivhuseffekten skyldes vanndamp, ca 20 % skyldes CO₂, og de siste 5 % skyldes alle de andre.

Vi er ikke vant til å omtale vanndamp som en klimagass. Men vanndampen fungerer som en multiplikator ved *alle* temperaturendringer. Det foregår slik: Når temperaturen av en eller annen grunn stiger, fører det til at mengden av vanndamp i atmosfæren øker. Dermed øker også drivhuseffekten fra vanndamp. Så når temperaturen stiger på grunn av mer CO₂, skyldes mesteparten av økningen at det er blitt mer vanndamp i atmosfæren! Den første som påpekte denne sammenhengen var den svenske fysikeren og kjemikeren Svante Arrhenius. Hans beregninger fra 1896 har truffet ganske godt sammenliknet med dagens klimamodeller.

Vanndamp ville ha denne multiplikatoreffekten også om den utløsende årsaken var noe annet enn CO₂ - for eksempel variasjon i solstråling. Men slike variasjoner har vist seg å være for små til at de kan forklare den observerte oppvarminga. Tildels har de også gått i «feil» retning; dvs. de burde ha ført til at det ble kaldere, ikke varmere. Men det kan tenkes at hvis vi ikke hadde hatt utslipp av klimagasser, så ville Jorda ha blitt litt kjøligere de siste 100 år.

Vanligvis er det kaldere i fjellet enn ved sjøen, sjøl om høgfjellet mottar like mye solstråling som låglandet. Forklaringa er enkel: På 2000 meter har du mindre klimagass over hodet enn du har ved havoverflata. Den lokale drivhuseffekten gjør at det er varmast i låglandet. Av samme grunn blir det kaldere om natta når det er klarvær enn når det er tåke og høy luftfuktighet.

2. Menneskelig klimapåvirkning

Fram til den industrielle revolusjon var CO₂-innholdet i atmosfæren ca. 280 deler pr. million. Dette nivået hadde vært noenlunde konstant fra slutten av siste istid. Men fra år 1800 til i dag har innholdet steget til 405 milliontedeler, altså med ca 45 %. Økningen har gått stadig raskere. Bare fra slutten av 2016 til slutten av 2017 har den utgjort ca 2,5 deler pr. million.

Fra år 1800 til nå har Jordas gjennomsnittstemperatur steget med 1 grad C. Klimaforskere er enige om at temperaturstigningen hovedsakelig skyldes økt drivhuseffekt på grunn av mer karbon i atmosfæren – mest som CO₂, men også en del i form av CH₄. Det økte karboninnholdet skyldes menneskelig aktivitet: Vi har brent fossilt karbon i stadig raskere tempo. Mindre kjent er det at 1/3 av utslippene kommer fra det biologiske lageret i jordskorpa. Utslipp fra dette lageret skyldes bruk av ved og torv til brensel, avskoging, drenering av myr og våtmark og oppdyrking av gammel skogbunn. Brenning, avskoging, drenering og oppdyrking fører til at karbon i organisk materiale blir oksidert og kommer ut i atmosfæren. Det biologiske lageret inneholder ca 2500 milliarder tonn karbon, mer enn 3 ganger så mye som mengden av karbon i atmosfæren. Derfor er det ingen god idé å satse på karbonutslipp fra det biologiske lageret til erstatning for karbon fra det fossile lageret. «Biogent» karbon som slippes ut i atmosfæren kan ikke skilles fra «fossilt» karbon, og det bidrar på akkurat samme måte til global oppvarming.

Tilsammen har utslippene fra fossile kilder og fra biologiske kilder ført til økt drivhuseffekt, og dermed til oppvarming. Men temperaturstigningen har ikke holdt tritt med den raske økningen i CO₂: Jordoverflata er ikke ferdig oppvarmet til det nivået som temperaturen til slutt vil ligge på ved den nåværende konsentrasjonen. Det er som når en stråleovn rettes mot

en vegg: Veggene er ikke oppvarmet i samme øyeblikk som bryteren blir skrudd på. Vi har et etterslep i oppvarminga, og hvor lang tid det vil ta før dette etterslepet er hentet inn, avhenger av varmekapasiteten til veggene, altså hvor mye energi de må absorbere før de blir gjennomvarme.

At det foregår fortsatt oppvarming, kan fastslås fordi Jorda mottar *mer* energi enn den gir fra seg. Forskjellen utgjør ca 2,5 W pr. kvadratmeter. Denne forskjellen kalles «radiative forcing», eller på norsk «strålingspådriv». Jordoverflata vil fortsette å bli varmere helt til pådrivet er redusert fra 2,5 W/m² til 0. Enkle beregninger basert på energibalansen indikerer at Jorda, med den sammensetningen som atmosfæren har nå, må bli ytterligere 1,7 grad varmere før pådrivet er utjevnet. CICERO bekrefter i en epost at vi får et slikt etterslep i oppvarming, uten å gi noe estimat på størrelsen av etterslepet. De mener likevel at hvis verden kommer over i en nullutslippstilstand, vil karboninnholdet i atmosfæren gradvis synke, slik at temperaturen også synker. Men for tida synker ikke CO₂-innholdet i atmosfæren. Tvert imot, det øker, og økningen går stadig raskere.

Estimatet på 1,7 grader (i tillegg til ca 1 grad som vi allerede har passert) kan være feil. Men tallet illustrerer at hvis vi skal unngå oppvarming langt ut over «togradermålet», så er det ikke nok å bremse veksten i utslipp: Vi må antakelig *redusere* atmosfærens innhold av klimagasser hvis målet skal være oppnåelig. Da har vi ikke god tid.

Av overskuddsenergien – mottatt energi fra Sola minus avgitt energi gjennom varmestråling – blir bare en liten del lagret i atmosfæren. Litt blir lagret i øvre lag av jordskorpa, men det aller meste blir lagret i det enorme varmemagasinet Jorda er utstyrt med, altså havet. Det spiller liten rolle om lufttemperaturene varierer litt opp og ned fra år til år: Hvert år blir overskuddet på 2,5 W pr. kvadratmeter, tilsammen mer enn 11 millioner TWh i året, lagret i havet. Dermed blir kloden varmere for hvert år, sjøl om det av og til kommer en kuldebølge i New York. Om vi klarer å redusere innholdet av CO₂ i atmosfæren, vil det ta like lang tid å tømme varmemagasinet som det tok å fylle det. Eventuell avkjøling vil altså også ta lang tid.

11 millioner TWh i året tilsvarer 70 ganger menneskehetens totale energiforbruk. Hvis denne energien fordeles likt i alle havets 1,33 milliarder kubikkilometer vatn, vil havets gjennomsnittstemperatur stige 7/1000 grad C pr. år. - Men energien fordeles ikke jevnt. Mesteparten lagres i de øvre lagene; derfor stiger overflatetemperaturen mye raskere enn 7/1000 grad i året. *Hvor* mye raskere er usikkert, og det er hovedgrunnen til at alle klimaforskernes prognoser er usikre. Men økningen vil fortsette helt til vi klarer å stanse utslippene av klimagasser – og i lang tid deretter, på grunn av etterslepet.

Foreløpig fortsetter vi altså å *øke* utslippene. Karbonet kommer fra to hovedkilder:

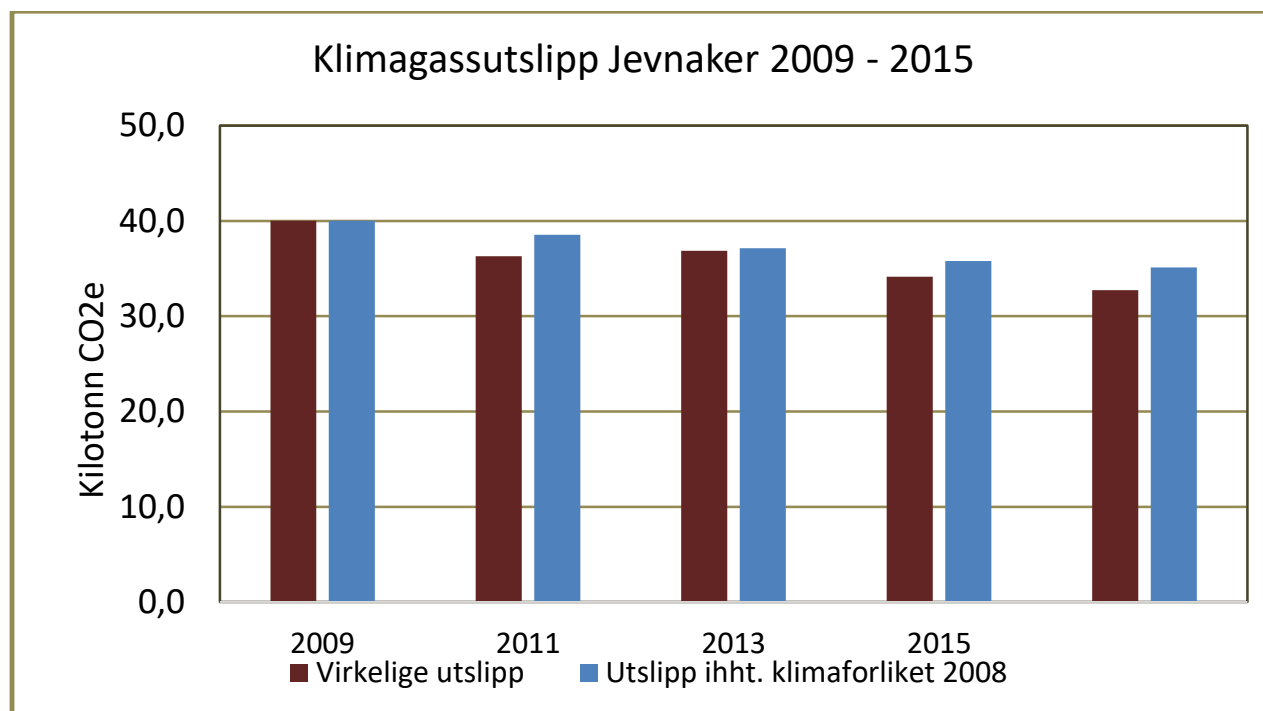
- Lageret av fossilt karbon under jordoverflata: Olje, kull og gass.
- Lageret av biologisk materiale i og over jordoverflata: Trær og planter, røtter, sopp, mikroorganismer, torv, humus.

Når karbonet er kommet ut i atmosfæren, kan «biogent» karbon ikke skilles fra «fossilt» karbon. Global oppvarming skyldes utslipp av *karbon*, ikke bare utslipp av fossilt karbon.

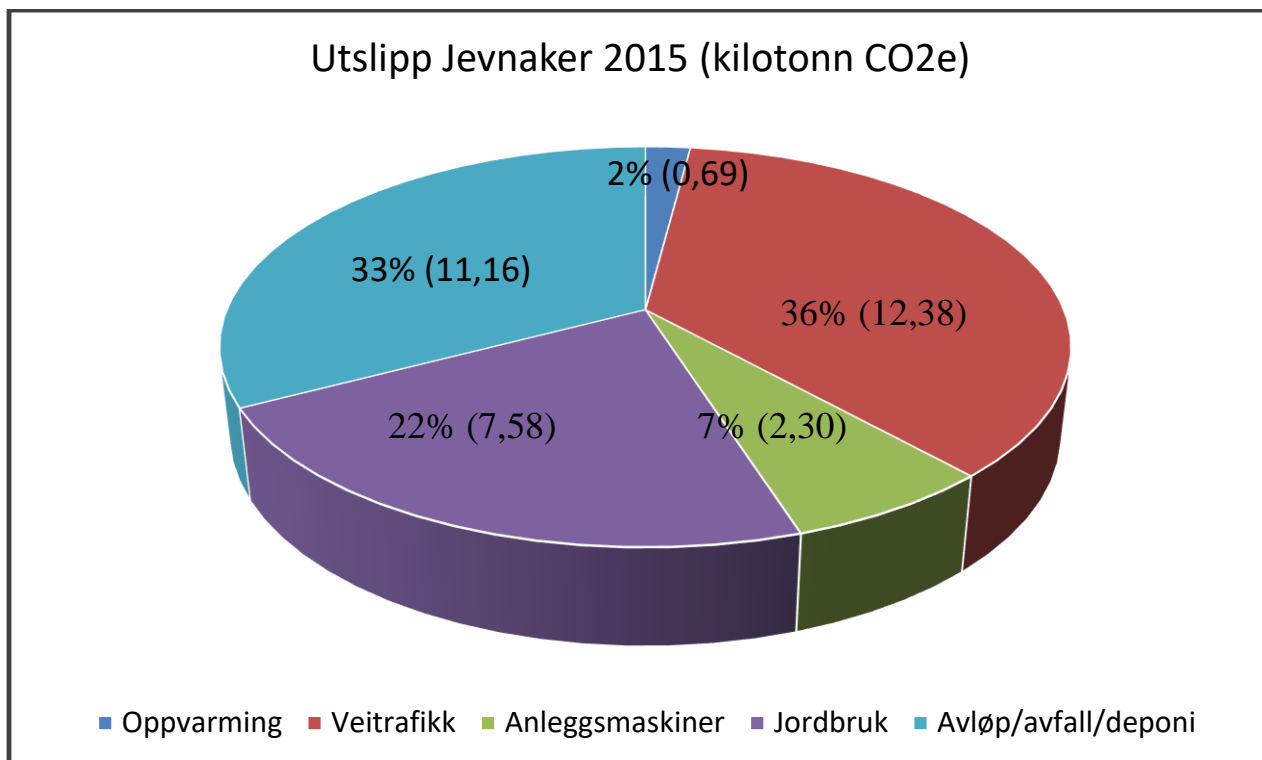
I Kyoto-protokollen ble det fastlagt regler for bokføring av karbonutslipp i hvert enkelt land. En av reglene var at utslipp fra bruk av land (dvs jordbruk og skogbruk) ikke skulle bokføres. Denne bokføringsregelen er fortsatt i bruk, med enkelte modifikasjoner, og det har fått alvorlige konsekvenser. Mer om det seinere.

3. Klimagassutslipp i Gran, Lunner og Jevnaker kommuner og Oppland fylke

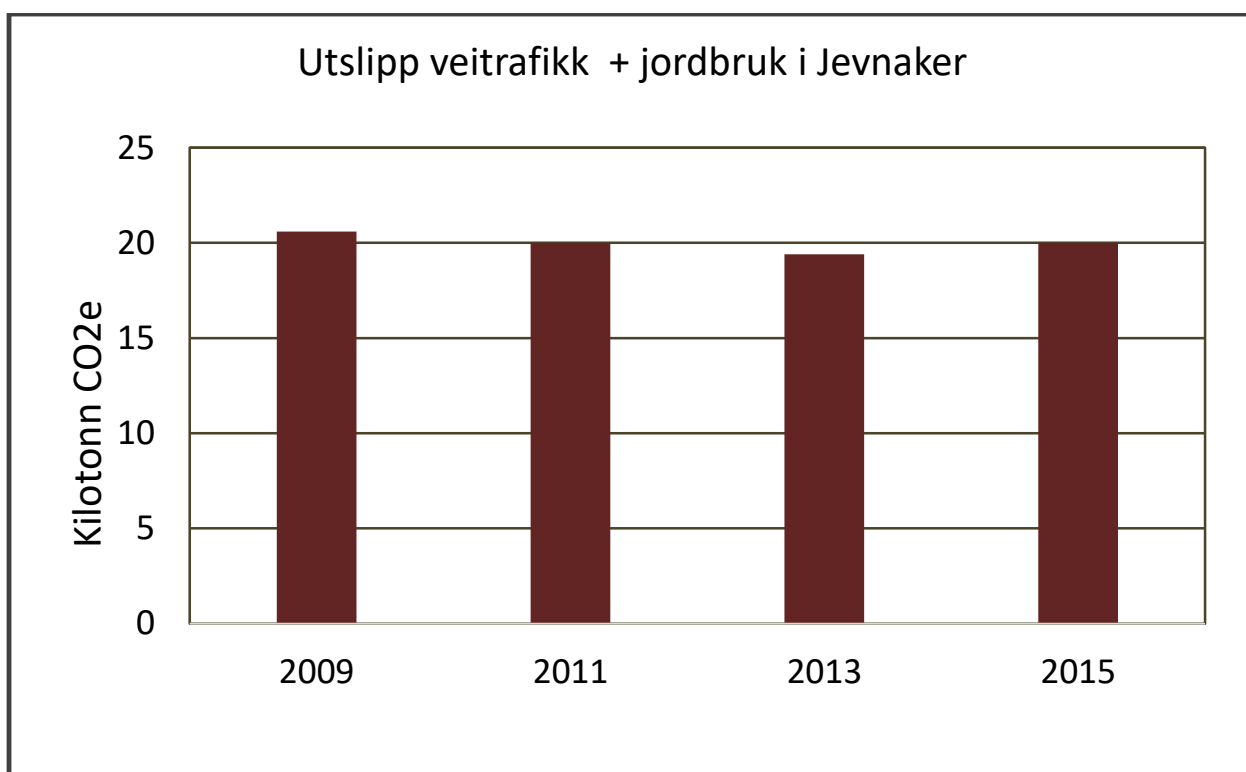
JEVNAKER



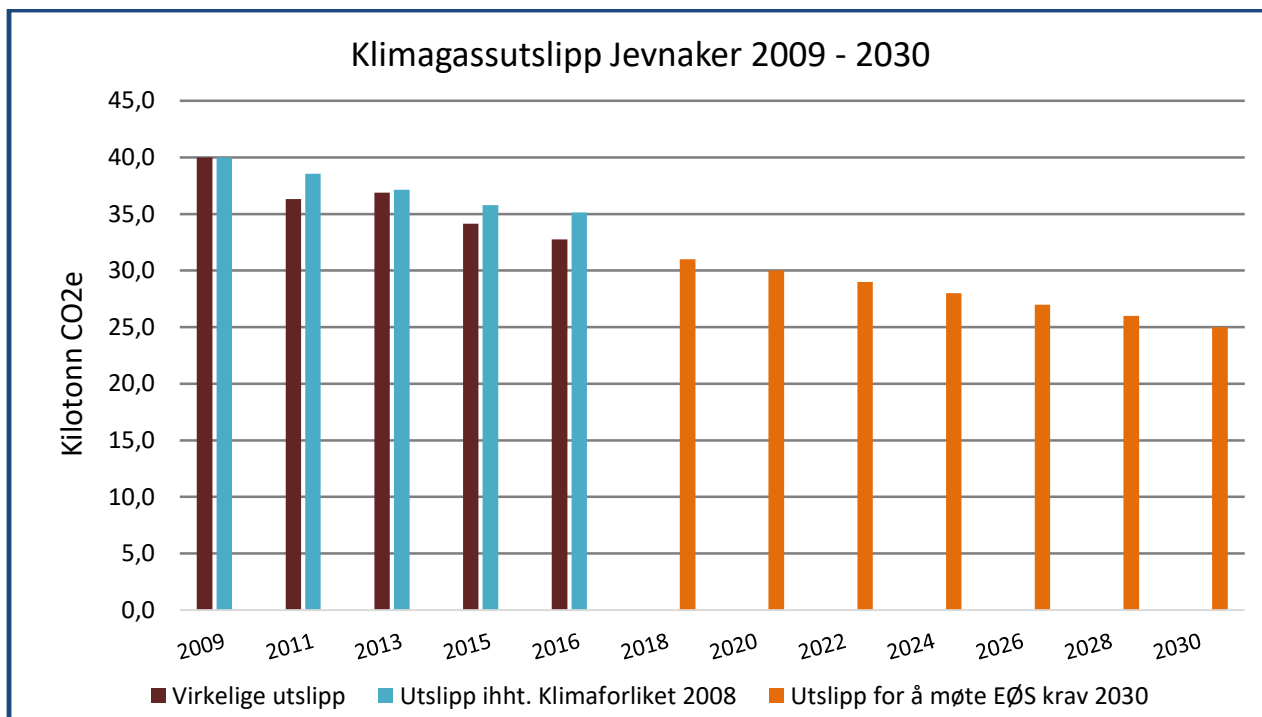
Jevnaker er en av de få kommunene i Oppland som kan vise til en betydelig reduksjon i klimagassutslippene. Faktisk er reduksjonen bedre enn det som ble satt som mål i *Avtale om klimameldingen* i 2008. Dette skyldes for en stor del at det siden 2009 har vært gjennomført virkningsfulle tiltak innen oppvarming og i avfallssektoren. Som diagrammet nedenfor viser kommer en betydelig del av utslippene fra avløp/avfall og deponi. Ved at Jevnaker mottar avfall ikke bare fra de to andre kommunene på Hadeland, men også fra nabokommuner i Buskerud fylke, blir en uforholdsmessig høy utslippsandel belastet Jevnaker kommune. Kommunens avfallsanlegg på Trollmyra er et av Oppland fylkes få anlegg for oppsamling og produksjon av biogass, og det er innsatsen på dette området som i stor grad bidrar til at kommunen kan vise til utslippsreduksjon. Jevnaker har et bosettingsmønster som skiller seg fra de andre kommunene på Hadeland. Ved at boliger, butikker, serviceinstitusjoner og arbeidsplasser ligger forholdsvis nær tettstedet Jevnaker, blir det mindre behov for individuell persontransport. Utslipp av klimagasser fra lette kjøretøy i 2015 var 1,36 tonn CO₂e pr. innbygger. Gjennomsnittet for Oppland fylke var 1,80 tonn pr. innbygger.



Utviklingen innen jordbruk og veitrafikk er omtrent som for de andre kommunene på Hadeland og i fylket for øvrig. Som diagrammet nedenfor viser sank utslippene for disse to sektorene bare ubetydelig i perioden 2009 til 2015.

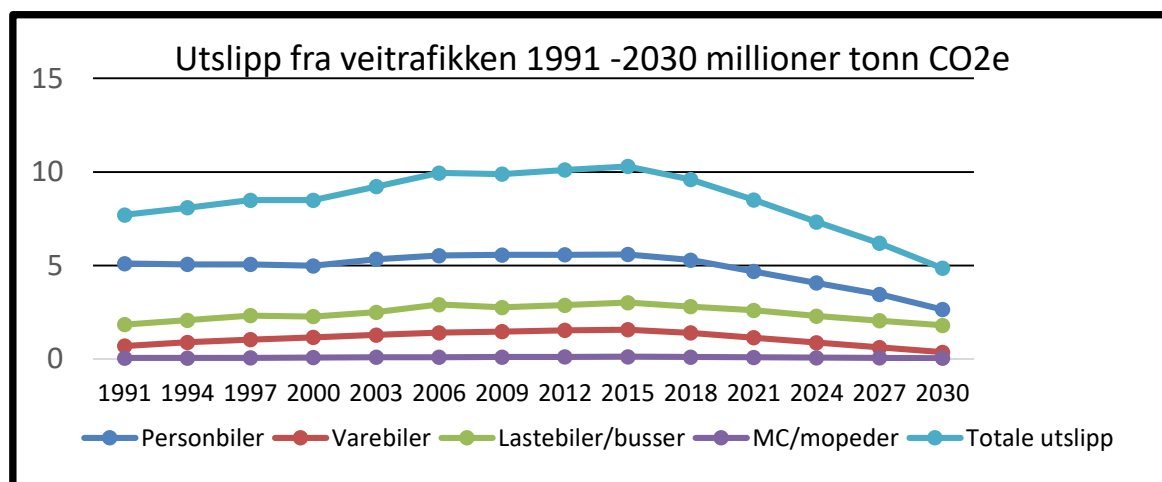


Når det gjelder fremskrivning mot 2030, kan diagrammet nedenfor tolkes dithen at Jevnaker ligger godt an til å nå dette målet. Imidlertid vil en ytterligere reduksjon av utslipp fra avfallssektoren kreve svært dyre tiltak, og disse utgiftene må nødvendigvis deles på alle kommunene som leverer avfall til Trollmyra.



Siden posten oppvarming bare står for 2 % av utslippene i 2015, er det innen jordbruk og veitrafikk sterkere virkemidler må settes inn.

Som for alle kommunene i fylket gjelder at potensialet for utslippsreduksjon er ulikt i de enkelte sektorer. Utslippene i jordbruket kommer i det alt vesentlige fra husdyr, husdyrgjødsel og kunstgjødsel. Å redusere aktiviteten med 40 % her vil ikke være mulig. Det blir derfor veitrafikken som må ta den største belastningen, og da særlig personbiltrafikken. Grafen nedenfor viser en tenkt utvikling mot 2030 for de enkelte kjøretøygrupper på landsbasis. Hvor utfordrende dette blir, kan en se av økningen i utslippene fra 1991 til 2015.

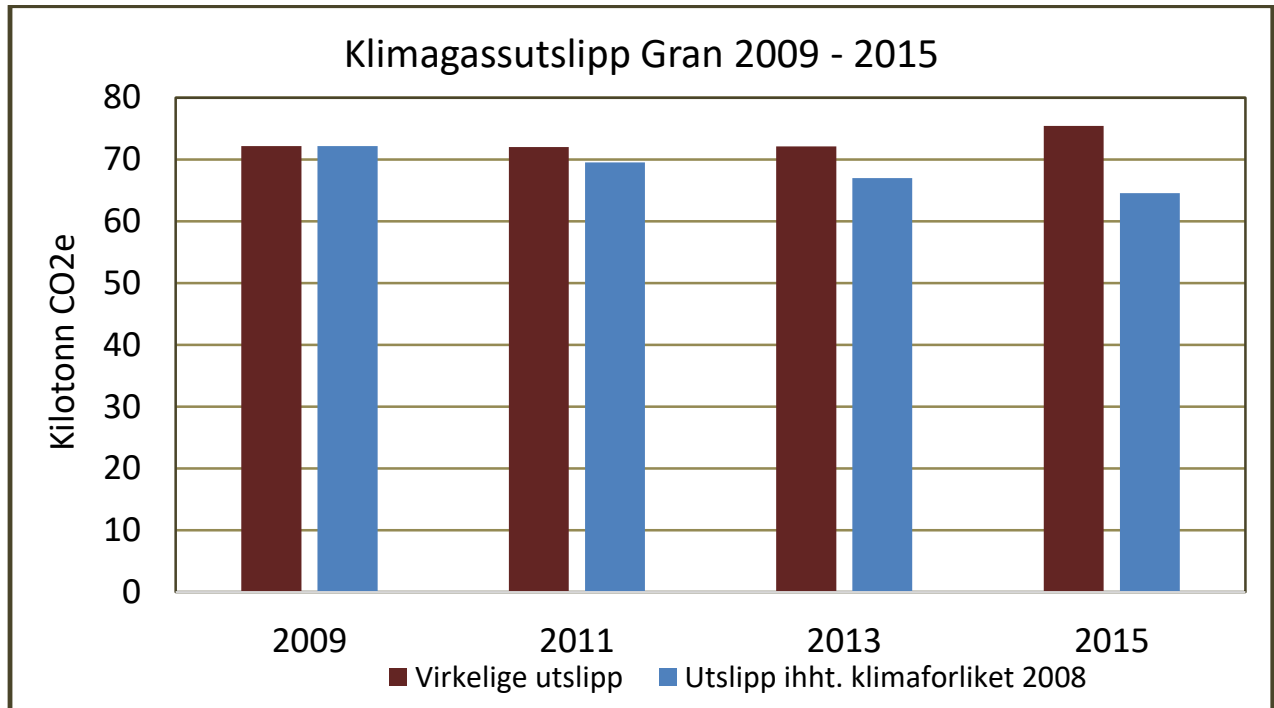


Klima- og forurensningsdirektoratet (nå Miljødirektoratet) anslo i *Klimakur 2020 Sektorrapport avfall* at allerede vedtatte og iverksatte virkemidler ville føre til en reduksjon i utslipp fra avfallssektoren fra 1,8 megatonn CO2e i 1990 til 0,9 megatonn i 2020. Det ble videre anslått at ytterligere tiltak ville kunne bringe utslippene ned til 0,8 megatonn i 2020. I 2013 var utslippene på landsbasis kommet ned i 1,52 megatonn CO2e, ned fra 1,6 megatonn i 2009. Hvis prognosene hadde slått til, eller rettere – hvis foreslåtte tiltak hadde blitt gjennomført – skulle utslippene i 2013 vært 1,11 megatonn CO2e og 1,05 megatonn i 2015. Det siste tallet tilsvarer 200 kg CO2e pr. innbygger i Norge.

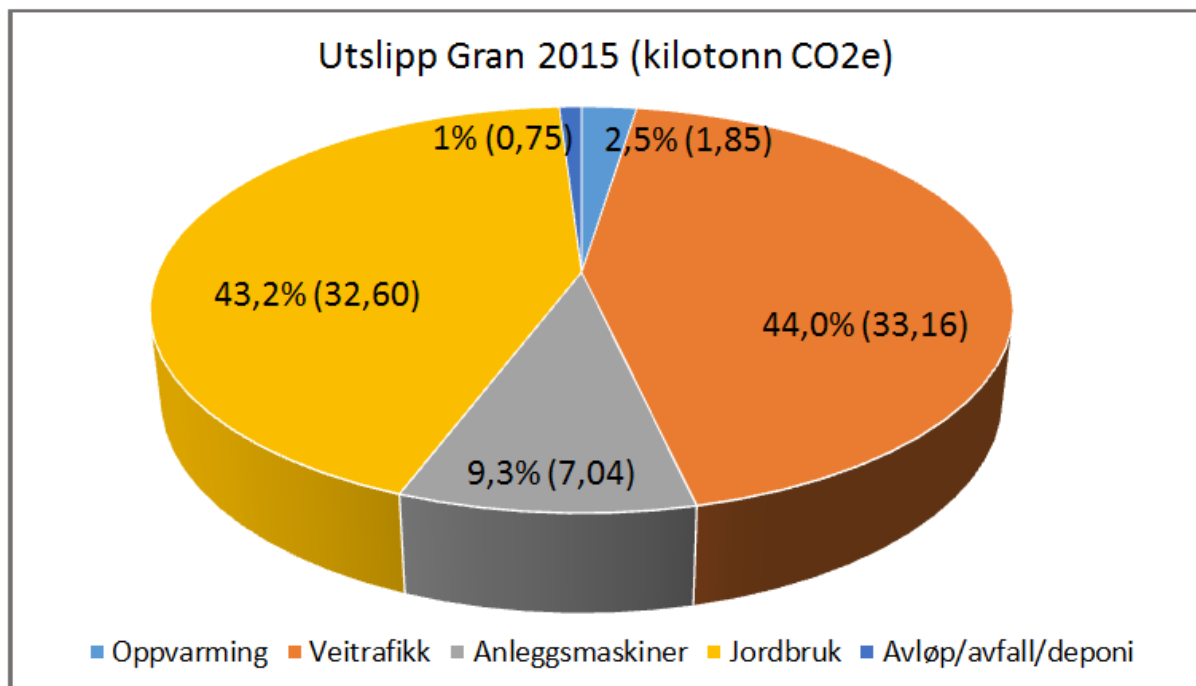
Klimagassutslippene i 2015 fra avfallssektoren i Gran, Lunner, Jevnaker, Hole og Ringerike var til

sammen 21,46 kilotonn CO₂e. Det tilsvarer 342 kg pr. innbygger. Det er altså et betydelig forbedringspotensial i avfallssektoren i alle kommunene som inngår i samarbeidet Hadeland og Ringerike Avfallsselskap.

GRAN



Klimagassutslippene i Gran endret seg bare ubetydelig fra 2009 til 2013. Siden 2013 økte utslippene relativt mye, noe som i særlig grad skyldes anleggsvirksomhet på riksvei 4. Gran er en typisk jordbrukskommune, og dette vises tydelig på diagrammet nedenfor.



OPPLAND FYLKE

Statistikken for kommunefordelte klimagassutslipp kan ikke forventes å ha en bedre treffprosent en 2 til 3 prosent. Særlig tall for veitrafikken, som baserer seg blant annet på trafikktegninger, kan noen ganger gi misvisende tall for den enkelte kommune på grunn av gjennomgangstrafikk som har sitt opphav i andre kommuner. Derfor vil statistikk som baserer seg på tall fra hele fylker ofte ha større utsagnskraft. Utslippstall for Oppland fylke får en ved å legge sammen tallene for de 26 kommunene i fylket. Her er det viktig å ta hensyn til at statistikkbanken fra SSB opererer med ulike tall for fylker og summen av tallene for de enkelte kommunene. Dette gjelder særlig tall for omsetning av avgiftsfri diesel som brukes i landbruket og anleggsvirksomhet. Når enkelte poster ikke kan tilordnes et bestemt sted, foretar SSB en vektet fordeling av disse tallene på fylkene. Denne korreksjonen foretas ikke på kommunenivå. Tallene som presenteres her er summen av tallene for kommune i Oppland, og denne summen kan avvike så mye som 3 % fra tallene for Oppland fylke i statistikkbanken. Utviklingen i Oppland viser an svak økning i klimagassutslippene fra 2009 til 2015:

Til sammen står disse to sektorene for 84 % av klimagassutslippene i fylket. Posten oppvarming er redusert fra 55 kilotonn CO₂e i 2009 til 36 kilotonn i 2015, noe som klart skyldes utfasing av oljefyrte installasjoner. Samtidig økte utslippene i jordbruk og veitrafikk fra 984 kilotonn CO₂e i 2009 til 1001 kilotonn i 2015.

Økningen i jordbrukssektoren skyldes sannsynligvis økt kjøttproduksjon fra storfe og sau. Oppland er landets største utmarksbeitefylke målt i antall dyr. Antall sauer var omtrent 289 000 pr. 31.07.2016. Fra 01.01.2007 til 01.01.2017 økte antall ammekyr i Oppland fylke fra 6 817 til 12 641. Siden husdyr og husdyrgjødsel står for omtrent 50 % av klimagassutslippene i landbruket, finner vi her noe av forklaringen på de økte utslippene i denne sektoren.

65 kilotonn CO₂e i avfallssektoren tilsvarer 342 kg pr. innbygger. Oppland fylke er derfor er godt stykke unna å nå 200 kg pr. innbygger som er målet for 2020.

De tre biogassanleggene i Oppland og Hedmark produserer omtrent 56 GWh i året. Beregninger foretatt av NVE anslår at potensialet for biogass i Norge er 5 TWh. Minst 10 % av dette burde kunne produseres i Oppland og Hedmark. Hvis produksjonen ble økt til 500 GWh, ville mye av Et mulig scenario for å nå 40 % reduksjon i utslipp fra ikke-kvotepliktig sektor i fylket er vist i tabellen nedenfor:

Utslippssektor	Utslipp 2015	% reduksjon	
		2015 - 2030	Utslipp 2030
Oppvarming	36,48	100	0
Veitrafikk	508,90	66	173,026
Anleggsmaskiner	81,38	0	81,38
Jordbruk	493,44	15	419,424
Avfall/avløp/deponi	65,29	40	39,174
Sum	1185,49	39,9	713,00

For at veitrafikken skal kunne kutte utslippene med 66 %, må sannsynligvis 50 til 60% av personbilene være elektriske. Videre kan en tenke seg at det innføres et obligatorisk program for mer klimavennlig bruk av biler som går på autodiesel og bensin.

Det er dessverre en kjensgjerning at batteridrevne biler med lang rekkevidde foreløpig er svært dyre, selv med utstrakt avgiftsfritak. Hybridbiler kan for mange være et klimavennlig alternativ til en helelektrisk bil. En hybridbil har i tillegg til forbrenningsmotoren en elektromotor. Batteriene som forsyner elmotoren med strøm lades i perioder der forbrenningsmotorens karakteristikk gjør dette lønnsomt. I perioder der belastningen er lav, som for eksempel i bytrafikk, stopper forbrenningsmotoren, og elmotoren tar over. Rekkevidden rent elektrisk er bare 2 til 3 kilometer, men ved at de to motorene arbeider vekselvis kan drivstofforbruket reduseres så mye som 20 til 30% sammenlignet med en tilsvarende bil som bare er utstyrt med forbrenningsmotor. Ladbare hybridbiler har større batterikapasitet, og rekkevidden på strøm er gjerne 25 til 50 kilometer. Det betyr at kjøring til arbeidet, for å gjøre innkjøp, skoleskyss, kjøring til fritidsaktiviteter o. l. ofte kan foregå 100 % elektrisk. Avhengig av den enkeltes kjøremønster kan slike biler vise til en utslippsreduksjon på mellom 30 og 60 % sammenlignet med tilsvarende bil med bare forbrenningsmotor. Det bør oppmuntres til at det på arbeidsplasser og ved innkjøpsentre legges til rette for ladning. Så lite som én time innkopling kan gi 10 kilometer utslippsfri kjøring. Ladbare hybridbiler kommer i alle størrelser og tilbys av mange fabrikanter. Siden importavgiften på biler er knyttet til utslipp av CO₂ og NO_x, er disse bilene ofte rimeligere enn tilsvarende biler med bare forbrenningsmotor.

For jordbrukets vedkommende kommer en sannsynligvis ikke utenom en kraftig reduksjon i antall storfe, sau og geit. Selv om mye av dyrkbar mark i Oppland ikke egner seg til annet enn dyrking av grovfor, bør det gjøres en grundig vurdering av grunnlaget for mer tradisjonell dyrking av nyttevekster som korn og rotfrukter. Pr. hektar matjord får man 8 til 15 ganger flere kalorier fra korn eller poteter enn fra grovfôr til kjøttproduksjon. Nå må man være realistiske og innse at en 100% vegetardiett er utopi, men det bør seriøst vurderes om ikke mer beitemark kan omdisponeres til annet enn grovfôr. En konsis og leservennlig rapport om hvordan klimagassutslippene i landbruket kan reduseres finnes i Bioforsk Rapport Vol. 10 Nr. 24 (2015): Vurdering av klimatiltak i jordbruket.

4. Energibruk på Hadeland

De to tabellene under gir oversikt over energibruk i kommunal virksomhet på Hadeland i 2014:

Tabell: Totalt energibruk KWh (2014)

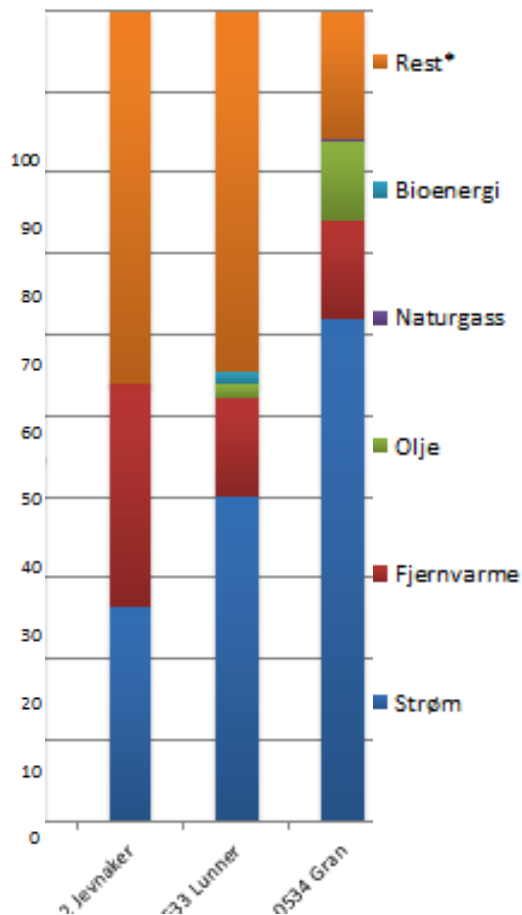
0532 Jevnaker	13387541
0533 Lunner	13415362
0534 Gran	13989122

Tabell: Utslipp per energitype (2014)

Tonn CO ₂ ekv.	Strøm	Fjernvarme	Olje	Naturgass	Bioenergi	Rest*	SUM
0532 Jevnaker	625	651	0	0	0	1090	2366
0533 Lunner	920	278	40	0	31	1022	2291
0534 Gran	1601	318	248	5	0	411	2583

* Antas hovedsakelig elektrisitet: gatelys, VA-anlegg, kommunale boliger

Fordeling av energibruk på energikilder i Hadelandskommunene:

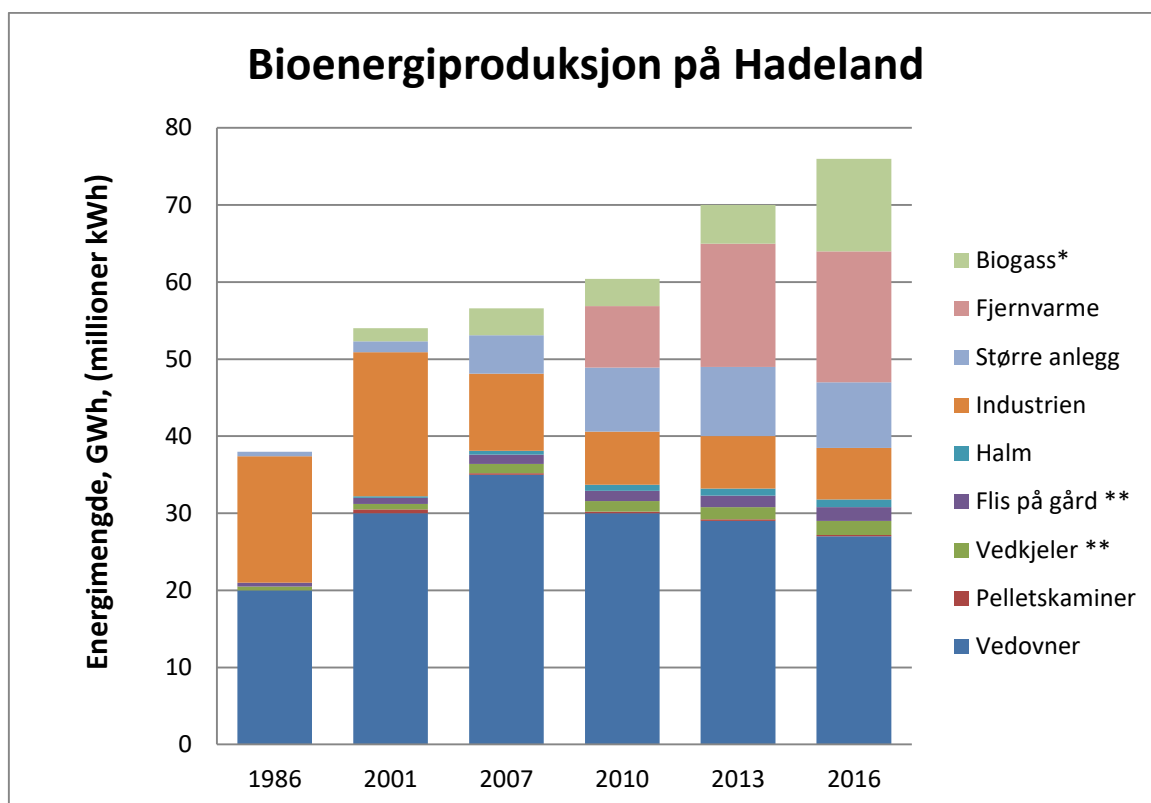


Kilde: Lokale energiutredninger 2014

Bioenergibruk på Hadeland, GWh	1986	2001	2007	2010	2013	2016
Vedovner	20	30	35	30	29	27
Pelletsaminer	0	0,5	0,2	0,2	0,2	0,2
Vedkjeler **	0,5	0,7	1,2	1,4	1,6	1,8
Flis på gård **	0,5	0,8	1,2	1,3	1,5	1,8
Halm	0	0,2	0,5	0,8	0,9	1
Industrien	16,4	18,7	10	6,9	6,8	6,7
Større anlegg	0,6	1,4	5	8,3	9	8,5
Fjernvarme	0	0	0	8	16	17
Biogass*	0	1,7	3,5	3,5	5	12
Sum	38	54	56,6	60,4	70	76

*Biogass blir produsert ved HRA på 2 måter; utsuging av deponigass, i 2016; 100 m³ pr time x 45 % metan = 394.200 m³ metan i året = 4 GWh, noe blir faklet om sommeren, altså 3,5 GWh i fyranlegget. I 2016 blir det produsert 145 m³ pr time = 1,270 mill m³ rågass fra matavfall x 68 % metan = 8,6 GWh metangass, til drivstoff for salg til AGA. Dette er basert på mottak av 16.000 tonn matavfall. HRA har lagt inn anbud p å ta imot mer matavfall og planlegger å lage nye brønner i deponiet for å få ut noe mer gass fra deponiet enn i 2016

** Tall her er justert litt opp i forhold til registrerte tall, fordi vi ikke har full oversikt over alle gårdsanlegg



Figuren over viser en jevn økning i bioenergiproduksjonen på Hadeland. En ser at større anlegg og fjernvarme har mer enn kompensert for nedgangen i tilknytning til trebearbeidende industri, (NOREMA, Swedoor og Harestubruket), som er nedlagt. Utviklingen fra 2013 til 2016 skyldes biogassproduksjonen på HRA basert på matavfall.

Av tallene ser en at det leveres ca. 35 GWh varme-energi fra fjernvarmeanlegg og andre flisbaserte fyringsanlegg på Hadeland. Erfaringstall fra noen av varme-produzentene sier at en får fra 1.100 kWt til 1.400 kWt pr m³ tømmer. Dette indikerer et virkesforbruk på hele Hadeland på 25.000-30.000 m³ til fyringsanleggene.

(Vedforbruket er basert på tidligere vedundersøkelser, samtaler med brannvesenet om hvor mange piper som er i bruk, og deres erfaring med feiing og hvor mange piper de dermed antar er brukt for vedfyring, samt noen vurderinger omkring hvordan varmepumper.)

5. Hva må gjøres?

Vi må redusere utslippene av klimagasser. Men vi gjør det motsatte. I 2017 satte vi igjen utslippsrekord på 41 milliarder tonn CO₂. Beregninger ut fra historiske tall viser at ca 40 % av karbonet blir i atmosfæren. (Egentlig av *karbonoverskuddet*: Den naturlige karbonsyklusen viser mye større karbontransport mellom jorda, atmosfæren og havet, men våre utslipp kommer på toppen av det naturlige kretsløpet.) Ca 60 % av våre utslipp blir absorbert gjennom naturlige prosesser; hovedsakelig i havet. Derfor blir havet stadig surere.

40 % av 41 millioner tonn stemmer forøvrig godt med økningen på 2,5 deler pr. million i atmosfæren fra årsslutt 2016 til årsslutt 2017. 41 milliarder tonn CO₂ inneholder 11,2 milliarder tonn karbon. 40 % av dette er 4,5 milliarder tonn, som tilsvarer 2,25 milliontedeler CO₂ i atmosfæren.

Vi slipper ut stadig mer karbon fordi vi bruker stadig mer energi. Noe av økningen skjer i deler av verden der forbruket er høgt nok fra før, blant annet vårt eget land. Men størstedelen av veksten skyldes økning i fattigere land. Og dette forbruket er *nødt* til å øke, hvis alle verdens innbyggere skal oppnå en levestandard som nærmer seg vår egen.

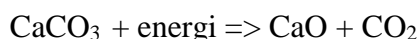
Hvis verdens 9 milliarder innbyggere i 2050 skal ha tilsvarende forbruk som Norges 5 millioner har i dag, må verdens totale energiforbruk øke med 150 %. Skulle vi få en tilsvarende økning i utslipp, vil klimakatastrofen være uopprettelig. Vi må tvert imot klare å produsere 2,5 ganger så mye energi som nå med vesentlig lågere utslipp enn nå.

Det finns to mulige kilder som kan levere slike energimengder uten karbonutslipp: Kjernekraft og solenergi. Disse kildene kan levere så mye energi at det vil dekke ethvert tenkelig behov i all overskuelig framtid.

Mange vil ikke ha kjernekraftverk i nærheten. Slike kraftverk er dessuten sårbare for terroraksjoner og naturkatastrofer. Kjernekraft krever store anlegg og store investeringer. Solkraft, derimot, kan hver enkelt ta i bruk for en overkommelig penge. Solkraftanlegg kan skaleres fra et lite panel på garasjetaket til enorme anlegg som kan dekke hele landets strømbehov.

Med dagens teknologi kan Norges energiforbruk, 225.000.000.000 KWh, dekkes av solpaneler over ca. 2000 kvadratkilometer. Disse kan være samlet på ett sted, eller de kan være spredt på et stort antall store og små anlegg. Og denne teknologien blir stadig mer effektiv og stadig billigere.

Transportmidler som drives av elektrisitet, og bygninger som vermes opp med solkraft, er så godt som utslippsfrie i drift. Det samme gjelder industri som drives av elektrisitet, med enkelte unntak: I sementproduksjon er CO₂ et produkt av prosessen. Svært forenklet kan produksjon av hovedbestanddelen i sement beskrives slik:



Energien som brukes kommer ofte fra kull. Denne energien kan erstattes med elektrisk energi. CO₂ som «kokes» ut, derimot, er det ikke mulig å unngå, dersom produktet skal bli sement. Dette er den industrien i verden som gir størst utslipp. For å redusere disse utslippene må vi bruke andre byggematerialer enn sement og betong. Den opplagte løsningen er å bygge i tre.

De største utslippene fra det biologiske lageret kommer fra drenering av myr og våtmark, hogst til fyring, samt uttak av torv til fyring og andre formål. I tillegg produseres det stadig mer «bioenergi» ved forbrenning av karbon fra det biologiske lageret.

Avfall, kloakk og husdyrgjødsel gir fra seg store mengder metan, som er en mye kraftigere klimagass enn CO₂. Denne gassen kan vi samle og bruke til energiformål. Det vil ikke fjerne utslippene, men det vil redusere klimavirkningen fordi utslippene kommer som CO₂ i stedet for metan.

Energisparing ved hjelp av etterisolering, varmpumper og jordvarme kan også gi gode bidrag til å begrense utslippene.

Alle disse tiltakene kan utføres lokalt, nasjonalt og globalt. De er med andre ord skalerbare og kan gjennomføres bit for bit. Vi trenger ikke vente på store, overordnede beslutninger for å få resultater.

KILDEmateriale:

Grafer og utregninger i del 1 er utarbeidet av Hans Petter Berg.

Grafer vedrørende bioenergi i del 3 er utarbeidet av Helge Midttun, Landbrukskontoret for Hadeland.

Tekst er utarbeidet av Hans Petter Berg og Øyvind Kvernbold Myhre.

Avtale om klimameldingen:

https://www.regjeringen.no/contentassets/fbe5a5829a5d468fab6e4eec0a39512d/avtale_klimameldingen_2008_01_17.pdf

Kommunefordelte klimagassutslipp: <http://www.miljostatus.no/finntallene/?query=Kommunefordelte+klimagassutslipp>

Denne analysen fordeler i overkant av 40 prosent av de totale klimagassutslippene fra norsk territorium til landets 428 kommuner. Beregningene omfatter klimagassene karbondioksid (CO₂), metan (CH₄) og lystgass (N₂O) for årene 2009, 2011 og 2013.

Fra analysen framkommer det kommunetall for alle kommunene fordelt på disse 7 kildene: Utslipp fra veitrafikk, oppvarming, jordbruk, avfallsdeponigass, annen avfall- og avløpsrensing og motorredskaper gjelder alle kommuner. I tillegg til disse utslippene, er utslipp fra industri og bergverk, olje- og gassutvinning – landanlegg og energiforsyning slått sammen i en kilde, og gitt tall for kommuner med mer enn 20 000 innbyggere der hvor dette er mulig ut fra konfidensialitetshensyn. Konfidensialitetshensyn og usikkerhet i datagrunnlaget for kommuneberegningene har også gjort det nødvendig å aggregere utslippskildene sammenlignet med kildeinndelingen i de nasjonale tallene.

Alle nasjonale utslipp fra veitrafikk og avfallsdeponigass er fordelt på kommuner. For utslipp knyttet til oppvarming og jordbruk er henholdsvis 93 og 98 prosent av det nasjonale utslippet i 2013 fordelt. 77 prosent av utslippene fra bruk av motorredskaper og 65 prosent av annet, inkludert avløp og avfall unntatt deponigass er fordelt til kommuner. 17 prosent av utslippet fra industri og bergverk, olje- og gassutvinning – landanlegg, og energiforsyning er fordelt på kommune.

En del utslippskilder som inngår i de nasjonale tallene er holdt helt utenfor kommunetallene. Dette gjelder utslipp som ikke lar seg plassere til kommune, slik som utslipp fra olje- og gassutvinning offshore, luftrom og havområder. I tillegg er en del utslippskilder utelatt fordi en mangler god nok informasjon til å kunne plassere utslippene regionalt. Dette gjelder bl.a. skipstrafikk langs kysten, bruk av produkter som gir utslipp og utslipp av fluorgasser.

Fordeling av utslippene fra veitrafikken baserer seg i hovedsak på trafikkteLLinger. I kommuner med mye gjennomgangstrafikk vil det derfor ofte bli en skjev fordeling. De fylkesvise tallene vil derfor ha en større utsagnskraft.

Forskjellen i usikkerhet i tallene mellom nasjonalt nivå, fylkesnivå og kommunenivå er først og fremst avhengig hvor god informasjon man har om hvor utslippene faktisk finner sted. Det er tre hovedårsaker til at beregningene får dårligere kvalitet på kommunenivå sammenlignet med nasjonalt nivå:

- Det er større usikkerhet i grunnlagsdataene på kommunenivå enn på nasjonalt nivå fordi stedfestingen for utslippet eller aktiviteten som skaper utslippet ikke er tilstrekkelig sikker

eller at usikkerhet knyttet til at utvalgsstørrelser slår sterkere ut på kommunenivå. Dette gjelder f.eks. data fra salgsstatistikken for petroleumsprodukter og trafikktegninger.

- Data som brukes til å fordele de nasjonale utslippene til kommune (fordelingsnøkler), er i varierende grad knyttet til selve utslippene.
- Nasjonale utslippsfaktorer brukes i stor grad i kommunefordelingen, mens de faktiske utslippsfaktorene kan variere sterkt mellom kommuner. Dette gjelder f.eks. utslipp fra avfallsdeponier og jordbruk.

De beregnede tidsseriene i den enkelte kommune har begrenset utsagnskraft i forhold til faktisk utslippsendring fordi kommunetallene i stor grad er basert på usikre grunnlagsdata og data som ikke er direkte relatert til utslippene (fordelingsnøkler). F.eks. vil fordelingsnøkler som grunnlag for å beregne utslippene i kommunen kunne gi et feilaktig bilde av utviklingen hvis kommuner utvikler seg svært ulikt. Den samme utfordringen vil gjelde når en vil bruke statistikken for å beregne effekten av tiltak, og fordelingsnøkkelen berøres lite av tiltaket. I tillegg er de publiserte utslippskildene sterkt aggregert sammenlignet med kildeinndelingen for de nasjonale tallene, noe som også gjør det vanskelig å identifisere endringer innenfor mer avgrensede områder.

Fylkesvise klimagassutslipp: <https://www.ssb.no/natur-og-miljo/artikler-og-publikasjoner/fylkesvise-klimagassutslipp-oppdateret>

Lokal energiutredninger fra 2014