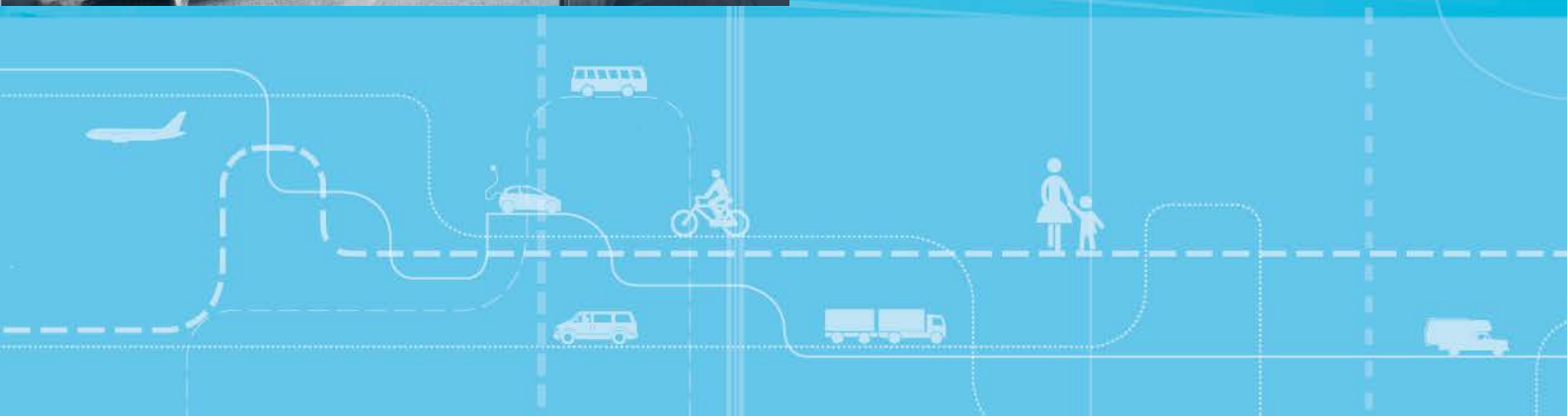


CO₂-utslipp i persontransport i Norge

En dekomponering av årsaker og drivere i perioden 2010-2018



CO₂-utslipp fra persontransport i Norge

En dekomponering av årsaker og drivere i perioden 2010-2018

Andreas Kokkvoll Tveit

Forsidebilde: Shutterstock

Transportøkonomisk institutt (TØI) har opphavsrett til hele rapporten og dens enkelte deler. Innholdet kan brukes som underlagsmateriale. Når rapporten siteres eller omtales, skal TØI oppgis som kilde med navn og rapportnummer. Rapporten kan ikke endres. Ved eventuell annen bruk må forhåndssamtykke fra TØI innhentes. For øvrig gjelder [åndsverklovens](#) bestemmelser.

Tittel: CO₂-utslipp fra persontransport i Norge

Forfatter: Andreas Kokkvoll Tveit

Dato: 06.2021

TØI-rapport: 1845/2021

Sider: 43

ISSN elektronisk: 2535-5104

ISBN elektronisk: 978-82-480-2385-2

Finansieringskilder: Enova

Prosjekt: 4835 – Deomonering av CO₂- utslipp

Prosjektleder: Andreas Kokkvoll Tveit

Kvalitetsansvarlig: Nils Fearnley

Fagfelt: Marked og styring

Emneord: Persontransport, CO₂, klimagassutslipp, dekomponering, Elbiler, elektrifisering, luftfart, jernbane

Title: Decomposition of CO₂ emissions from passenger transport in Norway

Author: Andreas Kokkvoll Tveit

Date: 06.2021

TØI Report: 1845/2021

Pages: 43

ISSN: 2535-5104

ISBN Electronic: 978-82-480-2385-2

Financed by: Enova

Project: 4835 – Decomposition of CO₂ -emissions

Project Manager: Andreas Kokkvoll Tveit

Quality Manager: Nils Fearnley

Research Area: Market and governance

Keywords: Passenger transport, CO₂ emission, climate policy, decomposition analysis, electric vehicles, electrification, aviation, railways

Sammendrag:

Denne rapporten studerer årsakene til endringer i CO₂-utslipp fra persontransport i Norge mellom 2010 og 2018. Dersom man forutsetter at biodrivstoff er klimanøytralt, finner studien en samlet nedgang i persontransportutslippene på 5,19 prosent i denne perioden. En serie dekomponeringsanalyser viser at de viktigste utslippsreducerende faktorene er karbonintensitet og fordelingen av persontransport mellom framkomstmidlene. Analysene viser også at befolkningsvekst og en økning i befolkningens generelle mobilitet har sterkt utslippsøkende effekter. Imidlertid blir disse mer enn utlignet av faktorene som drar utslippene nedover. Robusthetstester viser at funnene er sensitive for hva man legger til grunn når det gjelder utslipp fra biodrivstoff. Under en forutsetning om at biodrivstoff har utslipp lik sluttbrukerutslippene, finner studien at persontransportens totale utslipp går opp mellom 2010 og 2018, og at effekten av karbonintensitet svekkes betydelig.

Summary:

This report assesses changes in CO₂ emissions from passenger transport in Norway, observing a 5.19 percent decrease in such emissions between 2010 and 2018. A series of decomposition analyses demonstrate that reduced carbon intensity and changes in the transport modes' market shares contribute strongly to the emissions reductions. In contrast, population and mobility per capita (passenger kilometres divided by population) have strong emissions-increasing effects. While the primary analyses assume that biofuels are carbon neutral, additional checks demonstrate that results are highly sensitive to that assumption. When assuming that biofuel emissions equal end-user emissions, the report finds that total passenger-transport emissions increase between 2010 and 2018, and the emissions-reducing effect of carbon intensity is close to zero.

Language of report: Norwegian

Transportøkonomisk Institutt
Gaustadalléen 21, 0349 Oslo
Telefon 22 57 38 00 - www.toi.no

Institute of Transport Economics
Gaustadalléen 21, N-0349 Oslo, Norway
Telephone +47 22 57 38 00 - www.toi.no

Forord

Denne rapporten dokumenterer arbeidet i prosjektet «Dekomponering av persontransportens CO₂-utslipp», som TØI har gjennomført for Enova. Formålet med prosjektet er å undersøke hvordan en serie faktorer påvirker CO₂-utslippene fra persontransport i Norge. Transportsektoren står for en stor andel av de totale norske CO₂-utslippene, og forståelse av ulike driveres effekter er nødvendig for å kunne redusere utslippene på en god måte. Del 1 i dette prosjektet har bestått i å utrede mulige datakilder og datakvalitet, og å samle data på blant annet utslipp, energibruk og transportarbeid for en rekke persontransportmidler. Siden utredningen av datakilder og -kvalitet sto sentralt i Enovas ønsker for prosjektet, legger denne rapporten stor vekt på dokumentasjon av datasettet. Prosjektets andre del har vært å bruke disse dataene i såkalte dekomponeringsanalyser, som viser hvordan hver faktor påvirker CO₂-utslippene over tid.

Rapportens forfatter er Andreas Kokkvoll Tveit, som også har vært prosjektleder. Nils Fearnley (TØI) har vært ansvarlig for kvalitetssikring. Prosjektets kontaktperson i Enova har vært Even Bjørnstad, som har bidratt med mange gode faglige innspill underveis i arbeidet.

Prosjektets datasett er sammensatt av data fra mange ulike kilder. Flere av disse kildene finner vi hos SSB. I tillegg har en rekke ansatte i SSB bidratt til å avklare til dels intrikate og arbeidskrevende spørsmål knyttet til statistikkene. Her fortjener Mona I. A. Engedal, Vidar Lund og Ann Christin Bøeng en spesiell takk for effektiv og god oppfølging.

Oslo, juni 2021

Transportøkonomisk institutt

Bjørne grimsrud

Direktør

Silvia J. Olsen

Avdelingsleder

Innhold

Sammendrag

Summary

1	Innledning	1
1.1	Prosjektets hovedfunn	1
1.2	Oversikt over rapporten	2
1.3	Datakilder og generelle utfordringer i datainnsamlingen.....	3
1.4	Øvrige avgrensninger i rapporten	4
1.5	Motsetninger mellom prosjektets målsetninger	4
2	Metode: Dekomponeringsanalyse	6
3	Data: Befolkning og volum	9
4	Data: Mobilitet, energi, utslipp	10
4.1	Sykkel og gange – trafikkarbeid, energiforbruk, utslipp	10
4.2	Jernbane	10
4.3	Forstadsbaner og sporveier.....	13
4.4	Personbiler.....	15
4.5	Buss	18
4.6	Motorsykler og mopeder	22
4.7	Luftfart	23
5	Datasettet – en oversikt	27
6	Analyse	29
7	Konklusjon	34
	Referanser	36
	Vedlegg	39

Sammendrag

CO₂-utslipp fra persontransport i Norge

TØI rapport 1845/2021
 Forfatter: Andreas Kokkvoll Tveit
 Oslo 2021 43 sider

Denne rapporten studerer årsaker til endringer i CO₂-utslipp fra persontransport i Norge mellom 2010 og 2018. Dersom vi antar at biodrivstoff er klimanøytralt, finner vi en samlet nedgang i persontransportutslippene på 5,19 prosent i denne perioden. En serie dekomponeringsanalyser viser at de viktigste årsakene til utslippsreduksjonene er nedgang i karbonintensitet og endringer i transportmidlenes markedsandeler i persontransporten. Analysene viser også at befolkningsvekst og en økning i befolkningens generelle mobilitet har sterkt utslippsøkende effekter. Imidlertid blir disse mer enn utlignet av faktorene som drar utslippene nedover. Robusthetstester viser at funnene er sensitive for hva man legger til grunn når det gjelder utslipp fra biodrivstoff. Under en antakelse om at biodrivstoff har utslipp lik sluttbrukerutslippene, finner jeg at persontransportens totale utslipp går opp mellom 2010 og 2018, og at de utslippsreduserende effektene av energi- og karbonintensitet er nær null.

Hva forklarer endring i CO₂-utslippene fra persontransport?

Denne rapporten undersøker effektene av ulike drivere av CO₂-utslipp fra persontransport i Norge i perioden 2010 til 2018. En rekke politiske tiltak er iverksatt for å redusere disse utslippene, for eksempel insentiver for elektrifisering og bruk av kollektivtransport, samt pakker som skal dempe mobilitetsbehov i urbane områder. Det er viktig å merke seg at rapportens analyser ikke kan regnes som rene tester av disse enkelttiltakenes effektivitet. Analysene kan imidlertid fortelle mye om de relative effektene av en serie overordnede faktorer, som for eksempel befolkning, generell mobilitet, og teknologi. Å forstå hvordan disse faktorene påvirker utslippene over tid kan gjøre oss bedre i stand til å fremskrive utslipp, og til å vurdere hvordan utslippene kan påvirkes.

I denne rapporten forstås CO₂-utslipp fra persontransport som en funksjon av seks faktorer. Den første faktoren er befolkning, siden det er rimelig å anta at utslippene fra et gitt område er avhengig av størrelsen på befolkningen som bor i området. Den andre faktoren er det jeg omtaler som *volum*, som er totale personkilometer (pkm) dividert på befolkningen et gitt år. For det tredje inkluderes en faktor som kalles *markedsandel* eller *struktur*. Denne faktoren forteller hvordan persontransporten fordeler seg mellom transportmidler. Dersom utslippsfrie transportmåter (for eksempel sykkel eller gange) øker sin andel av totale personkilometer, mens andelen for relativt utslippsintensive transportmidler går ned, så vil de totale utslippene gå ned, alt annet likt. Den fjerde faktoren er en ratio mellom kjøretøykilometer (kkm) og personkilometer, *belegg*. Den femte faktoren er *energiintensitet*, her forstått som energiforbruk dividert på kjøretøykilometer. Til slutt inkluderer jeg *karbonintensitet*, det vil si hvor mye CO₂ som slippes ut per forbrukte energienhet. De to siste faktorene (komponentene) fanger teknologiske endringer, som følger av energisparende tiltak eller installering av teknologi som frikobler utslipp fra energiforbruk.

Med andre ord forstås jeg utslippene fra persontransport som produktet av følgende faktorer:

$$CO_2 \equiv \underset{(1)}{\text{befolkning}} * \underset{(2)}{\frac{\text{personkm}}{\text{befolkning}}} * \underset{(3)}{\text{markedsandel}} * \underset{(4)}{\frac{\text{kjøretøykm}}{\text{personkm}}} * \underset{(5)}{\frac{\text{energi}}{\text{kjøretøykm}}} * \underset{(6)}{\frac{CO_2}{\text{energi}}}$$

Selv om dette er en forenklet utgave av modellen som blir estimert i denne studien, så fanger den inn logikken som ligger til grunn for analysene.

For å fange effektene av faktor 3-6 samler jeg data på utslipp, energibruk, kjøretøy- og personkilometer for en rekke ulike fremkomstmidler, for eksempel aktiv transport (sykkel og gange), trikker og sporveier, tog, busser, passasjerbiler (fordelt på en rekke drivlinjer, for eksempel diesel-, bensin- og batteribiler), og fly.

Rapportens hovedresultater vises i tabell S.1. Gitt en forutsetning om at biodrivstoff er klimanøytralt, viser dataene at CO₂-utslippene fra persontransport reduseres med 5,19 prosent i perioden 2010-2018. Til tross for den samlede nedgangen, finner jeg at to faktorer (komponenter) har sterke utslippsøkende effekter: Både befolkning og generell mobilitet (volum) har økt betydelig i perioden jeg studerer, og har utslippsøkende effekter på henholdsvis 8,37 og 11,07 prosent. Dette betyr at med mindre andre faktorer hadde dratt utslippene nedover, ville vi observert en betydelig utslippsøkning på grunn av at Norges befolkning ble større, og at hver innbygger i gjennomsnitt reiste mer i 2018 enn i 2010.

De resterende faktorene har utslippsreducerende effekter. Struktur (markedsandel) og karbonintensitet er de sterkeste i så måte. Dette betyr at transportmidler med relativt lave utslipp har tatt markedsandeler fra transportmidler med høyere utslipp, og at utslippene per konsumerte energienhet ble redusert mellom 2010 og 2018.

Tabell S.1: Dekomponeringsanalyser, disaggregert nivå, etter periode. Alle verdier er i prosent, og viser komponentenes bidrag til endring av persontransportens totalutslipp. Biodrivstoff regnes som klimanøytralt.

	2010-2015	2015-2018	2010-2018
Populasjon	6,08	2,34	8,37
Volum (pkm/pop)	8,67	2,44	11,07
Struktur (markedsandel)	-4,08	-5,34	-9,13
Belegg (kkm/pkm)	-1,37	-2,12	-3,49
Energiintensitet (Energi/kkm)	-3,92	0,82	-3,32
Karbonintensitet (CO ₂ /energi)	-1,01	-6,66	-7,10
Total	3,73	-8,60	-5,19

Hvilke implikasjoner har funnene i denne rapporten? Det er velkjent at Norges befolkning har økt i perioden som blir studert. Det er derfor ingen overraskelse at jeg finner at befolkning har en utslippsøkende effekt. Like fullt er det interessant at effekten av befolkningsøkningen er større enn alle de utslippsreducerende faktorene, bortsett fra struktur. Dette gjelder i enda større grad for den generelle mobiliteten i befolkningen (volum), som er faktoren med den sterkeste effekten på utslipp i perioden 2010-2018. Dette innebærer at effekten av teknologiske forbedringer blir mer enn veid opp av at befolkningen reiser mer og mer.

Til slutt er det viktig å merke seg at resultatene er svært sensitive for hvilke forutsetninger som legges til grunn om utslippene fra biodrivstoff. Når jeg går bort fra grunnforutsetningen om at biodrivstoff er CO₂-nøytralt, endres resultatene kraftig. Hvis man setter disse utslippene lik sluttbrukerutslippene (altså mengden klimagasser som frigjøres når drivstoffet blir brukt), så *øker* de totale persontransportutslippene med mer enn 2 prosent i perioden 2010-2018. Den utslippsreducerende effekten av karbonintensitet svekkes betydelig.

Summary

Decomposition of CO₂ emissions from passenger transport in Norway

TOI Report 1845/2021
 Author: Andreas Kokkvoll Tveit
 Oslo 2021 43 pages Norwegian

This report decomposes the CO₂ emissions from passenger transport in Norway between 2010 and 2018. A series of decomposition analyses demonstrate that population and mobility per capita (passenger kilometres divided by population) have strong emissions-increasing effects. In contrast, reduced carbon intensity and changes in transport modes' market shares helped reduce emissions. While the report's primary analyses assume that biofuels are carbon neutral, additional checks demonstrate that results are highly sensitive to that assumption. When assuming that biofuel emissions equal end-user emissions, I find that total passenger-transport emissions increase between 2010 and 2018, and the effect of carbon intensity is close to zero.

What affects CO₂ emissions from passenger transport?

This report assesses the effects of several drivers of CO₂ emissions from passenger transport in Norway between 2010 and 2018. Norway has commissioned a number of policies intended to reduce such emissions, including support schemes for electrification, measures to reduce overall mobility needs, and incentivizing public transport. Although my analyses do not constitute tests of each of these measures' effectiveness, I assess the relative impact of a number of structural factors, such as population, general mobility, and technology. Deepening our understanding of emissions drivers can help improve future emissions scenarios and inform policies.

I understand CO₂ emissions from passenger transport as a function of six factors. First, I include *population* in my model, because CO₂ emissions from passenger transport is likely dependent on the number of inhabitants in the geographical area under scrutiny (Norway). To capture the effects of changes in general mobility of the population, my second measure is *volume*; that is, the number of passenger kilometres (pkm) divided by population. Third, I expect that emissions are affected by what I label *structure* or *market share*, i.e. the distribution of mobility across transport modes: If emissions-free transport modes (walking, biking) are substituted for relatively emissions-intensive modes (i.e., cars running on diesel), total emissions will go down, everything else being equal. Fourth, emissions are affected by changes in the ratio between vehicle kilometres (vkm) and pkm, i.e. *vehicle occupancy*. Fifth, my model should capture changes in *energy intensity*, here understood as energy consumed per vkm. Finally, total emissions are likely affected by *carbon intensity*, which I define as the amount of CO₂ emitted per energy consumed. The latter two components capture technological changes of interest, such as energy-saving technologies, and technologies that decouple emissions from energy use.

Hence, I understand CO₂ emissions from passenger transport as:

$$CO_2 \equiv \underset{(1)}{\text{population}} * \underset{(2)}{\frac{\text{passenger km}}{\text{population}}} * \underset{(3)}{\text{market share}} * \underset{(4)}{\frac{\text{vehicle km}}{\text{passenger km}}} * \underset{(5)}{\frac{\text{energy}}{\text{vehicle km}}} * \underset{(6)}{\frac{CO_2}{\text{energy}}}$$

Albeit a simplified version of the model I estimate, the equation above demonstrates logics underpinning my decomposition analyses.

Estimating the effects of factors 3-6 requires disaggregated data; that is, data on a number of transport modes. I collect data on emissions, energy use, pkm, and vkm for a number of such modes, including active transport (walking, biking), trams, trains, buses, passenger cars (disaggregated to a number of sub-categories such as diesel, battery, and hybrid cars), and planes.

Table S.1 shows my main results. Assuming that biofuels are carbon neutral, I find that emissions from passenger transport decrease by 5.19 percent between 2010 and 2018. Despite this overall decrease, two factors (components) have strong emissions-increasing effects: I find that population and volume (pkm/population) increase emissions by 8.37 and 11.07 percent, respectively. Hence, unless other factors had driven emissions down, total emissions would have increased considerably because of Norway's population growth and the fact that the average Norwegian travelled more in 2018 than in 2010. The strongest emissions-reducing factors are *structure* and *carbon intensity*. That structure reduces emissions implies that overall, Norwegians have switched from relatively emissions-intensive to lower-emissions transport modes. The effect found for carbon intensity implies that means of transport used in Norway in 2018 emitted less CO₂ per energy unit used than in 2010.

Table S.1: Decomposition analyses. All values are in percent, and show the component's effect on change in emissions from passenger transport in the given period of time. Biofuels are assumed climate neutral.

	2010-2015	2015-2018	2010-2018
Population	6,08	2,34	8,37
Volume (pkm/pop)	8,67	2,44	11,07
Structure	-4,08	-5,34	-9,13
Vkm/pkm	-1,37	-2,12	-3,49
Energy intensity (Energy/vkm)	-3,92	0,82	-3,32
Carbon intensity (CO ₂ /energy)	-1,01	-6,66	-7,10
Total	3,73	-8,60	-5,19

What lessons can be drawn from my findings? That population increases emissions is hardly surprising, but it is nonetheless noteworthy that population outweighs all emissions-reducing factors except from structure. That is even more true in the case of volume (the general mobility of the population), which has the strongest effect of all factors between 2010 and 2018. This means that the emissions-reducing effects of technological changes are outweighed by the fact that inhabitants of Norway travel more and more. Finally, my robustness checks reveal that my results are highly sensitive to assumptions regarding the emissions from biofuels. In my main results presented above, I assume that the emissions from biofuels equal zero. When I run analyses including CO₂ emissions from biofuels, overall emissions increase by more than 2 percent. Moreover, the emissions-reducing effect of carbon intensity is considerably weaker.

1 Innledning

Dette prosjektet studerer årsakene til endringer i CO₂-utslippene fra persontransport i Norge. Disse utslippene er påvirket av en rekke faktorer, som jeg forsøker å fange og isolere effektene av i mine analyser. Tidsperioden som studeres er årene fra 2010 til 2018. Persontransport er en viktig kilde til klimagassutslipp: Som data samlet inn i arbeidet med dette prosjektet viser, sto innenlandsk persontransport for 7,125 millioner tonn i 2018. Dette utgjør noe over 13,6 prosent av Norges totale utslipp. Etersom det ikke finnes offisielle statistikker som skiller utslipp fra person- og godstransport, er dette en verdi som ikke beregnes jevnlig av andre statistikkilder.

Denne rapporten dokumenterer hovedfasen av prosjektet «Dekomponering av CO₂-utslipp fra persontransport», som Transportøkonomisk institutt (TØI) har utført på oppdrag for Enova i 2020 og 2021. Hovedprosjektet følger opp og bygger på pilotprosjektet med samme navn, som ble utført vinteren og våren 2020, og som ble rapportert i Kokkvoll Tveit (2020). Arbeidet har to siktemål:

1. Å etablere et datasett som gjør det mulig å dekomponere persontransportens CO₂-utslipp med et gitt sett komponenter.¹
2. Å gjennomføre analysen for å forstå persontransportutslippenes drivkrefter.

Arbeidet tar utgangspunkt i pilotens hovedfunn: At det er mulig å bygge en tidsserie av data for dekomponering av persontransportens CO₂-utslipp, men at flere pragmatiske, «second best»-løsninger er nødvendig for å bygge det tilstrekkelige datasettet.

På grunn av Enovas ønske om en fyldig utredning av datasettets oppbygging samt alternative datakilder, inneholder denne rapporten utførlige redegjørelser for hvilke datakilder jeg bygger på, om det finnes alternative framgangsmåter, og hvilke fordeler og ulemper min valgte løsning innebærer. Slik skiller denne rapporten seg noe fra mange andre arbeider, der analyseresultater utgjør en større del av rapporten.

Data for utvalgte år ligger som vedlegg til denne rapporten. Det fullstendige datasettet kan gjøres tilgjengelig etter forespørsel til rapportforfatteren.

1.1 Prosjektets hovedfunn

Det viktigste funnet i prosjektets datainnsamlingsdel er at man, gjennom å kombinere en rekke datakilder, kan bygge et datasett som svarer på problemstillingene som motiverer prosjektet. Noen av framkomstmidlene og komponentene er vanskeligere å finne gode data på enn andre. Der det er formålstjenlig, bruker rapporten flere datakilder hos Statistisk sentralbyrå (SSB). For en rekke variabler er det imidlertid andre datakilder som er mer

¹ Disse komponentene blir spesifisert i et senere metodekapittel.

velegnet til studiens formål. For eksempel henter jeg en rekke data fra TØIs BIG-modell,² som inneholder personbil- og bussdata som skiller ulike typer fremkomstmidler fra hverandre (for eksempel diesel-, bensin- og batterielektriske³ biler). En annen fordel med BIG-modellen er at den inkluderer turbusser, som er utelatt av SSBs persontransport-statistikk. Ergo er mine data mer komplette enn de ville være om jeg utelukkende brukte SSB-statistikker. Å bruke BIG-modellen og andre datakilder medfører likevel noen ulemper, for eksempel enkelte avvik mellom mine og SSBs data.

Når det gjelder driverne av persontransportens CO₂-utslipp, viser analysene at det er primært to komponenter som drar utslippene oppover: Økning i befolkning, og at gjennomsnittsinnyggeren reiser mer. I motsatt retning drar det som kalles *strukturfaktoren*: Analysene viser at det i perioden 2010-2018 skjedde en omfordeling i persontransport-markedet der fremkomstmidler med relativt lave utslipp tok markedsandeler fra fremkomstmidler med relativt høye utslipp. I den samme retningen trekker utviklingen i *karbonintensitetsfaktoren*: I slutten av perioden jeg studerer (2018) slippes det ut mindre CO₂ per forbrukte energienhet enn det gjorde i starten av perioden (2010). Rapporten finner også at *energintensitetsfaktoren* har en utslippsreducerende effekt: Analysene viser at nedgang i energiforbruket per kjørte distanse drar CO₂-utslippene nedover i betydelig grad.

Den samlede effekten av de utslippsreducerende faktorene er sterkere enn faktorene som trekker utslippene oppover, og vi observerer en nedgang i persontransportens CO₂-utslipp gjennom perioden. Denne konklusjonen er imidlertid svært sensitiv for hvilke forutsetninger vi legger til grunn om biodrivstoffenes CO₂-utslipp. I likhet med SSBs statistikker, legger denne rapporten i utgangspunktet til grunn at biodrivstoff er klimanøytralt. Dersom jeg i stedet inkluderer biodrivstoffenes sluttbruk-utslipp i datasettet, endres resultatene betydelig: Da observerer vi en oppgang i utslippene gjennom perioden, og karbonintensitetsfaktorens effekt på utslippene svekkes betydelig.

1.2 Oversikt over rapporten

Denne rapporten går videre til en presentasjon av de viktigste datakildene jeg bruker, og en utredning om hvilke utfordringer prosjektets datainnsamling har stått overfor. Deretter påpeker jeg noen avgrensninger som ligger til grunn for arbeidet, og understreker interne motsetninger mellom flere av ønskene for prosjektet. Kapittel 2 er metodeseksjonen, og inneholder en redegjørelse over analysemetode og modell for dekomponering. Kapittel 3-4 er de i sidetall mest omfattende delene av rapporten, der jeg dokumenterer hvordan datasettet er bygget. Deretter gir kapittel 5 en oversikt over dataene som brukes i analysene. I kapittel 6 og 7 presenteres resultatene av en serie dekomponeringer, og funnenes implikasjoner blir drøftet. Data fra utvalgte år er inkludert som vedlegg til rapporten.

² TØIs modell BIG («Bilgenerasjonsmodell») inneholder tidsseriedata for en rekke egenskaper ved norskregistrerte kjøretøy på fire hjul. BIG-modellen brukes både til empiriske analyser basert på historiske data, og til framskrivinger av kjøretøyparken og dens energibruk, CO₂-utslipp m.m. Se videre presentasjon og omtale i kommende kapitler og avsnitt.

³ Jeg refererer i det følgende i hovedsak til disse som batteribiler.

1.3 Datakilder og generelle utfordringer i datainnsamlingen

Denne seksjonen gjennomgår de viktigste datakildene for dette prosjektet, og peker på noen sentrale utfordringer i datainnsamlingsprosessen. Som vi skal se, går tre av SSBs datakilder igjen: Dette er det jeg omtaler som SSBs *utslippsstatistikk*, SSBs *persontransportstatistikk*, og SSBs *energibalanse*. Alle de tre datakildene blir nærmere beskrevet under. Av hensyn til leseren inkluderer jeg tabellnummer og hyperlink til kildetabellen der det er nødvendig for klarheten i teksten.

Vi søker i dette prosjektet å forstå driverne av innenlandske persontransportutslipp av CO₂ og andre klimagasser.⁴ Ergo bør alle data være avgrenset til det norske territoriet. Dette tilsier i utgangspunktet at våre data for trafikkarbeid (personkilometer og kjøretøykilometer), energibruk og utslipp må være avgrenset til relevante aktiviteter innenfor Norges grenser. Dette kan imidlertid være en utfordring, siden reisende ofte krysser landegrenser. Dette gjør at drivstoff kan kjøpes i ett land og forbrukes i et annet, og et kjøretøy registrert i ett land kan gjennomføre mye av sitt transportarbeid i et annet.

Disse forholdene stiller dette prosjektet overfor flere utfordringer. Disse utfordringene knytter seg til de fire variablene som er mest ressurskrevende i datainnsamlingsfasen: CO₂-utslipp, energibruk, personkilometer og kjøretøykilometer.

Hovedkilden på CO₂-utslipp er SSBs tabell [08940: Klimagasser, etter utslippskilde, energi-produkt og komponent](#) – heretter også omtalt som «SSBs utslippsstatistikk.» Denne tabellen presenterer data for «utslipp til luft av klimagasser (...) fra norsk territorium.» Dette er identisk med avgrensingen som blir brukt i min viktigste kilde til data på *energibruk*, SSBs tabell [11561: Energibalansen. Tilgang og forbruk, etter energibalansposter, energi-produkt, statistikkvariabel og år](#) – heretter omtalt som «SSBs energibalanse»: Denne viser «samlet tilgang, transformasjon og forbruk av alle energiprodukter (inkl. biobrensler) på norsk geografisk territorium.»

Dermed skiller utslippsstatistikken og energibalansen seg fra denne studiens viktigste kilde på *personkilometerdata* – SSBs tabell [03982: Innenlandsk persontransport, etter transportmåte](#), heretter omtalt som «SSBs persontransportstatistikk». Om denne statistikken skriver SSB at «[den] viser utviklingen i innenlandsk transport av personer og gods med jernbane, på veiene, i lufta og på sjøen», og det presiseres at «den delen av en transport mellom Norge og utlandet som foregår på norsk område blir ikke regnet med.» Dette innebærer for eksempel at i en reise med personbil fra Oslo til Strømstad ikke tas med i persontransportstatistikken, til tross for at omkring 120 kilometer av reisen foregår på norsk territorium. Det samme gjelder for grensekryssende reiser med fly og jernbane.

Dette skiller seg fra noen av *kjøretøykilometerdataene* som er hentet inn. Merk at kjøretøykilometerdata ikke er samlet i noen egen tabell, men heller hentes inn fra ulike datakilder. En av disse datakildene er SSBs tabell [08935: Kollektivtransport med jernbane 2004 - 2019](#). Denne tabellen «omfatter all rutegående transport», og inkluderer togkilometerdata, som jeg bruker i dette prosjektet. Men her er alle reiser på norsk territorium inkludert – også deler av utenlandsreiser som foregår på norsk territorium. Dette står som nevnt i motsetning til personkilometerstatistikken. Slike tilfeller av varierende geografiske avgrensninger av data er forsøkt håndtert så langt det er mulig.

⁴ Av hensyn til fremstillingen omtales som regel disse utslippene litt upresist som «persontransportens CO₂-utslipp». I offisielle statistikker oppgis de fleste kvantifiserte utslipp i *CO₂-ekvivalenter*, men for enkelthets skyld omtaler jeg det som regel kun som CO₂.

1.4 Øvrige avgrensninger i rapporten

Denne studien ser på persontransport på Norges territorium, uten å operere med mindre geografiske enheter. Svært mye persontransport krysser kommune- eller fylkesgrenser, og persontransportdata beregnes primært på nasjonalt nivå. Det er nok i prinsippet mulig å bruke data fra den nasjonale reisevaneundersøkelsen (RVU) til å beregne persontransportomfang på andre geografiske nivåer, men disse beregningene vil trolig være svært ressurskrevende og beheftet med langt større usikkerhet enn de nasjonale dataene.

Prosjektet legger til grunn en «tank to wheel»-forutsetning når det gjelder fremkomstmidlenes utslipp. Dette betyr for eksempel at jeg forutsetter null CO₂-utslipp fra forbruk av elektrisk kraft.⁵ Dermed inkluderes ikke utslipp som følger av produksjon av elektrisitet («well to wheel»), eller av fremkomstmidlene selv (livssyklus-utslipp). Jeg fraviker imidlertid denne forutsetningen på ett punkt: Biodrivstoff. Forutsetningen om null utslipp fra biodrivstoff er i tråd med praksisen når norske myndigheter utarbeider Norges nasjonale klimaregnskap.

Jeg samler data for all persontransport i Norge, men gjør unntak for persontransport til sjøs. Årsaken er at fordelene neppe svarer til kostnadene med å prioritere denne oppgaven. Sjøtransport er en utfordrende kategori å inkludere i datagrunnlaget for en dekomponeringsanalyse. Et vesentlig problem er at SSBs statistikker for kjøretøykilometer,⁶ personkilometer, utslipp og energibruk ikke opererer med de samme (under)kategoriene i sjøfart. En annen utfordring er å fordele utslippene mellom passasjerer og gods. Selv om mye gods-transport til sjøs går på egne fartøyer, er det betydelig godstransport på sjøtransportmidler som også frakter passasjerer. Videre konkurrerer sjøtransportmidlene i begrenset grad om passasjerer med andre transportmidler.⁷

1.5 Motsetninger mellom prosjektets målsetninger

Dette prosjektet forsøker å forene en rekke målsetninger. I dette avsnittet påpekes noen målsetninger som ideelt sett skulle realiseres, men som vanskelig lar seg forene.

De ønskelige målsetningene inkluderer følgende:

- Inneholde data på relativt disaggregert nivå (se forklaring under)
- Identiske geografiske avgrensninger (se forklaring under)
- Samsvare godt med relevante statistikker fra SSB, spesielt SSBs utslippsstatistikk
- Resultere i utslipps- og/eller energibrukskoeffisienter som er sammenlignbare over tid og over transportmidler

En første målsetning er at prosjektet skal levere analyser som gir svar på detaljerte spørsmål. For eksempel er jeg ikke bare interessert i de samlede effektene av endringer i

⁵ Oppdragsgiver har signalisert et ønske om at studien i utgangspunktet skal tilskrive elektrisk drevne fremkomstmidler null utslipp.

⁶ For kollektivtransport til sjøs finnes det fartøykilometer i SSBs tabell 06262 Kollektivtransport med buss og båt. Her er imidlertid ferjer og Hurtigruta utelatt.

⁷ Med et mulig unntak for rutebåtene langs kysten, som i noen grad konkurrerer med privatbiler og rutebuss. Andre mulige unntak er relasjoner dekket av både Hurtigruten og fly.

personbilflåten: Jeg ønsker også å beregne effektene av endringer i underkategorier av personbiler – for eksempel forskyvingen fra bensinbiler til dieslbiler, og fra biler med forbrenningsmotor til batteribiler. Dette krever rimeligvis data som skiller de ulike personbiltyperes energiforbruk, CO₂-utslipp etc. fra hverandre. SSBs statistikker inneholder ikke data på tilstrekkelig disaggregert nivå til å gjøre slike analyser. Ettersom analyser på disaggregert nivå er en viktig målsetning, har jeg valgt *ikke* å bruke SSB-data på personbiler: I stedet har det blitt hentet ut data fra TØIs BIG-modell (se for eksempel Fridstrøm og Østli 2018), som inneholder tilstrekkelige trafikkarbeid-, energibruks- og utslippsdata. Dette valget innebærer at studien ikke til fulle realiserer målsetningen om samsvar med relevante SSB-statistikker: Som jeg kommer tilbake til, er det visse avvik mellom BIG- og SSB-data.

Et beslektet motsetningsforhold kan oppstå mellom målsetningen om samsvar mellom prosjektets data og relevante SSB-statistikker og målsetningen om å lage utslipps- og/eller energibrukskoeffisienter som er sammenlignbare mellom fremkomstmidler. Hensynet til samsvar mellom mine BIG-baserte personkilometerdata utført med personbiler og slike data hos SSBs kan realiseres ved å fordele avviket proporsjonalt mellom ulike biltyper (drivlinjer). Men, som jeg kommer tilbake til, vil dette gi et personkilometertall som ikke står i et rimelig forhold til personbilers utslipp og energibruk. I en sammenlikning av CO₂-utslipp per personkilometer mellom ulike fremkomstmidler vil personbiler komme urimelig godt ut. Av denne og andre grunner har jeg ikke gjort noe for å tette gapet mellom mine og SSBs personkilometerdata for personbiler.

Den andre målsetningen innebærer at jeg ideelt sett ønsker at data på utslipp, energibruk og trafikkarbeid er hentet fra aktiviteter innenfor samme geografiske område. Denne målsetningen kommer i konflikt med målsetningen om å kalkulere koeffisienter som er sammenlignbare mellom transportmidler: Som jeg senere skal komme tilbake til, inkluderer SSB persontransportstatistikker kun *nasjonal transport* – det vil si reiser som starter og slutter innenfor norsk territorium. Dermed utelukkes alle reiser som har start- eller slutt-punkt utenfor Norges grenser – også de delene av reisen som går på norsk territorium. Dette står i kontrast til den generelle avgrensningen av SSBs utslipps- og energibruksdata: Begge disse gjelder i utgangspunktet all aktivitet på norsk territorium. Dette inkluderer de delene av utenlandsreiser som skjer innenfor Norges grenser.

Problemet illustreres av følgende eksempel: SSBs data på personkilometer for jernbane gjelder bare reiser som starter og slutter i Norge. SSBs data for jernbanens utslipp inkluderer derimot all jernbanetraffikk på norsk jord, også fra reiser som har start- eller slutt-punkt utenlands. Dersom jeg skulle kalkulere CO₂-utslipp per personkilometer⁸ ved å dividere det av SSB oppgitte utslippet på jernbanens personkilometerdata, ville telleren (CO₂-utslipp) inkludere litt flere reiser enn nevneren (personkilometer). Dersom jeg skulle legge dette til grunn, vil jeg overestimere utslippet per personkilometer. Som vist i delkapittel 4.2, finnes en måte å justere jernbanedataene på, slik at både kjøretøykilometer-, personkilometer-, utslipps- og energibruksdata kun inneholder strengt nasjonale reiser. Men på grunn av varierende datatilgang, er ikke en slik justering mulig for alle fremkomstmidler. Dette gjør at vi må være forsiktige når vi sammenlikner ulike intensiteter mellom fremkomstmidler.

⁸ CO₂ per personkilometer er ikke en komponent som inngår i denne studiens analyser, men det er en vanlig ratio å kalkulere for å sammenlikne ulike framkomstmidlers klimaavtrykk, og den er mulig å beregne på bakgrunn av mine data.

2 Metode: Dekomponeringsanalyse

Med utgangspunkt i Kaya-identiteten (se for eksempel Kaya og Yokoburi 1997) har en lang rekke studier undersøkt effektene av drivere av CO₂-utslipp (Rafaj et al. 2014; Ma og Cai 2018). Dette er en klassisk variant av Kaya-identiteten:

$$CO_2 \equiv \underset{(1)}{\text{befolkning}} \times \underset{(2)}{\frac{BNP}{\text{befolkning}}} \times \underset{(3)}{\frac{\text{Energi}}{BNP}} \times \underset{(4)}{\frac{CO_2}{\text{Energi}}} \quad (1)$$

Her forstås altså CO₂-utslipp fra et land⁹ som produktet av fire komponenter eller faktorer. Den første faktoren er befolkning. Den andre er verdiskaping per innbyggerbruttonasjonalprodukt (BNP) dividert på befolkning. Den tredje faktoren er energiintensiteten i økonomien, som viser hvor mye energi som konsumeres per enhet verdiskaping. Denne kan dels tolkes som en teknologisk faktor, siden den påvirkes av innfasing av energi-sparende teknologi. Men den kan også ses på som en mer strukturell faktor, siden den påvirkes av hvor stor andel av økonomien tjenesteytende (og andre relativt lite energi-intensive) næringer utgjør. Til slutt kommer utslippsintensiteten – CO₂-utslippet per konsumerte energienhet. Verdien på denne fjerde faktoren avgjøres av hvor stor andel av energien som er utslippsfri.

Med dette som utgangspunkt foreslår vi at utslippene fra persontransport kan forstås som produktet av følgende faktorer:

$$CO_2 \equiv \underset{(1)}{\text{befolkning}} * \underset{(2)}{\frac{\text{personkm}}{\text{befolkning}}} * \underset{(3)}{\text{markedsandel}} * \underset{(4)}{\frac{\text{kjøretøykm}}{\text{personkm}}} * \underset{(5)}{\frac{\text{energi}}{\text{kjøretøykm}}} * \underset{(6)}{\frac{CO_2}{\text{energi}}} \quad (2)$$

Som vi ser, har likning¹⁰ 2 noen flere og andre faktorer enn likning 1.¹¹ Populasjonsfaktoren er imidlertid lik. Siden dette prosjektets formål er å studere drivere av persontransportens CO₂-utslipp i Norge, er det naturlig å inkludere hele den norske befolkningen her. Jeg vil i senere kapitler gjøre rede for hvilke kilder som gir mest valide data for perioden jeg er interessert i.

⁹ Andre geografiske enheter kan også studeres ved bruk av denne identiteten.

¹⁰ Her kunne også begrepet «identitet» brukes, men av hensyn til lesere uten fagbakgrunn i statistikk eller liknende, så bruker jeg det mer allmenne begrepet «likning».

¹¹ Likningen er noe forenklet, da den ikke reflekterer at det på faktor 3-6 er unike skårer for en serie transportmidler.

Faktor nummer 2 er den totale persontransportmengden i Norge et gitt år¹² dividert på befolkningen det året – dette er med andre ord en faktor som måler «mobilitet per capita». Jeg omtaler dette som *volumfaktoren*. Begrepet personkilometer brukes her slik det vanligvis gjøres i transportøkonomiske litteraturer – altså som produktet av reiselengde og antall transporterte personer. En personbil som frakter tre personer 10 kilometer har derfor utført et persontransportarbeid på 30 personkilometer.

Den tredje faktoren, som i rapporten omtales som *markedsandel* eller *struktur*, representerer all persontransporten fordelt som andeler over alle brukte transportmidler. La oss si at det totale persontransportarbeidet er 1000 personkilometer, og 200 av disse er utført av busser og 300 av personbiler. Da vil busser skåre 0,2 på markedsandel-variabelen, mens personbiler skårer 0,3. Til sammen skal alle framkomstmidlenes verdier summere til 1.

Også på faktor 4 må alle brukte transportmidler tildeles en egen skåre. Her tildeles skåre (verdier) lik kjøretøykilometer dividert med personkilometer utført med de ulike transportmidlene. Kjøretøykilometer er definert som antall kilometer utført av et gitt fremkomstmiddel. Eksempelet over viste at en personbil som frakter tre personer 10 kilometer har utført et persontransportarbeid på 30 personkilometer. Antallet *kjøretøykilometer* er derimot bare 10, siden kjøretøykilometer ikke er avhengig av antallet passasjerer.

Hvis busser i gjennomsnitt har 10 passasjerer, vil busser ha 10 personkilometer per kjøretøykilometer. Ergo vil bussenes skåre på faktor 4 være 0,1. Hvis personbiler i gjennomsnitt transporterer 2 personer, vil de skåre 0,5 på faktor 4. For «transportmiddelet» gange er det rimelig å anta at det kun er én reisende, siden de aller fleste spasserturer skjer uten «ekstrapassasjerer». ¹³ Dermed skårer «gange» 1 på faktor 4. ¹⁴

Den femte faktoren er en energiintensitetsfaktor: Her skårer de ulike fremkomstmidlene lik sitt energiforbruk dividert på antallet kjøretøykilometer. Den siste faktoren (6) representerer karbonintensitet: Her skårer fremkomstmidlene i henhold til hvor mye CO₂ som slippes ut for hver enhet energi som forbrukes. Faktor 5 og 6 kan sies å utgjøre teknologi-komponentene i likningen: De fanger opp endringer i energieffektivitet, for eksempel når T-banen i Oslo tar i bruk teknologi som tar vare på bremseenergi som senere kan brukes til fremdrift. Slike energieffektiviseringer vil redusere skåre på faktor 5. På faktor 6 vil skårene endre seg i takt med overganger mellom fremkomstmidler med (relativt) høy og lav utslippsintensitet. For eksempel vil utslippsintensiteten gå ned over tid hvis biler med forbrenningsmotor (heretter omtalt som «dieslbiler» og «bensinbiler») blir byttet ut med batteribiler (elbiler).

Flere offentlige statistikker oppgir fremkomstmidlers utslipp per personkilometer (se for eksempel SSB 2019a, SSB 2019b og SSB 2019c). Utslipp per personkilometer er imidlertid ikke tilstrekkelig gitt denne studiens formål: Når målet for denne studien er å studere utslippseffektene av teknologisk endring, er det optimalt med mer rendyrkede teknologi-variabler, slik faktorene 5 og 6 kan sies å være. Derimot er CO₂-utslipp per personkilometer påvirket av både teknologi og mer strukturelle forhold: La oss si at fra ett år til et annet går

¹² Her kunne både kortere og lengre tidsperioder velges, men ettersom de fleste datakilder oppgir data per år, er dette den naturlige perioden å bruke.

¹³ Jeg ser med andre ord bort fra de relativt få antallet personkilometer som et barn i bæreveis eller liknende blir transportert av en voksen.

¹⁴ Mange statistikker (se for eksempel Farstad et al. 2019) opererer med personkilometer som teller (det vil si tallet over brøkstreken) og kjøretøykilometer som nevner, og omtaler ratioen mellom dem som belegg. Jeg har imidlertid snudd denne brøken på hodet fordi alle variabler (det vil si kjøretøykilometer, personkilometer, CO₂-utslipp etc.) må finnes både over og under identitetens brøkstreke.

personbilers utslipp ned som følge av en teknologisk forbedring. Dette er en endring som jeg ønsker å fange inn i analysene. Men i den samme perioden blir det noe færre passasjerer per personbil. Denne endringen utligner den teknologiske forbedringen, og CO₂-utslippet per personkilometer forblir uendret fra det ene året til det andre. Ergo har CO₂ per personkilometer mangelfull validitet som teknologiindikator, og mer rendyrkede teknologiindikatorer er derfor ønskelig. I denne studien er det derfor bedre å operere med energi- og utslippsintensiteter slik mine faktorer 5 og 6 er definert.

Etter at faktorene som inngår i dekomponeringsanalysen (likning 2) med dette er presentert, går jeg nå videre til å redegjøre for den spesifikke analyseteknikken jeg bruker. Denne studien benytter én spesifikk variant av en større analyseteknikkfamilie som har samlebetegnelsen dekomponeringsanalyse.¹⁵ Modellene som brukes i dekomponeringsanalyser er spesifisert med betydelig variasjon (se for eksempel Raupach et al. 2007 eller litteraturgjennomgangen i Ang 2015), men deler et grunnleggende trekk: Noe forenklet sagt, så estimerer alle en serie komponenters effekter gjennom å holde alt annet enn én komponent konstant fra en tidsperiode til neste. Merk derfor at likning 2 er en forenklet illustrasjon: I dekomponeringene er vi ute etter å forstå hva som driver endringen i CO₂-utslipp fra én tidsperiode til den neste. Dette fanges ikke opp i likning 2. Det samme gjelder for faktorene som brukes som forklaring på endringen i CO₂-utslipp: Det er disse faktorenes endring i den aktuelle tidsperioden brukes for å forklare utslippsendringene.

Dermed fanger likning 3 bedre dekomponeringsanalysens logikk:

$$\Delta CO_2 \equiv \Delta \text{befolkning} * \Delta \frac{\text{personkm}}{\text{befolkning}} * \sum_i \Delta \left(\text{andel}_i \frac{\text{kjøretøykm}_i}{\text{personkm}_i} \frac{\text{energi}_i}{\text{kjøretøykm}_i} \frac{CO_{2i}}{\text{energi}_i} \right) \quad (3)$$

Dekomponeringsanalyser ble først anvendt på 1980-tallet for å isolere ulike faktorerens effekt på energikonsum i en økonomi, men har senere blitt tatt i bruk på en rekke felt, ikke minst for studere drivere av miljøskadelige utslipp. Utslipp av CO₂ og andre klimadrivere har naturlig nok vært gjenstand for mange nyere publiserte dekomponeringsanalyser (se for eksempel Peters et al 2017), men også analyser av utslipp til luft av svovel og nitrogenoksid (NO_x) er publisert i ferske arbeider (Rafaj et al. 2014). Mange tidligere dekomponeringer av utslipp har sett på hele økonomier, ikke enkeltsektorer. Ferske unntak fra dette er Zhu et al. (2020) og Solaymani (2019), som begge dekomponerer transportutslipp av CO₂.

Ang (2015) gjennomgår en rekke ulike dekomponeringsmodeller, og hvordan ulike bidragsyttere over tid har avdekket svakheter med tidligere modeller og foreslått forbedringer.¹⁶ Forskningsfronten i dag er dominert av ulike Logarithmic Mean Divisia Index (LMDI)-tilnæringer (Kesicki 2013; Ang 2015). Sammenliknet med den tidligere mye brukte Laspeyres-tilnærmingen er LMDI-tilnærmingens hovedfordel at den ikke etterlater noen uforklart residualfaktor.

I tråd med anbefalingen fra Ang (2015, s. 237) bruker jeg i denne studien Ang's (2015) modell 1, som bygger på og videreutvikler logikken vist i likning 3.

¹⁵ Deler av den internasjonale forskningslitteraturen (se Ang and Zhang 2000 eller Ang 2015) bruker begrepet *indeksdekomponeringsanalyse* (IDA) for å markere et tydelig skille til såkalte *strukturdekomponeringsanalyser* (SDA). Studien jeg rapporterer her tilhører den første kategorien (IDA). Av hensyn til leseren foretrekker jeg å bruke det enklere begrepet *dekomponeringsanalyse* i denne rapporten.

¹⁶ Zhang et al. (2009) og Ang (2015) gir gode oversikter over metodeutviklingen over tid.

3 Data: Befolkning og volum

Befolkning er den komponenten der data er enklest tilgjengelig og trenger minst bearbeiding for å tas i bruk. Vi henter data fra SSBs tabell [05803 «Endringer i befolkningen i løpet av året»](#) og bruker variabelen «Befolkning», som viser hvor mange som var bosatt i Norge 1. januar i de oppgitte årene. Siden de andre variablene i analysen (personkilometer, kjøretøykilometer, energibruk, og CO₂-utslipp) er totalsummer for hele år, bruker jeg gjennomsnittet av befolkningen 1. januar det gitte året og befolkningsmengden 1. januar det neste året. Dette betyr for eksempel at jeg setter befolkningsverdien for 2018 lik gjennomsnittet av befolkningen 1. januar 2018 og 1. januar 2019.

Denne framgangsmåten er fulgt for alle årene i perioden 2010-2018.

Det betyr altså at jeg bruker statistikk for Norges totale befolkning i dekomponeringsanalysen. Det samsvarer med SSBs persontransportstatistikk, som inkluderer hele befolkningens mobilitet. Her er det likevel ett unntak: Som vi skal vise senere, er RVU den beste kilden for gange- og sykkeldata. Personer under 13 år er utelukket som respondenter i RVU. RVU-dataene for gange- og sykkelbruk inkluderer dermed ikke kilometer gått og syklet av barn opp til 12 år. Jeg kommer tilbake til denne problemstillingen delkapittel 4.1.

Denne framgangsmåten innebærer at turister ikke inkluderes i prosjektets befolkningsdata. Det er rimelig, men det er likevel verdt å merke seg at turistenes aktiviteter i Norge (for eksempel når de flyr innenlands eller leier en bil og kjøper drivstoff på en bensinstasjon i Norge) påvirker verdiene på andre variabler i datasettet.

Volum – den andre faktoren i min ligning – kalkuleres slik: For hvert år summeres alle personkilometer utført med alle framkomstmidlene jeg samler data for. Denne summen divideres da på befolkningsverdien det aktuelle året.

4 Data: Mobilitet, energi, utslipp

Denne seksjonen viser hvordan data for personkilometer, kjøretøykilometer, energiforbruk og CO₂-utslipp er hentet inn og kalkulert.

4.1 Sykkel og gange – trafikkarbeid, energiforbruk, utslipp

I SSBs persontransportstatistikk er kun motorisert transport inkludert. Det betyr at data for gange og sykkel må hentes fra andre kilder. Til det formålet er Reisevaneundersøkelsen (RVU) en opplagt kandidat (se for eksempel Hjorthol et al. 2014). RVU er en periodisk nasjonal kartlegging av befolkningens reisevaner, og er mye brukt som datagrunnlag i Statens vegvesen og de andre transportetatene.

For årene 2010-2013 henter jeg personkilometerdata for gange og sykkel fra Rødseth et al. (2019). De finner verdier for 2010-2012 ved å interpolere basert på data fra RVU 2009 og RVU 2013/2014. Jeg setter personkilometer for gange og sykkel i 2018 lik verdiene kalkulert av Grue et al. (2021) for 2018/2019. Tilsvarende verdier for 2014-2017 er interpolert mellom verdiene oppgitt i RVU 2013/2014 og RVU 2018/2019. Personkilometerdata for gange og sykkel hentes fra Grue et al. (2021).

Kjøretøykilometer for sykkel og gange settes lik personkilometer.

Både energiforbruk og utslipp fra sykkel og gange settes lik 0.

4.2 Jernbane

Siden elektrifisering av jernbanen er et mulig klimapolitisk virkemiddel, kunne det i utgangspunktet vært ønskelig å separere diesel- og elektrisitetsdrevne tog i denne studien. Noen av dataene som trengs til dette formålet er tilgjengelig: I Jernbaneverkets årsrapporter, som finnes tilgjengelig fra 2010 til 2016, oppgis totalt energiforbruk for henholdsvis diesel- og elektrisitetsdrevne persontog. Basert på enkle omregningsnøkler kan diesel-togenes utslipp beregnes basert på drivstofforbruk, og elektrifisert transport settes lik null i dette prosjektet. Problemet oppstår imidlertid når vi kommer til transportarbeid: SSB publiserer riktignok statistikker for person- og togkilometer fordelt på et utvalg strekninger, men kun for to av dieseltogstrekningene publiseres separate transportdata på årlig basis. Dette gjelder Nordlandsbanen og Rørosbanen. De to andre strekningene som i perioden 2010-2018 går på diesel – Raumabanen og Meråkerbanen – er i SSBs tidsserier publisert i en bredere kategorien «Øvrige regiontog – korte strekninger.»¹⁷ Det kan ikke utelukkes at det lar seg gjøre å hente inn de nødvendige tog- og personkilometerdataene for disse siste

¹⁷ En femte bane med dieseldrift og persontrafikk er Stavne-Leangenbanen, som med sine 6 kilometer og relativt begrensede passasjertall er nær neglisjerbar i vår sammenheng.

dieselstrekningene, men det er trolig ressurskrevende, og medfører fare for at dataene er inkonsistente med prosjektets øvrige jernbanedata.¹⁸

4.2.1 Jernbane: Personkilometer og kjøretøykilometer

Jeg henter personkilometerverdier for jernbane fra SSBs persontransportstatistikk (Tabell 03982).

SSB publiserer årlige data for «togkilometer» i tabell «08935: Kollektivtransport med jernbane, etter statistikkvariabel og år.» Togkilometer defineres som total kjørelengde, «inkludert posisjonskjøring og annen tomkjøring.» Dette innebærer at togkilometer ikke bare inkluderer kjøring med passasjerer, men også kjøring utenfor rute og uten passasjerer. Dermed må ratioene mellom kjøretøykilometer og personkilometer tolkes med omhu: Så lenge tomkjøringen er over null, vil disse ratioene være annerledes enn ratioene for framkomstmidler mens de er i rute. Samtidig er tomkjøring en nødvendighet i kollektivtransport, og en analyse av på klimaeffektene av kollektivtransport bør inkludere alle slike kostnader. Ergo er SSB-definisjonen av vognkilometer rimelig og formålstjenlig.

Som det tidligere er redegjort for, varierer SSBs statistikker når det gjelder én bestemt kategori reiser: De delene av en utenlandsreise som foregår på norsk territorium.¹⁹ Både energibruks-, utslipps- og togkilometer-dataene til jernbanen inkluderer slike reiser, mens jernbanens personkilometertall *ikke* inkluderer slike reiser. Denne diskrepansen ville neppe gi store utslag i denne studien, men jeg forsøker likevel å justere den så langt det er gjennomførbart og ikke medfører urimelige mengder arbeid. En slik justering kan gjøres på to måter: Alternativ 1 er å oppjustere personkilometerdataene, slik at de inkluderer persontransportarbeidet som gjøres på norsk territorium som en del av utenlandsreiser. Alternativ 2 er å nedjustere energi-, utslipps- og togkilometerdataene, slik at de avgrenser seg strengt til nasjonal transport. Etter mitt syn er alternativ 2 det beste, til tross for at dette betyr at jeg må gjøre tre regneoperasjoner i stedet for én: Siden SSBs persontransportstatistikk er statistikken som til nå i prosjektet har ligget til grunn for å beregne personkilometerverdier, ønsker jeg å følge definisjonen som ligger til grunn for beregningen av persontransport – og denne transporten er da strengt nasjonal.

I tråd med SSBs terminologi, omtales i det følgende «nasjonal transport» som all transport som har start- og slutt punkt på norsk territorium. Jeg beregner den nasjonale jernbanetransportens andel av total transport slik: Hos SSB er det én tilgjengelig statistikk som separerer nasjonal persontransport fra annet transport på norsk territorium – tabell [04780, Gods og persontransport med jernbane](#). For hvert år i perioden 2010-2018 divideres nasjonal transport på total transportmengde (begge oppgis i personkilometer). Ideelt sett skulle jeg hatt nasjonal og total transport oppgitt i togkilometer i stedet for personkilometer, men slike data finnes ikke tilgjengelig. Nasjonal transport utgjør mellom 97,7 (2010) og 98,9 (2018) prosent av total transport. Disse tallene multipliseres med togkilometer før nedjusterte, årlige togkilometerdata inkluderes i datasettet.²⁰

¹⁸ Slik inkonsistens kan for eksempel oppstå hvis ulike koderegler og definisjoner er brukt.

¹⁹ Dette er for eksempel den delen av en togreise fra Oslo til Göteborg som foregår fra Oslo og til grensa mot Sverige.

²⁰ I de kommende delkapitlene bruker jeg de samme ratioene til å nedjusterte jernbanens energibruk og utslipp, slik at de kun inkluderer nasjonal transport.

4.2.2 Jernbane: Utslipp

Ingen åpent tilgjengelige statistikker fordeler dieselforbruket i norsk jernbane mellom passasjer- og godstrafikk. En direkte forespørsel til SSB har imidlertid resultert i en slik fordeling for perioden fra 2010 til i dag. Siden diesel er den eneste energikilden brukt i norsk jernbane som skaper CO₂-utslipp ved sluttbruk, kan jeg enkelt multiplisere persontransportens andel av dieselforbruket med totale utslipp fra jernbanen det gitte året. Jeg har deretter nedjustert dette tallet med den «strengt nasjonale» jernbanetransportens andel av total jernbanetransport, og inkludert det kalkulerede CO₂-utslippet fra nasjonal persontransport i datasettet.

4.2.3 Jernbane: Energiforbruk

Energiforbruk på jernbanen er – sammen med annen persontransport på bane – en krevende variabel å finne eller kalkulere data for. En rekke datakilder har blitt vurdert, men av ulike årsaker er både SSBs energibalanse, SSBs elektrisitetsstatistikk ([tabell 08311: Nettoforbruk av elektrisk kraft](#)) og årsrapporter fra NSB-konsernet (senere Vy) funnet uegnede gitt denne studiens behov og formål.

Jeg bruker i stedet de per i dag tilgjengelige miljørapportene fra Jernbaneverket (senere Bane Nor).²¹ Til sammen inneholder disse rapportene samlede energibruksdata for persontog²² i Norge for årene 2010-2013 og 2015-2016. Dermed mangler jeg energibruksdata for årene 2014, 2017 og 2018. Videre har jeg hentet inn årlige data for togkilometer i persontransport fra SSBs [tabell 08935, «Kollektivtransport med jernbane»](#), som omfatter all rutegående jernbanetransport. Denne tidsserien er komplett i perioden 2010-2018.

Dermed kan jeg kalkulere energibruksdata for de årene der slike data mangler. Den prinsipielle framgangsmåten er som følger: Først kalkuleres energiintensiteten (her forstått som energiforbruk per togkilometer) for de årene som presumtivt likner mest det året jeg mangler energibruksdata for. Deretter multipliseres denne energiintensiteten med de observerte togkilometerne for det aktuelle året. Ulempen med denne framgangsmåten er naturlig nok at den ikke fanger opp eventuelle endringer i energiintensiteten for årene der energibruksdata mangler.

Gitt denne regelen kalkuleres energibruksdata for årene som mangler på følgende måte: Når det gjelder 2014, beregner jeg gjennomsnittlig energiintensitet for 2013 og 2015, og multipliserer denne med observerte togkilometer for 2014. For 2017 og 2018 bruker jeg energiintensiteten for 2010-2016 og multipliserer med de observerte togkilometerne.²³

Noen av kildene på energibruk på bane inkluderer tap av elektrisk energi i omforming og kontaktledning, mens andre kilder ikke inkluderer slike tap. Videre varierer kildene noe når

²¹ De senere årene har disse rapportene blitt mindre tilgjengelige. Det har vist seg vanskelig å komplettere tidsserien av slike rapporter i dette prosjektet.

²² I perioden rapporten studerer (2010-2018), fraktes det svært lite eller null gods på persontog, og svært få eller ingen passasjerer med godstog (se Rødseth et al 2019 kap. 6.2). Det er dermed ikke påkrevd å fordele energiforbruk eller utslipp fra persontog mellom gods- og persontransport.

²³ Det er utfordrende å vite hvilke års energiintensiteter som bør brukes i slike beregninger. Jeg har derfor forsøkt med ulike energiintensiteter, og det viser seg at valget av år ikke gir store utslag: For eksempel er det gjennomsnittlige energiforbruket per togkilometer 2015-2016 ganske nøyaktig én prosent lavere enn gjennomsnittlig energiforbruk per togkilometer for 2010-2016.

det gjelder forutsetningene om hvor store disse tapene er.²⁴ Jeg følger praksisen i SSBs energistatistikker, og forutsetter et samlet tap på 15 prosent (se Toutain et al. 2008 s. 25 for en nærmere drøfting av temaet). Ettersom Jernbaneverket sine miljørapporter systematisk ikke inkluderer slike tap, er energibruksdataene fra disse rapportene oppjustert med 15 prosent. Det er rimelig gitt at dette er tap som utløses av jernbanens trafikkarbeid.²⁵

Endelig er det nødvendig å justere energibruksdataene for utenlandsreiser. Som tidligere nevnt, inkluderer jernbanens togkilometer-, utslipps- og energibruksdata deler av utenlandsreiser som går over norsk territorium. Disse (del-)reisene er imidlertid ikke inkludert i persontransportstatistikken. Som tidligere vist, har jeg nedjustert de tre første statistikkene, slik at de kun inkluderer nasjonal transport og dermed samsvarer med persontransportdataene. Jeg har nedjustert energibruksdataene med den samme faktoren som jeg har brukt på jernbanens kjøretøykilometer og CO₂-utslipp. Disse nedjusterte, årlige energibruksdataene er inkludert i datasettet.

4.3 Forstadsbaner og sporveier

Som jeg har drøftet over, er det for grensekryssende transport nødvendig å skille den nasjonale transporten fra utenlandsturer som delvis foregår på norsk territorium. Ettersom ingen av transportmidlene som inngår i kategorien forstadsbaner og sporveier er grensekryssende, er ingen slike justeringer nødvendig her.

4.3.1 Forstadsbaner og sporveier – personkilometer, kjøretøykilometer og utslipp

Jeg har hentet personkilometer for forstadsbaner og sporveier fra SSBs persontransportstatistikk, og inkludert disse i datasettet.

Togkilometer for forstadsbaner og sporveier er hentet fra SSBs [tabell 08934 Kollektivtransport med sporvei og forstadsbane](#), og inkludert i datasettet.

I tråd med dette prosjektets forutsetninger og formål forutsettes det at all elektrifisert transport har null utslipp.

4.3.2 Forstadsbaner og sporveier – energiforbruk

I SSBs to mest aktuelle statistikker – [energibalansen](#) og [el-statistikken](#) – er banetransport samlet, og skiller dermed ikke energibruket på jernbane fra forstadsbaner/sporveier. På forespørsel har SSB imidlertid sendt årlige energibrukstall i perioden 2010-2015 for «elektrifisert kollektivtransport utenom tog». Denne kategorien inneholder de samme

²⁴ I Jernbaneverkets miljørapport for 2015 understrekes det for eksempel at de oppgitte dataene *ikke* inkluderer «tap i omformer (ca. 15 prosent) og tap i kontaktledning (ca. 4 prosent)», mens i tilsvarende rapport for 2016 understrekes at tap «i omforming og kontaktledning (14 prosent)» ikke er inkludert.

²⁵ Det kan argumenteres for at dette bryter med studiens «tank to wheel»-forutsetning. For banetransportmidlene er det imidlertid ikke opplagt hva som representerer «tanken». Videre er elektrisitetsbruk i forstadsbaner og sporveier (se neste delkapittel) oppgitt inklusive slike tap i SSBs statistikk, og det finnes ifølge Toutain et al. (2008, s. 26-27) ikke sikre tall på fordelingen mellom kraftforbruk til sporveienes fremdrift og andre formål (for eksempel tap). For å sikre samsvar innad i kategorien banetransport, inkluderer jeg tapt energi i elektrisitetsforbruket for jernbanen.

framkomstmidlene som kategorien «forstadsbaner og sporveier» i persontransportstatistikken.²⁶

Dessverre ble tidsserien for energiforbruket i elektrifisert kollektivtransport utenom tog avsluttet i 2015, og SSB innhenter ikke data på en måte som gjør det mulig å fortsette tidsserien. Følgende løsning brukes derfor for å kalkulere forstadsbaner og sporveiers energiforbruk i årene 2016-2018: Gjennomsnittlig energiforbruk per togkilometer²⁷ kalkuleres for de årene vi har observert energibruksdata, altså 2010-2015. Deretter multipliseres dette gjennomsnittet med observerte data for togkilometer for 2016-2018. Alle togkilometerdata hentes fra SSBs tabell [08934, «Kollektivtransport med sporvei og forstadsbane»](#).²⁸ Denne framgangsmåten innebærer at eventuelle endringer i energiintensitet i perioden 2015-2018 ikke fanges opp.

Energibruksdataene for forstadsbaner og sporveier som ble oversendt fra SSB (2010-2015) skal i utgangspunktet være valide, og de er de beste dataene som er tilgjengelige for SSB. Utviklingen i energiintensitet i perioden som dataene dekker, er imidlertid verdt en nærmere kikk: Tabell 4.1 viser energibruk, togkilometer, energiintensitet (GWh per tusen togkilometer) og endringene fra år til år i energiintensitet. I tre av periodene er nedgangen mellom 8 og 9 prosent, mens det er en svak oppgang (0,32 prosent) og sterk nedgang (16,17 prosent) i de to siste periodene. Umiddelbart fremstår nedgangen over tid som noe sterkere enn man kan forvente. Jeg finner spesielt den store nedgangen i energiintensitet fra 2014 til 2015 bemerkelsesverdig. Jeg ville i utgangspunktet bli mindre overrasket over ustabilitet i data for energibruk per *person*kilometer: Slike endringer kan oppstå ved at nye passasjerstrømmer finner veien til kollektive transportmidler, for eksempel grunnet midlertidig stenging av veier (som skyver reisende bort fra personbil) på grunn av veiarbeid, eller på grunn av målrettede virkemidler for å øke kollektivandelen. På den andre side er det investert betydelig i energisparende teknologier gjennom det siste tiåret: For eksempel har Ruter (2014, se for eksempel s. 16) faset inn teknologi som lagrer og viderebruker bremseenergi på T-banen.

Det er vanskelig å komme til helt til bunns i spørsmålet om hvor sterk tillit vi kan ha til disse dataene. Innenfor rammene av dette prosjektet finnes det neppe bedre alternativer enn å notere den sterke nedgangen, og at implementering av energisparende teknologier kan forklare noe av, kanskje hele, denne endringen.

²⁶ Unntaket her er de seks trolleybussene som i perioden vi studerer har trafikkert én linje i Bergen (se Miljøloftet.no 2020). Ifølge SSB finnes ikke umiddelbart tilgjengelige data der energikonsumet til disse bussene er skilt ut, og selv om det i prinsippet skal være mulig å skille dem ut, er det uansett en neglisjerbar størrelse holdt opp mot det totale energikonsumet i forstadsbaner og sporveier. Videre er det usikkert i hvilken statistikk vi finner igjen trafikkarbeidet til disse kjøretøyene.

²⁷ «Togkilometer» er begrepet som benyttes i SSBs statistikk, også for trikk og de andre transportmidlene som er inkludert i denne kategorien.

²⁸ Som et alternativ til å bruke gjennomsnittet i perioden 2010-2015, kunne jeg også valgt å ekstrapolere energiforbruket per togkilometer (2010-2015) videre til 2016-2018. Utviklingen over tid er imidlertid ikke entydig; selv om det er en viss nedgang i energi per togkilometer fra 2010 til 2015, går denne energiintensiteten opp i én av periodene.

Tabell 4.1: Forstadsbaner/ sporveiers energibruk, togkilometer og energiintensitet 2010-2015.

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
GWh	83,57	85,95	83,82	85,29	81,73	70,61
Tusen togkm	10318	11613	12433	12611	13232	13636
GWh/tusen togkm	0,0081	0,0074	0,0067	0,0068	0,0062	0,0052
Endring i energi/togkm fra forrige år		-8,62%	-8,91%	+0,32%	-8,67%	-16,2%

For øvrig har SSB blitt varslet av EUs statistikkbyrå Eurostat om at det er på trappene en rapporteringsplikt på tall for strømforbruk i henholdsvis tog og sporveier. Det vil også kreves fordeling av energiforbruk mellom person- og godstransport. Slike data vil være verdifulle for framtidige dekomponeringsanalyser og andre studier – men kan også innebære brudd i tidsseriene.

4.4 Personbiler

SSBs persontransportstatistikk for personbiler skiller ikke mellom ulike drivlinjer – med andre ord er ikke diesel-, bensin- og batteribiler²⁹ m. fl. holdt fra hverandre. Etersom myndighetene har spesifikke virkemidler rettet mot en rekke av disse kategoriene, søker vi i dette prosjektet etter datagrunnlag som skiller kategoriene fra hverandre. Dermed trenger vi både trafikkarbeids-, energibruks- og utslippsdata på disaggregert nivå.³⁰

En database som inneholder både utslipps-, energibruks- og trafikkarbeidsdata på et egnet (dis-)aggregeringsnivå, er TØIs såkalte BIG-modell (BIG 5.2; Fridstrøm og Østli 2018).³¹ BIG inneholder data for alle norskregistrerte personbiler, inkludert drosjer og leiebiler. Til datasettet henter jeg ut data fordelt på følgende personbilkategorier: Bensin, diesel, batteri og hybrid.³² De øvrige typene havner i en liten restkategori. Tidsseriene i BIG varierer noe mellom framkomstmidler, men for privatbiler er det tilstrekkelige og pålitelige data til å gå minst tilbake til 2010.

²⁹ I denne rapporten brukes som regel begrepet batteribil, som refererer til de samme bilene som begrepet elbil gjør.

³⁰ SSB har publisert tidsserier på CO₂-utslipp per personkilometer for ulike fremkomstmidler, blant annet deler av veitrafikken. Siden jeg i dette prosjektet søker data på energiforbruk i tillegg til trafikkarbeid og CO₂-utslipp, er disse SSB-arbeidene utilstrekkelige. Et annet problem er at statistikken hverken for personbiler eller busser skiller mellom drivlinjer.

³¹ Modellen bruker bestandstall fra motorvognregisteret, og kjørelengdestatistikk baseres på data fra periodisk kjøretøykontroll. Energiforbruk i personbiler hentes fra typegodkjenningsregisteret. For å få mest mulig korrekte utslippstall, blir energiforbruksdataene korrigerert med data fra International Council on Clean Transportation (ICCT), som samler inn data på avvik mellom typegodkjenningsutslipp og reelle utslipp.

³² Her slås ladbare og ikke-ladbare hybridbiler sammen, til tross for at BIG skiller mellom ladbare og ikke-ladbare hybrider. Årsaken er at dekomponeringsanalyser basert på LMDI-tilnærmingen ikke går opp matematisk når man har fremkomstmiddelkategorier (med CO₂-utslipp forskjellig fra 0) som endrer verdi fra null i kjøretøy- og personkilometer i løpet av den studerte perioden. Ladbare hybridbiler står oppført med 0 i kjøretøykilometer i BIG i 2010, startåret for prosjektets tidsserie.

4.4.1 Personbiler - personkilometer

Som nevnt over, har BIG-modellen kjøretøykilometer-, energibruk- og utslippsdata fra personbiler fordelt på tilstrekkelig mange forskjellige drivlinjer. Hvis man i tillegg henter beleggdata fra RVU, kan årlige personkilometer kalkuleres. En utfordring med BIG-modellen er imidlertid at den gir noe avvikende passasjerkilometertall fra de vi finner hos SSB.

Gitt rapportens formål og de tilgjengelige dataene, bruker jeg følgende framgangsmåte: Kjøretøykilometer hentes fra BIG-modellen eller TØI-publikasjoner der disse tallene er publisert (se for eksempel Fridstrøm 2019, side 58). Deretter multipliseres kjøretøykilometer med belegg – gjennomsnittlig antall reisende per bil – for å finne passasjerkilometer. Ifølge RVU har det gjennomsnittlige belegget for personbiler vært stabilt på 1,69 i hele perioden fra 2010-2018.³³ Jeg bruker dette belegget for alle bilkategorier (drivlinjer) i datasettet. Dette kan være en overforenkling, siden belegg kan variere noe mellom drivlinjer. Dessverre finnes det ikke tilstrekkelige data til å la datasettet reflektere denne variasjonen, hverken over tid eller over drivlinjer.

Som nevnt over, gir den BIG-baserte prosedyren noe lavere personkilometertall enn de vi finner hos SSB. I Kokkvoll Tveit (2020) ble dette avviket tettet ved å fordele det proporsjonalt mellom de ulike personbilkategoriene. I dette hovedprosjektet går jeg imidlertid bort fra denne framgangsmåten, siden det gir urimelig mange personkilometer per kjøretøykilometer for personbiler: Mine beregninger viser at det for alle inkluderte år vil være mer enn dobbelt så mange personkilometer som kjøretøykilometer. Siden et belegg på 1,69 er et gjentatt funn i empiriske undersøkelser, vil det være uheldig å bygge datasettet med et stort avvik fra dette «standardfunnet». Det er bedre å operere med et avvik mellom mine og SSBs personbil-personkilometer.

Avvikene mellom BIG- og SSB-personkilometerne er større enn de 2,5 prosentene av trafikkarbeidet som antas å være utenlandsreiser (se Farstad et al. 2019, s. 19). Gitt ønsket om å avgrense analysen til nasjonal transport, ville en i utgangspunktet trukket disse 2,5 prosentene fra det totale antallet personkilometer. Men siden det ville innebære ytterligere å redusere en sum som allerede er lavere enn den vi finner hos SSB, gjøres ikke dette fratrukket for personbiler.

4.4.2 Personbiler – utslipp

Som nevnt over, henter jeg årlige utslipp fra BIG-modellen for biler med følgende drivlinjer: Bensin, diesel, batteri, hybrid, og en restkategori.

Siden BIG oppgir CO₂-utslipp inkludert forbrenning av biodrivstoff, nedjusterer jeg de årlige tallene for personbilgruppene som bruker diesel eller bensin med andelen biodrivstoff solgt i Norge det aktuelle året. Disse biodrivstoffandelene er hentet inn fra SSB,^{34, 35} og ligger inne i datasettet. Etersom ingen av personbilene som faller i kategorien

³³ I perioden 2005-2009 er belegget ifølge RVU 1,7, mens det i perioden før 2005 gikk ned fra 1,88 i 1985, som er det første året i denne tidsserien i RVU.

³⁴ Statistikken er oversendt via e-post til rapportforfatteren.

³⁵ Det er verdt å merke seg at denne statistikken ikke skiller mellom konvensjonelle («førstegenerasjon») og avanserte («andregenerasjon») biodrivstoff. Konvensjonelle biodrivstoff er fremstilt av råstoff som også kan brukes til mat eller dyrefôr, mens avanserte biodrivstoff i det vesentlige fremstilles av rester og avfall fra landbruk og næringsmiddelindustri.

«andre personbiler» bruker drivstoff som iblandes biodrivstoff, nedjusteres ikke disse utslippene.

Selv om SSBs utslippsstatistikk for personbiler ikke er like disaggregert som den vi finner i BIG, opererer SSB med kategorier som gjør det mulig å sammenlikne deres med mine data for utslipp fra bensin- og dieselpersonbiler. Tabell 4.2 viser BIGs og SSBs utslippsdata for personbiler som går på henholdsvis bensin og diesel. Dette er den mest disaggregerte utslippsstatistikken som SSB publiserer for personbiler. Som tabell 4.2 viser, er det betydelige avvik mellom BIG og SSBs data for personbilers CO₂-utslipp. Deler av disse avvikene kan forklares av at BIG-dataene her ikke inkluderer hybridbiler, mens SSB-dataene inkluderer bensin- og dieselhybridbiler. Det er imidlertid først i siste halvdel av tidsserien der hybridbiler står for betydelige utslipp. Dermed forklarer ikke denne faktoren mye av avvikene i starten av tidsserien.

Tabell 4.2: BIG og SSBs data for CO₂-utslipp fra bensin- og diesel-personbiler. Alle absolutte verdier er i tusen tonn CO₂-ekvivalenter. SSBs data inkluderer hybridbiler, BIG-data gjør det ikke. Biodrivstoff regnes som klimanøytralt.

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
BIG: Personbil bensin	3446	3282	3136	2998	2897	2520	2234	2108	1948
SSB: Personbil bensin	3246	2 934	2 723	2 523	2 387	2 231	2 093	2 023	1 938
% avvik BIG-SSB	5,8	10,6	13,2	15,9	17,6	11,5	6,3	4,0	0,5
BIG: Personbil diesel	2470	2805	3093	3363	3586	3475	3252	2958	3113
SSB: Personbil diesel	2 246	2 435	2 642	2 816	2 984	3 136	3 118	2 747	2 838
% avvik BIG-SSB	9,1	13,2	14,6	16,3	16,8	9,8	4,1	7,1	8,8

Det er grunn til å merke seg spesielt de høye avvikene i 2013 og 2014. Da er SSBs utslippsdata for bensinbiler henholdsvis 15,9 og 17,6 prosent lavere enn tilsvarende data fra BIG.

SSBs utslippsdata tar utgangspunkt i salgsoppgaver som hentes inn fra selskapene som selger drivstoff. Hvis man kjenner den totale mengden forbrukt drivstoff, kan man også beregne utslippet. Men siden både diesel og bensin kan brukes av andre fremkomstmidler enn biler, må forbruket fordeles mellom alle brukergruppene. For personbiler kalkulerer SSB forbruket med utgangspunkt i fordelingsnøkler basert på forbruk beregnet i HBEFA. Handbook of Emission Factors for Road Transport (HBEFA) er en mye brukt datakilde på utslipp fra veitransport. Gjennom det siste 10-15 årene har det gjentatte ganger blitt avdekket betydelige avvik mellom laboratoriemålte utslipp og faktiske utslipp under bruk (se for eksempel Kokkvoll Tveit 2018). Samtidig er HBEFA generelt vurdert som et pålitelig verktøy, noe som taler for at SSBs tall er korrekte. BIG-modellen er på sin side oppdatert med tall fra International Council on Clean Transportation (ICCT) for å sikre samsvar mellom modellens forutsetninger og kjøretøyenes reelle utslipp (Teknisk beregningsutvalg for klima 2019).

Basert på den tilgjengelige informasjonen er det vanskelig å konkludere med at den ene datakilden er mer troverdig enn den andre. Gitt denne studiens mål om å utnytte data på disaggregert nivå, velger jeg å fortsette med BIG-dataene, men noterer de uforklarte avvikene i utslippstall.

4.4.3 Personbiler – energiforbruk

SSBs energibalanse inneholder ikke spesifikke energidata for personbiler. I stedet brukes den store samlekategori «vegtransport». Det finnes heller ikke lett tilgjengelige primærdata hos SSB eller andre for vegtransportens energibruk.

BIG inneholder imidlertid data som kan brukes til å kalkulere årlig energibruk for personbiler fordelt på de ønskede drivlinjene. Som med kjøretøykilometer og CO₂-utslipp, henter det inn energibruksdata for følgende personbilkategorier: Bensin, diesel, batteri, hybrid, samt en restkategori (omtalt som «andre» i datasettet).

Det er verdt å merke seg at dataene jeg bruker ikke skiller mellom hybridbilenes bruk av elektrisk og «fossil» energi, selv om disse separate dataene finnes i BIG-modellen. Et slikt skille kan gjøre datasettet og analysene unødige kompliserte, uten at det vil øke den analytiske innsikten i tilstrekkelig grad.

4.5 Buss

Rutebiler er en viktig kategori for denne studien. Det skyldes for det første at buss på mange strekninger et nødvendig kollektivalternativ hvis vi skal nå det såkalte nullvekstmålet – at all vekst i mobilitet i større byområder skal skje med gange, sykkel og kollektivtransport. Dermed er buss interessant som driver av strukturendringer i persontransporten. For det andre har det skjedd endringer når det gjelder bussenes drivlinjeteknologi, og utviklingen vil trolig fortsette, raskt.³⁶ Derfor er det interessant å følge bussenes effekt på teknologikomponentene i persontransporten.

Rutebiler er imidlertid en krevende framkomstmiddelkategori å samle tilfredsstillende data for. SSBs persontransportstatistikk inneholder data kun for *rutebuss*, ikke turbusser. SSBs åpent tilgjengelige utslipps- og energistatistikker opererer med relativt grove kategorier tunge kjøretøy, og inneholder dermed ikke spesifiserte data for busser. Rimeligvis har SSB-statistikkene heller ikke data som skiller busser med ulike drivlinjer fra hverandre. Derimot inneholder BIG-modellen data på kjøretøykilometer, CO₂-utslipp og energiforbruk fordelt på mange ulike drivlinjer og vektclasser, og dekker alle kjøretøy registrert som busser i Norge. Dermed inkluderes turbusser i BIG, noe som er positivt gitt dette prosjektets mål om å dekke mest mulig persontransport i Norge. Imidlertid innebærer dette også noen vesentlige ulemper: Når BIG dekker alle kjøretøy registrert som buss, samler den data for en gruppe med stor intern variasjon: Både store turvogner, lange leddbuss og minibuss er inkludert. Videre går de aktuelle buss-tidsseriene for busser kun tilbake til 2015. Når det gjelder lengden på tidsseriene, er BIG-modellen svakere enn SSB-statistikkene jeg bruker. Videre er det noen avvik mellom SSB-data og de data jeg utarbeider med utgangspunkt i BIG-modellen.

En samlet vurdering taler for å hente data fra BIG. Fordeler og ulemper med dette valget drøftes i avsnittene under.

³⁶ Det er likevel verdt å merke seg at «nye» drivlinjer ventes å få mindre konsekvenser innenfor tunge kjøretøy enn blant personbiler: Framskrivinger mot 2050 basert på BIG-modellen (presentert i Fridstrøm 2019) viser at en langt høyere andel av busser ventes å være drevet av fossile energikilder enn tilsvarende andel blant personbilene.

4.5.1 Buss – kjøretøykilometer

Jeg henter kjøretøykilometer fra BIG. Som tabell 4.3 viser, inneholder BIG-modellen data fordelt på en rekke drivlinjer.³⁷

Tabell 4.3: Bussers trafikkarbeid (millioner kjøretøykm) etter drivstoff og år.

	2015	2016	2017	2018
Bensin	1,8	1,5	1,1	0,9
Diesel	520,0	510,4	521,2	519,2
Batteri	0,1	0,2	0,5	1,2
Ladbar bensinhybrid	0,0	0,0	0,0	0,0
Ikke-ladbar bensinhybrid	0,0	0,0	0,0	0,0
Ladbar dieselhybrid	0,0	0,0	0,0	0,0
Ikke-ladbar dieselhybrid	3,3	3,2	3,4	4,1
Hydrogen	0,3	0,3	0,3	0,3
Gass	36,7	41,8	44,0	47,7
Parafin	0,0	0,0	0,0	0,1
Annet	0,8	0,0	0,0	0,0
I alt	563,0	557,4	570,5	573,7

Dieseldrevne busser står for en svært høy andel av trafikkarbeidet gjort av norskregistrerte busser. Gassbusser står for nest flest kjøretøykilometer, men avstanden opp til diesellussene er stor. Etersom sammenhengen mellom trafikkarbeid, energibruk og utslipp³⁸ er sterk, gir tabellen grunnlag for hente data for gass- og dieselbusser (her forstås dieselbusser som busser som utelukkende bruker diesel som drivstoff.) I tillegg inkluderes batteribusser³⁹ i mitt datasett. Disse står riktignok for en svært liten del av de totale busskjøretøykilometerne, men batteribusserne er ventet å bli langt flere de kommende årene (se framskrivninger i Fridstrøm 2019).

At jeg bare henter data for diesel-, gass- og batteridrevne busser innebærer å velge bort et flertall av drivlinjekategoriene som finnes i BIG-modellen (se tabell 4.3). Jeg gjør dette fordi de bortvalgte busskategoriene står for et neglisjerbart trafikkarbeid i perioden 2010-2018, fordi de ikke ventes å bli viktige framtida, og fordi de vil gjøre prosjektets datasett mindre oversiktlig og brukervennlig.

Som tidligere nevnt, går ikke BIGs bussdata lengre tilbake enn 2015. Løsningen på dette er å bruke observerte data (2015-2018) til å ekstrapolere lineært til årene der data mangler (2010-2014). Her bør man merke seg at det ikke er gitt at slike utviklingsbaner er lineære: En rask kikk på datasettet forteller at kurven for trafikkarbeidet til hel- eller delelektrifiserte personbiler har et økende stigningstall utover i tidsperioden. Når det gjelder busser, er imidlertid lineær ekstrapolering neppe problematisk: Bussflåten har det siste tiåret generelt vært preget av kun forsiktige endringer (Fridstrøm 2019, s. 14).

³⁷ BIG har også energibruks- og utslippsdata for de samme drivlinjene.

³⁸ Denne sammenhengen blir rimeligvis svakere jo større innslaget av nullutslippsdrivstoff er.

³⁹ Jeg bruker i hovedsak begrepet batteribusser, men kunne også kalt dette elbusser.

Tabell 4.4: Bussers trafikkarbeid (mill. kjøretøykm) etter vektklasse og år

Ar	0-5000 kg	5001-14999 kg	15k-26999 kg	27000+ kg
2015	28	125	375	36
2016	23	124	366	44
2017	20	129	370	52
2018	18	136	359	60

Alle data i tabellen er hentet fra BIG-modellen.

Tabell 4.4 viser bussers trafikkarbeid fordelt på vektclasser. Denne tabellen understøtter at bussflåten til nå har vært preget av relativ stabilitet og ikke-abrupte endringer. Vi ser at den laveste vekt-kategorien (her finner vi minibusser med maksvekt på 5 tonn som typisk har plass til mellom 9 og 16 passasjerer) står for en relativt lav og noe synkende andel av kjøretøykilometerne. I den neste vekt-kategorien finner vi noe større busser, ofte såkalte «20-setere» som står for mange bestillingsreiser utenfor rute. I den nest øverste vekt-kategorien finner vi de fleste større turvogner og de fleste vanlige rutebusser. Som tabellen viser, står busser i denne kategorien for en høy andel av det totale transportarbeidet. I den øverste vekt-kategorien finner vi for eksempel lange leddbusser.

Som nevnt er SSBs persontransportstatistikk begrenset til nasjonal transport. Det betyr at statistikken utelukker alle utenlandsreiser, også de delene som går over norsk territorium. Det er rimelig å vente at en del av trafikkarbeidet til norskregistrerte busser foregår på utenlandsreiser. Imidlertid finnes det lite kunnskap som gjør det mulig å fastsette en andel. Som nevnt i delkapittelet for personbiler, blir personbilenes utenlandsreiser skjønnsmessig satt til 2,5 prosent i SSBs persontransportstatistikk. Det er meg bekjent ingen tilsvarende prosent for bussers trafikkarbeid. Jeg gjør derfor ingen operasjon for å nedjustere kjøretøykilometerne for busser. Det er derfor rimelig å anta at dataene inneholder noen utenlandsreiser.

Merk også at BIG-modellen inneholder data for campingbiler. Campingbilers transportarbeid er ikke inkludert i SSBs persontransportstatistikker. Ettersom campingbiler utfører persontransport, er det i utgangspunktet ønskelig å ha dem med. Vi vet dessverre svært lite om campingbilenes aktivitet, og det blir derfor vanskelig å kalkulere troverdige personkilometer. Jeg inkluderer derfor ikke campingbiler i mitt datasett.

4.5.2 Buss – personkilometer

Som nevnt i delkapittelet om bussers kjøretøykilometer, finnes det lite kunnskap om bussers utenlandsreiser. Derfor har jeg ikke nedjustert kjøretøykilometer for busser, selv om dette innebærer et avvik fra målsetningen om kun å omfatte nasjonal transport.

En nærliggende framgangsmåte for å kalkulere bussers personkilometer er å multiplisere kjøretøykilometer med gjennomsnittlig antall passasjerer. En konvensjonell antakelse er at dette tallet ligger mellom 10 og 15. Det finnes imidlertid tilgjengelige data som gir grunnlag for velge bort slike tommelfingerregler til fordel for mer presise, årlige data: SSBs tabell [06670: Kollektivtransport med buss](#) inneholder årlige kjøretøy- og personkilometer for fylkeskommunale bussruter. Siden fylkeskommunal rutetrafikk er dominerende i det norske bussmarkedet, er disse dataene representative for hoveddelen av bussene jeg studerer. Fra SSB-tabellen over henter jeg derfor årlige personkilometerdata for landet sett under ett, og dividerer disse på de korresponderende kjøretøykilometerverdiene. Denne framgangsmåten gir ratioer mellom 9,5 (i 2012 og 2013) til 11,7 (i 2018). Selv om årlige ratioer er bedre enn å bruke en mer sjablongmessig tilnærming, er det viktig å merke seg at det generelt er enklere å skaffe til veie valide data for bussers kjøretøykilometer enn for passasjerkilometer. Som

SSB (2020) skriver, må passasjerkilometerdata «som regel estimeres av bedriftene, og [estimatene] baserer seg ofte på gjennomsnittsbetraktninger». Disse forholdene tilsier at oppgitte endringer i personkilometer ikke nødvendigvis reflekterer reelle endringer. Ettersom vi ikke har tilgang til noen feilmargin, er det imidlertid vanskelig å anbefale noen generell test for validiteten til slike tall.

Denne framgangsmåten har imidlertid noen ulemper. For det første finnes det ikke unike ratioer for de ulike drivlinjene. Innenfor hvert år har derfor dieselbusser, gassbusser og batteribusser identiske ratioer (belegg). Dette korresponderer neppe helt med virkeligheten, siden gass- og batteribussene tenderer til å trafikkere urbane strøk, der det i gjennomsnitt er flere passasjerer per buss: Jeg har beregnet tilsvarende ratioer for Oslo og Akershus basert på data i SSBs tabell 06670, og gjennomsnittene der er systematisk noe høyere enn i landet sett under ett. For eksempel er ratioen mellom person- og kjøretøykilometer på buss i Oslo og Akershus 14,9 i 2010. Det finnes dessverre ikke tilgjengelige og presise data som forteller nøyaktig hvor de ulike typene busser opererer, noe som gjør det vanskelig å avhjelpe dette problemet. Det er uansett verdt å notere at estimater av gassbussenes energibruk per passasjerkilometer basert på mine data vil bli høyere enn de egentlig er.

Det andre problemet med å finne bussers personkilometertall ved å multiplisere kjøretøykilometertall fra BIG med beleggtall fra SSBs statistikk for fylkeskommunale bussruter, er at bussene inkludert i BIG er en gruppe med stor intern variasjon. Selv om busser i fylkeskommunal drift utgjør et betydelig flertall, inkluderer BIG også turvogner og minibusser. Man har dessverre lite håndfast kunnskap om hvor mange passasjerer disse bussene typisk transporterer. Turbussene er generelt en understudert kategori fremkomstmidler, og det finnes ingen systematisk datainnsamling om aktiviteten deres.

Min måte å kalkulere personkilometer gir vesentlig høyere verdier enn de vi finner i SSBs persontransportstatistikk: Ifølge denne SSB-statistikken sto rutebusser – den eneste busskategorien som SSBs persontransportstatistikk inkluderer – for 4259 millioner personkilometer i 2016. Gitt min framgangsmåte er tilsvarende verdi 5964 millioner personkilometer. Spørsmålet er om det er rimelig å forvente at hele dette gapet kan forklares av de kjøretøyene som ikke er inkludert i SSBs persontransportstatistikk. Siden det finnes relativt lite velfundert kunnskap om turbussene, er dette et krevende spørsmål. Følgende moment taler for at turbusser kan forklare det meste av gapet: Det er rimelig å tro at turbusser har ganske andre kjøremønstre enn rutebusser. Turbusser tenderer til å kjøre lengre enn rutebusser, som ofte dekker små områder med relativt mange stoppesteder.

Et annet moment som bør noteres, er mulige ulemper som følger av at minibusser inkluderes i datasettet. Studiens mål om å dekke all persontransport i Norge tilsier at minibussene skal inkluderes. Likevel er det vanskelig å vite sikkert hvordan minibussenes personkilometer bør kalkuleres: I mangel på bedre data, har jeg forutsatt det samme belegget for minibusser som for andre busser som inkluderes i BIG. Det er neppe realistisk, siden man kan forvente at større busser tenderer til å frakte flere passasjerer enn små busser. Dersom dette stemmer, innebærer min framgangsmåte å overestimere bussers persontransportkilometer. Dessverre har vi ikke tilstrekkelige data til å beregne egne beleggtall for minibusser. Uansett får ikke dette store følger for personkilometertall med buss: Som tabell 4.4 viser, utgjør minibussenes kjøretøykilometer en relativt liten andel av totalen.

En samlet vurdering tilsier at den ovenfor skisserte framgangsmåten er den beste til å realisere studiens formål. Sett i lys av begrensningene drøftet over, må resultatene imidlertid tolkes med en viss forsiktighet.

4.5.3 Buss – utslipp

Her følger jeg samme prinsipielle framgangsmåte som for beregningen av kjøretøykilometer: CO₂-utslippsdata kalkuleres basert på BIG-modellen (fordelt på diesel-, gass- og batteribusser) for 2015-2018. I tillegg gjør jeg denne operasjonen for ekstrapoleringen: Når jeg kalkulerer CO₂-utslipp fra buss 2015-2018, har jeg tatt bussenes utslippsdata fra BIG og multiplisert med andelen fossilt drivstoff. Dette gjør jeg fordi BIGs CO₂-utslippsdata inkluderer sluttbrukerutslippene fra biodrivstoff. Men siden bioandelene for perioden 2010-2014 er kjent, er det bedre å bruke disse observerte dataene. Derfor ekstrapolerer jeg bussenes utslipp fra 2015-2018 *for fratrekke for biodrivstoff*. Deretter multipliseres de ekstrapolerte verdiene for årene 2010-2014 med de årlige fossildrivstoffandelene.

Merk at BIG forutsetter at busser som går på gass kun bruker biogass, og at CO₂-utslippet derfor settes lik 0.⁴⁰ Som ellers i datasettet setter jeg utslipp fra batteribusser lik 0.

Siden BIG er min primære datakilde på bussenes utslipp, hadde det vært ønskelig å undersøke samsvaret mellom mine data og tilsvarende data hos SSB. Det er dessverre ikke mulig, siden busser ikke skiller ut som en egen kategori SSBs utslippsstatistikk.

4.5.4 Buss – energibruk

Energiforbruk kalkuleres basert på BIG-data (fordelt på diesel-, gass- og batteribusser) for 2015-2018. Jeg forutsetter 10,1 kWh per liter diesel. For årene 2010-2014 ekstrapolerer jeg lineært basert på årene 2015-2018. I tilfeller der ekstrapolerte verdier blir negative, settes de i stedet lik null. Dette gjelder for eksempel energibruksdataene for batteribusser, som dermed blir lik 0 i hele perioden 2010-2014.

Siden SSBs utslipps- og energistatistikk ikke inneholder spesifiserte data for busser, er det ikke opplagt hvilke statistikker mine data bør sammenliknes med. Men hvis vi tar veitransportens totale forbruk oppgitt i SSBs energibalanse, så samsvarer dette godt med data fra BIG-modellen: For eksempel var veitransportens forbruk i 2015 40.085 GWh. I BIG er det tilsvarende tallet 39.734 GWh. Når vi legger til energiforbruket til motorsykler og mopeder (536,7 GWh),⁴¹ som BIG ikke inkluderer, får vi 40.270,7 GWh. Differansen ned til SSB-tallet for veitrafikk er da 185,7 GWh – under en halv prosent. For de resterende årene i tidsperioden 2010-2018 er differansene i samme størrelsesorden. Disse avvikene må anses som akseptable, men bør noteres.

4.6 Motorsykler og mopeder

Dette delkapittelet redegjør for dataene for motorsykler og mopeder. Dette er en relativt enkel kategori å samle data for.

4.6.1 Motorsykler og mopeder – kjøretøy- og personkilometer

Motorsykler (MC) og mopeder er skilt ut som egne kategorier i [SSBs persontransportstatistikk](#) (tabell 03982). I kalkuleringen av data for 2010-2018 har jeg forutsatt et belegg på 1. Dette innebærer at kjøretøykilometer settes likt personkilometer for både MC og moped.

⁴⁰ BIG forutsetter derimot at de få gassdrevne personbilene som eksisterer, bruker fossil gass. Disse bilene har dermed *ikke* null CO₂-utslipp.

⁴¹ Dette tallet er hentet fra mine beregninger som er oppgitt i datasettet.

RVU viser at dette ikke er helt presist: I RVU finner vi belegg-tidsserier for tunge motorsykler, lette motorsykler og mopeder. Beleggtallene er helt stabile for alle tre kategorier i hele perioden 2010-2018, og er henholdsvis 1,15, 1,07 og 1. Et hinder for å bruke disse beleggene er imidlertid at SSBs utslipps- og transportstatistikker ikke opererer med de samme tre kategoriene. Når beleggtallene i tillegg har vært invariante i over et tiår, ser jeg liten grunn til å prioritere ressurser til å kalkulere helt presise kjøretøykilometerdata for MC og mopeder. Den konklusjonen støttes også av det faktum at mopeder og motorsykler i liten grad er gjenstand for spesifikke, politiske virkemidler.

4.6.2 Motorsykler og mopeder – utslipp

Motorsykler og mopeder finnes som egen kategori i SSBs utslippsstatistikk. Denne kategorien inneholder akkurat de samme framkomstmidlene som SSBs persontransportstatistikk.

Motorsykler og mopeders årlige utslipp for perioden 2010-2018 er hentet fra SSBs utslippsstatistikk, og inkludert dem i datasettet. Som tidligere nevnt, forutsetter SSBs utslippsstatistikk null utslipp fra biodrivstoff.

4.6.3 Motorsykler og mopeder - energibruk

Som nevnt tidligere opererer SSB i sin energibalanse med breie kategorier, og motorsykler og mopeder er inkludert i kategorien «Veitransport». Jeg har hentet inn spesifikke motorsykkel- og mopeddata fra SSB der motorsykler og mopeders energibruk er fordelt på bioetanol og bensin og oppgitt i tonn. Jeg har omregnet dette til gigawattimer (se Miljødirektoratet 2020 for omregningsnøkkel) og inkludert energibruksdataene i datasettet (2010-2018). Jeg har inkludert dataene som ligger til grunn for beregningen i et eget ark i datafilen.

4.7 Luftfart

4.7.1 Luftfart – flykilometer

SSB publiserer ingen egen statistikk for «kjøretøykilometer» i luftfart – heretter kalt flykilometer. Det finnes heller ikke slike data i Avinors trafikkstatistikk. Dermed må jeg beregne årlige flykilometer for perioden 2010-2018 selv.

En mulig løsning på manglende data for flykilometer er å hente inn data på antallet innenlandske kommersielle flyginger, beregne distanse for hver flyging, multiplisere denne distansen med antall registrerte flyginger, og summere totale tilbakelagte kilometer. Dette er i prinsippet gjennomførbart, og burde ha gode utsikter til å gi resultater med høy validitet. Samtidig ville det være en svært ressurskrevende prosedyre, og etter mitt syn er det ikke en jobb som bør prioriteres innenfor rammene av dette prosjektet.

Jeg har derfor valgt en alternativ tilnærming: Jeg henter inn trafikkdata fra Avinor og bruker disse til å beregne et gjennomsnittlig passasjertall per flyging for hvert år i tidsserien. Deretter divideres de årlige personkilometertallene (som ligger åpent tilgjengelig i SSBs persontransportstatistikk) på disse gjennomsnittene.

Med andre ord er dette den generelle formelen jeg bruker for å beregne flykilometer et gitt år:

$$\text{Flykilometer} = \frac{\text{Totale personkilometer}}{\text{Gjennomsnittlig passasjertall per flyging}}$$

Med utgangspunkt i eksempelåret 2018 kan framgangsmåten konkretiseres slik: På forespørsel har Avinor oversendt årlige data i perioden 2010-2018 for terminalpassasjerer inkludert spedbarn⁴² for følgende tre kategorier innenlandske flyginger: Rute-, charter og offshoreflyginger. Dette er sammenfallende med avgrensingen som er brukt til å beregne luftfartens personkilometer i SSBs personkilometerstatistikk (se Farstad et al. 2019 for dokumentasjon). Dataene fra Avinor inneholder også antall avganger for de samme kategoriene flyginger. For hvert år summeres de tre kategoriene terminalpassasjerer. Denne summen divideres så med to, fordi statistikken for terminalpassasjerer oppgir hver passasjer to ganger for hver flyging – en ved avgang og en ved landing. Deretter summeres tallene på flyginger i de tre kategoriene for hvert år. Til slutt divideres totalt passasjertall på totalt antall flyginger.

For 2018 gir denne operasjonen et gjennomsnitt på 64,56 passasjerer per flyging. Dermed kan jeg beregne flykilometer ved å dividere totale personkilometer (som i 2018 var 5918 millioner ifølge SSBs persontransportstatistikk) på 64,56. Gitt denne beregningsmetoden ble det utført 91,67 millioner flykilometer i kommersiell persontransport innenlands i 2018. Tilsvarende regneoperasjon er gjort for hele perioden 2010-2018.

4.7.2 Luftfart – personkilometer

Her henter jeg data fra posten «Lufttransport» i SSBs persontransportstatistikk (Tabell 03982). Denne posten er summen av postene «Lufttransport innenriksreiser» og «lufttransport mellom norske flyplasser som del av utenlandsreise».

4.7.3 Luftfart – energiforbruk

I SSBs energibalanse (tabell 11561) er transport inndelt i følgende kategorier: Vei-, bane-, luft-, kyst- og «annen» transport. For å realisere denne studiens formål, må jeg altså fordele lufttransportens totale energiforbruk mellom gods- og persontransport.

SSB publiserte høsten 2019 en serie studier med beregninger av ulike fremkomstmidlers utslippsintensiteter, inkludert luftfartens utslipp per person- og godskilometer. Disse SSB-publikasjonene ble i desember 2020 supplert og oppdatert. I disse beregningene har SSB måttet fordele *utslipp* mellom gods og persontransport, på samme måte som jeg i denne studien må fordele energibruk. Dermed utgjør SSB-studiene et nylig og oppdatert arbeid som denne rapportens analyser kan støtte seg til. I dette arbeidet skjeler jeg derfor til SSBs utslippsintensitetsanalyser for luftfart, slik de er redegjort for i Engedal et al (2020).⁴³

I SSBs energibalanse (tabell 11561: Energibalansen (...)) er transport inndelt i følgende kategorier: Vei-, bane-, luft-, kyst- og «annen» transport. Dette innebærer at det ikke finnes

⁴² Siden spedbarn er inkludert i personkilometertallene i SSB persontransportstatistikk, trenger jeg også disse tallene i mine beregninger. Da de åpent publiserte trafikkdataene hos Avinor (2020) ikke inkluderer spedbarn, måtte de ønskede dataene hentes inn gjennom en forespørsel til Avinor.

⁴³ Grunnet konfidensialitetshensyn har jeg ikke fått full tilgang til datasettene og formlene som er brukt i disse studiene, så jeg må lene meg på de metodologiske redegjørelsene som er åpent publisert.

statistikk som skiller energibruken i «persontransportspesifikk» lufttransport fra energibruken i «godsspesifikk» lufttransport. Denne siste kategorien er liten: Ifølge Avinors trafikkstatistikk var det i 2019 843.923 flygninger fra lufthavner i Norge, og av disse var 7.273 innenlandske godsflygninger.

Ifølge SSBs energibalanse brukte lufttransport 4.380 GWh i 2018.⁴⁴ Siden denne studien søker å beregne energiintensiteten for kommersiell lufttransport,⁴⁵ trekker jeg fra småfly og forsvarets fly sitt energiforbruk ved å multiplisere totalforbruket (4.380 GWh) med en av SSB beregnet korreksjonsfaktor, som for 2018 er 0,9045.⁴⁶ Da gjenstår det 3.963,5 GWh. Denne energibruken må fordeles på gods- og passasjertransport. Med utgangspunkt i eksempelåret 2018 redegjør jeg i det følgende for metoden for fordelingen, som bygger på metodene brukt av Thune-Larsen et al. (2009) og Engedal et al. (2020).

Luftfarten sto i 2018 for 5.918 millioner personkilometer og 11 millioner tonnkilometer, og hadde et energiforbruk på 4.346 GWh. For å kalkulere det totale transportarbeidet, trengs en forutsetning om forholdet mellom tonn- og personkilometer. Her varierer praksis noe, men jeg følger Engedal et al. (2020) og forutsetter en gjennomsnittsvekt på 95 kilogram for hver passasjer med dennes bagasje. Dermed tilsvarer 0,095 personkilometer én tonnkilometer, og omvendt er forholdet 1 til 10,526.

Med denne forutsetningen lagt til grunn, kan det totale transportarbeidet i 2018 målt i millioner personkilometer kalkuleres:

$$5918 + 11 \times 10,526 = 6033,8$$

Deretter kan persontransportens andel av det totale transportarbeidet kalkuleres:

$$5918 \div 6033,8 = 0,981$$

Videre beregnes energibruk medgått til persontransport ved å multiplisere total energibruk med persontransportens andel av totalt transportarbeid:

$$3963,6 \text{ GWh} \times 0,981 = 3887,4 \text{ GWh}$$

Dette energiforbruket for luftfartens persontransport kan deretter divideres på kjøretøy- eller personkilometer for å kalkulere de ønskede energiintensitetene. Som vist i metodekapittelet over, er det energi per kjøretøykilometer jeg bruker i analysene i denne studien.

Jeg har beregnet luftfartens persontransport-energibruk for årene 2010-2018 og inkludert tallene i datasettet.

Som nevnt publiserte SSB oppdaterte utslippintensiteter for blant annet luftfart i desember 2020. Selv om SSB ikke har beregnet energiintensiteter, kan utslippintensitetene til SSB gi en pekepinn på om mine energiintensiteter er valide. Jeg har derfor kalkulert noen enkle utslippintensiteter for luftfart, basert på en metode som er helt parallell til metodene jeg bruker for å kalkulere energiintensiteter. Mine og SSBs utslippintensiteter er svært like, noe som indikerer at vi har lagt til grunn mange av de samme forutsetningene: For 2018 er den estimerte utslippintensiteten på 189,7 gram CO₂ per personkilometer, mens

⁴⁴ Merk at luftfartens energibruksdata (slik de fremgår i SSBs energibalanse) kun inkluderer energi brukt på flygninger mellom to steder i Norge.

⁴⁵ Dette er en avgrensningen som ligger til grunn for personkilometertallene for luftfart som er oppgitt i SSBs personkilometerstatistikk.

⁴⁶ Jeg har fått tilgang til disse korreksjonsfaktorene gjennom personlig kommunikasjon med aktuelle rådgivere i SSB. Korreksjonsfaktorene varierer fra år til år, og er lagt inn i datasettet for årene 2010-2018.

tilsvarende estimat hos SSB er 187,6. Dette er representativt for avvikene gjennom hele tidsserien; jevnt over ligger mine estimat et lite knepp høyere enn SSBs. Uten å ta stilling til hvilken beregning som er mest rimelig, er det uansett klart at vi har lagt mange av de samme forutsetningene til grunn for beregningene. Sammenfallet mellom SSBs og mine utslippintensiteter indikerer at også mine *energiantensiteter* er tilstrekkelig valide.

4.7.4 Luftfart – utslipp

SSBs utslippsstatistikk⁴⁷ skiller ikke mellom passasjerluftfart og luftfart som kun har godstransport som formål.

For å gjennomføre de ønskede analysene må jeg derfor skille ut persontransportens CO₂-utslipp. Dette er gjort på en måte som er helt parallell med metoden som er brukt i forrige delkapittel til å beregne energibruket til persontransport innen luftfart.

Jeg har beregnet hvor mye av luftfartens utslipp som kan tilskrives persontransporten for hvert år i perioden 2010-2018, og inkludert dataene i datasettet.

⁴⁷ Merk at luftfartens utslipp (slik de fremgår i SSBs utslippsstatistikk) kun inkluderer utslipp fra flygninger mellom to steder i Norge. Dette står i kontrast til for eksempel utslippene fra jernbane, som inkluderer utslippene fra den delen av utenlandsreiser som foregår på norsk territorium.

5 Datasettet – en oversikt

Tabell 5.1 viser CO₂-utslipp fra persontransport for de utvalgte årene 2010, 2015 og 2018. I tillegg viser rapportens vedlegg data som inngår i analysene.⁴⁸ Vi ser i tabell 5.1 at de totale utslippene er høyest i 2015, og går sterkt nedover mot 2018, som er året med lavest persontransportutslipp i min tidsserie. Utslippetsnedgangen for personbiler totalt utgjør en stor del av dette. Vi merker oss at utslippene fra dieslbiler går kraftig opp i den første perioden i tabellen (2010-2015), men går noe i den andre (2015-2018). For bensinbiler er utviklingen annerledes: Der er det betydelig nedgang i den første perioden, og enda større nedgang i den neste. Vi ser videre at hybridpersonbiler går fra nær null til nesten 400.000 tonn CO₂-ekvivalenter.

Endringene i de andre fremkomstmidlenes utslipp utgjør lave andeler av de totale utslippene fra persontransport. Det er likevel verdt å merke seg endringene innenfor andre kategorier, for eksempel at jernbane-utslippenes endring fra 2010 til 2015 utgjør en stor andel av jernbanens egne utslipp.

Når tabell 5.1 viser en nedgang i CO₂-utslipp fra 2010 til 2018, er det viktig å merke seg at det her forutsettes at biodrivstoff er klimanøytralt. I analysekapittelet skal vi se at denne forutsetningen har store konsekvenser for både analyseresultat og utslipp utvikling.

Tabell 5.1: Persontransportens CO₂-utslipp. Utvalgte år. Tusen tonn CO₂. Biodrivstoff regnes som klimanøytralt. Kursiverte tall er totalsummer for alle kategorier under personbiler og busser.

	2010	2015	2018
Gange	0	0	0
Sykkel	0	0	0
Jernbane	37	23	24
Forstadsbaner og sporveier	0	0	0
<i>Personbiler totalt</i>	<i>5 916</i>	<i>6 091</i>	<i>5 454</i>
Bensin personbil	3 446	2 520	1 948
Diesel personbil	2 470	3 475	3 113
Batteri personbil	0	0	0
Hybrid personbil	0,27	96	393
Annet personbil	0,14	0,27	0,3
<i>Buss totalt</i>	<i>394</i>	<i>411</i>	<i>383</i>
Diesel buss	394	411	383
Gass buss	0	0	0
Batteri buss	0	0	0
Motorsykler og mopeder	125	146	141
Luffart	1 043	1 120	1 123
Totale utslipp persontransport	7 515	7 795	7 125

⁴⁸ Tabellene i vedlegget viser kun data for utvalgte år, men studiens fullstendige datasett kan gjøres tilgjengelig etter forespørsel til rapportforfatteren.

Merk at utslippstallene for personbiler totalt er summen av underkategoriene av personbiler. Disse summene opptrer derfor to ganger for hvert år i tabellen. Det samme gjelder for totale utslipp buss og underkategorier av busser. Dette er hensyntatt i utregningen av de totale utslippene fra persontransport (nederste rad).

Rapportens vedlegg inneholder deskriptiv statistikk. Tabell V.4 (se vedlegg) oppgir utslippsintensiteter (CO₂ per energienhet) for alle fremkomstmidlene som studeres. Her bør leseren merke seg følgende: I utgangspunktet forventer vi en fast energiintensitet for hvert drivstoff. En gitt mengde forbrent diesel skal i utgangspunktet gi det samme CO₂-utslippet uavhengig av tid og rom. Denne forventningen må justeres når vi forutsetter at biodrivstoff har null utslipp: Da vil varierende innblanding av biodrivstoff skape varierende utslippsintensiteter. Innblandingen varierer over tid. Innblandingsgraden for en gitt type drivstoff varierer imidlertid ikke *innenfor hvert år*. Dieselpersonbiler og -busser kan derfor ha varierende utslipp per energienhet fra år til år, men skal innenfor et gitt år ha tilnærmet identiske utslippsintensiteter. Som utslippsintensitetsoversikten i tabell v.4 viser, har dieseldrevne personbiler og busser tilnærmet, men ikke helt like verdier for hvert år i tidsserien. Jeg har ikke vært i stand til å avsløre årsaken til disse avvikene, men mener de er akseptable i et prosjekt som dette.

Tabell V.4 i vedlegget gir også en samlet oversikt over fremkomstmidlenes energibruk per kjøretøykilometer. Her ser vi at variasjonen er svært stor mellom fremkomstmidlene. Dette er ikke overraskende, siden jeg har data på både store fremkomstmidler som er relativt energikrevende å flytte på (for eksempel fly og jernbane), og mindre fremkomstmidler (personbiler og motorsykler) som krever mindre energi for å settes i bevegelse. Det er derfor liten grunn til å legge vekt på variasjoner i energi/kkm mellom hovedkategoriene av fremkomstmidler. Det er mer nyttig å se på variasjoner innad i disse kategoriene: For eksempel ser vi at elbilers energiintensitet (energi/kkm) typisk utgjør mellom 20 og 25 prosent av energiintensiteten til diesel- og bensindrevne biler. Dette er i tråd med tidligere funn.

Energiforbruket per kkm for forstadsbaner og sporveier er konstant i perioden 2016-2018. Det er som forventet, og skyldes et tidligere omtalt forhold: At vi ikke har observert data for disse årene, og vi derfor har brukt energiintensiteter fra andre deler av tidsserien til å beregne de manglende verdiene.

6 Analyse

Tabell 6.1 viser resultatene av dekomponeringer av endringer i persontransportens CO₂-utslipp i tre perioder: 2010-2015, 2015-2018 og 2010-2018. I disse analysene bruker jeg data på *hovedkategorier* av framkomstmidler. Det innebærer at jeg ikke opererer med underkategorier av personbiler og busser.⁴⁹ I stedet opptrer privatbiler og busser med sine totalverdier (se tabell 5.1).

Totalverdiene (oppgitt i nederste rad i tabell 6.1 og tabell 6.2) skal stemme overens med den prosentvise utslippsendringen i den aktuelle perioden. Jeg har kontrollregnet dette for hvert år, og verdiene stemmer. Dette indikerer at analysene er gjennomført rett, noe som styrker tilliten til effektene estimert for hver faktor/komponent.⁵⁰

Tabell 6.1 viser hvordan de enkelte komponentene som inngår i mine analyser påvirker totalutslippet fra persontransporten. Estimert på 6,15 for populasjon i perioden 2010-2015 innebærer at endringen i Norges befolkning mellom 2010 og 2015 bidro til en økning i persontransportens CO₂-utslipp på 6,15 prosent, isolert sett. Hvis et estimat har negativt fortegn, betyr det at den aktuelle komponenten hadde en utslippsreduserende effekt.

Tabell 6.1: Dekomponeringsanalyser, aggregert nivå, etter periode. Alle verdier er i prosent, og viser komponentenes bidrag til endring av persontransportens totalutslipp. Biodrivstoff regnes her som klimanøytralt.

	2010-2015	2015-2018	2010-2018
Populasjon	6,15	2,35	8,64
Volum (pkm/pop)	8,77	2,45	11,44
Struktur (markedsandel)	-0,50	-0,45	-0,64
Belegg (kkm/pkm)	-1,37	-2,12	-3,49
Energiintensitet (Energi/kkm)	-6,90	-3,19	-9,79
Karbonintensitet (CO ₂ /energi)	-1,67	-7,91	-9,48
Total	3,73	-8,60	-5,19

Hovedbildet som presenteres i tabell 6.1 er at endringene i to komponenter tenderer til å øke persontransportens CO₂-utslipp, mens to andre komponenter tenderer til å redusere utslippene: Populasjon og volum (mobilitet per capita) har en konsistent utslippsøkende effekt. I klartekst betyr dette at persontransportutslippene blir dratt oppover av at Norges befolkning øker, og fordi hver innbygger i gjennomsnitt reiser mer.

De to viktigste *utslippsreduserende* komponentene er energiintensitet (energi/kkm) og karbonintensitet (CO₂/energi). Nedgangen i karbonintensitet i perioden 2010-2018 resulterer i en utslippsnedgang på hele 9,48 prosent. Effekten som tilskrives nedgangen i energiintensitet

⁴⁹ Dette er de eneste framkomstmiddelkategoriene der jeg opererer med hoved- og undernivå.

⁵⁰ Formelen for beregningene av totalverdiene i nederste rad, er som følger: Først kalkuleres produktet av faktorene for alle komponenter som inngår i analysen. Dette tallet trekkes fra 1. For å uttrykke tallet i prosent multipliseres tallet med 100.

er enda sterkere: 9,79 prosent. Det er rimelig å anta at en viktig driver av nedgangen i energiintensitet er det sterkt økende innslaget av batteribiler i bilparken.

Biodrivstoff har fått mye oppmerksomhet i norsk og internasjonal klimapolitikk det siste tiåret, og det er uenighet om hvilken effekt biodrivstoff har på klimagassutslipp globalt. Som en sensitivitetstest har jeg derfor gjort analyser der jeg inkluderer utslippene fra biodrivstoff. Tabell 6.2 viser resultatene fra dekomponeringsanalyser som er identiske med de som vises i tabell 6.1, bortsett fra at jeg nå har gått bort fra forutsetningen om at biodrivstoff er klimanøytralt. Forskjellene mellom tabellene viser at resultatene mine er svært sensitive for hvilke forutsetninger som gjøres om biodrivstoffs klimagassutslipp.

Tabell 6.2: Dekomponeringsanalyser: Aggregert nivå, etter periode, inkl. utslipp fra biodrivstoff. Alle verdier er i prosent, og viser komponentenes bidrag til endring av persontransportens totalutslipp.

	2010-2015	2015-2018	2010-2018
Populasjon	6,15	2,35	8,64
Volum (pkm/pop)	8,77	2,45	11,44
Struktur (markedsandel)	-0,49	-0,08	-0,58
Belegg (kkm/pkm)	-1,34	-2,01	-3,33
Energiintensitet (Energi/kkm)	-6,95	-3,34	-10,04
Karbonintensitet (CO ₂ /energi)	-0,60	-1,42	-2,02
Total	4,84	-2,16	2,57

Som forventet er det primært effektene av karbonintensitet som endres mellom de to resultattabellene. Endringene i karbonintensitet har fortsatt utslippsreducerende effekter, men disse er nå langt svakere enn hva tabell 6.1 viser.

I tabell 6.3 legges det igjen til grunn at biodrivstoff er klimanøytralt. Analysene her er identiske med de som vises i tabell 6.1, bortsett fra at jeg i tabell 6.3 bruker de mest disaggregerte dataene jeg har. Dette innebærer at modellen estimerer effekter ved å bruke data på ulike typer personbiler (bensin-, diesel-, batteri-, hybrid- og «andre» biler) og busser (diesel-, gass- og batteribusser). Dette står i kontrast til analysene i tabell 6.1, der jeg bruker totale personbildata og totale bussdata.

Resultatene vist i tabell 6.3 tar utgangspunkt i to grunnforutsetninger i prosjektet: De forutsetter null utslipp fra biodrivstoff, og de bruker de mest disaggregerte dataene som er tilgjengelig. Jeg ser derfor på dette som mine *hovedresultater*. Disse hovedresultatene illustreres av diagrammet i figur 6.1.

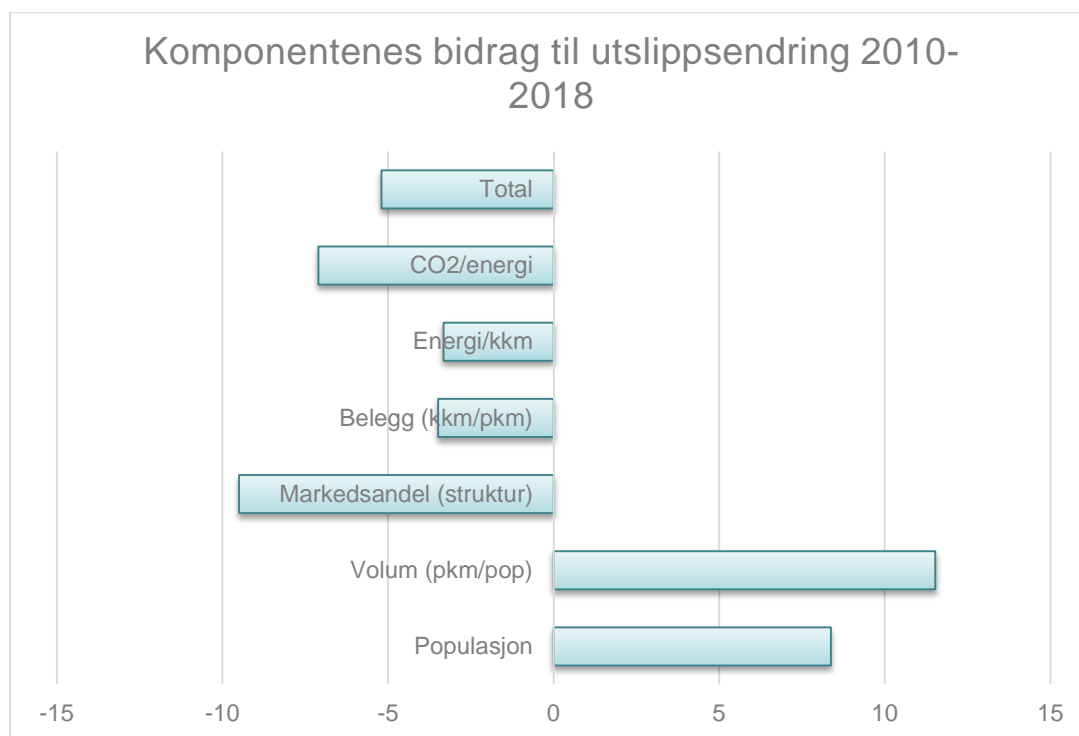
Tabell 6.3: Dekomponeringsanalyser, disaggregert nivå, etter periode. Alle verdier er i prosent, og viser komponentenes bidrag til endring av persontransportens totalutslipp. Biodrivstoff regnes som klimanøytralt.

	2010-2015	2015-2018	2010-2018
Populasjon	6,08	2,34	8,37
Volum (pkm/pop)	8,67	2,44	11,07
Struktur (markedsandel)	-4,08	-5,34	-9,13
Belegg (kkm/pkm)	-1,37	-2,12	-3,49
Energiintensitet (Energi/kkm)	-3,92	0,82	-3,32
Karbonintensitet (CO ₂ /energi)	-1,01	-6,66	-7,10
Total	3,73	-8,60	-5,19

Effektene for populasjon og volum er ikke identiske, men temmelig like i tabell 6.1 og tabell 6.3. Begge faktorene drar utslippene oppover, til dels sterkt: Estimater for volum i tabell 6.3 er på hele 11,07 prosent.

En gjennomgående forskjell mellom tabellene er at effekten av strukturfaktoren er langt sterkere i de disaggregerte analysene: I tabell 6.3 er estimatet -9,13 prosent i 2010-2018, mens det tilsvarende tallet i tabell 6.1 er -0,64 prosent. Hva kan forklare denne forskjellen? Dette er spørsmål som dekomponeringsanalysene ikke gir krystallklare svar på, men den følgende forklaringen er nærliggende: I de aggregerte analysene er alle personbiler samlet. I de disaggregerte analysene er personbilene derimot splittet opp i underkategorier. Som tabell v.3 (vedlegg) viser har personbiler med relativt lav utslippsintensitet (batteribiler) blitt faset inn i bilparken, mens svært utslippsintensive bensin-personbilers andel av persontransporten er langt lavere i 2018 enn i 2010. Disse forskjellene innad i bilparken framkommer ikke av analysene på aggregert nivå (tabell 6.1). Dette understreker nytten av å gjøre dekomponeringsanalyser på relativt disaggregerte data.

Videre er det betydelig forskjell mellom estimatene for energiintensitet i tabell 6.1 og tilsvarende estimater i tabell 6.3. Estimater i tabell 6.1 er -6,9 prosent i perioden 2010-2015, mens det i tabell 6.3 er -3,92 prosent. Det er grunn til å tro at også dette henger sammen med endringene i personbilparkens sammensetning: I de aggregerte analysene framtrer disse endringene i stor grad gjennom energiintensitetsfaktoren: Innfasingen av energisparende batteribiler gjør at personbilenes generelle energiintensitet faller, noe som gir en betydelig utslippsreducerende effekt. I de disaggregerte analysene framkommer imidlertid mye av effekten av batteribil-veksten gjennom strukturfaktoren, fordi batteribilene har tatt markedsandeler fra biler med høyere utslipp.



Figur 6.1: Illustrasjon av hovedresultater. Dekomponering av utslippsendring 2010-2018, disaggregerte data. Biodrivstoff regnes som klimanøytralt. X-aksen viser prosentvise bidrag til utslippsendring.

Merk for øvrig at verdiene i total-radene er likt for alle periodene i tabell 6.1 og tabell 6.3. Dette er som forventet: Verdiene skal samsvare med de prosentvise utslippsendringene mellom tidsperiodene som man kan finne med enkel prosentregning. Disse verdiene kan derfor sees på som en fasit som totalen i dekomponeringsanalysene må samsvare med. At disse totalverdiene er annerledes i tabell 6.2 er også som forventet: I analysene som vises der, inkluderes utslippene fra biodrivstoff, noe som endrer de totale utslippene.

Tabell 6.4 viser analyser fra dekomponeringsanalyser med disaggregerte data, men her har jeg igjen gått bort fra forutsetningen om at biodrivstoff er klimanøytralt. Disse analysene bruker med andre ord data der utslippene fra biodrivstoff er inkludert. Forskjellen vi ser fra tabell 6.3 minner om forskjellene vi ser mellom tabell 6.1 og tabell 6.2: Når utslippene fra biodrivstoff inkluderes, går utslippene fra 2010-2018 opp, og effekten av karbonintensitetsfaktoren svekkes betydelig: Den er nå på -0,56 prosent, mens den er estimert til -7,10 prosent i tabell 6.3. I dekomponeringene som bruker disaggregerte data forsvinner altså effekten av karbonintensitetsfaktoren nesten helt når vi inkluderer biodrivstoffutslippene.

Når vi sammenlikner tabell 6.3 og tabell 6.4, ser vi også at noen faktorerers effekter er relativt stabile: Hverken effekten av struktur, belegg eller energiintensitet er særlig sensitiv for ulike forutsetninger om biodrivstoffenes utslipp. Det er som forventet, siden disse forutsetningene påvirker telleren i brøken CO₂/energi for kjøretøy som går på bensin og diesel.

Tabell 6.4: Dekomponeringsanalyser, disaggregert nivå, etter periode, inkl. utslipp fra biodrivstoff. Alle verdier er i prosent, og viser komponentenes bidrag til endring av persontransportens totalutslipp.

	2010-2015	2015-2018	2010-2018
Populasjon	6,08	2,34	8,37
Volum (pkm/pop)	8,67	2,44	11,07
Struktur (markedsandel)	-3,54	-5,30	-8,16
Belegg (kkm/pkm)	-1,34	-2,01	-3,33
Energiintensitet (Energi/kkm)	-3,96	0,73	-3,48
Karbonintensitet (CO ₂ /energi)	-0,51	-0,16	-0,56
Total	4,84	-2,16	2,57

To faktorer har stabile effekter i alle analyser. Dette er populasjon- og volumfaktorene. Resultatene tyder på at begge faktorene har relativt sterke, utslippsøkende effekter. Populasjon er i liten eller ingen grad gjenstand for miljø- eller klimapolitiske virkemidler. Volum – altså hvor mye gjennomsnittsinbyggeren i Norge reiser – blir derimot forsøkt påvirket gjennom politiske virkemidler. Dette gjelder spesielt i urbane områder: Et viktig eksempel er at det for en rekke byområder har blitt inngått byvekstavtaler, som er det sentrale virkemiddelet for å nå nullvekstmålet – at i byområdene skal veksten i persontransporten tas med kollektivtransport, sykling og gange.

Det er viktig å huske at dekomponeringsanalysene ikke estimerer effekten av enkeltvirkemidler som for eksempel byvekstavtalene: Selv om volumfaktoren bidrar til økte utslipp mellom 2010 og 2018, kan enkeltvirkemidler ha utslippsreducerende effekt. Men i så fall er det andre drivkrefter som er langt sterkere. Volumfaktorens effekter demonstrerer at alle drivkreftene som skaper mer reising til sammen er langt sterkere enn drivkreftene som trekker i motsatt retning.⁵¹ Analysene i denne studien viser ikke *hva* som ligger bak den generelle økningen i mobilitet. Den generelle velstandsveksten, som muliggjør økt forbruk, er imidlertid et nærliggende forslag. Videre er det rimelig å mistenke at de store veiutbyggingene de senere årene er en annen betydelig faktor. Det samme kan gjelde kapasitetsutvidelser i luftfarten. Her er det likevel viktig å merke seg at også forsterkede *kollektivtransporttilbud* kan øke mobiliteten i et samfunn. Nettoeffekten på CO₂-utslipp av et forbedret kollektivtilbud – for eksempel økt hyppighet på bybusser i et byområde – bestemmes av summen av flere effekter. Flere og raskere busser kan kutte CO₂-utslipp gjennom å redusere bruken av privatbiler (en «overføringseffekt»), men de kan også øke CO₂-utslipp gjennom å utløse mer reising enn hva som ville vært tilfelle uten det økte kollektivtilbudet.

⁵¹ Siden denne studiens tidsserie slutter i 2018, omfattes ikke perioden der Covid-19-pandemien rammet verden. Under pandemien har en rekke mobilitetsdempende tiltak blitt gjennomført, for eksempel hjemmekontor, digital undervisning og møter via nettbaserte løsninger. I den grad slike og liknende tiltak blir en del av hverdagen, er de eksempler på tiltak som kan virke dempende på mobiliteten i samfunnet i framtida.

7 Konklusjon

Denne rapporten dokumenterer arbeidet med å samle inn data for å studere drivere av persontransportens CO₂-utslipp i perioden 2010-2018, og resultatene fra de etterfølgende dekomponeringsanalysene. Hovedfunnene er at befolkningsvekst og økning i befolkningens gjennomsnittlige reising har kraftige utslippsøkende effekter. Imidlertid er det flere faktorer (komponenter) som drar utslippene i motsatt retning: Rapportens hovedanalyser viser at de sterkeste utslippsreducerende faktorene er struktur (markedsandel) og karbonintensitet. Dette innebærer at relativt utslippsintensive fremkomstmidler har tapt markedsandeler til fremkomstmidler som har lavere utslipp, og at transportmidlene brukt i Norge i 2018 slapp ut mindre CO₂ per konsumerte energienhet enn de gjorde i 2010. Rapportens resultater er imidlertid sensitive for hvilke utslipp som tilskrives biodrivstoff. Sensitivitetstester viser at dersom man legger til grunn at biodrivstoff har utslipp lik sluttbrukerutslippene, går de totale persontransportutslippene noe opp i perioden 2010-2018, og effekten av karbonintensitet er nær null.

Rapporten har brukt dekomponeringsanalyse som metode for å beregne faktorenes effekter. Dette er en velegnet metode gitt formålet. Det er imidlertid også verdt å merke seg at noen tilsynelatende intuitive fortolkninger av analyseresultatene *ikke* er valide, og at presentasjonen av resultatene bør søke å unngå at slike feilslutninger trekkes.

Et første punkt man bør merke seg er at det brukte analyseopplegget kan få lesere til å trekke feilaktige slutninger om de ulike komponentenes effekter: Analyseopplegget innebærer en «alt annet likt»-forutsetning. Dette gjør at tolke resultatene med en viss forsiktighet. Det følgende eksempelet illustrerer denne utfordringen: Gjennom de siste tiårene har Norge tidvis hatt høy årlig folkevekst. Det er allment kjent at en stor del av denne veksten skyldes arbeidsmigrasjon fra land i Øst-Europa. Hvis en leser blir presentert for funnet at befolkningsvekst har vært en viktig driver av CO₂-utslipp fra persontransport, kan det virke nærliggende å tro at østeuropeisk arbeidsinnvandring er årsaken til denne veksten. Det er ikke nødvendigvis en korrekt slutning: Studiens data skiller *ikke* mellom ulike populasjonsgruppers mobilitet – dataene kategoriserer ikke mennesker basert på alder, nasjonalitet, kjønn eller liknende. Dermed kan følgende situasjon oppstå: Befolkningen øker i en gitt periode (fra t til t_{+1}) gjennom arbeidsinnvandring. For enkelhets skyld forutsetter vi at disse arbeidsinnvandrerne bruk av transport er null. Det innebærer at den nyankomne gruppens reelle effekt på persontransportutslipp er null. En dekomponeringsanalyse vil imidlertid vise en utslippsøkende effekt av befolkning fra t til t_{+1} . Det skyldes altså at det skisserte analyseopplegget impliserer at arbeidsinnvandrerne mobilitet er identisk med gjennomsnittspopulasjonens transportbruk på tidspunkt t .

Man bør også merke seg at effekt-estimatene i begrenset grad gir grunnlag for å si noe om konkrete virkemidlers virkning på utslipp: Hvis endringer i en (sub-)komponent har flere drivere, er det i utgangspunktet vanskelig å isolere effektene av hver driver. La oss si at en analyse viser at utslippsintensiteten til en gitt kategori fremkomstmiddel (for eksempel dieslbiler) har stått for en betydelig utslippsreduksjon i en gitt periode. Hvis man da vet at utslippskilden har vært gjenstand for en ny politikk i den aktuelle perioden, kan det virke nærliggende å hevde at denne politikken har vært effektiv. Det er imidlertid ikke enkelt å isolere effektene av politiske virkemidler. Med mindre man har inngående kunnskap om

alle faktorer som påvirker et transportmiddels utslippsintensitet, vil det derfor være vanskelig å isolere effekten av et gitt politisk virkemiddel. Teknisk beregningsutvalg for klima leverte sommeren 2020 sin andre rapport, der første del i sin helhet er viet til drøfting av metodeutfordringer i analyser av virkemidlers effekt på utfallsvariabler som CO₂-utslipp (Teknisk beregningsutvalg for klima 2020). Rapporten gir en god innføring i generelle utfordringer i kausalanalyser, og konkrete problemstillinger som er mer spesifikke for klimapolitikkfeltet. Utvalgets arbeid illustrerer, på samme måte som arbeidet dokumentert i denne rapporten, at det er krevende å trekke konklusjoner om effektene av politiske virkemidler.

Referanser

- Ang, Beng W. 2015. "LMDI decomposition approach: a guide for implementation." *Energy Policy* 86 (2015): 233-238.
- Ang, Beng Wah, and Fang Q. Zhang. 2000. "A survey of index decomposition analysis in energy and environmental studies." *Energy* 25.12 (2000): 1149-1176.
- Avinor. 2020. "Trafikkstatistikk." Tilgjengelig fra avinor.no/konsern/om-oss/trafikkstatistikk/arkiv, sist besøkt 14. oktober 2020.
- Engedal, Mona Irene Andersen, Jan Sebastian Rothe og Vidar Lund. 2020. «Mindre utslipp fra veitrafikk, fly og tog.» www.ssb.no/transport-og-reiseliv/artikler-og-publikasjoner/mindre-utslipp-fra-veitrafikk-fly-og-tog, sist besøkt 7. desember 2020
- Farstad, Eivind, Kjetil Haukås og Bjørg Langset. 2019. «Transportytelser i Norge 1946-2018.» TØI-rapport 1928/2019. Tilgjengelig fra <https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=52203>, sist besøkt 13. april 2021.
- Jernbaneverket. 2016. «Miljørapport 2016.» www.banenor.no/Om-oss/arkiv-jernbaneverket/Arsmeldinger-og-rapportar-fra-Jernbaneverket/Miljorapportering/miljorapport-2016/
- Fridstrøm, Lasse. 2019. «Framskrivning av kjøretøyparken i samsvar med nasjonalbudsjettet 2019.» TØI-rapport 1689/2019 <https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=50202>, sist besøkt 11. mars 2021
- Fridstrøm, Lasse, og Vegard Østli. 2018. «Etterspørselen etter nye personbiler.» TØI-rapport 1665/2018. <https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=49131>, sist besøkt 11. juni 2021
- Grue, Berit, Iratxe Landa-Mata, Bjørg Langset Flotve. 2021. «Den nasjonale reisevaneundersøkelsen 2018/2019 – nøkkelrapport.» TØI-rapport 1835/2021. (Kommende)
- Hjorthol, Randi, Øystein Engebretsen, Tanu Priya Uteng. 2014. «Den nasjonale reisevaneundersøkelsen 2013/14 – nøkkelrapport.» Transportøkonomisk institutt. www.toi.no/getfile.php?mmfileid=39511, sist besøkt 10. april 2020.
- Kesicki, Fabian. 2013. "Marginal abatement cost curves: Combining energy system modelling and decomposition analysis." *Environmental Modeling & Assessment* 18.1 (2013): 27-37.
- Kokkvoll Tveit, Andreas. 2018. Can the management school explain noncompliance with international environmental agreements?. *Int Environ Agreements* 18, 491–512 (2018). <https://doi.org/10.1007/s10784-018-9400-6>
- Kokkvoll Tveit, Andreas. 2020. «Dekomponering av CO₂-utslipp i persontransport.» Transportøkonomisk institutt (TØI), TØI-arbeidsdokument 51632.
- Ma, Minda, and Weiguang Cai. 2018. "What drives the carbon mitigation in Chinese commercial building sector? Evidence from decomposing an extended Kaya identity." *Science of The Total Environment* 634 (2018): 884-899.
- Miljøloftet.no. 2020. «Trolley 2020: Birkelundstoppen-Lyngbø.» www.miljoloftet.no/prosjektliste/kollektiv/trolleybusslinje-til-lakseveg/ sist besøkt 19. november 2020
- Miljødirektoratet. 2020. «Tabeller for omregning fra energivare til kWh.» www.miljodirektoratet.no/myndigheter/klimaarbeid/kutte-utslipp-av-klimagasser/klima-og-energiplanlegging/tabeller-for-omregning-fra-energivarer-til-kwh/ sist besøkt 19. november 2020
- NSB. 2016. «NSB-konsernet 2016.» www.vy.no/globalassets/vy.no/filer-no/arsrapporter/2016-arsrapport.pdf sist besøkt 7. desember 2020

- NSB. 2018. «NSB-konsernets års- og bærekraftsrapport»
www.vy.no/globalassets/vy.no/filer-no/arsrapporter/2018-arsrapport.pdf
 sist besøkt 7. desember 2020
- Peters, G., Andrew, R., Canadell, J. et al. 2017. «Key indicators to track current progress and future ambition of the Paris Agreement.» *Nature Clim Change* 7, 118–122.
 doi:10.1038/nclimate3202
- Rafaj, Peter, Markus Amann, José Siri og Henning Wuester, 2014. “Changes in European greenhouse gas and air pollutant emissions 1960–2010: decomposition of determining factors,” *Climatic Change*, Springer, vol. 124(3), 477-504.
- Ruter. 2014. “Ruters miljøstrategi 2014-2020.» Ruterrapport 2014:4.
ruter.no/globalassets/dokumenter/ruterrapporter/2014-4_ruters_miljostrategi_2014-2020.pdf, sist besøkt 28. juni 2021.
- Rødseth, Kenneth Løvold, Paal Brevik Wangsness, Knut Veisten, Alena Katharina Høye, Rune Elvik, Ronny Klæboe, Harald Thune-Larsen, Lasse Fridstrøm, Elizabeth Lindstad, Agathe Riialand, Kristofer Odolinski, Jan-Eric Nilsson. 2019. «Eksterne kostnader ved transport i Norge – Estimer avmarginale skadestnader for person- og godstransport.» TØI-rapport 1704/2019. Tilgjengelig fra: <https://www.toi.no/publikasjoner/eksterne-kostnader-ved-transport-i-norge-estimer-av-marginale-skadestnader-for-person-og-godstransport-article35997-8.html>, sist besøkt 10. januar 2021.
- Solaymani, Saeed. 2019. “CO₂ emissions patterns in 7 top carbon emitter economies: The case of transport sector.” *Energy*. Volume 168, 989-1001.
<https://doi.org/10.1016/j.energy.2018.11.145>.
- SSB. 2019a. «Mindre utslipp fra togtransport.»
www.ssb.no/transport-og-reiseliv/artikler-og-publikasjoner/mindre-utslipp-fra-togtransport,
 sist besøkt 15. januar 2021.
- SSB. 2019b. «Økte utslipp fra innenriks luftfart.»
www.ssb.no/transport-og-reiseliv/artikler-og-publikasjoner/okte-utslipp-fra-innenriks-luftfart,
 sist besøkt 28. januar 2021.
- SSB. 2019c. «Elbiler reduserer utslipp per personkilometer.»
www.ssb.no/transport-og-reiseliv/artikler-og-publikasjoner/elbiler-reduserer-utslipp-per-personkilometer,
 sist besøkt 22. februar 2021.
- SSB. 2020. «Kollektivtransport.»
<https://www.ssb.no/transport-og-reiseliv/statistikker/kolltrans>, sist besøkt 10. mars 2021.
- Teknisk beregningsutvalg for klima. 2019. «Rapport fra Teknisk beregningsutvalg for klima 2019.»
https://www.regjeringen.no/contentassets/ae16bb6bcd8d433a9b3ce59ed9dddba8/m1442_tbu_rapport.pdf, sist besøkt 10. april 2021.
- Teknisk beregningsutvalg for klima. 2020. «Rapport fra Teknisk beregningsutvalg for klima 2020.»
www.regjeringen.no/contentassets/eac49cb2b95a43b583d9b7407f5e4117/rapport-fra-teknisk-beregningsutvalg-for-klima-2020.pdf,
 sist besøkt 25. november 2020.
- Thune-Larsen, Harald, Rolf Hagman, Inger Beate Hovi, Knut Sandberg Eriksen. 2009. «Energieffektivisering og CO₂-utslipp for innenlands transport 1994-2050». TØI-rapport 1047/2009. www.toi.no/publikasjoner/energieffektivisering-og-co2-utslipp-for-innenlands-transport-1994-2050-article28246-8.html.
- Toutain, Jun Elin Wiik, Gaute Taarneby og Eivind Selvig. 2008. «Energiforbruk og utslipp til luft fra innenlandsk transport»
www.ssb.no/a/publikasjoner/pdf/rapp_200849/rapp_200849.pdf, sist besøkt 18. desember 2020
- Zhang, Ming, et al. "Decomposition of energy-related CO₂ emission over 1991–2006 in China." *Ecological Economics* 68.7 (2009): 2122-2128.
- Zhu, Feng, Xu Wu, and Yuee Gao. 2020. "Decomposition analysis of decoupling freight transport from economic growth in China." *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 78.

Vedlegg

Tabell V.1: Befolkning, totale utslipp, personkilometer per capita, personkm og kjøretøykm. Utvalgte år. Biodrivstoff forutsettes klimanøytralt.

		2010	2015	2018
Totalt CO₂ persontransp. (1000 tonn CO₂)		7 515	7 795	7 125
Befolkning		4 889 252	5 189 894	5 311 916
Passasjerkilometer (mill)		68 467	79 053	82 896
Passasjerkilometer (mill) per capita		0,0140	0,0152	0,0156
Personkm. (pkm). Alle tall i Millioner pkm	Total persontransport	68 467	79 053	82 896
	Gange	1 937	2 419	2 454
	Sykkel	879	1 082	982
	Jernbane	3 063	3 509	3 684
	Forstadsbaner og sporveier	619	809	996
	<i>Personbiler totalt</i>	<i>49 786</i>	<i>57 719</i>	<i>60 583</i>
	Bensin_personbil	27 442	21 817	18 186
	Diesel_personbil	22 307	33 353	33 158
	Batteri_personbil	33	1 446	4 468
	Hybrid_personbil	2	1 099	4 763
	Annet_personbil	2	4	8
	<i>Buss totalt</i>	<i>5 637</i>	<i>6 181</i>	<i>6 647</i>
	Diesel_buss	5 431	5 772	6 075
	Gass_buss	207	407	558
	Batteri_buss	0	2	14
	Motorsykler og mopeder	1 364	1 581	1 632
	Fly	5 182	5 753	5 918
Kjøretøykm. (kkm). Alle tall i millioner kkm	Totale kjøretøykilometer	34 314	39 947	41 632
	Gange	1 937	2 419	2 454
	Sykkel	879	1 082	982
	Jernbane	34	40	41
	Forstadsbaner og sporveier	10	14	17
	<i>Personbiler totalt</i>	<i>29 459</i>	<i>34 153</i>	<i>35 848</i>
	Bensin_personbil	16 238	12 910	10 761
	Diesel_personbil	13 200	19 736	19 620
	Batteri_personbil	20	856	2 644
	Hybrid_personbil	1	650	2 818
	Annet_personbil	1	2	5
	<i>Buss totalt</i>	<i>532</i>	<i>557</i>	<i>568</i>
	Diesel_buss	512	520	519
	Gass_buss	20	37	48
	Batteri_buss	0	0,1	1,2
	Motorsykler og mopeder	1 364	1 581	1 632
	Fly	98	101	92

Tabell V.2: Utslipp og energiforbruk fordelt på fremkomstmidler. Biodrivstoff forutsettes klimanøytralt.

		2010	2015	2018
CO ₂ -utslipp (Alle tall i tusen tonn CO ₂)	Totale utslipp persontransport	7 515	7 795	7 125
	Gange	0	0	0
	Sykkel	0	0	0
	Jernbane	37	23	24
	Forstadsbaner og sporveier	0	0	
	<i>Personbiler totalt</i>	<i>5 916</i>	<i>6 091</i>	<i>5 453</i>
	Bensin_personbil	3 446	2 520	1 948
	Diesel_personbil	2 470	3 475	3 113
	Batteri_personbil	0	0	0
	Hybrid_personbil	0	96	393
	Annet_personbil	0	0	0
	<i>Buss_totalt</i>	<i>394</i>	<i>415</i>	<i>383</i>
	Diesel_buss	394	415	383
	Gass_buss	0	0	0
	Batteri_buss	0	0	0
	Motorsykler og mopeder	125	146	141
	Fly	1 043	1 120	1 123
Energi (Alle tall i GWh)	Totalt energiforbruk persontransport	29 486	31 085	30 914
	Gange	0	0	0
	Sykkel	0	0	0
	Jernbane	485	541	565
	Forstadsbaner og sporveier	84	71	111
	<i>Personbiler totalt</i>	<i>23 256</i>	<i>24 262</i>	<i>23 950</i>
	Bensin_personbil	13 447	9 965	8 115
	Diesel_personbil	9 804	13 781	13 632
	Batteri_personbil	3	120	365
	Hybrid_personbil	1	395	1 836
	Annet_personbil	1	1	3
	<i>Buss_totalt</i>	<i>1 667</i>	<i>1 797</i>	<i>1 861</i>
	Diesel_buss	1 579	1 663	1 695
	Gass_buss	88	134	165
	Batteri_buss	0	0,2	1,2
	Motorsykler og mopeder	453	537	539
	Fly	3 540	3 878	3 887

Tabell V.3: Fremkomstmidlenes markedsandeler og belegg (kkm per pkm). Utvalgte år.

	2010	2015	2018	
Markedsandel (struktur)		100%	100%	100%
	Gange	2,8%	3,1%	3,0%
	Sykkel	1,3%	1,4%	1,2%
	Jernbane	4,5%	4,4%	4,4%
	Forstadsbaner og sporveier	0,9%	1,0%	1,2%
	<i>Personbiler totalt</i>	<i>72,7%</i>	<i>73,0%</i>	<i>73,1%</i>
	Bensin_personbil	40,1%	27,6%	21,9%
	Diesel_personbil	32,6%	42,2%	40,0%
	Batteri_personbil	0,0%	1,8%	5,4%
	Hybrid_personbil	0,0%	1,4%	5,7%
	Annet_personbil	0,0%	0,0%	0,0%
	<i>Buss totalt</i>	<i>8,2%</i>	<i>7,8%</i>	<i>8,0%</i>
	Diesel_buss	7,9%	7,3%	7,3%
	Gass_buss	0,3%	0,5%	0,7%
	Batteri_buss	0,0%	0,0%	0,0%
	Motorsykler og mopeder	2,0%	2,0%	2,0%
	Fly	7,6%	7,3%	7,1%
Kkm/pkm (kkm per pkm)	Gange	1,00	1,00	1,00
	Sykkel	1,00	1,00	1,00
	Jernbane	0,01	0,01	0,01
	Forstadsbaner og sporveier	0,02	0,02	0,02
	<i>Personbiler totalt</i>	<i>0,59</i>	<i>0,59</i>	<i>0,59</i>
	Bensin_personbil	0,59	0,59	0,59
	Diesel_personbil	0,59	0,59	0,59
	Batteri_personbil	0,59	0,59	0,59
	Hybrid_personbil	0,59	0,59	0,59
	Annet_personbil	0,59	0,59	0,59
	<i>Buss totalt</i>	<i>0,094</i>	<i>0,090</i>	<i>0,085</i>
	Diesel_buss	0,094	0,090	0,085
	Gass_buss	0,094	0,090	0,085
	Batteri_buss	0,000	0,090	0,085
	Motorsykler og mopeder	1,00	1,00	1,00
	Fly	0,019	0,018	0,015

Tabell V.4: Fremkomstmidlenes energiintensitet og karbonintensitet. Utvalgte år. Biodrivstoff forutsettes klimanøytralt.

		2010	2015	2018
Energi/kkm (GWh per mill kkm)	Gange	0,000	0,000	0,000
	Sykkel	0,000	0,000	0,000
	Jernbane	14,239	13,450	13,886
	Forstadsbaner og sporveier	8,099	5,178	6,727
	<i>Personbiler totalt</i>	<i>0,789</i>	<i>0,710</i>	<i>0,668</i>
	Bensin_personbil	0,828	0,772	0,754
	Diesel_personbil	0,743	0,698	0,695
	Batteri_personbil	0,171	0,141	0,138
	Hybrid_personbil	0,867	0,607	0,651
	Annet_personbil	0,708	0,544	0,550
	<i>Buss totalt</i>	<i>3,135</i>	<i>3,228</i>	<i>3,276</i>
	Diesel_buss	3,083	3,199	3,265
	Gass_buss	4,507	3,646	3,457
	Batteri_buss	0,000	1,172	0,945
	Motorsykler og mopeder	0,332	0,339	0,330
	Fly	35,952	38,479	42,406
CO₂/energi (Tusen tonn CO₂ per GWh)	Gange	0,000	0,000	0,000
	Sykkel	0,000	0,000	0,000
	Jernbane	0,076	0,042	0,043
	Forstadsbaner og sporveier	0,000	0,000	0,000
	<i>Personbiler totalt</i>	<i>0,254</i>	<i>0,251</i>	<i>0,228</i>
	Bensin_personbil	0,256	0,253	0,240
	Diesel_personbil	0,252	0,252	0,228
	Batteri_personbil	0,000	0,000	0,000
	Hybrid_personbil	0,256	0,242	0,214
	Annet_personbil	0,205	0,210	0,120
	<i>Buss totalt</i>	<i>0,236</i>	<i>0,231</i>	<i>0,206</i>
	Diesel_buss	0,249	0,250	0,226
	Gass_buss	0,000	0,000	0,000
	Batteri_buss	0	0	0
	Motorsykler og mopeder	0,2760	0,2720	0,2617
	Fly	0,2946	0,2888	0,2888

Transportøkonomisk institutt (TØI) Stiftelsen Norsk senter for samferdselsforskning

TØI er et anvendt forskningsinstitutt, som mottar basisbevilgning fra Norges forskningsråd og gjennomfører forsknings- og utredningsoppdrag for næringsliv og offentlige etater. TØI ble opprettet i 1964 og er organisert som uavhengig stiftelse.

TØI utvikler og formidler kunnskap om samferdsel med vitenskapelig kvalitet og praktisk anvendelse. Instituttet har et tverrfaglig miljø med rundt 90 høyt spesialiserte forskere.

Instituttet utgir tidsskriftet Samferdsel på internett og driver også forskningsformidling gjennom TØI-rapporter, artikler i vitenskapelige tidsskrifter, samt innlegg og intervjuer i media. TØI-rapportene er gratis tilgjengelige på instituttets hjemmeside www.toi.no.

TØI er partner i CIENS Forskningscenter for miljø og samfunn, lokalisert i Forskningsparken nær Universitetet i Oslo (se www.ciens.no). Instituttet deltar aktivt i internasjonalt forsknings-samarbeid, med særlig vekt på EUs rammeprogrammer.

TØI dekker alle transportmidler og temaområder innen samferdsel, inkludert trafiksikkerhet, kollektivtransport, klima og miljø, reiseliv, reisevaner og reiseetterspørsel, arealplanlegging, offentlige beslutningsprosesser, næringslivets transporter og generell transportøkonomi.

Transportøkonomisk institutt krever opphavsrett til egne arbeider og legger vekt på å opptre uavhengig av oppdragsgiverne i alle faglige analyser og vurderinger.

Besøks- og postadresse:

Transportøkonomisk institutt
Gaustadalléen 21
NO-0349 Oslo

22 57 38 00
toi@toi.no
www.toi.no