



Transportøkonomisk institutt
Stiftelsen Norsk senter for samferdselsforskning

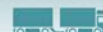
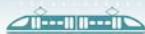


Eksterne kostnader fra godstransport på veg og til sjøs

Oppdaterte estimater av marginale skadekostnader i 2022-priser

Paal Brevik Wangsness, Kenneth Løvold Rødseth,
Harald Thune-Larsen, Linda Ager-Wick Ellingsen

1953/2023



Tittel:	Eksterne kostnader fra godstransport på veg og til sjøs - Oppdaterte estimer av marginale skadekostnader i 2022-priser
Tittel engelsk:	The external costs of freight transport by road and by sea - Updated marginal damage cost estimates - 2022
Forfatter:	Paal Brevik Wangsness, Kenneth Løvold Rødseth, Harald Thune-Larsen, Linda Ager-Wick Ellingsen
Dato:	04.2023
TØI-rapport:	1953/2023
Antall sider:	63
ISSN elektronisk:	2535-5104
ISBN elektronisk:	978-82-480-2014-1
Oppdragsgivers p.nr.:	NTP rammeavtale; 21/47078
Finansieringskilder:	Statens vegvesen og Kystverket
TØIs p.nr.:	5262 – Skadekostnader 2022
Prosjektleder:	Paal Brevik Wangsness
Kvalitetsansvarlig:	Kjell Werner Johansen
Fagfelt:	Samfunnsøkonomiske analyser
Emneord:	Skadekostnader; Utslipp til luft; Slitasjekostnader

Kort sammendrag

Marginale skadekostnader er viktig komponent i transportvirksomhetenes tiltaksanalyser. Denne rapporten dokumenterer arbeidet med å forberede oppdaterte skadekostnadsestimer til arbeidet med Nasjonal Transportplan 2025-2036. Rapporten omfatter skadekostnader ved godstransport på vei og til sjøs. Den presenterer reviderte beregninger for kostnader knyttet til utslipp til luft (både lokal og global forurensing) og veislitasje, mens øvrige skadekostnader er realprisjustert. Vi understreker at selv om beregningene av eksterne kostnader er blitt styrket i dette arbeidet er de allikevel beheftet med usikkerhet.

Summary

Marginal damage costs constitute a key component of transport appraisal in Norway. This report documents the implementation and results of a research project to prepare damage cost estimates for the National Transport Plan 2025-2036. The report includes damage costs for road and maritime freight transports. It contains revised calculations for costs associated with air emissions (both local and global pollution) and road wear, while other damage costs are real price adjusted. We emphasize that although the external cost estimates have been improved by this project, they are still subject to uncertainty.

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.



Forord

I arbeidet med Nasjonal transportplan (NTP) 2025-2036 jobber transportvirksomhetene med en rekke analyser for å sikre en best mulig NTP. Det er i den forbindelse behov for en oppdatering av kunnskapsgrunnlaget. Denne rapporten dokumenterer data, metoder og hovedresultater fra et utredningsprosjekt for å oppdatere skadekostnadsestimer for veibasert og sjøbasert godstransport. Prosjektet er finansiert av Statens vegvesen og Kystverket. Prosjektet har vært ledet av Paal Brevik Wangsness, og har hatt et hovedansvar for analysene i rapporten.

Kenneth Løvold Rødseth har vært ansvarlig for estimering av utslippsfaktorer fra skipsfart. Linda Ager-Wick Ellingsen har vært ansvarlig for analyser av hvordan blandingsforholdet med biodrivstoff i Norge i 2021 påvirker utslippsfaktoren for veitransport. Harald Thune-Larsen (TØI) har hatt ansvar for slitasjekostnader ved vegtransport. På sistnevnte tema vil vi også takke Åsmund Holen, Johnny M. Johansen og Ragnar Evensen fra ViaNova AS for gode faglige innspill. Internt på TØI har prosjektteamet også nytt godt av gode faglige innspill fra Inger Beate Hovi og Ingrid Sundvor.

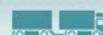
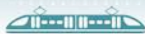
Prosjektteamet takker for gode innspill og støtte fra oppdragsgiver og kontaktpersonene Alexander Frostis (Kystverket) og Else-Marie Marskar (Statens vegvesen). De har mottatt rapportutkast og Excel-ark i flere runder for kommentering før endelig rapport ble publiseringsklar.

Assisterende direktør Kjell Werner Johansen har kvalitetssikret denne rapporten.

Oslo, april 2023
Transportøkonomisk institutt

Bjørne Grimsrud
Administrerende direktør

Kjell W. Johansen
Avdelingsleder



Innhold

Sammendrag

Summary

1	Innledning.....	1
1.1	Bakgrunn	1
1.2	Rapportstruktur	1
1.3	Ordforklaring.....	1
2	Eksterne kostnader – teori.....	2
2.1	Eksterne kostnader som markedssvikt	2
2.2	Bruk av avgifter til forbedre samfunnsøkonomisk effektivitet.....	3
2.3	Hva betyr dette for nyttekostnadsanalyser	5
3	Marginale skadekostnader: Utslipp til luft.....	6
3.1	Verdsetting per utslippsenhet	6
3.2	Utslipp til luft og skadekostnader per km fra veibasert godstransport.....	12
3.3	Hvordan justere estimatene utfra innblandingsforholdet av biodrivstoff	17
3.4	Utslipp til luft og skadekostnader per km fra sjøbasert godstransport.....	22
4	Marginale skadekostnader: Slitasje.....	29
4.1	Kort om slitasjekostnadsberegningene i TØI-rapport 1704/2019	29
4.2	Kort om rimelighetsbetraktningene i SINTEF-rapporten	30
4.3	Revisjon og oppdatering av beregningene i TØI-rapport 1704/2019.....	31
5	Sammenstilling av marginale skadekostnader	35
5.1	Veibasert godstransport	35
5.2	Sjøbasert godstransport.....	37
6	Marginale skadekostnader sett opp mot avgiftsbelastning	39
6.1	Et teoretisk optimalt system	39
6.2	Presisjonsnivået på avgifter, brukerbetaling og tilskudd knyttet til vei- og sjøbasert godstransport i 2022	40
6.3	Gjennomgang av økonomiske transportpolitiske virkemidler for vei- og sjøbasert godstransport	41
6.4	Eksempelberegninger på skadekostnader og økonomiske transportpolitiske virkemidler	47
6.5	Drøfting av eksempelberegninger	51
7	Konklusjon og diskusjon	54
7.1	Konklusjon.....	54
7.2	Diskusjon	55
	Referanser	57
	Vedlegg.....	60
	Vedlegg 1. Gjennomsnittlig lastvekt.....	60
	Vedlegg 2. Marginale skadekostnader for veibasert godstransport: Nullutslippskjøretøy	61

Eksterne kostnader fra godstransport på veg og til sjøs

Oppdaterte estimater av marginale skadekostnader i 2022

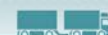
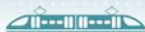
TØI rapport 1953/2023 • Forfattere: Paal Brevik Wangsness, Kenneth Løvold Rødseth, Harald Thune-Larsen, Linda Ager-Wick Ellingsen • Oslo 2022 • 63 sider

I forbindelse med kommende Nasjonal Transportplan 2025-2036 er det behov for oppdatering av kunnskapsgrunnlag for å gjennomføre de relevante analysene. På bakgrunn av dette ønskes en oppdatering av skadekostnadsestimater for veibasert og sjøbasert godstransport. Denne oppdateringen i 2022 fokusert på utslipp til luft (både lokal og global forurensing) og slitasjekostnader. Øvrige skadekostnader har kun blitt realprisjustert. De nye skadekostnadsestimatene kan vurderes som små forbedringer, ettersom det er kommet små forbedringer i både dataunderlag og beregninger. Vi understreker likevel at estimatene er beheftet med en del usikkerhet.

For de fleste skadekostnadsparameterne har det ikke vært behov for større oppdateringer siden TØI-rapport 1704/2019 *Eksterne skadekostnader ved transport i Norge - Estimater av marginale skadekostnader for person- og godstransport* som ble utarbeidet mellom 2018 og 2020 for analyser for NTP 2022-2033. Gitt et stramt tidskjema har denne oppdateringen i 2022 fokusert på utslipp til luft (både lokal og global forurensing) og slitasjekostnader, og bare på vei- og sjøbasert godstransport.

For utslipp til luft har det vært flere grunner til å gjennomføre oppdateringer. For sjøbasert godstransport har ny data fra [EUs MRV-system for rapportering av CO₂-utslipp fra skip](#) vært en ny kilde til å beregne utslippsfaktorer per fartøykilometer og per tonnkilometer. For veibasert godstransport foregår det en relativt rask utskiftning til Euro VI lastebiler som betyr vesentlig lavere utslipp av NO_x og PM₁₀ per km. Videre er det behov for endre enhetsprisene per tonn CO₂ for å være i henhold til ny veiledning om verdsetting av klimagassutslipp fra Finansdepartementet (2021b). Enhetsprisene for lokal luftforurensing har også fått en oppdatering både for å ta hensyn til verdsetting per eksponert (realprisjustering utfra BNP per innbygger) og antall potensielt eksponerte personer i byer (befolkningsvekst i byer). Videre har vi også gjort oppdateringer og nyanseringer knyttet til hvordan innblanding av biodrivstoff påvirker CO₂-utslipp per km i veisektoren.

For marginale skadekostnader knyttet til veislitasje er det blitt gjort forbedringer i beregningene sammenlignet med de gjort i TØI-rapport 1704 etter innspill fra Bertelsen et al. (2021). I tillegg har det vært en relativt stor oppgang kostnadsindeksen for asfaltering innen drift og vedlikehold av veger siden TØI-rapport 1704 som det er ønskelig å ta høyde for.



For de andre typene skadekostnader fra transport har vi kun foretatt realprisjusteringer til 2022-verdier med 2022-kr. For veibasert godstransport er dette gjort for støy, ulykkesrisiko og kjø. For sjøbasert godstransport er dette gjort for ulykkesrisiko og akutte utslipp til vann.

I kapittel 5 sammenstilles de oppdaterte estimatene på marginale skadekostnader i anvendelige oppsummeringstabeller. Disse gjengis her i sammendraget i tabell S.1 og tabell S.2. Tabell S.1 viser beregnede skadekostnader per km for tunge godsbiler for døgnet sett under ett. Tilsvarende tabeller for nullutslippsbiler, som er forutsatt identiske (unntatt mht. utslipp) med de forbrenningsmotordrevne kjøretøyene er gitt i Vedlegg 2. Marginale skadekostnader per tonnkilometer er gitt i den siste kolonnen. Tabeller med beregnet gjennomsnittlig lastvekt er gitt i Vedlegg 1.

Tabell S.1: Tunge godsbiler (med forbrenningsmotor), kr per km for ulike skadekostnader, døgnet sett under ett. CO₂-kostnader er justert for iblanda biodrivstoff (13,2 % reduksjon sammenlignet med ren fossil diesel, 10,3 % reduksjon sammenlignet med ren fossil bensin). Siste kolonne oppgir samlede skadekostnader i kr per tonnkilometer.

Vekt-klasse	Områdetype	CO ₂	Lokale utslipp	Støy	Kø	Ulykker	Slitasje	Skadekostnader per km	Skadekostnader per tkm
<=7,5t	Spredt bebyggelse	0,22	0,04	0,28	0,00	0,65	0,01	1,20	1,03
<=7,5t	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	0,21	0,40	1,93	0,25	0,65	0,01	3,46	2,97
<=7,5t	Tettsted (>100 000 innb.)	0,21	2,86	2,83	1,76	0,65	0,01	8,32	7,13
>7,5-14t	Spredt bebyggelse	0,31	0,04	0,28	0,00	0,65	0,08	1,37	0,81
>7,5-14t	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	0,32	0,45	1,93	0,25	0,65	0,08	3,69	2,18
>7,5-14t	Tettsted (>100 000 innb.)	0,32	3,08	2,83	1,76	0,65	0,08	8,72	5,16
>14-20t	Spredt bebyggelse	0,38	0,05	0,28	0,00	0,65	0,21	1,57	0,59
>14-20t	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	0,40	0,53	1,93	0,25	0,65	0,21	3,98	1,50
>14-20t	Tettsted (>100 000 innb.)	0,40	3,42	2,83	1,76	0,65	0,21	9,27	3,50
>20-28t	Spredt bebyggelse	0,50	0,05	0,28	0,00	0,65	0,31	1,79	0,42
>20-28t	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	0,54	0,56	1,93	0,25	0,65	0,31	4,24	1,00
>20-28t	Tettsted (>100 000 innb.)	0,54	3,56	2,83	1,76	0,65	0,31	9,65	2,26
>28-40t	Spredt bebyggelse	0,60	0,04	0,28	0,00	0,43	0,13	1,49	0,26
>28-40t	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	0,65	0,49	1,93	0,25	0,43	0,13	3,88	0,69
>28-40t	Tettsted (>100 000 innb.)	0,65	3,21	2,83	1,76	0,43	0,13	9,00	1,60
>40-50t	Spredt bebyggelse	0,65	0,05	0,28	0,00	0,47	0,54	1,99	0,16
>40-50t	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	0,70	0,50	1,93	0,25	0,47	0,54	4,40	0,35
>40-50t	Tettsted (>100 000 innb.)	0,70	3,26	2,83	1,76	0,47	0,54	9,56	0,75
>50-60t	Spredt bebyggelse	0,79	0,07	0,28	0,00	0,47	0,37	1,98	0,14
>50-60t	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	0,86	0,62	1,93	0,25	0,47	0,37	4,51	0,33
>50-60t	Tettsted (>100 000 innb.)	0,86	3,85	2,83	1,76	0,47	0,37	10,14	0,74
Bensin, alle klasser	Spredt bebyggelse	0,31	0,09	0,28	0,00	0,65	0,21	1,54	0,58
Bensin, alle klasser	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	0,31	0,58	1,93	0,25	0,65	0,21	3,94	1,49
Bensin, alle klasser	Tettsted (>100 000 innb.)	0,31	3,58	2,83	1,76	0,65	0,21	9,34	3,53

For sjøbasert godstransport har oppdragsgiver mottatt en større mengde tabeller for marginale skadekostnader i Excel-format til bruk i videre analyser. I denne rapporten begrenser vi oss til å gjengi tabellene for de tre størrelseskategorier for container- og roroskip under 15 000 dødvekttonn. Oppsummeringstabellen for marginale skadekostnader for sjøbasert godstransport er gitt i tabell S.2. Marginale skadekostnader per tonnkilometer er gitt i den siste kolonnen. Tabeller med beregnet gjennomsnittlig lastvekt er gitt i Vedlegg 1.

Tabell S.2: Kr per fartøykm for ulike skadekostnader for sjøbasert godstransport for utvalgte skipstyper og størrelseskategorier (målt etter dødvektstonn – dwt). Siste kolonne oppgir samlede skadekostnader i kr per tonnkilometer.

Skipstype	Størrelses-kategori	Områdekategori	Utslipp til luft	Ulykker	Akutte utslipp	Skade-kostnad per km	Skade-kostnad per tkm
Container Lo/Lo	<9'	Spredt bebyggelse	126	0,4	42	168	0,05
Container Lo/Lo	9'-11'	Spredt bebyggelse	156	0,4	42	198	0,05
Container Lo/Lo	11'-15'	Spredt bebyggelse	177	0,4	42	219	0,04
Container Lo/Lo	<9'	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	286	0,4	42	328	0,10
Container Lo/Lo	9'-11'	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	355	0,4	42	398	0,10
Container Lo/Lo	11'-15'	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	425	0,4	42	467	0,08
Container Lo/Lo	<9'	Tettsted (>100 000 innb.)	1007	0,4	42	1050	0,33
Container Lo/Lo	9'-11'	Tettsted (>100 000 innb.)	1257	0,4	42	1299	0,32
Container Lo/Lo	11'-15'	Tettsted (>100 000 innb.)	1538	0,4	42	1581	0,28
Ro-Ro cargo	<9'	Spredt bebyggelse	128	0,4	43	171	0,08
Ro-Ro cargo	9'-11'	Spredt bebyggelse	319	0,4	43	361	0,07
Ro-Ro cargo	11'-15'	Spredt bebyggelse	329	0,4	43	372	0,07
Ro-Ro cargo	<9'	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	301	0,4	43	344	0,16
Ro-Ro cargo	9'-11'	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	828	0,4	43	871	0,17
Ro-Ro cargo	11'-15'	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	867	0,4	43	909	0,18
Ro-Ro cargo	<9'	Tettsted (>100 000 innb.)	1081	0,4	43	1124	0,52
Ro-Ro cargo	9'-11'	Tettsted (>100 000 innb.)	3090	0,4	43	3133	0,62
Ro-Ro cargo	11'-15'	Tettsted (>100 000 innb.)	3248	0,4	43	3291	0,64

Disse tabellene burde erstatte tilsvarende tabeller fra TØI-rapport 1704 til bruk i analyser i transportsektoren, spesielt med tanke på analysene til NTP 2026-2037. Disse nye tabellene kan vurderes som små forbedringer, ettersom det er kommet små forbedringer i både dataunderlag og beregninger. Vi understreker likevel at estimatene er beheftet med en del usikkerhet. Det er god praksis å gjennomføre følsomhets-analyse på disse parameterne (med både høyere så vel som lavere marginale skadekostnader), spesielt hvis estimatene på skadekostnader er utslagsgivende for analyseresultatet, for å sikre at beregningene er robuste for denne usikkerheten.

Med oppdaterte estimater på marginale skadekostnader, og med oppdaterte tall for avgifter og brukerbetalinger har det vært hensiktsmessig å gjenta øvelsen fra TØI-rapport 1704 med å se på skadekostnadsestimatene opp mot avgiftsbelastning. Her er det gjort eksempelberegninger for fem strekninger for både vei- og sjøbasert godstransport. Selv om dette kun er eksempelberegninger ser man et tydelig mønster som er verdt å påpeke: 1) Det aller meste av avgifts/brukerbetalingsbelastningen signaliserer marginal skadekostnad med lav til middels presisjon, og 2) For disse eksempelberegningene ser vi at det er stor variasjon mellom transportmidlene med tanke på gjennomsnittlig avgifts/brukerbetalingsbelastning relativt til gjennomsnittlig marginal skadekostnad.

På samme måte som TØI-rapport 1704 er denne rapporten først og fremst en dokumentasjonsrapport og et oppslagsverk for en stor mengde skadekostnadsestimater som kan brukes i samfunnsøkonomiske analyser i Norge, men denne oppdateringen i 2022 har kun fokusert på vei- og sjøbasert godstransport. Oppdragsgiver har også fått flere av tabellene i Excel-format for å kunne lett hente ut tallene til videre arbeid.

The external costs of freight transport by road and by sea

Updated marginal damage cost estimates - 2022

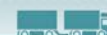
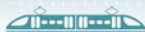
TØI Report 1953/2023 • Authors: Paal Brevik Wangsness, Kenneth Løvold Rødseth, Harald Thune-Larsen, Linda Ager-Wick Ellingsen • Oslo 2022 • 63 pages

In connection with range of analyses to be carried out for the forthcoming National Transport Plan 2025-2036, there is a need for updating the knowledge base. It is therefore desirable to update the estimates of marginal external costs stemming from road freight and maritime freight transport. This 2022 update focused on air pollution (both local and global pollution) and the costs of road wear. Other damage costs estimate have only been real-price adjusted to reflect 2022 prices and values. The new damage cost estimates can be considered as small improvements, as there have been improvements in both the underlying data and in the calculations. Nevertheless, we emphasize that the estimates are subject to some uncertainty.

Most of the marginal damage cost estimates have not been of need for updating since TØI-report 1704/2019 *The external costs of transport – Marginal damage cost estimates for passenger and freight transport in Norway* that was compiled between 2018 and 2020 for analyses in the National Transport Plan 2022-2033. Given a tight time schedule, this update in 2022 has only focused on air pollution (both local and global pollution) and the costs of road wear, and only on road freight and maritime freight transport.

For air pollution, there have been several reasons to implement updates. For sea-based freight transport, new data from [the EU's MRV system for reporting CO₂ emissions from ships](#) have been a new data source for calculating emission factors per vessel kilometer and per ton-kilometer. For road-based freight transport, there is a relatively rapid replacement to Euro VI trucks, which means significantly lower emissions of NO_x and PM₁₀ per vehicle km. Furthermore, there is a need to change unit prices per ton of CO₂ in order to comply with new guidance on the valuation of greenhouse gas emissions from the Ministry of Finance (2021b). Unit prices for local air pollution have also been updated both to take into account valuations per exposed person (real price adjustment based on GDP per capita) and the number of potentially exposed people in cities (population growth in cities). Furthermore, we have also made updates and nuances related to how the blending of biofuels affects CO₂ emissions per vehicle km in the road sector.

For marginal damage costs related to road wear and tear, improvements have been made in the calculations compared to those made in TØI report 1704 after input from Bertelsen et al. (2021). In addition, there cost index for road maintenance has had a large increase TØI report 1704, which needs to be taken into account in updated analyses.

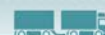
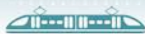


For the other types of damage costs from transport, we have only made real price adjustments to 2022 values with 2022 prices. For road-based freight transport, this is done for noise, accident risk and congestion. For maritime freight transport, this is done for accident risk and accidental spillage to water.

In chapter 5 we compile the updated estimates of marginal damage costs in usable summary tables. The main tables are given here in the summary in Table S.1 and Table S.2. Table S.1 presents the estimated marginal damage costs per vehicle km for heavy goods vehicles (average values throughout the day, i.e. not differentiated between driving during peak and off-peak hours). Similar tables for zero emission vehicles, which are assumed to be identical to the corresponding vehicle types with internal combustion engine (except with regards to emissions), are given in Appendix 2. The last column in Table S.1 presents estimated marginal damage costs per ton-kilometer. Tables with the estimated average transported weight are given in Appendix 1.

Table S.1: Heavy goods vehicles (with internal combustion engine), NOK per km for various damage costs, average throughout the day. CO₂ costs are adjusted for the 2021 biofuels blend (13.2 % reduction compared to pure fossil diesel, 10.3 % reduction compared to pure fossil gasoline). The last column shows total damage costs in NOK per ton-km.

HGV weight class	Area type	CO ₂	Local pollution	Noise	Congestion	Accident risk	Road wear	Damage costs per km	Damage costs per per tkm
<=7,5t	Rural	0.22	0.04	0.28	0.00	0.65	0.01	1.20	1.03
<=7,5t	Medium city (Pop. 15.000-100.000)	0.21	0.40	1.93	0.25	0.65	0.01	3.46	2.97
<=7,5t	Large city (Pop. >100.000)	0.21	2.86	2.83	1.76	0.65	0.01	8.32	7.13
>7,5-14t	Rural	0.31	0.04	0.28	0.00	0.65	0.08	1.37	0.81
>7,5-14t	Medium city (Pop. 15.000-100.000)	0.32	0.45	1.93	0.25	0.65	0.08	3.69	2.18
>7,5-14t	Large city (Pop. >100.000)	0.32	3.08	2.83	1.76	0.65	0.08	8.72	5.16
>14-20t	Rural	0.38	0.05	0.28	0.00	0.65	0.21	1.57	0.59
>14-20t	Medium city (Pop. 15.000-100.000)	0.40	0.53	1.93	0.25	0.65	0.21	3.98	1.50
>14-20t	Large city (Pop. >100.000)	0.40	3.42	2.83	1.76	0.65	0.21	9.27	3.50
>20-28t	Rural	0.50	0.05	0.28	0.00	0.65	0.31	1.79	0.42
>20-28t	Medium city (Pop. 15.000-100.000)	0.54	0.56	1.93	0.25	0.65	0.31	4.24	1.00
>20-28t	Large city (Pop. >100.000)	0.54	3.56	2.83	1.76	0.65	0.31	9.65	2.26
>28-40t	Rural	0.60	0.04	0.28	0.00	0.43	0.13	1.49	0.26
>28-40t	Medium city (Pop. 15.000-100.000)	0.65	0.49	1.93	0.25	0.43	0.13	3.88	0.69
>28-40t	Large city (Pop. >100.000)	0.65	3.21	2.83	1.76	0.43	0.13	9.00	1.60
>40-50t	Rural	0.65	0.05	0.28	0.00	0.47	0.54	1.99	0.16
>40-50t	Medium city (Pop. 15.000-100.000)	0.70	0.50	1.93	0.25	0.47	0.54	4.40	0.35
>40-50t	Large city (Pop. >100.000)	0.70	3.26	2.83	1.76	0.47	0.54	9.56	0.75
>50-60t	Rural	0.79	0.07	0.28	0.00	0.47	0.37	1.98	0.14
>50-60t	Medium city (Pop. 15.000-100.000)	0.86	0.62	1.93	0.25	0.47	0.37	4.51	0.33
>50-60t	Large city (Pop. >100.000)	0.86	3.85	2.83	1.76	0.47	0.37	10.14	0.74
Gasoline, all types	Rural	0.31	0.09	0.28	0.00	0.65	0.21	1.54	0.58
Gasoline, all types	Medium city (Pop. 15.000-100.000)	0.31	0.58	1.93	0.25	0.65	0.21	3.94	1.49
Gasoline, all types	Large city (Pop. >100.000)	0.31	3.58	2.83	1.76	0.65	0.21	9.34	3.53



For maritime freight transport, the Norwegian Public Roads Administration and the Norwegian Coastal Administration has received a large number of tables for marginal damage costs in Excel format for use in further analyses. In this report, we limit ourselves to reproducing the tables for the three size categories for container and ro-ro ships under 15,000 deadweight tons. The summary table for marginal damage costs per vessel-km for maritime freight transport is given in Table S.2 and Tabell S.2. Marginal damage costs per ton-kilometer are given in the last column. Tables with estimated average transported weights are given in Appendix 1.

Table S.2: NOK per vessel km for various damage costs for maritime freight transport for selected ship types and size categories (measured by deadweight tons – dwt). The last column shows total damage costs in NOK per ton-kilometer.

Ship type	Size category	Area type	Air pollution	Accident risk	Accidental spillage	Damage costs per km	Damage costs per tkm
Container Lo/Lo	<9'	Rural	126	0.4	42	168	0.05
Container Lo/Lo	9'-11'	Rural	156	0.4	42	198	0.05
Container Lo/Lo	11'-15'	Rural	177	0.4	42	219	0.04
Container Lo/Lo	<9'	Medium city (Pop. 15.000-100.000)	286	0.4	42	328	0.10
Container Lo/Lo	9'-11'	Medium city (Pop. 15.000-100.000)	355	0.4	42	398	0.10
Container Lo/Lo	11'-15'	Medium city (Pop. 15.000-100.000)	425	0.4	42	467	0.08
Container Lo/Lo	<9'	Large city (Pop. >100.000)	1007	0.4	42	1050	0.33
Container Lo/Lo	9'-11'	Large city (Pop. >100.000)	1257	0.4	42	1299	0.32
Container Lo/Lo	11'-15'	Large city (Pop. >100.000)	1538	0.4	42	1581	0.28
Ro-Ro cargo	<9'	Rural	128	0.4	43	171	0.08
Ro-Ro cargo	9'-11'	Rural	319	0.4	43	361	0.07
Ro-Ro cargo	11'-15'	Rural	329	0.4	43	372	0.07
Ro-Ro cargo	<9'	Medium city (Pop. 15.000-100.000)	301	0.4	43	344	0.16
Ro-Ro cargo	9'-11'	Medium city (Pop. 15.000-100.000)	828	0.4	43	871	0.17
Ro-Ro cargo	11'-15'	Medium city (Pop. 15.000-100.000)	867	0.4	43	909	0.18
Ro-Ro cargo	<9'	Large city (Pop. >100.000)	1081	0.4	43	1124	0.52
Ro-Ro cargo	9'-11'	Large city (Pop. >100.000)	3090	0.4	43	3133	0.62
Ro-Ro cargo	11'-15'	Large city (Pop. >100.000)	3248	0.4	43	3291	0.64

These tables should replace corresponding tables from TØI report 1704 for use in analyses in the transport sector, especially with regard to the analyses of the National Transport Plan for 2026-2037. These new tables can be considered as small improvements, as there have been improvements in both the underlying data and in the calculations. Nevertheless, we emphasize that the estimates are subject to some uncertainty. It is good practice to perform sensitivity analysis on these parameters (with both higher as well as lower marginal damage costs), especially if the damage cost estimates are decisive for the analysis result, to ensure that the calculations are robust to this uncertainty.

With updated estimates of marginal damage costs, and with updated figures for taxes, tolls and fees in the freight sector, it has been appropriate to repeat the exercise from TØI report 1704 by comparing the external cost estimates against the tax burden. Here, example calculations have been made for five routes for both road freight and maritime freight transport. Although these are only example calculations, there is a clear pattern that is worth pointing out: 1) The vast majority of the tax, toll and fee burden signals marginal damage cost with low



to medium precision, and 2) For these example calculations, we see that there is considerable variation between road freight and maritime freight transport in terms of the average tax/toll/fee burden relative to the average marginal damage cost.

Like TØI report 1704, this report is primarily a documentation report and a reference book for a large number of marginal damage cost estimates that can be used for cost-benefit analysis in Norway, but this update in 2022 has only focused on road freight and maritime freight transport. The clients at the Norwegian Public Roads Administration and the Norwegian Coastal Administration have also received several of the tables in Excel format in order to easily retrieve the figures for further work.

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

I forbindelse med kommende Nasjonal Transportplan 2025-2036 er det behov for oppdatering av kunnskapsgrunnlag for å gjennomføre de relevante analysene. Blant annet er transportvirksomhetene bedt om å gi en faglig vurdering av ambisjonen som fremgår av NTP 2022-2033 om å overføre 30 % av gods over 300 km fra vei til sjø og bane innen 2030, herunder om ambisjonen bør avvikles eller endres.

På bakgrunn av denne forespørselen ønsker Statens Vegvesen og Kystverket å gjennomføre en oppdatering av skadekostnadsestimater for godstransport som er gjennomført i TØI rapport 1704/2019 (Rødseth et al., 2020). I denne rapporten ble det gjort en større gjennomgang av følgende typer skadekostnader, som skulle ende opp i anvendbare estimater på marginalkostnader til bruk i analyser:

- Utslipp til luft
- Ulykker
- Støy
- Kø
- Akutte utslipp
- Slitasjekostnader på infrastruktur

Gitt et stramt tidskema vil oppdateringen i hovedsak fokusere på utslipp til luft (både lokal og global forurensing) og slitasjekostnader. På disse temaene er det kommet både nye opplysninger og datakilder som vil muliggjøre forbedrede estimater. Det er også på sin plass å oppdatere estimatene i tråd med endringene i lastebilparken og ny veiledning om verdsetting av klimagassutslipp fra Finansdepartementet (2021b). Det er også behov for oppdateringer og nyanseringer knyttet til hvordan innblanding av biodrivstoff påvirker skadekostnadsestimatene.

På bakgrunn av oppdragets art skal oppdateringen konsentreres rundt konkurranseflatene mellom vei og sjøbasert godstransport. Det betyr at denne rapporten vil gå nærmere inn på transport av noen spesifikke godstyper, sammenlignet med TØI-rapport 1704.

1.2 Rapportstruktur

Som i TØI-rapport 1704 vil rapporten være bygd opp tematisk ut fra de gjennomgåtte typene av skadekostnader, hvor vi gjennomgår data, metoder og endelige estimater i hvert temakapittel.

I kapittel 2 vil vi kort repetere den underliggende teorien om eksterne kostnader og hvordan de bør behandles i samfunnsøkonomiske analyser. I kapittel 3 vil vi ta for oss oppdateringene av marginale skadekostnadsestimater knyttet til utslipp til luft. I kapittel 4 vil vi ta for oss oppdateringene knyttet til slitasje. I kapittel 5 gis en sammenfatning av oppdaterte skadekostnadsestimater. I kapittel 6 presenterer vi noen eksempler på transporter hvor vi sammenholder forventede skadekostnader per tur opp mot avgiftsbelastning. Rapporten konkluderer i kapittel 7.

1.3 Ordforklaring

NKA – nyttekostnadsanalyse

SØA – samfunnsøkonomisk analyse

MBV – marginale betalingsvillighet

DWT – dødvektstonn

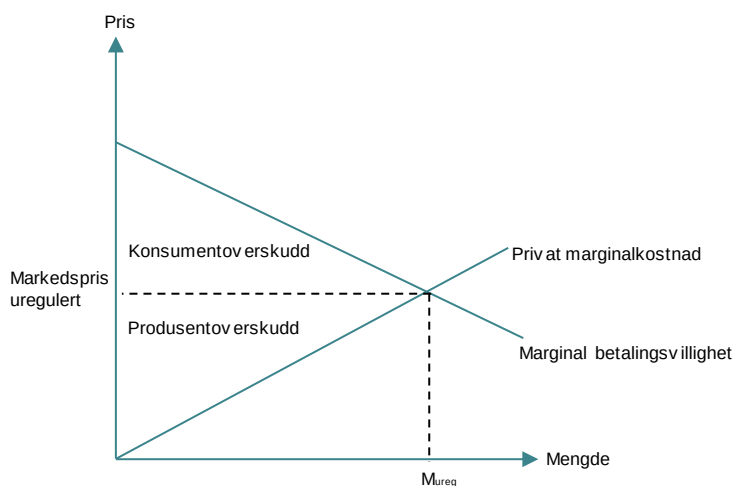
ESAL - Equivalent Standard Axle Load

2 Eksterne kostnader – teori

Dette kapitlet baserer seg i stor grad på kapittel 3 og vedlegg 5 i TØI-rapport 1704, med noen tekstlige forkortninger og andre justeringer.

2.1 Eksterne kostnader som markedssvikt

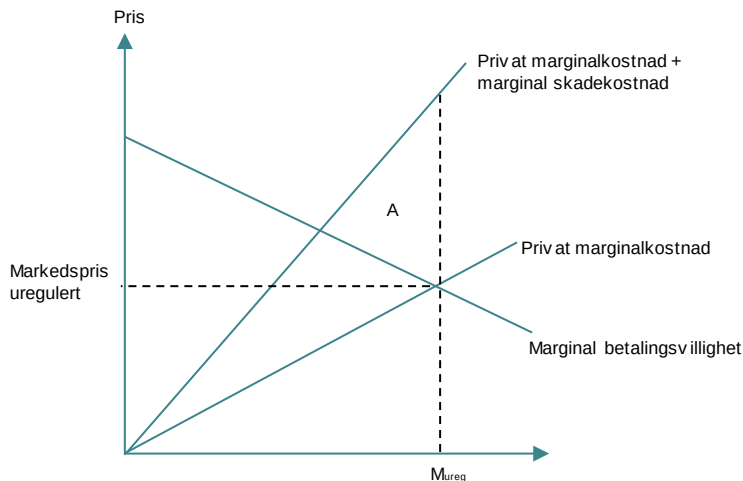
Fundamentalt i samfunnsøkonomifaget er at i et marked hvor det ikke forekommer noe markedssvikt, så er det samfunnsøkonomiske overskuddet maksimert når prisen er satt slik at forbrukernes marginale betalingsvillighet (MBV) er lik bedriftenes marginalkostnad (MK). Enkelt sagt, der tilbud er lik etterspørsel. Uten markedssvikt, så sammenfaller dette med at samfunnets MBV er lik samfunnets MK. En slik likevekt vises i figuren under.



Figur 2.1: Samfunnsøkonomisk effektiv likevekt i uregulert marked uten markedssvikt.

Denne likevekten er samfunnsøkonomisk effektiv (også kalt Pareto-optimal) siden overskuddet er maksimert og det ikke er mulig å øke velferden til noen i markedet uten at noen andres velferd må reduseres.

Hva som er en samfunnsøkonomisk effektiv likevekt endrer seg når det er en markedssvikt i markedet. **En slik markedssvikt kan være eksterne kostnader.** Dersom produksjonen av et gode (f.eks. transport-tjenester) påfører andre i samfunnet en skade som produsenten (eller trafikanten) ikke blir belastet for, vil ikke lenger den private MK representere samfunnets MK. Samfunnets MK er da summen av privat MK og marginal skadekostnad. Dersom markedet blir overlatt til seg selv med en likevekt hvor privat MK er lik MBV, oppstår et dødvektstap som oppstår ved at det genereres mer skadekostnader fra produksjonen, enn det samfunnet er villig til å betale for. Markedsprisen er rett og slett for lav, og produksjonen er for høy. Størrelsen på dødvektstapet sier noe om hvor ineffektiv likevekten er. Dødvektstapet vises i figuren med trekant A.

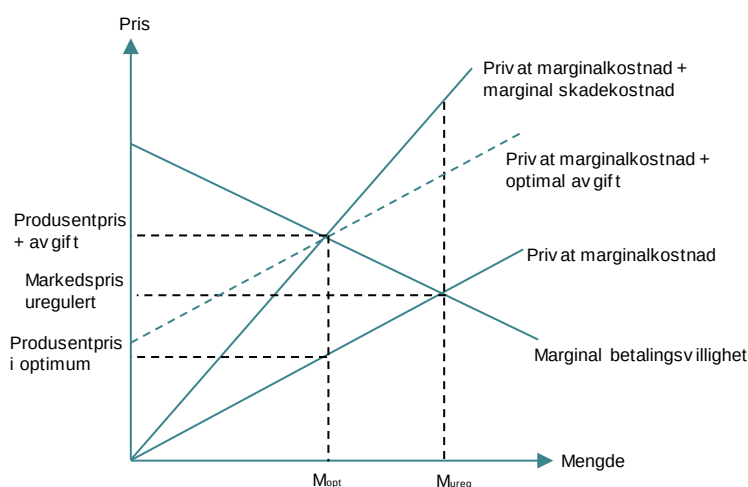


Figur 2.2: Markedslikevekt med et dødvektstap pga. eksterne kostnader som ikke internalisert.

Dette dødvektstapet kan f.eks. representere kostnadene av lokal luftforurensing i en by som er over det punktet hvor den marginale verdien av en ekstra bilreise er lavere enn den samfunnets marginalkostnad. De minst verdifulle bilreisene (lengst til høyre i diagrammet) har en verdi (MBV) som overstiges av samfunnskostnaden de genererer.

2.2 Bruk av avgifter til forbedre samfunnsøkonomisk effektivitet

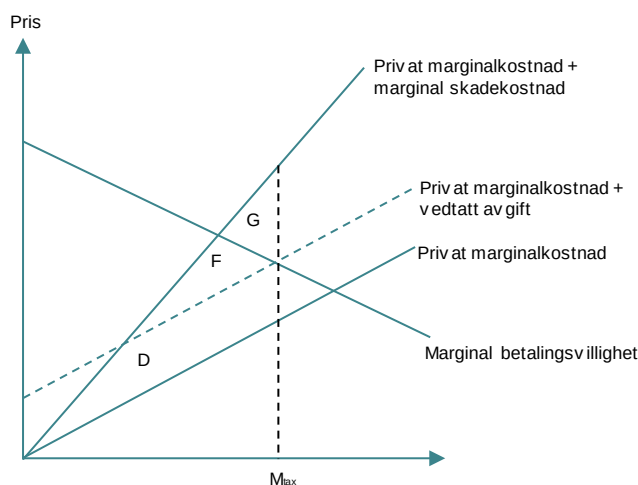
I en slik situasjon hvor den økonomiske aktiviteten genererer skadekostnader er det mest effektive myndighetene kan gjøre er å sørge for at prisen forbrukerne betaler gjenspeiler der hvor samfunnets MBV er lik samfunnets MK. En måte å sørge for at det skjer er å legge på en avgift som er lik marginal skadekostnad, som sikrer den mest effektive likevekten tilgjengelig. Dette kalles gjerne Pigou-avgifter, oppkalt etter Alfred Pigou (Pigou, 1920) som var blant de første til å systematisk analysere forurensing som en ekstern kostnad.



Figur 2.3: Markedslikevekt hvor dødvektstapet fra eksterne kostnader er blitt fjernet som følge av bruk av samfunnsøkonomisk effektiv avgift (avgift = marginal skadekostnad).

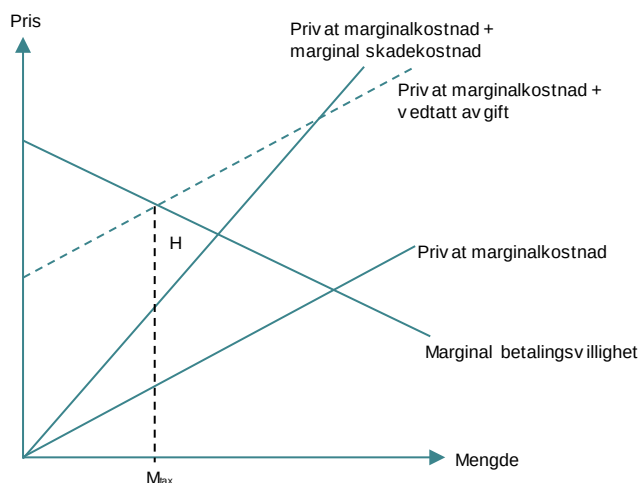
En **avgift satt lik marginal skadekostnad er det mest effektive incentivet myndighetene kan gi** under slike omstendigheter. Både avgifter høyere enn marginal skadekostnad og avgifter lavere enn marginal-kostnad vil føre til mindre effektive likevekter. Dersom avgiftene er for lave, gir de for svake incentiver til å økonomisere med den forurensende aktiviteten sammenlignet med det som er optimalt, noe som er ineffektivt. Er avgiftene for høye så vil det fortrenge aktiviteter som det er betalingsvillighet for, selv med skadekostnad inkludert, som også er ineffektivt.

Dersom man har satt en avgift på den skadelige aktiviteten som er lavere enn optimalt, vil deler av skadekostnaden være internalisert, mens deler av skadekostnaden fortsatt vil være ekstern. Dette er vist i figur 4. Den totale skadekostnaden er satt sammen av arealet D+F+G. Den internaliserte delen av skadekostnaden er arealet D. Den eksterne delen av skadekostnaden er arealet F+G. Effektivitetstapet utgjør arealet G, som et resultat av at det aktivitetsnivået har en større samfunnskostnad enn det er betalingsvillighet for.



Figur 2.4: Markedslikevekt med ineffektiv avgift som fører til underinternalisering og et dødvektstap.

Figuren under viser effektivitetstapet av at man har en avgift høyere enn marginal skadekostnad. Her er aktivitetsnivået lavere enn det det er betalingsvillighet for, selv om man tar med skadekostnadene. Samfunnsøkonomisk lønnsom aktivitet blir blokkert, som gir effektivitetstapet representert av arealet H.



Figur 2.5: Markedslikevekt med ineffektiv avgift som fører til overinternalisering og et dødvektstap

2.3 Hva betyr dette for nyttekostnadsanalyser

Det kan være litt komplisert å holde fullstendig oversikt over nytte-, kostnads- og fordelingsvirkninger når man skal håndtere eksterne kostnader fra transportaktivitet i en nyttekostnadsanalyse. I slike tilfeller er bruttometoden, som brukes i Statens vegvesens NKAer, spesielt godt egnet (Minken & Samstad, 2005). Dette kan illustreres med et eksempel:

Sett at et tiltak fører til reduserte generaliserte reisekostnader, som videre fører til induisert trafikk. Dette medfører høyere brukernytte. Men den induerte trafikken medfører også høyere skadekostnader. Drivstoffavgifter (og eventuelt et framtidig system for veipricing) vil dempe noe av både trafikkveksten og skadekostnadsveksten som ellers ville kommet. Økningen i drivstoffavgifter er en kostnad for trafikantene, men en inntekt for myndighetene. Det bokføres begge steder, men er i prinsippet en overføring mellom trafikanter og myndigheter. Derimot mottar gruppen «samfunnet for øvrig» nyttevirkinger ved at det innbetalte avgiftsbeløpet antas å avlette behovet for vridende skatter ellers. Det beregnes forenklet med skattevidningsfaktoren (20 %) multiplisert med endringen i innbetalt avgiftsbeløp som følge av trafikkøkningen.

Tabell 2.1: Stilisert oppsett for trafikantnytte, skadekostnader og avgifter i nyttekostnadsanalyser.

Konsekvenstema	Nytte-/Kostnadsvirkning
Trafikanter	+ Brutto trafikantnytte
	- Trafikantkostnader før avgifter
	- Avgifter
Myndigheter	+ Avgifter
Samfunnet for øvrig	+ Redusert skattevidningskostnad
	- Skadekostnader
Oppsummert	+Netto trafikantnytte
	+Redusert skattevidningskostnad
	- Skadekostnader

I dette eksemplet er det kun tre netto nytte- og kostnadsvirkninger, nemlig økt trafikantnytte, økte skadekostnader og reduserte skattevidningskostnader. Endringen i innbetalte avgifter er i nettoberegningen kun en omfordeling mellom trafikanter og myndigheter.

Det er viktig at NKAen har kontroll på avgiftene i transportsektoren av hensyn til skattevidningskostnader, fordelingseffekter og, kanskje viktigst, at de utgjør en vesentlig del av transportbrukerens kostnadsbilde og er dermed viktig for å modellere hvordan transportlikevekten etter tiltaket ser ut. Å ha rimelige forutsetninger for f.eks. størrelsen på drivstoffavgiftene er viktig for å kunne gjøre rimelige prediksjoner om trafikkmengder og sammensetning av bilpark. Det er rett og slett viktig input til deskriptive modellberegninger. Deretter spiller avgifter inn på det normative, nemlig vurderinger av nytte og kostnader i NKAen, hvor skattevidningskostnader tas med. Eventuelle fordelingseffekter kan redegjøres for i en tilleggsdiskusjon, som anbefalt i NOU 2012:16 (2012).

3 Marginale skadekostnader: Utslipp til luft

3.1 Verdsetting per utslippsenhet

3.1.1 Enhetspriser på globale utslipp

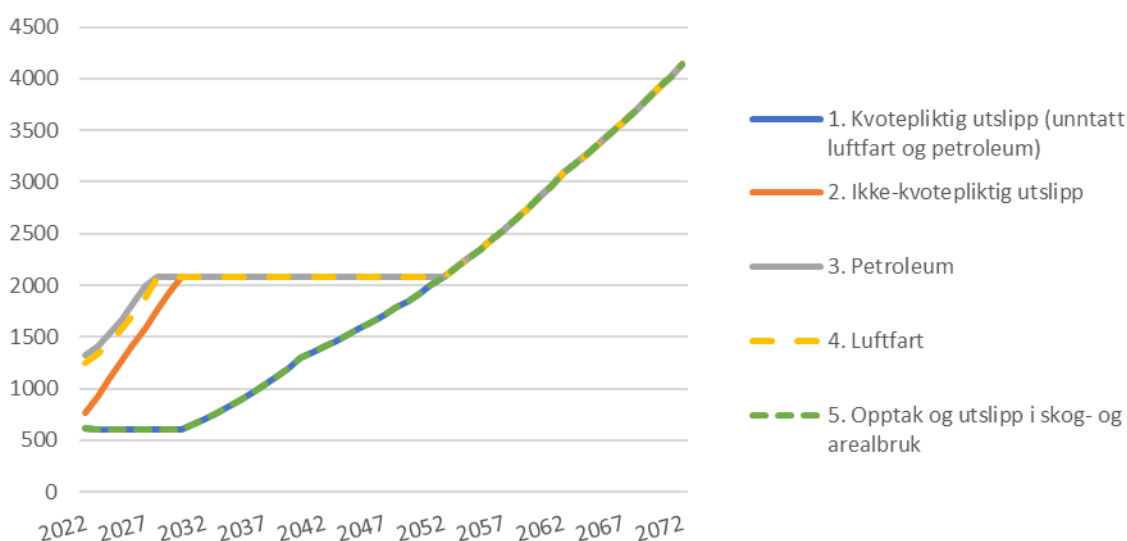
I tiden etter publiseringen av TØI-rapport 1704 har Finansdepartementet fastsatt regelverk på hvordan klimagassutslipp skal hensyntas i samfunnsøkonomiske analyser (SØAer). I 2021 (9 år etter at det ble tilrådet av Hagen-utvalget (NOU 2012:16, 2012)) oppdaterte Finansdepartementet Rundskriv 109 (Finansdepartementet, 2021c) med veiledning på hvordan klimagassutslippene skal prissettes i analysene. Prinsippene som ligger til grunn er beskrevet på følgende vis i Finansdepartementet (2021a):

Regelverket som regjeringen fastsatte 25. juni 2021 er i samsvar med:

- 1. Norges mål om å redusere klimagassutslippene med minst 50 % og opp mot 55 % sammenliknet med nivået i 1990.*
- 2. Parisavtalens ambisjon om «å holde den globale temperaturstigningen godt under 2 grader, og tilstrebe å begrense temperaturstigningen til 1,5 grader».*
- 3. At hovedvirkemidlene i norsk klimapolitikk er klimagassavgifter og omsettbare utslippskvoter som gjelder på tvers av sektorer.*

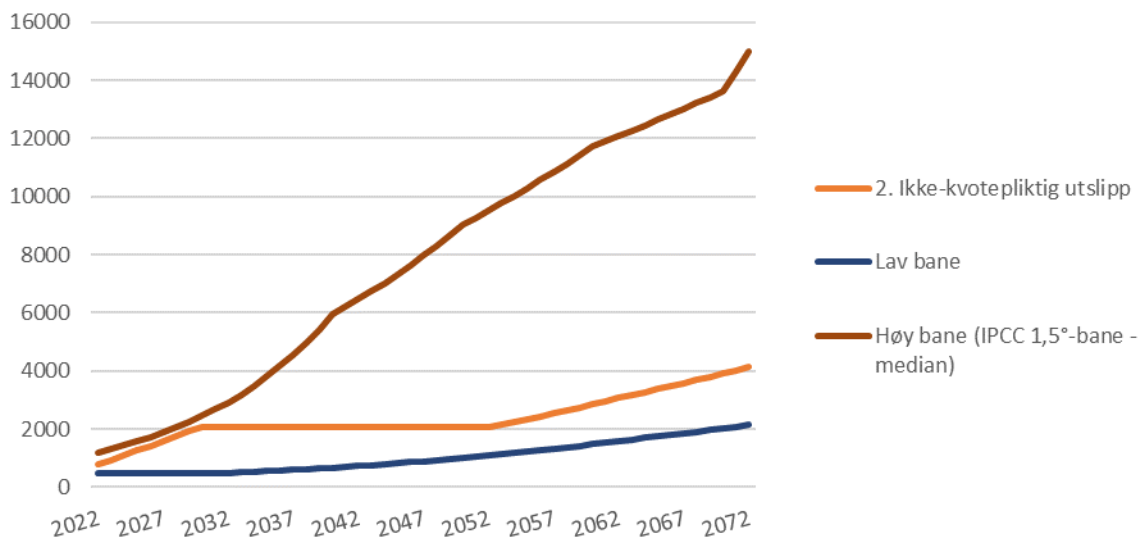
Finansdepartementet vil årlig fastsette karbonprisbaner i tråd med regelverket, hvor de veier hensiktsmessigheten med oppdaterte anslag på CO₂-avgifter, kvotepris og langsiktig utvikling opp mot forutsigbarhet og sammenlignbarhet med tidligere analyser. Videre vil grunnlaget for de langsiktige karbonprisbanene gjennomgå med noen års mellomrom i lys av både norsk og internasjonal utvikling.

I regelverket er det laget separate karbonprisbaner for ulike sektorer; 1) Kvotepliktig utslipp (unntatt luftfart og petroleum), 2) Ikke-kvotepliktig utslipp, 3) Petroleumssektoren, 4) Luftfart, og 5) Utslipp og opptak fra skog- og arealbruk. De respektive karbonprisbanene er vist i Figur 3.1.



Figur 3.1: Karbonprisbaner iht. Rundskriv 109 per 2022 (i 2022-kr) for utslipp fra fem ulike sektorer for perioden 2022-2072. Samtlige sektorer følger samme prisbane etter 2052.

For vei- og sjøbasert godstransport vil det per 2022 være prisbanen for ikke-kvotepliktig utslipp som er gjeldende¹. I denne prisbanen verdsettes ett tonn CO₂-ekvivalent (tCO₂e) til 766 kr, i tråd med gjeldende CO₂ avgift i 2022. Prisen vokser til 883 kr i 2030. Derfra holder prisbanen seg flat fram til 2052, hvor den innhentes av prisbanene til sektor 1) og 5). Disse prisbanene følger forventet prisutvikling på EU ETS-kvoter fram til 2030, deretter prisbanen i IEAs bærekraftsscenario (IEA, 2021) fram til 2040, for å deretter vokse i takt med kalkulasjonsrenta for samfunnsøkonomiske analyser. Fra 2052 og utover følger karbonprisbanen for alle sektorer, inkludert for ikke-kvotepliktig sektor, samme takt som kalkulasjonsrenten (nedtrapping i rentesats etter hhv. 40 og 75 år er inkludert, selv om dette kan gi noe tidsinkonsistens). Der hvor det er sentralt for analysens resultat kan det gjøres følsomhetsanalyser med en høyere og en lavere karbonprisbane. Den høye prisbanen tar utgangspunkt i median-anslaget av modellberegninger som anslår trengs for å begrense oppvarming til 1,5 grader, som er gjengitt FNs klimapanel (IPCC, 2018)². Den lave prisbanen er satt til 75 % av kvoteprisen i det første året og vokser deretter med kalkulasjonsrenten for samfunnsøkonomiske analyser. Figur 3.2 gjengir prisbanene for ikke-kvotepliktig sektor, sammen med høy og lav prisbane.



Figur 3.2: Karbonprisbaner iht. Rundskriv 109 per 2022 (i 2022-kr) for utslipp fra ikke-kvotepliktig sektor (relevant for vei- og sjøbasert godstransport) for perioden 2022-2072, samt høy og lav karbonprisbane for følsomhetsanalyser.

Det er rimelig å forvente at karbonprisbanene gitt fra Finansdepartementet (2021b), med mindre årlige oppdateringer, vil ligge til grunn for analysene som skal gjøres for Nasjonal Transportplan 2025-2036. Det er likevel på sin plass med noen faglige bemerkninger til nåværende retningslinjer.

Det er ikke opplagt at IEAs karbonprisbane, som er tyngdepunktet for karbonprisbanen mellom 2030 og 2040, egner seg som en kalkulasjonspris for klimagassutslipp i samfunnsøkonomiske analyser. Som poengtert i Hagen-utvalget burde kalkulasjonsprisen reflektere den marginale tiltakskostnaden for

¹ EU-kommisjonen foreslår å inkludere maritim transport i kvotesystemet gjennom en flaggnøytral og rutebasert tilnærming. Kvoteplikten omfatter alle CO₂-utslipp fra skip over 5000 BT som går mellom havner i EU, halvparten av CO₂-utslippene fra reiser mellom EU havn og havn i tredjeland, og alle CO₂-utslipp fra skip som ligger til kai i en EU-havn. Det legges opp til en gradvis innføring av kvoteplikten i perioden 2023 til 2025, og først i 2026 vil det være kvoteplikt for 100 % av verifiserte utslipp. (Kilde: [Forsterket kvotesystem 2021-2030 - regjeringen.no](https://www.regjeringen.no/no/forsterket-kvotesystem-2021-2030-regjeringen-no))

² Denne prisbanen er tett opp til det som ble gitt som hovedanbefaling i TØI-rapport 1704.

klimateksten som er satt. Det er ikke rollen karbonprisene spiller i IAE sine scenarioer. IAE skriver selv i sin beskrivelse av design av scenarioer:

All scenarios consider the effects of other policy measures alongside CO₂ pricing, such as coal phase-out plans, efficiency standards and renewable targets (Tables B.6-B.12). These policies interact with carbon pricing; therefore CO₂ pricing is not the marginal cost of abatement as is often the case in other modelling approaches. (IEA, 2021, s. 330)

IEA behandler karbonprisen som en politikkvariabel som kommer på toppen av annen klima- og energipolitikk. Dette er ikke det samme som skyggeprisen per utslippsenhet for å nå et utslippsmål. Man kunne tenke seg i noen sektorer at man ved direkte regulering (f.eks. forbud) fjerner alle utslipp uten å bruke en karbonpris. Dette ville vært i henhold til IEA sitt scenariodesign. Men skyggeprisen av å oppnå denne utslippsreduksjonen er ikke lik null. Derfor kan karbonpriser fra IEA sine scenarioer være misvisende som kalkulasjonspriser i samfunnsøkonomiske analyser. Det er dermed heller ikke rart at karbonprisene til IEA er vesentlig lavere enn t.o.m. 25. persentilet av skyggepriser av å overholde halvannengradersmålet, som var anbefalt som nedre følsomhetsanalyse i TØI-rapport 1704.

En grundigere gjennomgang av modellberegnete karbonprisbaner til bruk i samfunnsøkonomiske analyser, samt hvordan utslipp fra henholdsvis kvotepliktig og ikke-kvotepliktig sektor bør behandles i analysene, er gitt i TØI-rapport 1912/2022 (Wangsness & Rosendahl, 2022). Neste gang Finansdepartementet gjør en gjennomgang av grunnlaget for de langsiktige karbonprisbanene, kan denne rapporten med fordel tas med i vurderingen.

3.1.2 Enhetspriser på lokale utslipp til luft

Lokal luftforurensing fra transportaktiviteter knyttes til utslipp av miljø- og helseskadelige stoffer fra kjøretøy. Transportaktivitetene forurenses gjennom eksosutslipp, og for vegtrafikk oppstår forurensing også fra slitasje på veidekket, spesielt pga. bruk av piggdekk, samt slitasje av dekk og bremses.

Skadekostnadsestimatene dokumentert i TØI-rapport 1704 tok utgangspunkt i de underliggende beregningene som lå og fortsatt ligger til grunn for de enhetsprisene som anvendes i nyttekostnadsanalyser (NKA) i dagens veiledere. De underliggende beregningene er gjort i forbindelse med LEVE-prosjektet og er dokumentert i Rosendahl (2000). Med utgangspunkt i disse beregningene er det blitt gjort justeringer i enhetsprisene i SFT (2005), Magnussen et al. (2010) og Thune-Larsen et al. (2014).

Det var ikke anledning til å gjøre en ny verdsettingsstudie av skadekostnadene fra lokale utslipp i TØI-rapport 1704. Det ville vært et relativt stort forsknings- og utredningsprosjekt. Miljødirektoratet, Folkehelseinstituttet (FHI), Helsedirektoratet og Statens vegvesen kom med en felles anbefaling om oppdatering av verdsetting av helse- og miljøeffekter av luftforurensing. Dette fremgår i et felles notat (Miljødirektoratet et al., 2020). Der står det:

«Etatene konkluderer med at det både er behov for oppdatering av kunnskapsgrunnlaget og beregning av nye enhetskostnader. Etatene mener en oppdatering er nødvendig for å unngå feilestimering av kostnader, og for å sikre en enhetlig tilnærming til verdsetting av helse- og miljø effekter på tvers av ulike samfunnssektorer.»

Videre anbefales det et treårig prosjekt som skal resultere i nye enhetskostnader for utslipp knyttet til helseeffekter fra veitrafikk og vedfyring for svevestøv og nitrogendioksid, samt for vegtrafikkstøy. Både kunnskapsgrunnlag og metodikk bør oppdateres, og det foreslås å utvikle et nytt beregningsverktøy som skal sikre en enhetlig tilnærming til verdsetting på tvers av sektorer. Videre anbefales det mindre utredningsprosjekter for verdsetting av effekter som lokale utslipp har på økosystemer og vegetasjon, og effekter på materialer (f.eks. bygningsmasse). Anbefalingene bygger på et forprosjekt gjennomført i 2019-2020 (Magnussen et al., 2019).

Vi støtter denne anbefalingen. Gjennom vårt arbeid med de underliggende beregningene i LEVE-prosjektet ser vi tydelig at datagrunnlaget er gammelt, og at metodikken gir oss grove gjennomsnitts-

estimat som kan være av varierende treffsikkerhet på tvers av forskjellige tettsted og innad i tettsted. I fravær av nye store utredninger for å gi nye enhetskostnader for utslipp er imidlertid det beste løsningsen tilgjengelig å videreføre skadekostnadsestimatene vi har fra LEVE-prosjektet, med justeringer.

I SFT (2005) gis en overordnet beskrivelse av den metodiske tilnærmingen til LEVE-prosjektet. Metodikken baserer seg på en logisk årsaks-virkningskjede fra første trinn som den økonomisk aktivitet til siste trinn med verdsatte helse- og miljøeffekter (evt. tilbakekobling av helse- og miljøeffekter på den økonomiske aktiviteten). Metoden kalles også skadefunksjonsmetoden. Den anvendes fordi den innebærer godt formulerte beskrivelser av endringer i helse- og miljøgoder som funksjon av en eller flere forurensningsbelastninger. På denne måten sikrer man seg at det er de relevante endringene som verdsettes og det blir lettere å kommunisere i verdsettingsstudier og ved senere anvendelse. En skisse av effektkjeden er gitt i Figur 3.3.



Figur 3.3: Skisse av effektkjedetilnærmingen. Kilde: SFT (2005).

I TØI-rapport 1704 ble det gjort oppdateringer i trinn 3-5 i de underliggende beregningene fra LEVE-prosjektet. For 2022-oppdateringene vi gjør i denne rapporten blir det kun anledning til å gjøre enkle oppdateringer i trinn 3 og 5. I trinn 3 justeres skadekostnadsestimatene med befolkningsvekst i de aktuelle områdetypene (Tettsteder med mer enn 100 000 innbyggere og Tettsteder med mellom 15 000 og 100 000 innbyggere) for å fange opp at potensiell eksponering per utslippsenhet har økt. I trinn 5 justeres skadekostnadsestimatene med vekst i BNP per innbygger, i tråd med Rundskriv 109/21 (Finansdepartementet, 2021c)³, for å fange opp forventet økning i betalingsvillighet for å unngå en gitt helsebelastning fra forurensing.

³ «Kalkulasjonspriser som er avledet av VSL og som bygger på verdsetting av helse- og dødelighetsendringer, kombinert med kunnskap om dose-respons-sammenhenger mellom utslipp, konsentrasjonsnivåer og

Trinn 4 forutsettes uforandret i denne oppdateringen I TØI-rapport 1704 oppgis tabeller med forventede langtidseffekter og korttidseffekter dersom 1000 personer utsettes for en økning i årsmiddelkonsentrasjon på ett $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM_{10} eller ett $\mu\text{g}/\text{m}^3$ NO_2 . Dette er effekter som f.eks. «Økning i antall personer som etter en 5-årsperiode dør 8 år før forventet levealder som følge av hjerte-kar og annen lungesykdom» eller «Økning i antall liggedøgn på sykehus for luftveislidelser». Disse effektene kan være påvirket av endring i befolkningssammensetning, sykefravær o.l., men det har ikke vært anledning til å gjøre justeringer på disse verdiene for perioden mellom 2019 og 2022.

For den tredje områdetypen, spredtbygde strøk, ansees helsebelastningen av lokal forurensing som såpass lav at marginal skadekostnad er satt til null. Dette fordi eksponeringen til luftforurensing fra vei-trafikk er ansett som såpass liten, og det har ikke blitt gjort inngående analyser på det. Norge har imidlertid forpliktet seg til Gøteborgprotokollen fra 1999⁴, med utslippsforpliktelser for 2010 for utslipp av SO_2 , NO_x , NH_3 og NM_{VOC} . De nyeste forpliktelsene er fra 2012, hvor det i tillegg til de overnevnte forurensingstypene ble gjort forpliktelser for $\text{PM}_{2,5}$. Selv om vi ikke har beregnet noen marginal skadekostnad for utslipp i spredtbygde strøk, har praksis siden SFT (2005) vært å anbefale å anvende den marginale tiltakskostnaden for å nå utslippsmålene for NO_x i Gøteborgprotokollen. I Ibenholt et al. (2015) anbefaler de å anvende en marginal tiltakskostnad for NO_x lik dagens avgiftsnivå for NO_x . Dette videreføres i TØI-rapport 1704. Dette fordi det sammenfaller grovt sett med tidligere analyser på tiltakskostnader med å overholde Gøteborgprotokollen (Miljødirektoratet et al., 2014), i tillegg til at det sørger for at tiltakskostnaden man bruker i NKA faktisk sammenfaller med marginal tiltakskostnad i store deler av det norske næringslivet (som tilpasser seg NO_x -avgiften).

Vi har ikke funnet noen estimater for marginal tiltakskostnad for å redusere mengden $\text{PM}_{2,5}$ i Norge. Det er grunn til å tro at utslippsforpliktelsen i Gøteborgprotokollen vil være bindende, selv om man tar samfunnsøkonomisk effektive grep mot helseskadelige partikkelutslipp i byene. Det impliserer at tiltakskostnaden som legges til grunn i samfunnsøkonomiske analyser ikke burde være null. Inntil en finere beregning på tiltakskostnader kommer, kan et utgangspunkt være at på marginen burde det, av effektivitetshensyn, i det minste være samme marginale tiltakskostnad for å redusere en kg $\text{PM}_{2,5}$ som en kg NO_x .

Vi har heller ikke funnet noen nye estimater for marginale skadekostnader eller tiltakskostnader knyttet til SO_2 . I rapporten Marginale eksterne kostnader ved enkelte miljøpåvirkninger (Ibenholt et al., 2015), argumenterer forfatterne for at tiltakskostnadene for å oppfylle Gøteborgprotokollens krav til utslippsreduksjoner av SO_2 sannsynligvis er null og at helseskadene ved nåværende SO_2 -utslipp kan også settes til null. Derimot viderefører de anslagene fra SFT (2005) for skadekostnadene knyttet til forurensing av miljø og skader på bygningsmaterialer, som varierer mye for ulike deler av landet. Flere av de samme forfatterne (Magnussen et al., 2015) aggregerer disse kostnadene til sjablongmessige skadekostnader til å passe til de tre områdetypene. Siden disse verdiene ikke baserer seg på skader til liv og helse, blir de kun justert etter konsumprisindeksen.

De aktuelle justeringene i denne oppdateringen er som følger:

- Mellom 2019 og 2022 har de aktuelle områdetypene
 - o Tettsteder over 100 000 innbyggere hatt en befolkningsvekst på 2,6 %
 - o Tettsteder med mellom 15 000 og 100 000 innbyggere hatt en befolkningsvekst på 4,3 %

helsevirkninger, skal realprisjusteres i takt med veksten i BNP per innbygger i siste tilgjengelige perspektivmelding fra Finansdepartementet.»

⁴ I skrivende stund gjennomgås Gøteborg-protokollen u for å vurdere hvor effektiv protokollen har vært til å nå målsettingene sine for luftkvalitet og hva som gjenstår. Denne gjennomgangen er forventet ferdig i desember 2022 ([Gothenburg Protocol to reduce transboundary air pollution - Canada.ca](https://www.göteborg.se/eng/press-releases/2022/01/2022-01-10-gothenburg-protocol-to-reduce-transboundary-air-pollution-canada-ca))

- Mellom 2019 og 2022 (hvor det var store svingninger i økonomien pga. korona-pandemien) har det vært noe reell vekst i BNP per innbygger, men også relativt høy prisvekst⁵. Vekst i nominelt BNP per innbygger har vært på 18,6 % som brukes til å justere enhetsprisene fra 2019-verdier i 2019-kr til 2022-verdier i 2022-kr.
- NO_x-avgiften er blitt oppjustert nominelt over tid og er nå på 23,79 kr⁶ (2022-kr)
- Enhetsprisene for SO₂ justeres med konsumprisindeksen

Tabell 3.1 gir oss dermed estimerte marginale skadekostnader (og tiltakskostnader) for PM₁₀ for 2022.

Tabell 3.1: Anbefalte enhetspriser for utslipp av PM₁₀ (2022-kr).

	Spredt bebyggelse	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	Tettsted (>100 000 innb.)
NOK per kg PM ₁₀ - eksos	23,79	439	3 900
NOK per kg PM ₁₀ - veistøv	23,79	1 060	9 408
NOK per kg PM ₁₀ – vektet for eksos og veistøv	23,79	754	6 692
Type kostnad	Tiltakskostnad	Skadekostnad	Skadekostnad

Tabell 3.2 gir oss dermed estimerte marginale skadekostnader (og tiltakskostnader) for NO_x for 2022:

Tabell 3.2: Anbefalte enhetspriser for NO_x-utslipp (2022-kr).

	Spredt bebyggelse	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	Tettsted (>100 000 innb.)
NOK per kg utslipp	23,79	109	480
Type kostnad	Tiltakskostnad	Skadekostnad	Skadekostnad

Tabell 3.3 gir oss dermed estimerte marginale skadekostnader for SO_x for 2022:

Tabell 3.3: Anbefalte enhetspriser (marginale skadekostnader) for utslipp av SO₂ (2022-kr).

	Spredt bebyggelse	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	Tettsted (>100 000 innb.)
NOK per kg SO ₂	0	13	25

⁵ Prisvekst og BNP-vekst i 2022 er basert på SSBs prognoser i Statistikkbanken kildetabell 12880.

⁶ [Avgiftssatser 2022 - regjeringen.no](https://www.regjeringen.no/avgiftssatser)

Viktige forbehold:

- Estimatenes for marginale skadekostnader er beheftet med stor usikkerhet, bl.a. fordi
 - Datagrunnlaget som underbygger estimatene er gammelt
 - Det er spesielt et behov for å oppdatere spredningsfunksjonene for å få en oppdatert sammenheng mellom mengden utslipp, konsentrasjonsmengde og antall eksponerte.
 - Det er behov for å gjøre en oppsplitting på finere partikler PM_{2,5} og grovere partikler PM_{2,5-10}.
 - Det er behov for å revidere spredning og eksponering i lys av endret sammensetning av utslipp ettersom en større andel av bilparken ikke har eksosutslipp, og piggdekkandelen er blitt lavere i byene.
 - Områdetypene er svært grove, som gjør at treffsikkerheten i et gitt tettsted kan være lav. I tillegg fanger ikke estimatene opp viktige variasjoner innenfor tettsteder. Til bruk i et større antall standardiserte analyser og/eller analyser som er på regionsnivå eller nasjonalt nivå vurderes det fortsatt som hensiktsmessig, selv om det er rom for forbedring. Det sikrer også konsistens og sammenlignbarhet med tidligere arbeid.
- Beløpene i tabellene ikke er avrundet fordi det skal gjøre senere arbeid mer konsistent og sporbart. Det skal øke gjennomsliktigheten. Det betyr *ikke* at tallene kan ansees som sikre.
- Vi har kun verdsatt en håndfull utslipp. Det er andre utslipp fra transportsektoren (f.eks. ozon O₃), og de er mindre i konsentrasjon og mindre i skadeomfang, men marginal skade er ikke lik null. Vi henviser til usikkerhetskapitlet om alle forurensinger som ikke er tatt med i beregningene, som bør vurderes i en følsomhetsanalyse.
- Vi har kun verdsatt en håndfull helseutfall. De diskuterte utslippene til luft kan forårsake flere typer helseutfall (f.eks. svekket kognitiv utvikling for barn), men vi har ikke funnet anvendelige resultater som kan implementeres i de foreliggende effektkjeden. Skadekostnaden for disse ikke-inkluderte helseutfallene er sannsynligvis lavere enn de som er inkludert, men de er sannsynligvis større enn null. Vi bemerker også at ved å bruke VOLY istedenfor DALY, så får vi ikke med oss verdien av den nedsatte helsekvaliteten av sykdom fram til forventet dødsfall, men det hindrer dobbelttelling av verdsettingen av øvrige sykdomseffekter. Disse aspektene er kilder til usikkerhet i kostnadsestimatene, og indikerer at skadekostnader fra utslipp til luft kan være undervurdert. Dette bør vurderes medtatt i følsomhetsanalyser av resultater i nyttekostnadsanalyser.
- All usikkerheten peker mot at estimatene bør oppdateres fortløpende ettersom ny forskning og kunnskap bygges opp. Vi anbefaler at transportetatene har tabeller i regnearksformat samlet på et sted hvor analytikere til enhver tid kan se hvilke skadekostnadstall som skal anvendes (f.eks. på ntpmetode.no). Dette vil gjøre arbeidet med å oppdatere kostnadstallene mer fleksibelt og effektivt.
- Vi støtter Miljødirektoratet, Folkehelseinstituttet (FHI), Helsedirektoratet og Statens vegvesen sin anbefaling om en større oppdatering av verdsetting av helse- og miljøeffekter av luftforurensning som også kan sikre enhetlig praksis på tvers av samfunnssektorer.

3.2 Utslipp til luft og skadekostnader per km fra veibasert godstransport

Vi bygger på grunnlaget vi hadde for å beregne utslippsfaktorer i TØI-rapport 1704. Da hadde vi mottatt deler av beregningsunderlaget for SSBs utslippsregnskap. Beregningsmetoder, data og resultater for den delen av utslippsregnskapet som omfatter utslipp fra veitrafikk er dokumentert i Holmgren og Fedoryshyn (2015).

Underlaget for utslippsfaktorer er hentet fra Handbook of Emission Factors for Road Transport (HBEFA)⁷. Den gir informasjon om utslipp i form av gram per kilometer for alle hovedkategorier av veikjøretøy (personbiler, lett næringstransport, tung næringstransport og motorsykler) med underkategorier. SSB bruker HBEFA til beregninger i utslippsregnskapet for vegtransport for bl.a. utslippene NO_x og PM (men ikke CO₂ og svovel siden de der baserer seg på drivstoffsalg). Med dette underlaget beregnet vi aggregerte utslippsfaktorer for en håndterlig mengde kjøretøytyper og områdekategorier, med forbehold om at faktorene er beheftet med en del usikkerhet, både knyttet til aktivitetsdata og utslippsfaktorene, og i koblingen dem imellom.

HBEFA gir oss utslippsfaktorer for utslipp av partikler, NO_x SO₂ og CO₂ fra forbrenningsmotorer mens utslippsfaktorer for partikler fra dekk, bremses og svevestøv ble mottatt fra utslippsregnskapsavdelingen i SSB. Disse utslippsfaktorene vil fortsatt være aktuelle selv om kjøretøyet skulle ha ingen direkte eksos-utslipp, dvs. drives av elektrisitet eller hydrogen.

I forbindelse med oppdateringene som gjøres i denne rapporten har det bare vært anledning til å justere utslippsfaktorene fra lastebilparken med framskreven utskiftningstakt i BIG-modellen (Fridstrøm, 2019; Fridstrøm & Østli, 2021). Dette fordi Statistisk Sentralbyrå i skrivende stund er i en prosess med å gå over i en ny versjon av HBEFA, en prosess som ikke er fullført før etter denne rapportens frist. Senere oppdateringer av utslippsfaktorer vil dermed kunne få tall fra en nyere versjon av HBEFA (det kan medføre visse forskjeller fra nåværende versjon, selv for tidligere år), men i denne rapporten tar vi utgangspunkt i HBEFA-materialet brukt i rapport 1704 og justerer det med BIG-modellbaserte framskrivninger. Det sikrer konsistens med tidligere arbeid og lar seg gjennomføre innen prosjektfrist.

Det har vært vesentlige utskiftninger i lastebilparken i perioden 2019-2022, som også fremkommer i framskrivningene til BIG-modellen. Lastebiler av tidligere Euroklasser er blitt faset ut og en større andel av lastebiler i Euro VI-klassen fases inn. Dette har først og fremst implikasjoner for utslipp av NO_x og partikler, da utslippene av dette fra Euro VI-lastebiler er vesentlig lavere enn for tidligere klasser. For NO_x-utslipp gir BIG-framskrivningene en reduksjon på mellom 29 % og 41 % i løpet av tidsperioden, avhengig av størrelsesklasse. For PM-utslipp gir BIG-framskrivningene en reduksjon på mellom 37 % og 48 %, avhengig av størrelsesklasse. Endringene er langt mindre dramatiske for CO₂- og SO₂-utslipp, med mellom 0,3 % og 3,3 % avhengig av størrelsesklasse.

⁷ www.hbefa.net

Tabeller med utslippsfaktorer

Tabell 3.4 inneholder utslippsfaktorer for år 2022 fordelt på størrelsesklasser. Disse ville igjen kunne brytes ned i Euroklasser. Da dette ville blitt en tabell så stor at den er uegnet for rapportformatet, så foreligger en tabell med utslippsfaktorer brutt ned på Euroklasse i Excel-ark som er oversendt til oppdragsgiver.

Tabell 3.4: Utslippsfaktorer for tunge godsbiler (før eventuell innblanding av biodrivstoff) for ulike områdetyper for år 2022.

Vektklasse	Områdetype	Liter drivstoff/ km	gCO ₂ /km	gNO _x /km	gPM/km fra eksos	gSO ₂ /km	gPM ₁₀ /km fra dekk, brems og veistøv
<=7,5t	Spredt bebyggelse	0,12	330,08	1,42	0,03	0,002	0,21
<=7,5t	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	0,12	316,08	1,52	0,04	0,001	0,21
<=7,5t	Tettsted (>100 000 innb.)	0,12	316,08	1,52	0,04	0,001	0,21
>7,5-14t	Spredt bebyggelse	0,18	469,89	1,62	0,03	0,002	0,21
>7,5-14t	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	0,18	479,10	1,97	0,04	0,002	0,21
>7,5-14t	Tettsted (>100 000 innb.)	0,18	479,10	1,97	0,04	0,002	0,21
>14-20t	Spredt bebyggelse	0,21	570,87	1,86	0,03	0,003	0,21
>14-20t	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	0,23	605,86	2,64	0,04	0,003	0,21
>14-20t	Tettsted (>100 000 innb.)	0,23	605,86	2,64	0,04	0,003	0,21
>20-28t	Spredt bebyggelse	0,28	748,46	2,03	0,04	0,003	0,21
>20-28t	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	0,30	810,22	2,89	0,05	0,004	0,21
>20-28t	Tettsted (>100 000 innb.)	0,30	810,22	2,89	0,05	0,004	0,21
>28-40t	Spredt bebyggelse	0,34	906,60	1,64	0,02	0,004	0,21
>28-40t	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	0,37	974,79	2,29	0,03	0,005	0,21
>28-40t	Tettsted (>100 000 innb.)	0,37	974,79	2,29	0,03	0,005	0,21
>40-50t	Spredt bebyggelse	0,37	972,17	1,67	0,02	0,005	0,21
>40-50t	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	0,40	1055,29	2,41	0,03	0,005	0,21
>40-50t	Tettsted (>100 000 innb.)	0,40	1055,29	2,41	0,03	0,005	0,21
>50-60t	Spredt bebyggelse	0,44	1183,06	2,68	0,04	0,005	0,21
>50-60t	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	0,48	1288,80	3,47	0,05	0,006	0,21
>50-60t	Tettsted (>100 000 innb.)	0,48	1288,80	3,47	0,05	0,006	0,21
Bensin, alle klasser	Spredt bebyggelse	0,19	446,01	3,46	0,00	0,001	0,21
Bensin, alle klasser	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	0,20	454,58	3,31	0,00	0,001	0,21
Bensin, alle klasser	Tettsted (>100 000 innb.)	0,20	454,58	3,31	0,00	0,001	0,21
Alle tunge godsbiler	Spredt bebyggelse	0,35	936,66	2,44	0,04	0,004	0,21
Alle tunge godsbiler	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	0,38	1012,50	3,18	0,04	0,005	0,21
Alle tunge godsbiler	Tettsted (>100 000 innb.)	0,38	1012,50	3,18	0,04	0,005	0,21
El eller hydrogen	Spredt bebyggelse						0,21
El eller hydrogen	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)						0,21
El eller hydrogen	Tettsted (>100 000 innb.)						0,21

Under forutsetningene for hvordan kjøretøykilometerne fordeler seg mellom de ulike områdetypene slik det er beskrevet i Holmgren og Fedoryshyn (2015) kan Tabell 3.4 aggregeres opp til vektete nasjonale gjennomsnitt per størrelseskategori i tabell 3.5.

Tabell 3.5: Utslippsfaktorer tunge godsbiler (*før eventuell innblanding av biodrivstoff*), vektet nasjonalt snitt.

Vektklasse	Områdetype	Liter drivstoff/ km	gCO ₂ /km	gNO _x /km	gPM/km fra eksos	gSO ₂ /km	gPM10/km fra dekk, bremses og veistøv
<=7,5t	Alle	0,12	324	1,46	0,03	0,001	0,21
>7,5-14t	Alle	0,18	474	1,77	0,03	0,002	0,21
>14-20t	Alle	0,22	585	2,18	0,04	0,003	0,21
>20-28t	Alle	0,29	774	2,38	0,04	0,004	0,21
>28-40t	Alle	0,35	935	1,91	0,03	0,004	0,21
>40-50t	Alle	0,38	1007	1,97	0,03	0,005	0,21
>50-60t	Alle	0,46	1227	3,01	0,05	0,006	0,21
Bensin, alle klasser	Alle	0,19	450	3,40	0,00	0,001	0,21
Alle tunge godsbiler	Alle	0,36	968	2,74	0,04	0,004	0,21
El eller hydrogen	Alle						0,21

Tabeller med marginale utslippskostnader

Med verdsettingene gitt i forrige delkapittel ender vi opp med følgende utslippskostnader per kjøretøykm for kombinasjonene av vektclasser og områdetyper i Tabell 3.6. I Tabell 3.7 aggregerer vi disse beløpene opp til vektete nasjonale gjennomsnitt per størrelseskategori.

Tabell 3.6: Utslippskostnader per km for tunge godsbiler (2022-kr), før eventuell innblanding av biodrivstoff.

Vektklasse	Områdetype	kr/km CO ₂	kr/km NO _x	kr/km PM fra eksos	kr/km SO ₂	kr/km PM fra annet	SUM lokale
<=7,5t	Spredt bebyggelse	0,25	0,03	0,00	0,00	0,01	0,04
<=7,5t	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	0,24	0,17	0,02	0,00	0,22	0,40
<=7,5t	Tettsted (>100 000 innb.)	0,24	0,73	0,14	0,00	1,99	2,86
>7,5-14t	Spredt bebyggelse	0,36	0,04	0,00	0,00	0,01	0,04
>7,5-14t	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	0,37	0,21	0,02	0,00	0,22	0,45
>7,5-14t	Tettsted (>100 000 innb.)	0,37	0,94	0,14	0,00	1,99	3,08
>14-20t	Spredt bebyggelse	0,44	0,04	0,00	0,00	0,01	0,05
>14-20t	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	0,46	0,29	0,02	0,00	0,22	0,53
>14-20t	Tettsted (>100 000 innb.)	0,46	1,27	0,16	0,00	1,99	3,42
>20-28t	Spredt bebyggelse	0,57	0,05	0,00	0,00	0,01	0,05
>20-28t	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	0,62	0,31	0,02	0,00	0,22	0,56
>20-28t	Tettsted (>100 000 innb.)	0,62	1,39	0,19	0,00	1,99	3,56
>28-40t	Spredt bebyggelse	0,69	0,04	0,00	0,00	0,01	0,04
>28-40t	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	0,75	0,25	0,01	0,00	0,22	0,49
>28-40t	Tettsted (>100 000 innb.)	0,75	1,10	0,12	0,00	1,99	3,21
>40-50t	Spredt bebyggelse	0,74	0,04	0,00	0,00	0,01	0,05
>40-50t	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	0,81	0,26	0,01	0,00	0,22	0,50
>40-50t	Tettsted (>100 000 innb.)	0,81	1,15	0,11	0,00	1,99	3,26
>50-60t	Spredt bebyggelse	0,91	0,06	0,00	0,00	0,01	0,07
>50-60t	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	0,99	0,38	0,02	0,00	0,22	0,62
>50-60t	Tettsted (>100 000 innb.)	0,99	1,66	0,20	0,00	1,99	3,85
Bensin, alle klasser	Spredt bebyggelse	0,34	0,08	0,00	0,00	0,01	0,09
Bensin, alle klasser	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	0,35	0,36	0,00	0,00	0,22	0,58
Bensin, alle klasser	Tettsted (>100 000 innb.)	0,35	1,59	0,00	0,00	1,99	3,58
Alle tunge godsbiler	Spredt bebyggelse	0,72	0,06	0,00	0,00	0,01	0,06
Alle tunge godsbiler	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	0,78	0,34	0,02	0,00	0,22	0,59
Alle tunge godsbiler	Tettsted (>100 000 innb.)	0,78	1,52	0,17	0,00	1,99	3,69
El eller hydrogen	Spredt bebyggelse					0,01	0,01
El eller hydrogen	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)					0,22	0,22
El eller hydrogen	Tettsted (>100 000 innb.)					1,99	1,99

Tabell 3.7: Utslippskostnader per km for tunge godsbiler (2019-kr), vektet nasjonalt snitt, før eventuell innblanding av biodrivstoff

Vektklasse	Områdetype	kr/km CO ₂	kr/km NO _x	kr/km PM fra eksos	kr/km SO ₂	kr/km PM fra annet	SUM lokale
<=7,5t	Alle	0,25	0,19	0,03	0,00	0,41	0,62
>7,5-14t	Alle	0,36	0,24	0,03	0,00	0,41	0,68
>14-20t	Alle	0,45	0,32	0,03	0,00	0,41	0,76
>20-28t	Alle	0,59	0,35	0,04	0,00	0,41	0,79
>28-40t	Alle	0,72	0,28	0,02	0,00	0,41	0,71
>40-50t	Alle	0,77	0,29	0,02	0,00	0,41	0,72
>50-60t	Alle	0,94	0,42	0,04	0,00	0,41	0,87
Bensin, alle klasser	Alle	0,34	0,41	0,00	0,00	0,41	0,82
Alle tunge godsbiler	Alle	0,74	0,39	0,04	0,00	0,41	0,83
El eller hydrogen	Alle					0,41	0,41

3.3 Hvordan justere estimatene utfra innblandingsforholdet av biodrivstoff

Bruk av biodrivstoff er et viktig virkemiddel for å oppnå utslippsreduksjoner i transportsektoren etter som CO₂-utslippene fra forbrenning av biomasse settes til null i nasjonale klimaregnskap fra FNs klimakonvensjon (Miljødirektoratet, 2022a). Siden biodrivstoff har tekniske egenskaper som er ulike de til fossile drivstoff, påvirkes ikke bare klimagassutslippene men også drivstoffbruken. For å beregne drivstoffbruken og utslippsreduksjoner knyttet til innblanding av biodrivstoff, må vi derfor se på innblandingsforholdet av biodrivstoff i autodiesel og bilbensin.

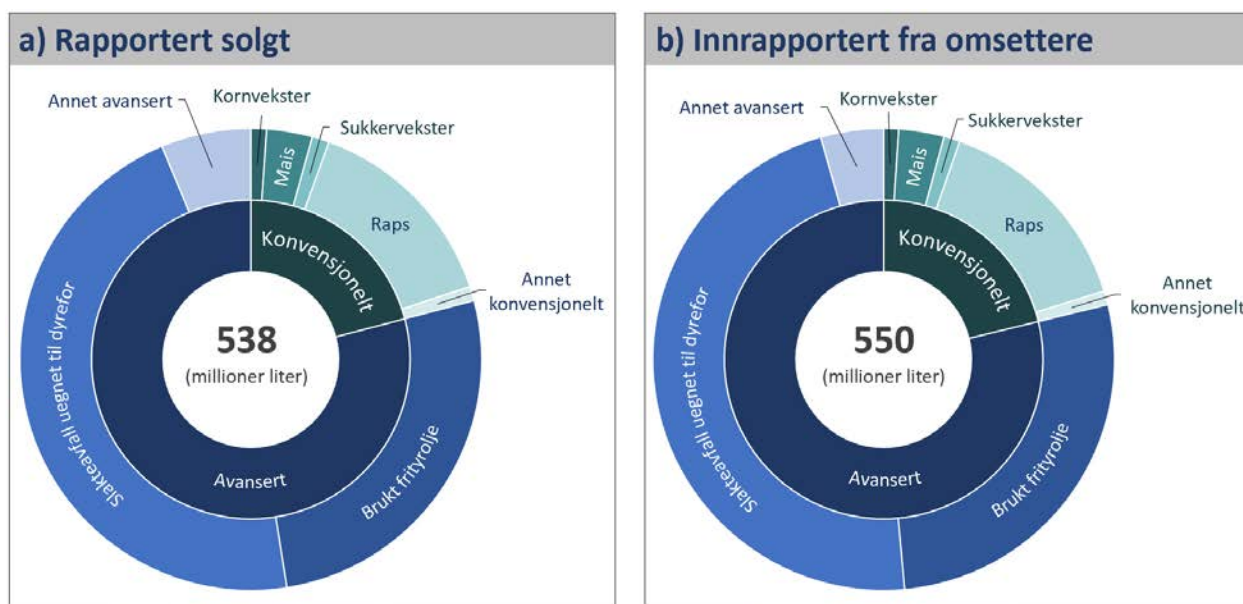
Det finnes ulike biodrivstofftyper, noen som må blandes inn og andre som kan erstatte fossile drivstoff. I autodiesel brukes biodrivstoffene FAME (fettsyre-metyl-ester) og HVO (hydrogenert vegetabilsk olje). FAME kan blandes inn i autodiesel med opptil 7 %. HVO, som har tekniske egenskaper tilnærmet lik fossil diesel, kan erstatte fossil diesel. HVO brukes for eksempel som 100 % av busser og andre tunge kjøretøy (Miljødirektoratet, 2022a). I bilbensin brukes biodrivstoffene bioetanol og biobensin. Bioetanol kan blandes inn i bilbensin med opptil 5 %. Ko-prosessert biobensin, som produseres når både bioolje og fossil olje prosesseres sammen på et oljeraffineri, har tekniske egenskaper tilnærmet lik fossil bensin og kan derfor direkte erstatte fossil bensin (Miljødirektoratet, 2022a). Ettersom det ikke foreligger tall for innblanding av ulike biodrivstofftyper i solgt drivstoff, måtte vi derfor beregne hvor mye som selges av forskjellige biodrivstofftyper til bruk i veitrafikk. Andelen iblanda biodrivstoff i solgt autodiesel og bilbensin kan variere fra år til år, vi estimerte andelen for 2021 ettersom dette gir det mest oppdaterte tallgrunnlaget.

For å estimere salget av biodrivstoff kombinerte vi forskjellig informasjon og statistikk fra Miljødirektoratet. Miljødirektoratet rapporterer årlig salg av flytende biodrivstoff til veitrafikk og mengden avansert⁸ og konvensjonelt⁹ biodrivstoff samt råstoffene som er brukt på et overordnet nivå (Miljødirektoratet, 2022a). I tillegg til denne informasjonen publiserer Miljødirektoratet på årlig basis et datasett som oppgir innrapportert biodrivstoff som omsettere bruker til å oppfylle omsetningskravet til

⁸ Avanserte biodrivstoff, kalles også 2. generasjons biodrivstoff, fremstilles av råstoff som ikke kan brukes til mat eller dyrefôr (hovedsakelig rester og avfall fra næringsmiddelindustri, landbruk eller skogbruk).

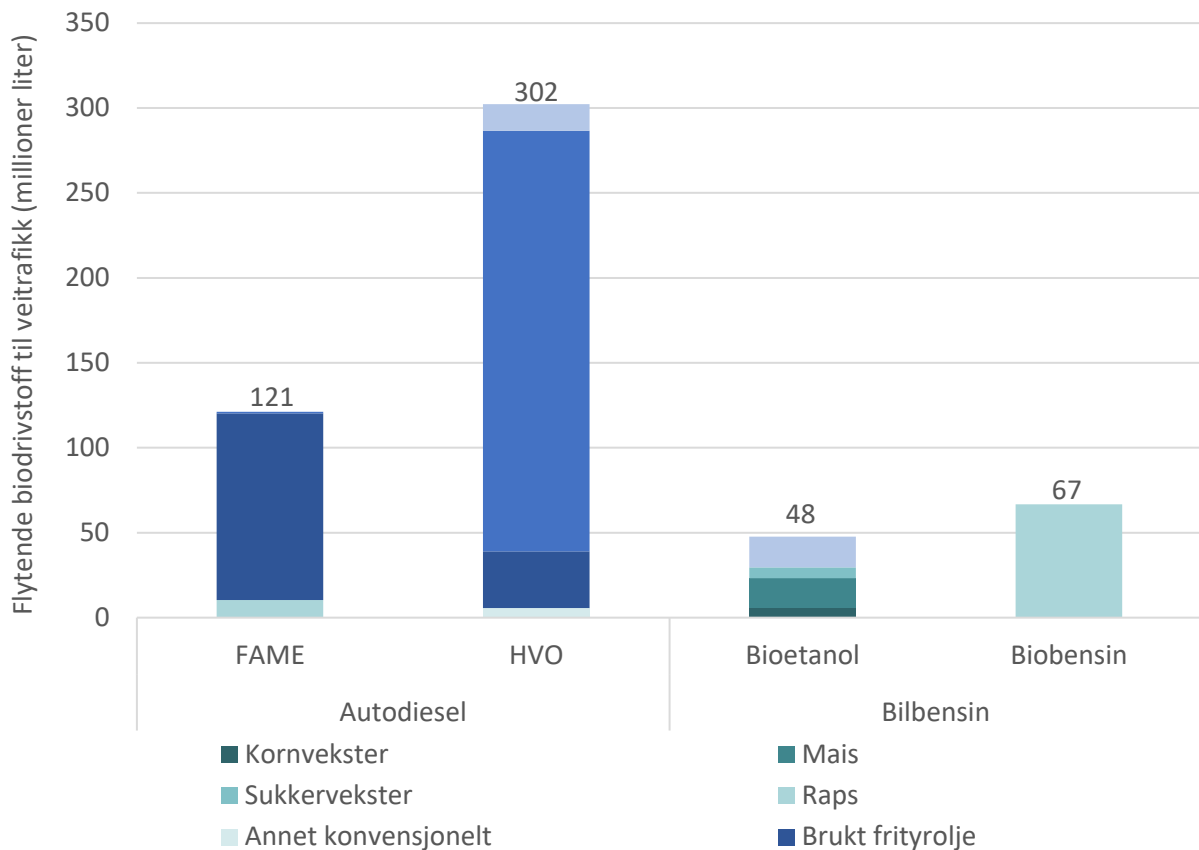
⁹ Konvensjonelle biodrivstoff, kalles også 1. generasjons biodrivstoff, fremstilles av råstoff som kan brukes til å produsere mat eller dyrefôr.

biodrivstoff i veitrafikk (Miljødirektoratet, 2022b). Datasettet rapporterer blant annet type biodrivstoff-type, råstoff, og om det er avansert. Disse tallene er ikke justert for inngående og utgående lagerbeholdning, og kan derfor avvike fra det som er solgt innenfor kalenderåret (Miljødirektoratet, 2022b). For 2021 samsvarer likevel rapportert mengde solgt biodrivstoff på (538 millioner liter) forholdsvis godt med innrapporterte mengder av biodrivstofftypene (550 millioner liter) og det gjør også råstoffbruken. Figur 3.4 viser både a) rapportert solgt og b) innrapportert fra omsettere. Merk at det ikke ble solgt eller innrapportert biodrivstoff fra soya og palmeolje eller biprodukter fra palmeolje i 2021 og disse råstoffene derfor ikke er inkludert i figuren.



Figur 3.4: Tall for biodrivstoff for a) rapport solgt og b) innrapportert biodrivstoff i 2021. Figur basert på tall fra (Miljødirektoratet, 2022a, 2022b).

Mens informasjonen om rapportert solgt biodrivstoff ikke sier noe om bruken av FAME, HVO, bioetanol og biobensin, er denne informasjonen inkludert i datasettet for innrapporterte biodrivstoff. Siden det er et forholdsvis godt samsvar mellom solgt og innrapportert biodrivstoff for både totalt volum og råstoffandeler, tok vi utgangspunkt i innrapportert biodrivstoff for å estimere hvor mye FAME, HVO, bioetanol og biobensin som ble solgt og gjorde noen små justeringer for å matche det rapporterte salgsvolumet og råstoffandelene. Ettersom råstoffene «Kornvekster» og «Mais» kun ble innrapportert for bioetanol og «Annet konvensjonelt» kun ble innrapportert for HVO, ble solgte volumer av disse tre råstoffene antatt for nevnte biodrivstofftyper. For råstoffene «Brukt fritureolje», «Slakteavfall uegnet til dyrefôr», «Raps» og «Sukkervekster» beregnet vi mengder solgt biodrivstofftype ved å anta lik prosentvis fordeling mellom innrapportert og solgt råstoff. For «Annet avansert» kunne ikke lik prosentvis fordeling antas mellom innrapportert og solgt råstoff ettersom det ville ført til at andelen bioetanol oversteg en innblanding på 5 % (beregnet ved bruk av tall fra SSB gitt i Tabell 3.8). For å respektere maks innblanding i bilbensin ble derfor andel «Annet avansert» til etanol justert ned med ca. et prosentpoeng og andel til HVO opp med ca. et prosentpoeng. Basert på disse justeringene får vi et resultat som matcher rapportert salgsvolum og råstoffandeler for 2021. Beregnet solgt mengde bioråstoff per biodrivstofftype er vist i Figur 3.5. Merk at for vår videre utregning er det kun total antall liter av biodrivstofftypene som er relevant, og ikke bioråstoffandelen.



Figur 3.5 Beregnet solgt mengde bioråstoff per biodrivstofftype.

Ettersom ulike typer drivstoff har forskjellige energitetthet, vil ikke energiinnholdet i drivstoff iblanda biodrivstoff være den samme som for kun fossilt drivstoff. Vi må derfor beregne energiinnholdet til det solgte drivstoffet iblanda biodrivstoff. Dette ble gjort ved å betrakte den totale mengden fossil diesel, FAME, HVO, fossil bensin, bioetanol og biobensin som ble solgt til veitrafikk og energitettheten til de forskjellige drivstofftypene.

Vi estimerte bruk av fossil diesel og bilbensin ved å basere oss på data fra SSB om salg av petroleumsprodukter samt salgsestimatene for biodrivstoff (fra Figur 3.5). SSB rapporterer totalt salg av petroleumsprodukt, og skiller videre ut salg av petroleumsprodukt iblanda biodrivstoff og salg av reint (ublanda) biodrivstoff i 2021 (SSB, 2022). Tabell 3.8 oppgir rapporterte salgstall målt i millioner liter for 2021.

Tabell 3.8: Salg av drivstoff i Norge i 2021. Tall i tabellen er tatt direkte fra SSB (2022).

Salg av drivstoff	Totalt salg (millioner liter)	Salg av petroleumsprodukt iblanda biodrivstoff (millioner liter)	Salg av reint biodrivstoff (millioner liter)
Autodiesel	2 966	2 886	80
Bilbensin	956	956	

Vi antok at salgstallet for autodiesel iblanda biodrivstoff inkluderer både fossil diesel, FAME og HVO, mens salg av reint biodrivstoff kun består av HVO. For bilbensin iblanda biodrivstoff antok vi at det inkluderte både bioetanol og biobensin.

Basert på faktorer for tetthet og spesifikk energi beregnet vi energitettheten for de ulike drivstofftypene. Tetthet for fossil diesel og bensin er basert på tall fra Miljødirektoratet (2022c) mens tetthet for FAME, HVO og bioetanol er basert på tall fra Department for Business, Energy & Industrial Strategy (2022). Spesifikk energi for fossil diesel, FAME, HVO, fossil bensin og bioetanol ble også basert på tall fra

Department for Business, Energy & Industrial Strategy (2022). Videre antok vi at tetthet og spesifikk energi for biobensin er det samme som for fossil bensin (Yugo et al., 2021). Alle utslippsfaktorene for forbrenning er hentet fra Department for Business, Energy & Industrial Strategy (2022) Forbrenningsutslipp knyttet til biodrivstoffene kommer fra utslipp av klimagassene metangass og lystgass, mens CO₂-utslippene null. Antatte utregningsfaktorer og estimert energitetthet for de ulike drivstofftypene er gitt i tabell 3.9.

Tabell 3.9: Antatte utregningsfaktorer og estimert energitetthet for drivstofftypen.

Drivstoff	Drivstofftype	Tetthet (kg/l)	Spesifikk energi (MJ/kg)	Energitetthet (MJ/l)	Utslippsfaktor for forbrenning (kg CO ₂ e/l)
Autodiesel	Fossil diesel	0,840	42,9	36,0	2,71
	FAME	0,890	37,2	33,1	0,17
	HVO	0,780	44,0	34,3	0,04
Bilbensin	Fossil bensin	0,740	44,6	33,0	2,34
	Bioetanol	0,794	26,8	21,3	0,01
	Biobensin	0,740	44,6	33,0	0,01

Estimert solgt drivstoff og energiinnhold per drivstofftype er gitt i tabell 3.10. Forbrenningsutslippene ble estimert basert på antall liter drivstoff og utslippsfaktorer for forbrenning av de ulike drivstoffene.

Tabell 3.10: Estimert solgt drivstoff og forbrenningsutslipp per drivstofftype.

Drivstoff	Drivstofftype	Solgt (millioner liter)	Energiinnhold (TJ)	Forbrenningsutslipp (tonn CO ₂ e)
Autodiesel	Fossil diesel	2 543	91 538	6 879 738
	FAME	121	4 012	20 298
	HVO	302	10 376	10 757
Bilbensin	Fossil bensin	842	27 810	1 969 317
	Bioetanol	48	1 016	430
	Biobensin	67	2 205	936

Ved å dividere det totale energiinnholdet og forbrenningsutslippet estimerte vi energitetthet og utslippsfaktorer for autodiesel og bilbensin iblanda biodrivstoff. Estimert energitetthet og utslippsfaktorer er gitt i tabell 3.11. Tabellen oppgir også estimert bioandel målt i prosent for totalt salg av autodiesel og bilbensin.

Tabell 3.11: Estimer energitetthet, utslippsfaktor og bioandel i autodiesel og bilbensin med biodrivstoff.

Drivstoff	Energitetthet (MJ/l)	Utslippsfaktor (kg CO ₂ e/l)	Bioandel (prosent)
Autodiesel (med biodrivstoff)	35,7	2,33	14,3 %
Bilbensin (med biodrivstoff)	32,5	2,06	12,0 %

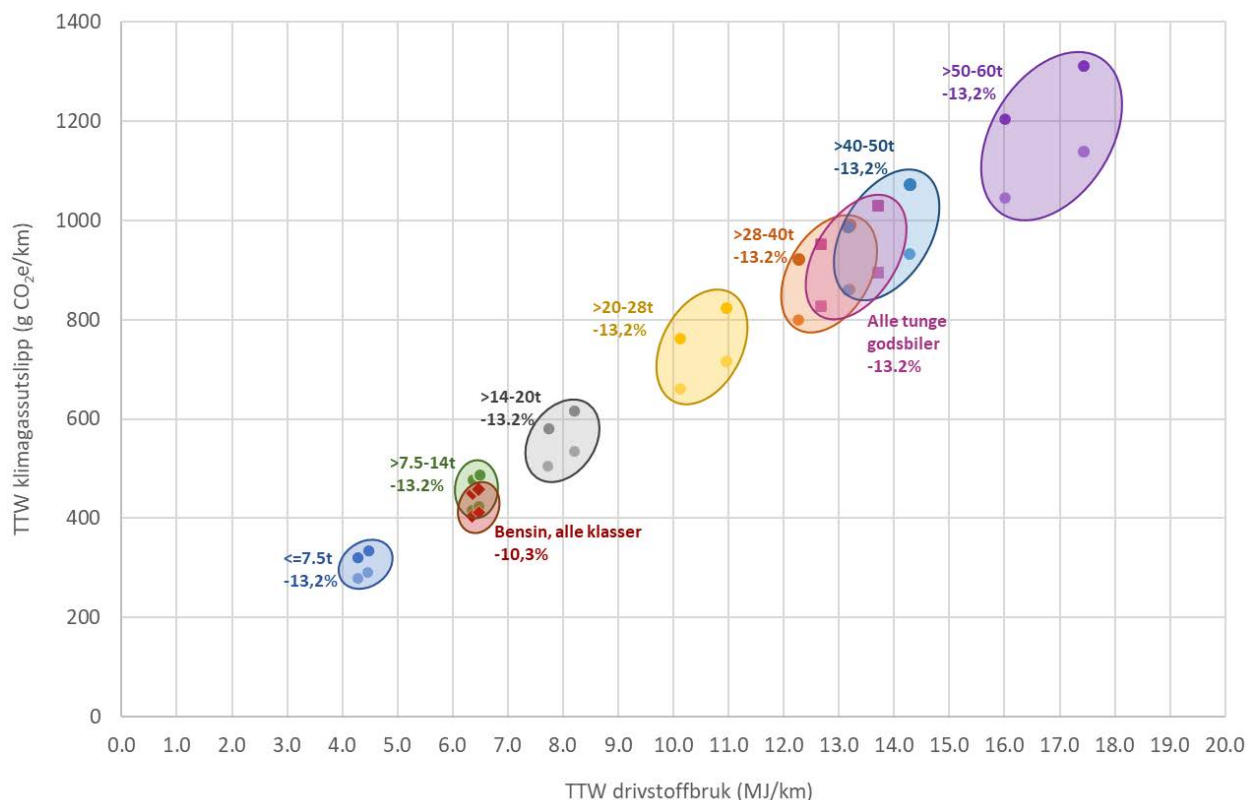
Merk at for autodiesel gjelder bioandelen for både salg av petroleumsprodukt iblanda biodrivstoff og salg av reint biodrivstoff. Dersom vi kun ser på petroleumsprodukt iblanda biodrivstoff (ekskludert salg av reint biodrivstoff), er bioandelen 11,9 %.

Basert på drivstoffbruk per kilometer for fossil diesel og bensin (gitt i tabell 3.4) samt estimert energitetthet og utslippsfaktor for drivstoff med biodrivstoff (tabell 3.11) beregnet vi henholdsvis drivstoffbruken og tank-to-wheel (TTW) utslipp for drivstoffene både uten og med biodrivstoff. Drivstoffbruk og TTW utslipp resultatene er gitt i 2022.

Tabell 3.12: Drivstoffbruk og TTW utslipp ved bruk av kun fossil drivstoff og drivstoff iblanda biodrivstoff.

Vektklasse	Områdetype	Drivstoffbruk - kun fossil (l/km)	Drivstoffbruk - iblanda biodrivstoff (l/km)	TTW utslipp - kun fossil (g CO ₂ e/km)	TTW utslipp - iblanda biodrivstoff (g CO ₂ e/km)
<=7,5t	Spredt bebyggelse	0,124	0,125	336	291
	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	0,119	0,120	321	279
	Tettsted (>100 000 innb.)	0,119	0,120	321	279
>7,5-14t	Spredt bebyggelse	0,177	0,178	478	415
	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	0,180	0,182	487	423
	Tettsted (>100 000 innb.)	0,180	0,182	487	423
>14-20t	Spredt bebyggelse	0,215	0,216	581	504
	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	0,228	0,230	616	535
	Tettsted (>100 000 innb.)	0,228	0,230	616	535
>20-28t	Spredt bebyggelse	0,281	0,284	761	661
	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	0,305	0,307	824	715
	Tettsted (>100 000 innb.)	0,305	0,307	824	715
>28-40t	Spredt bebyggelse	0,341	0,344	922	800
	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	0,366	0,369	991	861
	Tettsted (>100 000 innb.)	0,366	0,369	991	861
>40-50t	Spredt bebyggelse	0,365	0,368	989	858
	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	0,397	0,400	1073	932
	Tettsted (>100 000 innb.)	0,397	0,400	1073	932
>50-60t	Spredt bebyggelse	0,445	0,448	1203	1045
	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	0,485	0,488	1311	1138
	Tettsted (>100 000 innb.)	0,485	0,488	1311	1138
Bensin, alle klasser	Spredt bebyggelse	0,192	0,196	450	403
	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	0,196	0,199	458	411
	Tettsted (>100 000 innb.)	0,196	0,199	458	411
Alle tunge godsbiler	Spredt bebyggelse	0,352	0,355	953	827
	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	0,381	0,384	1030	894
	Tettsted (>100 000 innb.)	0,381	0,384	1030	894

Resultatene for drivstoffbruk (omregnet til megajoule per km) og TTW utslipp er også vist i figur 3.6. Figuren rapporterer også utslippsbesparelsen som innblanding av biodrivstoff i 2021 førte til. På figuren har kjøretøy med kun fossilt drivstoff en mørkere fargenyans (høyere utslipp), mens kjøretøy med iblanda biodrivstoff har en lysere fargenyans (lavere utslipp). Siden drivstoffbruk i ved kjøring i tettsteder er forutsatt å være likt uavhengig om byen er stor eller mellomstor, er også kjøretøyets TTW utslipp det samme ved kjøring i tettsted. Derfor har hvert av kjøretøyene to punkter, et for kjøring i tettsted (høyere utslipp) og et for kjøring i spredt bebyggelse (lavere utslipp).



Figur 3.6: Estimerte TTW klimagassutslipp per km for de ulike vektclassene med kun fossilt drivstoff (mørkere fargenyanse, høyere utslipp) og iblanda biodrivstoff (lysere fargenyanse, lavere utslipp).

Figuren illustrerer at utslippsbesparelsen i absolutte tall øker med kjøretøyenes drivstoffbruk, selv om den prosentvise besparelsen er den samme. For kjøretøyene som går på diesel førte innblanding av FAME og HVO i autodiesel til en prosentvis **utslippsreduksjon på 13,2 %** sammenlignet med bruk av kun fossil diesel, mens for kjøretøyene som går på bensin førte innblandingen av bioetanol og biobensin til en prosentvis **utslippsreduksjon på 10,3 %** sammenlignet med bruk av kun fossil bensin.

3.4 Utslipp til luft og skadekostnader per km fra sjøbasert godstransport

I revideringen av utslippsberegninger for skip er det gjort to vesentlige endringer sammenliknet med Rødseth et al. (2020):

1. Det er benyttet et nytt datagrunnlag til beregning av CO₂-utslipp fra skip
2. Det er laget egne tabeller for fartøy med det største potensialet for godsoverføring (dvs. container og roro-skip under 15 000 dødvekttonn).

Vi beskriver datagrunnlaget og metoden benyttet til beregning av utslippsfaktorer i det følgende.

3.4.1 Datakilder

I forbindelse med revideringen av marginale skadekostnader mottok TØI et uttrekk fra [EUs MRV-system for rapportering av CO₂-utslipp fra skip](#) fra Oppdragsgiver. MRV-uttrekket var ferdig behandlet da TØI mottok det. TØI har ikke gjort en gjennomgang av hvordan rådata fra MRV-databasen er blitt behandlet av Oppdragsgiver innen overleveringen til TØI. Oppdragsgiver har også utviklet en koblingsnøkkel for skipstypene som rapporteres i MRV-databasen og skipstypene som inngår i den nasjonale godsmodel-

len. Den sistnevnte kategoriseringen benyttes til rapporteringen av utslippsfaktorer for skip. En overordnet beskrivelse av dataene gis i Tabell 3.13.

Tabell 3.13: Deskriptiv statistikk for MRV-uttrekket mottatt fra Oppdragsgiver.

Variabel	Obs (antall)	Gjennom- snitt	Standard-avvik	Min	Maks
Distanse NØS (km per år)	757	39811,4	35118,1	4029,8	225744,6
Distanse kystnært (km per år)	739	5171,6	8335,7	4,1	126614,9
Skipets lengde (m)	757	155,1	44,8	88,4	299,9
Skipets dødvektstonn (dwt)	757	21623,0	28927,4	500,0	149999,0
Fuelforbruk (kg/km)	757	50,5	37,8	12,2	314,0
CO ₂ per km (kg)	757	157,9	115,9	38,9	1030,8
Gj. lastvekt (tonn)	757	8881,8	12102,7	48,2	77349,2
CO ₂ per tonnkm (gram)	757	60,6	212,3	3,1	4857,6

Det mottatte MRV-uttrekket dekker årene 2018 til 2021. Hver rad i datasettet sammenstiller aktiviteter og utslipp til et skip (klassifisert med IMO-nummer) i et gitt år. Uttrekket gir data for mellom 200 og 250 skip per år, og majoriteten av skipene i datasettet rapporterer utslipp i 2 eller flere år.

En viktig fordel med MRV-datasettet er at det oppgir *rapporterte* CO₂-utslipp (men ikke SO₂- og NO_x-utslipp), i motsetning til beregnede eller *estimerte* utslipp som ble benyttet i Rødseth et al. (2020). Ulempen med MRV-dataen er at a) kun skip på over 5 000 bruttotonn er rapporteringspliktige og at b) den ikke inneholder informasjon om utslipp av SO₂ og NO_x. I samråd med Oppdragsgiver har vi derfor valgt å supplere MRV-uttrekket med data fra studien til Rødseth et al. (2020), som vi det følgende også vil omtale som GODSKOST-data. Suppleringen gjelder kun for mindre skip og for SO₂- og NO_x-utslipp.

Vi viser til Rødseth et al. (2020) for detaljer rundt tidligere beregninger av utslippsfaktorer for skip. Deres beregninger var basert på et uttrekk fra *Havbase* for årene 2016-2017. I det nye arbeidet tar vi utgangspunkt i et ferdig bearbeidet datasett fra GODSKOST-studien. Dette datasettet inneholder samlet utseilt distanse og estimert utslipp av CO₂, SO₂ og NO_x for 3 988 skip. 538 av 891 skip som inngår i MRT-uttrekket finnes også i datauttrekket benyttet i GODSKOST Rødseth et al. (2020).

3.4.2 Databearbeiding

Som et første ledd i arbeidet med reviderte utslippsfaktorer velges datagrunnlaget som det skal rapporteres resultater for. Vi legger hovedsakelig til grunn de skipene som inngår i MRV-uttrekket, men gjør følgende justeringer:

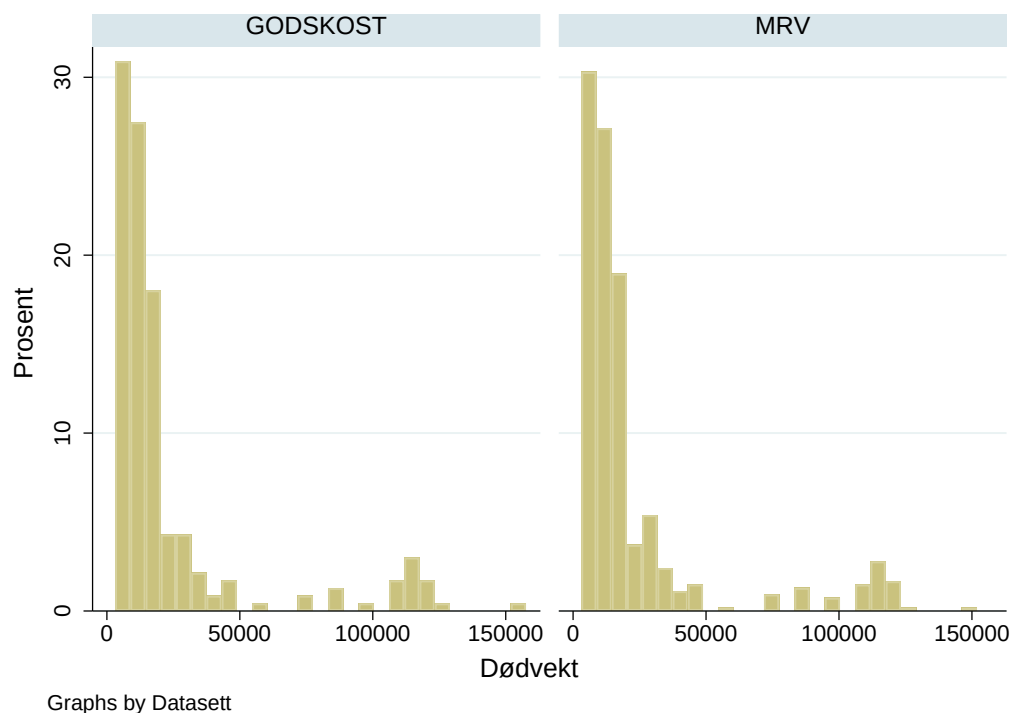
- 76 av 891 skip i MRV-uttrekket rapporterer utslipp av CO₂ per drivstoffenhed (kg/kg) som framstår som feilrapport¹⁰. Med dette mener vi at utslipp av CO₂ per drivstoffenhed er mindre enn 3 kg/kg eller over 3,3 kg/kg. Disse skipene utelates fra resultattabellene.
- Skip som er registrert i datauttrekket som også ble benyttet i GODSKOST (Rødseth et al., 2020) og som er mindre enn det minste skipet (målt i dødvekttonn) i MRV-uttrekket legges til skipene i MRV-uttrekket. Dette gir et tillegg på 15 skip i forhold til det opprinnelige MRV-uttrekket.

Denne utvelgelsen innebærer at det utvalgte datagrunnlaget for beregning av utslippsfaktorer for skip består av 829 observasjoner hvorav 814 er fra MRV-uttrekket og 15 er fra datauttrekket benyttet i GODSKOST (Rødseth et al., 2020).

¹⁰ De tilfellene med lavere utslipp per fuel-enhet kan være knyttet til LNG, men det kan vi ikke se utfra datasettet.

3.4.2.1 Kontroll av konsistens mellom datakildene

Det gjøres innledningsvis en sammenlikning av de to datasettene for å vurdere konsistensen mellom de. En slik sjekk er å vurdere om skipenes dødvekt er likt rapportert i de to datasettene når vi fokuserer på skip som inngår i begge datakildene. Figur 3.7 viser at det er god konsistens mellom datasettene når det gjelder spesifisering av skipenes dimensjoner, selv om det eksisterer noen mindre avvik. Vi gjør ingen forsøk på harmonisering av datakildene, og vil primært benytte skipsdata fra MRV-uttrekket til sammenstillingen av utslippsfaktorene.



Figur 3.7: Histogram for skipenes dødvekt for alle skip som rapporterer data i både MRV- og GODSKOST-datasettene. Etter datakilde.

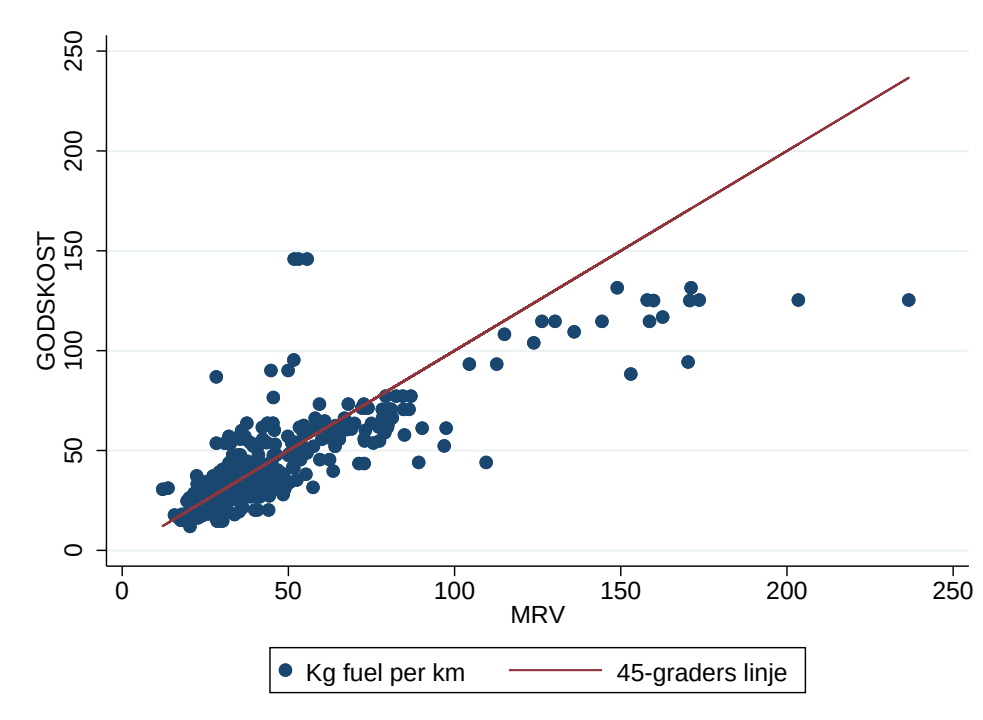
3.4.2.2 Beregning av utslipp av SO₂ og NO_x for utvalgt datagrunnlag

Som tidligere forklart inngår ikke utslipp av SO₂ og NO_x i MRV-uttrekket. Disse utslippene beregnes derfor per skip og år basert på data fra GODSKOST. Dette gjøres ved å:

- 1) først beregne utslipp per drivstoffenhhet basert på GODSKOST-datasettet
- 2) deretter konvertere utslippene per drivstoffenhhet til utslipp per utseilt distanse ved å gange med drivstofforbruk per kilometer fra MRV-uttrekket.

På denne måten sikrer vi at *rapporterte* data (dvs. data om drivstofforbruket fra MRV) utnyttes i beregningene.

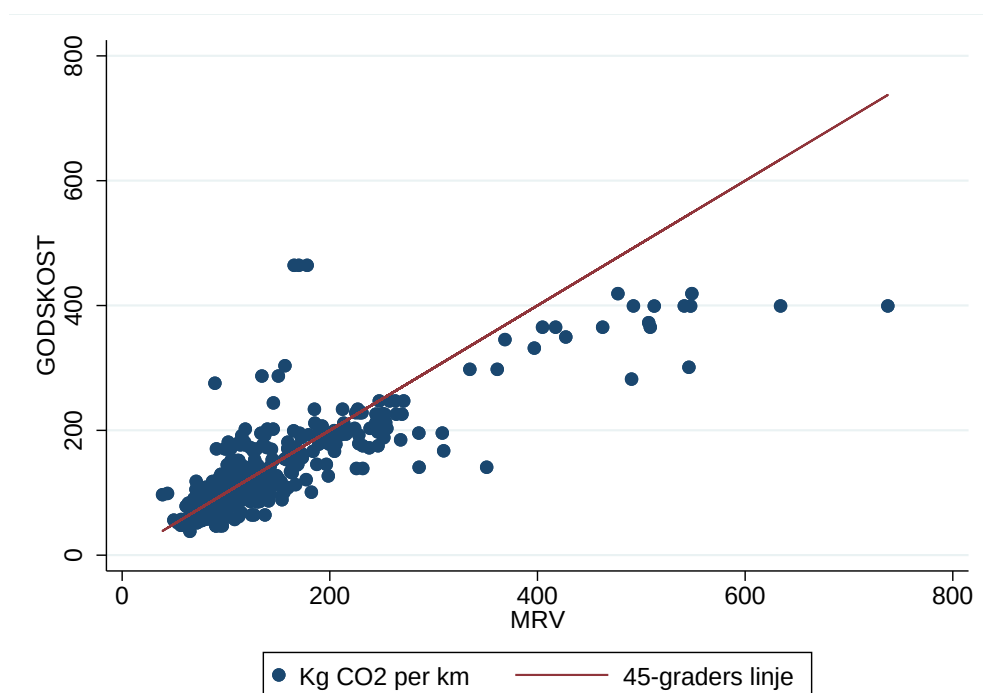
Figur 3.8 gir en sammenlikning av rapportert drivstofforbruk per kilometer i MRV-datasettet og estimert drivstofforbruk per kilometer i GODSKOST-datasettet for skip som rapporterer data til begge de to datakildene. Den viser at det er god overenstemmelse mellom de to datasettene for skip med lavt drivstofforbruk per kilometer, men at GODSKOST-datasettet gir betydelig lavere drivstofforbruk per kilometer for skip med høyt forbruk per utseilt distanse. Siden de nye beregningene benytter drivstofforbruk per kilometer fra MRV-datasettet til å beregne utslipp per kilometer trekker dette i retning av at utslippsfaktorene for SO₂ og NO_x vil være høyere i de nye beregningene enn i Rødseth et al. (2020).



Figur 3.8: Sammenlikning av drivstofforbruket per utseilt distanse (km) til skip som rapporterer data i MRV- og GODSKOST-datasettene.

3.4.2.3 Sammenlikning av CO₂-utslipp per utseilt distanse

Et liknende resultat som i det forutgående kapitlet finner vi også for sammenlikningen av rapportert CO₂-utslipp per utseilt distanse i MRV-datasettet og estimert CO₂-utslipp per utseilt distanse i GODSKOST-datasettet. Denne sammenlikningen er vist i figur 3.9.



Figur 3.9: Sammenlikning av CO₂-utslipp per km til skip som rapporterer data i MRV- og GODSKOST-datasettene.

3.4.2.4 Utvelgelse av lengde- og størrelseskategorier for godsoverføring

I GODSKOST (Rødseth et al., 2020) ble det utviklet kategoriseringer av skipskarakteristika som ble benyttet i rapporteringen av utslippsfaktorer for skip, hvor skipene er delt inn i grupper etter dødvekttonn eller etter skipenes lengde. I denne studien rapporteres det også utslippsfaktorer for skip for alle disse klassifiseringene, men på bakgrunn av det utvalgte datagrunnlaget for denne studien (dvs. for 829 observasjoner, hvorav 814 er fra MRV-uttrekket og 15 er fra datauttrekket benyttet i GODSKOST). Denne inndelingen er gjort for 9 forskjellige skipstyper, for fire typer utslipp. De komplette tabellene er sendt over til oppdragsgiver i Excel-format.

I tillegg til kategoriseringene av 9 skipstyper med forskjellige størrelse- og lengdekategorier ble TØI bedt om å utvikle et sett med mer spissede tabeller med inndelinger tilpasset for skip med potensiale for godsoverføring. Dette gjelder skip i kategorien Ro-Ro cargo og Container Lo/Lo med størrelse på under 15 000 dødvekttonn. Vi har valgt de nye inndelingene etter «hvor vanlig» en gitt størrelse- eller lengdekategori er å finne i norske farvann. Vi har derfor delt fartøyene i det utvalgte datagrunnlaget inn i 3 kvantiler. Dette vil si at det er like sannsynlig at et tilfeldig valgt skip tilhører gruppe 1, 2 eller 3. Denne inndelingen gir følgende (avrundede) kategorisering av skip på under 15 000 bruttotonn:

Tabell 3.14: Nye kategorier for container- og roroskip under 15 000 dødvekttonn.

Skipskarakteristika	Kategori 1	Kategori 2	Kategori 3
Lengde (m)	<135	135-145	>145
Dødvekttonn	<9 000	9 000-11 000	>11 000

3.4.2.5 Sammenstilling av utslippsberegninger

Beregninger av utslipp til luft per utseilt kilometer baseres på det utvalgte datagrunnlaget, dvs. på 829 observasjoner hvorav 814 er fra MRV-uttrekket og 15 er fra datauttrekket benyttet i GODSKOST (Rødseth et al., 2020). Av disse observasjonene rapporterer 538 data både i MRV- og GODSKOST-datasettene. For de resterende observasjonene imputeres utslipp per kilometer ved å benytte aritmetisk gjennomsnitt av utslipp etter skipstype og dødvekt-/lengdegruppe.

Utslipp per tonnkilometer beregnes deretter ved å bruke variabelen for gjennomsnittlig lastvekt (tonnmengde) per skip og år fra MRV-datasettet. Se Tabell 3.13 for en oversikt over denne variabelen og andre variabler som inngår i MRV-datasettet.

Til slutt aggregeres utslippene av CO₂, SO₂ og NO_x per skip og år per utseilt distanse opp til gjennomsnittlige utslippsfaktorer per skipstype og lengde-/dødvektkategori. Dette gjøres ved å beregne vektete gjennomsnitt for skipene som inngår i det utvalgte datagrunnlaget, hvor hvert skips total utseilte distanse innen Norsk Økonomisk Sone (NØS) brukes til vektingen. En tilsvarende aggregering benyttes også for lengde, dødvekt og gjennomsnittlig lastvekt til samletabellene.

3.4.3 Utslippsfaktorer og skadekostnader for utvalgte kategorier

Etter gjennomført databearbeiding kan vi generere resultat-tabeller med gjennomsnittlig utslipp per km (vektet for utseilt distanse) per skipstype per størrelseskategori (eller lengdekategori). Oppdragsgiver har mottatt en større mengde tabeller i Excel-format til bruk i videre analyser. I denne rapporten begrenser vi oss til å gjengi tabellene for de tre størrelseskategorier for container- og roroskip under 15 000 dødvekttonn. Utslipp per fartøykilometer er gitt i tabell 3.15.

Tabell 3.15: Utslipp per fartøykm for utvalgte skipstyper og størrelseskategorier.

Skipstype	Størrelseskategori	kgCO ₂ /km	kgNO _x /km	kgSO ₂ /km	kgPM ₁₀ /km
Container Lo/Lo	<9'	109	1,8	0,14	0,018
Container Lo/Lo	9'-11'	135	2,2	0,18	0,022
Container Lo/Lo	11'-15'	144	2,8	0,34	0,024
Ro-Ro cargo	<9'	106	1,9	0,22	0,018
Ro-Ro cargo	9'-11'	238	5,7	0,87	0,040
Ro-Ro cargo	11'-15'	242	6,0	0,92	0,040

Med utgangspunkt i kalkulasjonsprisene per enhet utslipp fra kapittel 3.1 kan vi beregne marginale skadekostnader per fartøykilometer for de respektive fartøy-, størrelses- og områdekategoriene. Dette er gjort i tabell 3.16. Her summerer vi også opp utslippskostnadene per tonnkilometer basert på gjennomsnittlig lastvekt for hver størrelseskategori.

Tabell 3.16: Skadekostnader fra utslipp til luft per fartøykm for utvalgte skipstyper og størrelseskategorier (målt etter dødvektstonn – dwt). Siste kolonne oppgir samlede utslippskostnader per tonnkilometer.

Skipstype	Størrelseskategori	Områdekategori	kr/km CO ₂	kr/km NO _x	kr/km SO ₂	kr/km PM ₁₀	SUM kr/km	Sum utslippskostnad per tkm
Container Lo/Lo	<9'	Spredt bebyggelse	84	42	0	0	126	0,04
Container Lo/Lo	9'-11'	Spredt bebyggelse	103	53	0	1	156	0,04
Container Lo/Lo	11'-15'	Spredt bebyggelse	110	66	0	1	177	0,03
Container Lo/Lo	<9'	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	84	192	2	8	286	0,09
Container Lo/Lo	9'-11'	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	103	240	2	10	355	0,08
Container Lo/Lo	11'-15'	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	110	300	4	11	425	0,07
Container Lo/Lo	<9'	Tettsted (>100 000 innb.)	84	849	4	71	1007	0,33
Container Lo/Lo	9'-11'	Tettsted (>100 000 innb.)	103	1062	5	87	1257	0,28
Container Lo/Lo	11'-15'	Tettsted (>100 000 innb.)	110	1326	8	94	1538	0,27
Ro-Ro cargo	<9'	Spredt bebyggelse	82	46	0	0	128	0,07
Ro-Ro cargo	9'-11'	Spredt bebyggelse	182	135	0	1	319	0,07
Ro-Ro cargo	11'-15'	Spredt bebyggelse	185	143	0	1	329	0,06
Ro-Ro cargo	<9'	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	82	209	3	8	301	0,15
Ro-Ro cargo	9'-11'	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	182	618	11	17	828	0,18
Ro-Ro cargo	11'-15'	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	185	652	12	18	867	0,17
Ro-Ro cargo	<9'	Tettsted (>100 000 innb.)	82	925	5	69	1081	0,56
Ro-Ro cargo	9'-11'	Tettsted (>100 000 innb.)	182	2732	22	155	3090	0,66
Ro-Ro cargo	11'-15'	Tettsted (>100 000 innb.)	185	2882	23	157	3248	0,62

Med enhetsprisene fra kapittel 3.1 er det klart at det er utslippene av CO₂ og NO_x som er av størst betydning for marginal skadekostnader per fartøykilometer m.t.p. utslipp. Der hvor transporten foregår langt fra land og langt fra byer er det CO₂-utslippene som er av størst relativ betydning. Der hvor transporten foregår nært byene, typisk de siste kilometerne med innseiling til (og utseiling fra) havn, er NO_x-utslippene av størst relativ betydning.

3.4.4 Drøfting

Vi ønsker til slutt å peke på svakheter ved metodikken som er valgt til de reviderte beregningene av utslippsfaktorer fra skip.

En viktig svakhet er at utslippsfaktorene for SO₂ og NO_x bygger på utslippsuttrekk fra 2016 og 2017. Dette legger følgelig til grunn at det ikke er skjedd noen teknologisk utvikling i flåten (f.eks. renseteknologi) og drivstoffsammensetning (f.eks. endring i bruk av LNG) siden året for utslippsfaktorer benyttet i det første uttrekket for 2016 og 2017. Selv om disse justeres med rapportert drivstofforbruk i MRV-data settet vil altså ikke dette muliggjøre å ta hensyn til en slik utvikling i renseteknologi og/eller drivstoff. Utslipp av NO_x og SO_x per enhet drivstoff er i utgangpunktet heller ikke statiske, det betyr at også endring i driftsmønster og hvordan de utseilte km er gjennomført vil kunne påvirke faktiske utslipp. Slike variasjoner fanges ikke opp med metoden. Dette blir også en effekt når man deler inn i ulike segment som muligens ikke lenger reflekterer hvilket segment utslippsfaktoren er basert på originalt.

4 Marginale skadekostnader: Slitasje

Veiinfrastrukturen vil forvitte over tid som følge av vær, klima og aldring. Den vil også slites ut mer, jo mer den brukes. Det er med andre ord samfunnsmessig ønskelig at en hensiktsmessig brukt vei skal slites over tid som følge av bruk. Denne slitasjen må møtes med vedlikeholdskostnader, både planlagt og ikke-planlagt. Det er likevel samfunnsøkonomisk effektivt at bilistene møter priser som gjør at de tar innover seg avveiningen mellom nytten de får fra veibruken og den marginale framskyndingen av vedlikeholdskostnader som slitasjen fra deres veibruk bidrar til. Når vi snakker om eksterne slitasjekostnader henviser vi kun til det marginale bidraget til vedlikeholdskostnader. Luftforurensingen fra veislitasje er dekket i kapittel 3¹¹.

I TØI-rapport 1704 det gjennomført beregninger av marginale slitasjekostnader som i stor grad baserte seg på en omfattende studie gjort av Statens väg- och transportforskningsinstitut (VTI) i Sverige. Beregningene i den svenske studien ble tilpasset slik at de i størst mulig grad skal reflektere norske forhold.

I 2021 kom SINTEF-rapporten «Gjennomgang av slitasjekostnader for godstransport på veg og jernbane» med vedlegg fra ViaNova (Bertelsen et al., 2021). Der ble det gjort en rimelighetsvurdering av beregningene i TØI-rapport 1704 og dets anvendelse i beregningsverktøyet GodsNytte. Notatet munner ut i en anbefaling om at den marginale slitasjekostnaden per Equivalent Standard Axle Load-kilometer (ESAL-km) bør justeres opp fra 22,8 øre, som var anbefalt i TØI-rapporten, til 37 øre.

TØI har nå gått gjennom beregningene og revidert anbefalt marginalkostnad for tunge kjøretøy på bakgrunn av kommentarene og opplysningene i Rapporten fra SINTEF/ViaNova samt egen kvalitetskontroll. Videre er det gjort indeksjusteringer for å komme fram til 2022-verdier.

4.1 Kort om slitasjekostnadsberegningene i TØI-rapport 1704/2019

TØI tar utgangspunkt i svenske beregninger utført hos VTI i Sverige dokumentert i en upublisert tidlig utgave av forskningsartikkelen *Estimating the marginal costs of road wear* (Nilsson et al., 2020).

I korte trekk beregner Nilsson mfl. marginalkostnader knyttet til veislitasje for tunge kjøretøy og personbiler i Sverige på to forskjellige måter:

- I den første beregningen kalkuleres den gjennomsnittlige nasjonale marginalkostnaden for Sverige til henholdsvis 0,066 SEK per ESAL km og 0,0052 SEK per personbil km på grunnlag av nasjonale data.
- I den andre beregningen kalkuleres marginalkostnadene basert på 477 262 observasjoner fra den svenske vegdatabanken. Her er resultatet en marginalkostnad på 0,32 SEK/ESAL km og 0,03 SEK/personbilkilometer.

Forholdet mellom detaljert og gjennomsnittlige beregning for Sverige anslås dermed til $0,32/0,066=4,8$ SEK/ESAL km for tunge kjøretøy.

For den norske beregningen ville det vært ønskelig å benytte tilsvarende data fra den norske vegdatabanken til beregning av marginale slitasjekostnad. Siden denne informasjonen ikke var tilgjengelig for

¹¹ Veislitasje og avrenning som bidrar til forurensing av vann og jordsmonn er ikke vurdert i denne rapporten og kan med fordel være gjenstand for framtidig forskning og oppdateringer av kalkulasjonspriser av marginale skadekostnader til bruk i SØA.

prosjektet er det i stedet beregnet en gjennomsnittlig nasjonal marginalkostnad for Norge analogt med den svenske beregningen.

Resultatet gjengitt i TØI-rapport 1704/2019 er en marginalkostnad per ESAL-km på 5,6 øre. Resultatet ble så oppjustert med en faktor på 4,1 for å komme fram til en verdi som tilsvarer den detaljerte svenske beregningen. Dette resulterte i en anslått marginalkostnad på 22,8 øre/ESAL-km.

4.2 Kort om rimelighetsbetraktningene i SINTEF-rapporten

SINTEF nevner en lang rekke metodiske utfordringer knyttet til den valgte metoden for fastlegging av marginal slitasjekostnad i TØI-rapport 1704, i hovedsak knyttet til:

- Definisjon av marginalkostnad
- Levetid/tid mellom tiltak
- Hvilke tiltak skal inkluderes i analysen
- Tiltakskostnad: Avhenger også av valg av levetid og tiltak
- Konsekvenser av kombinasjon levetid/tiltak: Etterslepsproblematikk
- Nedbrytende effekt av tunge kjøretøy
- Informasjonsmangler knyttet til tungtrafikk

Den største svakheten utgjøres likevel av aggregeringsnivået som benyttes, med verdier beregnet på basis av midlere data for alle riks- og fylkesveger i Norge uten at det tas hensyn til variasjonene fra veg til veg. De beregnede nasjonale middelveidene er derfor ikke egnet som grunnlag for valg av godstransportstrategi.

I tillegg påpeker SINTEF to konkrete feil i foreliggende beregninger. Disse er at:

- oppjusteringen fra forenklet til detaljert beregningsmetode er utført med feil verdi (4,1 i stedet for 4,8)
- det benyttes et anslag for dekkelevetid fra Sverige på 17 år, mens vektning av normerte dekkelevetider i Norge ifølge SINTEF gir en estimert dekkelevetid for Norge på 12,5 år.

I datamaterialet fra Vegvesenet fremgår det at gjennomsnittlig 3000 km riks- og fylkeveg av totalt 56 800 km ble reasfaltert per år i årene 2014-2018. I gjennomsnitt reasfalteres altså vegdekket om lag hvert 19. år i Norge fordelt på hvert 10. år for riksveger og hvert 24. år for fylkesveier. Samtidig rapporteres det om etterslep i vedlikeholdet. Den beregnede svenske dekkelevetiden på 17 år virker dermed som et rimelig anslag for vurdering av kostnader knyttet til *gjennomført* vegvedlikehold.

Normert dekkelevetid i N200 Vegbygging er på den annen side den dekkelevetid man forventer under normale klima- og belastningsforhold. Verdiene er statistiske gjennomsnitt for funksjonelle dekkelevetider på det tidligere riksvegnettet (før 2010) som funksjon av ÅDT og dekketype. Det virker dermed rimelig å legge dette til grunn for å vurdere *verdien* av slitasjen.

SINTEF konkluderer med to prinsipielt forskjellige tilnærminger til videre arbeide:

1. Revidere eksisterende estimat beregnet i TØI-rapport 1704/2019, i hovedsak ved å korrigere input-data fra Nilsson et al. (2020) samt å benytte et bedre estimat for norsk dekkelevetid, eventuelt kombinert med andre justeringer.
2. Utvikle og implementere en metode som ivaretar variasjoner i marginalkostnader, eller andre representasjoner av kostnaden, for vegnettet.

I neste avsnitt justeres beregningene basert på tilnærming 1.

4.3 Revisjon og oppdatering av beregningene i TØI-rapport 1704/2019

4.3.1 Kr per ESAL-kilometer

Som beskrevet i forrige delkapittel har SINTEF påpekt to konkrete forhold ved beregningene i TØI-rapport 1704 som bør rettes opp. I tillegg viser oppdatert kvalitetssikring ytterligere en feil ved beregningen:

- Gjennomsnittlig ÅDT er anslått noe høyt, og er nedjustert ca. 5 % på bakgrunn av vegtrafikkindeksen for tunge kjøretøy.

I sum medfører alle korreksjonene at marginal slitastjekostnad for tunge kjøretøy bør oppjusteres med en faktor på 2,2.

I det følgende er gjennomsnittlig nasjonal marginalkostnad for Norge beregnet på nytt, også her i tråd med resonnementet i Nilsson m.fl. (2020).

Gjennomsnittlig marginalkostnad beregnes i Nilssons regneeksempel litt forenklet slik:

$$MK_T = K * E_B * B * \frac{r}{(1 - e^{-rT})} * \int_0^\infty e^{-rv - \gamma v^\alpha} dv / (T * 365 * \text{ÅDT}_T)$$

der

MK_T er marginalkostnaden per km

K er kostnaden per kvadratmeter

E_B er slitastjeelastisiteten (0,0888 for tunge biler og 0,1036 for lette)

B er gjennomsnittlig vegbredde

r er diskonteringsrenten

T er dekkelevetiden regnet i år

$\int_0^\infty e^{-rv - \gamma v^\alpha} dv$ er et ledd som tar hensyn til usikkerhet om levetid og beregnet til 12,5 av Nilsson m.fl. (2020)¹².

ÅDT_T er gjennomsnittlig ÅDT i dekkelevetiden

I tabell 4.1 oppsummeres verdiene som benyttes av

- Nilsson mfl.
- TØI 2019
- TØI 2022 (Revidert beregning)

¹² Det er ikke kjent hvordan verdien påvirkes av diskonteringsrenten

Tabell 4.1: Variabelverdier og resultat fra tre beregninger av marginale slitasjekostnader per ESAL-km.

	Nilsson mfl.	TØI 2019	TØI 2022
K	SEK 87	NOK 126,3	NOK 126,3
EI_T	0,0888	0,0888	0,0888
B	6,75	6,2	6,2
R	3,5 %	4,0 %	4,0 %
T	17	17	12,5
$\bar{A}DT_T$	125	196	186
$\int_0^{\infty} e^{-rv-yv^a} dv$	12,5	12,5	12,5
MK_T	0,066	0,058	0,104
Detaljert beregning/ gjennomsnittsberegning	4,80	4,1	4,80
Detaljert beregning	SEK 0,32		
Resultat		NOK 0,23	NOK 0,50
Indeksjustert til 2022-priser			NOK 0,63

Revidert beregning (TØI 2022) er forskjellig fra tidligere beregning på 3 punkter.

1. Forutsatt dekkelevetid T er redusert fra 17 til 12,5 år. Dette er en oppfølging av notatet fra SINTEF. Endringen medfører for det første at oppgitt kostnad fordeles på 12,5 år i stedet for 17 år. Det i seg selv øker beregnet marginalkostnad med 36 %. For det andre øker verdien av diskonteringsleddet $\frac{r}{(1-e^{-rT})}$ fra 0,081 til 0,102. Det i seg selv øker beregnet marginalkostnad med 25,4 %.
2. Forutsatt gjennomsnittlig $\bar{A}DT$ i dekkelevetiden er redusert fra 92 % til 87,5 % av 2017-nivå og dermed fra 196 til 186 med utgangspunkt i vegtrafikkindeksen for tunge kjøretøy 2005-2017 justert for 0,1 % antatt årlig vekst i samlet veglengde. Det øker beregnet marginalkostnad med 5 %.

Til sammen øker beregnet gjennomsnittlig marginalkostnad med 79 % ($1,36 \cdot 1,254 \cdot 1,05$). Det gir en økning fra 0,058 til 0,104 NOK per ESAL-km for tunge kjøretøy.

3. Med bruk av korrekt forhold mellom Nilssons detaljerte og Nilssons gjennomsnittlige beregning (4,8 i stedet for 4,1) blir revidert resultat $0,104 \cdot 4,8 = 0,50$ NOK per ESAL-km for tunge kjøretøy i stedet for tidligere beregning på 0,228 NOK per ESAL-km. Dette innebærer en oppjusteringsfaktor på 2,2.

Til slutt må slitasjekostnadene justeres til å gjenspeile kostnader i 2022. Fra 2018 til 2022 har kostnadsindeksen for asfaltering innen drift og vedlikehold av veger økt med 25,7 %. Justerer vi for denne prisøkningen så får vi en anslått kostnad på 63 øre per ESAL-km.

Vi understreker at dette representerer et estimat på gjennomsnittlig slitasjekostnad per ESAL-kilometer i Norge, basert på en rekke forenkende forutsetninger og begrensede underlagsdata. Estimater er beheftet med en del usikkerhet. Videre vil faktisk slitasjekostnad per ESAL-km variere utfra en rekke forhold, som klima, topografi, veistandard og veiens befatning. Ideelt sett skulle man differensiert estimatet på marginale slitasjekostnader ut fra slike dimensjoner, men det har vi dessverre ikke tilstrekkelig data-grunnlag for. Som påpekt i Bertelsen et al. (2021) vil det kreve et betydelig arbeid å tilrettelegge det norske datagrunnlaget for å kunne gjøre en tilfredsstillende analyse på linje med det som er gjort i Sverige, og det vil kreve et bredt tverrfaglig samarbeid.

De grove estimatene presentert i dette kapitlet er best egnet til analyser på strategisk nivå (f.eks. ved kjøring av Nasjonal Godstransportmodell til bruk i nyttekostnadsanalyse ved endring av politikk på nasjonalt nivå), og ikke på operative analyser på konkrete veistreknings (f.eks. vedlikeholdsplanleg-

ging). Dersom slitasjekostnadene viser seg å være utslagsgivende i en slik strategisk analyse, bør det gjøres følsomhetsanalyser.

4.3.2 Kr per vognkilometer

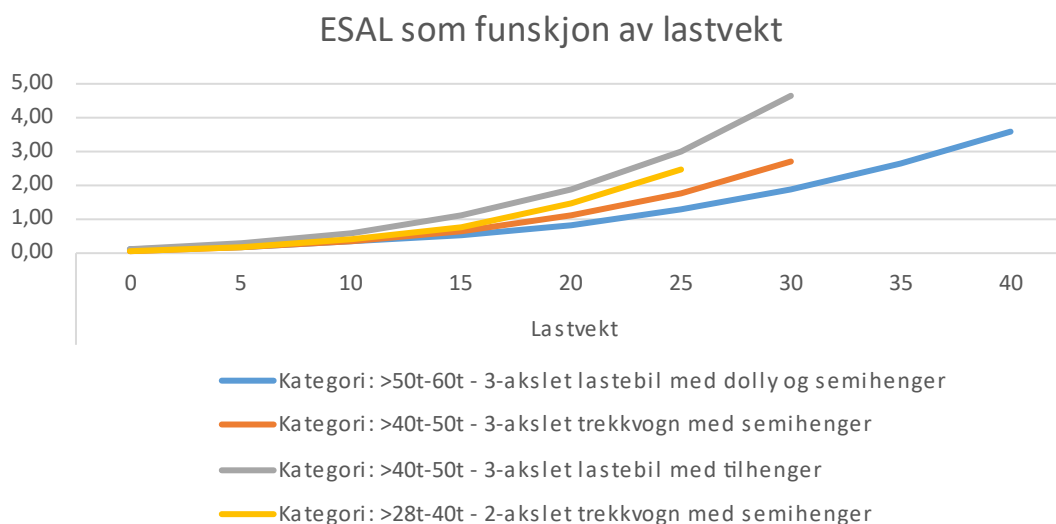
På samme måte som et estimat på nasjonale marginale slitasjekostnader per ESAL-km dekker over mye relevant variasjon, så vil et estimat på slitasjekostnader per kjøretøykm også dekke over mye variasjon, selv om det er differensiert på de syv vektclassene vi bruker i denne rapporten. Hvor mange ESAL et kjøretøy har avhenger av egenvekt, lastvekt, antall aksler og hvordan vekten er fordelt på akslene. Høyere vekt er med på å drive ESAL oppover, mens flere aksler å fordele vekten på er med på å drive ESAL nedover. Jevnest mulig vektfordeling gir også lavest mulig ESAL for en gitt vekt, ettersom fjerdepotens-effekten er svært utslagsgivende.

Vi har derfor laget ESAL-kurver for de syv vektclassene som vi skiller på i denne rapporten. Innad i hver vektklasse er det mange kjøretøykombinasjoner som er mulige, men vi har, basert på lastebilundersøkelsen, valgt fram noen spesifikke kjøretøykombinasjoner som vurderes som representative for hver av de syv vektclassene. Gjennomsnittsverdiene for disse representative kjøretøytypene er hentet fra Kjøretøyregisteret, og vises i Tabell 4.2. For vektclassen «>40-50t» ønsker vi å synliggjøre at det er to svært vanlige, men relativt forskjellige, kombinasjoner av kjøretøy. Den ene kombinasjonen er en 2-akslet trekkvogn med semihenger, mens den andre er en 3-akslet lastebil med tilhenger. I sammenstillingstabellene for marginale skadekostnader benytter vi oss av gjennomsnittlig marginale slitasjekostnad fra disse typene.

Tabell 4.2: Gjennomsnittsverdier for «typiske» kjøretøykombinasjoner per vektklasse.

Vektklasse	"Typisk" kjøretøy (kombinasjon)	Snitt lastvekt	Antall aksler kjøretøy	Snitt egenvekt kjøretøy	Antall aksler tilhenger	Snitt egenvekt tilhenger	Antall aksler dolly	Snitt egenvekt dolly	Antall aksler i alt
<=7,5t	Liten 2-akslet lastebil	1,2	2	3785					2
>7,5-14t	Lett 2-akslet lastebil	1,7	2	7211					2
>14-20t	2-akslet lastebil	2,6	2	9703					2
>20-28t	3-akslet lastebil	4,3	3	13633					3
>28-40t	2-akslet trekkvogn med semihenger	5,6	2	8256	3	6600			5
>40-50t	3-akslet lastebil med tilhenger	12,7	3	13633	2	8402			5
>40-50t	3-akslet trekkvogn med semihenger	12,7	3	9760	3	9279			6
>50-60t	3-akslet lastebil med dolly og semihenger	13,8	3	13633	3	9279	2	2449	8

ESAL-kurvene for hver av disse kjøretøytypene er dokumentert i Excel og tilgjengeliggjort for oppdragsgiver. Vi velger å vise ESAL-kurver for de tre største vektclassene vi benytter i denne rapporten. Dette fordi disse står for en stor andel av transportarbeidet i Norge, og fordi det gir en viktig illustrasjon av hvordan egenvekt, lastvekt og antall aksler slår ut på ESAL-beregningene.



Figur 4.1: Beregnede ESAL-kurver som en funksjon av lastvekt for «typiske» kjøretøykombinasjoner i tre vektclasser.

Som figur 4.1 viser kan vektfordeling på flere aksler holde ESAL-verdiene relativt lave til tross for relativt høy lastvekt, som vist ved den høyeste vektclassen som er representert av et 8-akslet modulvogn tog. I kontrast har du den 5-akslede kombinasjonen i vektclassen «>40-50t» som med samme lastvekt som den 6-akslede varianten ender opp med vesentlig høyere ESAL.

For de mest aggregerte analysene er det praktisk med nasjonale gjennomsnittstall, som vi oppgir i tabellene som sammenstiller marginale skadekostnader. Da trenger vi å beregne hvor mange ESAL som gjenspeiler gjennomsnittlig lastvekt for hver av de syv kjøretøytypene. Som en forenkling operasjonaliserer vi dette ved å anta en vekting mellom to tilstander: Enten foregår tomkjøring¹³, eller så har kjøretøyet en fast lastvekt, som til sammen gir gjennomsnittlig lastvekt som er vist i tabell 4.2 og tabell V.1. I tabell 4.3 vises de resulterende gjennomsnittlige ESAL per kjøretøytype, med tilhørende marginale slitaskostnader basert på beregnede slitaskostnader per ESAL-km i forrige delkapittel.

Tabell 4.3: ESAL-beregninger per representative kjøretøy per vektclass (ved tomkjøring, ved typisk lastvekt, samt gjennomsnittet) og tilhørende slitaskostnad (2022-kr) per kjøretøykm ved gjennomsnittlig ESAL.

Vektclass	ESAL ved tomkjøring	ESAL ved typisk lastvekt	Gjennomsnittlig ESAL	Slitaskostnad per kjøretøykm
<=7,5t	0,004	0,016	0,012	0,01
>7,5-14t	0,050	0,156	0,125	0,08
>14-20t	0,114	0,419	0,331	0,21
>20-28t	0,145	0,624	0,486	0,31
>28-40t	0,047	0,260	0,199	0,13
>40-50t	0,083	1,174	0,858	0,54
>50-60t	0,081	0,786	0,582	0,37

¹³ Det antas tomkjøring i 29 % av kjøretøykilometerne. Dette er basert på gjennomsnittlig tomkjøringsprosent for perioden 2016-2021, hentet fra SSBs Statistikkbank Tabell 08478: Nasjonal og internasjonal leie- og egentransport, etter type transport, år og statistikkvariabel

5 Sammenstilling av marginale skadekostnader

I dette kapitlet gis en sammenfatning av de marginale skadekostnadene beregnet i de foregående kapitlene. Vi kommer til å summere opp skadekostnader per kjøretøykilometer og tonnkilometer for veibasert og sjøbasert godstransport. Alle kostnader er gitt for året 2022 og er målt i 2022-kr.

5.1 Veibasert godstransport

For veibasert godstransport er det skadekostnader knyttet til CO₂-utslipp, lokal luftforurensing, støy, kø, ulykkesrisiko og veislitasje som er inkludert, på lik linje med TØI-rapport 1704. I forbindelse med dette oppdraget i 2022 er det kun gjennomført nye beregninger for utslipp til luft (CO₂ og lokale utslipp) og for veislitasje. Skadekostnadene fra CO₂-utslipp er også justert for å ta hensyn til iblanda biodrivstoff med plandingsforholdet anno 2021 (se kapittel 3.3). Det betyr at CO₂-utslippskostnadene er justert ned med 13,2 % sammenlignet med om lastebilene hadde kjørt på ren fossil diesel, og utslippskostnadene er justert ned med 10,3 % sammenlignet med om lastebilene hadde kjørt på ren fossil bensin. Estimatenes for marginale skadekostnader for støy, kø og ulykkesrisiko er bare realprisjustert.

På grunn av at køkostnader (og assosierte utslippskostnader knyttet til køkjøring) varierer mye ut fra tid på døgnet, vurderer vi det som nyttig å lage separate tabeller som skiller mellom tid på døgnet. De ulike tabellene vil passe til ulike typer analyser. Vi skiller mellom marginale skadekostnader som representerer «gjennomsnittscaset» hvor vi ser på døgnet under ett, og caset hvor analytikeren vet eller vil analysere konsekvensene av at trafikkendringen skjer i rushtiden i store og mellomstore¹⁴ tettsteder, samt caset hvor analytikeren vet at godstransporten skjer under fri flyt trafikkforhold.

Tabell 5.1 viser beregnede skadekostnader per km for døgnet sett under ett. Tabell 5.2 viser beregnede skadekostnader per km hvor analytikeren vet at kjøringen foregår i tettsteder i rushtiden. Tabell 5.3 viser beregnede skadekostnader per km hvor analytikeren vet at kjøringen i tettsteder foregår i fri flyt. I disse tabellene oppgis også skadekostnader per tonnkilometer i siste kolonne. Tabeller med beregnet gjennomsnittlig lastvekt er gitt i Vedlegg 1. Tilsvarende tabeller for nullutslippsbiler, som er forutsatt identiske med de forbrenningsmotordrevne kjøretøyene i tabell 5.1 til tabell 5.3 med unntak av CO₂-utslipp og lokale utslipp, er gitt i Vedlegg 2.

¹⁴ Merkostnadene av køkjøring i kategorien Tettsted (15 000 – 100 000 innb.) er skalert i forhold til gjennomsnittsstørrelsen på tettstedet i denne kategorien (46 000 innb.) i 2022 relativt til gjennomsnittsstørrelsen i storbykategorien (320 000 innb.).

Tabell 5.1: Tunge godsbiler (med forbrenningsmotor), kr per km for ulike skadekostnader, døgnet sett under ett. CO₂-kostnader er justert for iblanda biodrivstoff (13,2 % reduksjon sammenlignet med ren fossil diesel, 10,3 % reduksjon sammenlignet med ren fossil bensin). Siste kolonne oppgir samlede skadekostnader i kr per tonnkilometer.

Vektklasse	Områdetype	CO ₂	Lokale utslipp	Støy	Kø	Ulykker	Slitasje	Skadekostnader per km	Skadekostnader per tkm
<=7,5t	Spredt bebyggelse	0,22	0,04	0,28	0,00	0,65	0,01	1,20	1,03
<=7,5t	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	0,21	0,40	1,93	0,25	0,65	0,01	3,46	2,97
<=7,5t	Tettsted (>100 000 innb.)	0,21	2,86	2,83	1,76	0,65	0,01	8,32	7,13
>7,5-14t	Spredt bebyggelse	0,31	0,04	0,28	0,00	0,65	0,08	1,37	0,81
>7,5-14t	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	0,32	0,45	1,93	0,25	0,65	0,08	3,69	2,18
>7,5-14t	Tettsted (>100 000 innb.)	0,32	3,08	2,83	1,76	0,65	0,08	8,72	5,16
>14-20t	Spredt bebyggelse	0,38	0,05	0,28	0,00	0,65	0,21	1,57	0,59
>14-20t	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	0,40	0,53	1,93	0,25	0,65	0,21	3,98	1,50
>14-20t	Tettsted (>100 000 innb.)	0,40	3,42	2,83	1,76	0,65	0,21	9,27	3,50
>20-28t	Spredt bebyggelse	0,50	0,05	0,28	0,00	0,65	0,31	1,79	0,42
>20-28t	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	0,54	0,56	1,93	0,25	0,65	0,31	4,24	1,00
>20-28t	Tettsted (>100 000 innb.)	0,54	3,56	2,83	1,76	0,65	0,31	9,65	2,26
>28-40t	Spredt bebyggelse	0,60	0,04	0,28	0,00	0,43	0,13	1,49	0,26
>28-40t	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	0,65	0,49	1,93	0,25	0,43	0,13	3,88	0,69
>28-40t	Tettsted (>100 000 innb.)	0,65	3,21	2,83	1,76	0,43	0,13	9,00	1,60
>40-50t	Spredt bebyggelse	0,65	0,05	0,28	0,00	0,47	0,54	1,99	0,16
>40-50t	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	0,70	0,50	1,93	0,25	0,47	0,54	4,40	0,35
>40-50t	Tettsted (>100 000 innb.)	0,70	3,26	2,83	1,76	0,47	0,54	9,56	0,75
>50-60t	Spredt bebyggelse	0,79	0,07	0,28	0,00	0,47	0,37	1,98	0,14
>50-60t	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	0,86	0,62	1,93	0,25	0,47	0,37	4,51	0,33
>50-60t	Tettsted (>100 000 innb.)	0,86	3,85	2,83	1,76	0,47	0,37	10,14	0,74
Bensin, alle klasser	Spredt bebyggelse	0,31	0,09	0,28	0,00	0,65	0,21	1,54	0,58
Bensin, alle klasser	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	0,31	0,58	1,93	0,25	0,65	0,21	3,94	1,49
Bensin, alle klasser	Tettsted (>100 000 innb.)	0,31	3,58	2,83	1,76	0,65	0,21	9,34	3,53

Tabell 5.2: Tunge godsbiler (med forbrenningsmotor), kr per km for ulike skadekostnader, i spesialtilfellet hvor analytikeren vet de kjører i rushtiden i enten storby eller mellomstor by. CO₂-kostnader er justert for iblanda biodrivstoff (13,2 % reduksjon sammenlignet med ren fossil diesel, 10,3 % reduksjon sammenlignet med ren fossil bensin). Siste kolonne oppgir samlede skadekostnader i kr per tonnkilometer.

Vektklasse	Områdetype	CO ₂	Lokale utslipp	Støy	Kø	Ulykker	Slitasje	Skadekostnader per km	Skadekostnader per tkm
<=7,5t	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	0,24	0,46	1,93	0,62	0,65	0,01	3,91	3,35
<=7,5t	Tettsted (>100 000 innb.)	0,41	5,53	2,83	4,33	0,65	0,01	13,76	11,80
>7,5-14t	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	0,36	0,51	1,93	0,62	0,65	0,08	4,16	2,46
>7,5-14t	Tettsted (>100 000 innb.)	0,62	5,95	2,83	4,33	0,65	0,08	14,46	8,56
>14-20t	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	0,46	0,60	1,93	0,62	0,65	0,21	4,47	1,69
>14-20t	Tettsted (>100 000 innb.)	0,78	6,61	2,83	4,33	0,65	0,21	15,42	5,82
>20-28t	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	0,61	0,63	1,93	0,62	0,65	0,31	4,76	1,12
>20-28t	Tettsted (>100 000 innb.)	1,04	6,89	2,83	4,33	0,65	0,31	16,06	3,77
>28-40t	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	0,74	0,55	1,93	0,62	0,43	0,13	4,40	0,78
>28-40t	Tettsted (>100 000 innb.)	1,25	6,20	2,83	4,33	0,43	0,13	15,18	2,69
>40-50t	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	0,80	0,57	1,93	0,62	0,47	0,54	4,93	0,39
>40-50t	Tettsted (>100 000 innb.)	1,36	6,30	2,83	4,33	0,47	0,54	15,84	1,25
>50-60t	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	0,97	0,71	1,93	0,62	0,47	0,37	5,08	0,37
>50-60t	Tettsted (>100 000 innb.)	1,66	7,45	2,83	4,33	0,47	0,37	17,12	1,24
Bensin, alle klasser	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	0,35	0,66	1,93	0,62	0,65	0,21	4,43	1,67
Bensin, alle klasser	Tettsted (>100 000 innb.)	0,60	6,92	2,83	4,33	0,65	0,21	15,55	5,87

Tabell 5.3: Tunge godsbiler (med forbrenningsmotor), kr per km for ulike skadekostnader, i spesialtilfellet hvor analytikeren vet de kjører under fri flyt trafikkforhold i enten storby eller mellomstor by. CO₂-kostnader er justert for iblanda biodrivstoff (13,2 % reduksjon sammenlignet med ren fossil diesel, 10,3 % reduksjon sammenlignet med ren fossil bensin). Siste kolonne oppgir samlede skadekostnader i kr per tonnkilometer.

Vektklasse	Områdetype	CO ₂	Lokale utslipp	Støy	Kø	Ulykker	Slitasje	Skadekostnader per km	Skadekostnader per tkm
<=7,5t	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	0,20	0,38	1,93	0,00	0,65	0,01	3,17	2,71
<=7,5t	Tettsted (>100 000 innb.)	0,20	2,67	2,83	0,00	0,65	0,01	6,36	5,45
>7,5-14t	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	0,30	0,42	1,93	0,00	0,65	0,08	3,39	2,00
>7,5-14t	Tettsted (>100 000 innb.)	0,30	2,88	2,83	0,00	0,65	0,08	6,74	3,99
>14-20t	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	0,38	0,49	1,93	0,00	0,65	0,21	3,66	1,38
>14-20t	Tettsted (>100 000 innb.)	0,38	3,20	2,83	0,00	0,65	0,21	7,27	2,74
>20-28t	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	0,50	0,52	1,93	0,00	0,65	0,31	3,92	0,92
>20-28t	Tettsted (>100 000 innb.)	0,50	3,33	2,83	0,00	0,65	0,31	7,63	1,79
>28-40t	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	0,61	0,45	1,93	0,00	0,43	0,13	3,55	0,63
>28-40t	Tettsted (>100 000 innb.)	0,61	3,00	2,83	0,00	0,43	0,13	7,00	1,24
>40-50t	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	0,66	0,47	1,93	0,00	0,47	0,54	4,07	0,32
>40-50t	Tettsted (>100 000 innb.)	0,66	3,05	2,83	0,00	0,47	0,54	7,55	0,59
>50-60t	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	0,80	0,58	1,93	0,00	0,47	0,37	4,16	0,30
>50-60t	Tettsted (>100 000 innb.)	0,80	3,60	2,83	0,00	0,47	0,37	8,08	0,59
Bensin, alle klasser	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	0,29	0,55	1,93	0,00	0,65	0,21	3,63	1,37
Bensin, alle klasser	Tettsted (>100 000 innb.)	0,29	3,35	2,83	0,00	0,65	0,21	7,33	2,77

5.2 Sjøbasert godstransport

For sjøbasert godstransport er det skadekostnader knyttet til utslipp til luft, ulykkesrisiko og akutte utslipp som er inkludert, på lik linje med TØI-rapport 1704. I forbindelse med dette oppdraget i 2022 er det kun gjennomført nye beregninger for utslipp til luft, dokumentert i kapittel 3.4. Estimatenes for marginale skadekostnader for ulykkesrisiko og akutte utslipp er bare realprisjustert.

Oppdragsgiver har mottatt en større mengde tabeller for marginale skadekostnader i Excel-format til bruk i videre analyser. I denne rapporten begrenser vi oss til å gjengi tabellene for de tre størrelseskategorier for container- og roroskip under 15 000 dødvekttonn. Oppsummeringstabellen for marginale skadekostnader for sjøbasert godstransport er gitt i Tabell 5.4. Marginale skadekostnader per tonnkilometer er gitt i den siste kolonnen. Tabeller med beregnet gjennomsnittlig lastvekt er gitt i Vedlegg 1.

Tabell 5.4: Kr per fartøykm for ulike skadekostnader for sjøbasert godstransport for utvalgte skipstyper og størrelseskategorier (målt etter dødvektstonn – dwt). Siste kolonne oppgir samlede skadekostnader i kr per tonnkilometer.

Skipstype	Størrelses-kategori	Områdekategori	Utslipp til luft	Ulykker	Akutte utslipp	Skade-kostnad per km	Skade-kostnad per tkm
Container Lo/Lo	<9'	Spredt bebyggelse	126	0,4	42	168	0,05
Container Lo/Lo	9'-11'	Spredt bebyggelse	156	0,4	42	198	0,05
Container Lo/Lo	11'-15'	Spredt bebyggelse	177	0,4	42	219	0,04
Container Lo/Lo	<9'	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	286	0,4	42	328	0,10
Container Lo/Lo	9'-11'	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	355	0,4	42	398	0,10
Container Lo/Lo	11'-15'	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	425	0,4	42	467	0,08
Container Lo/Lo	<9'	Tettsted (>100 000 innb.)	1007	0,4	42	1050	0,33
Container Lo/Lo	9'-11'	Tettsted (>100 000 innb.)	1257	0,4	42	1299	0,32
Container Lo/Lo	11'-15'	Tettsted (>100 000 innb.)	1538	0,4	42	1581	0,28
Ro-Ro cargo	<9'	Spredt bebyggelse	128	0,4	43	171	0,08
Ro-Ro cargo	9'-11'	Spredt bebyggelse	319	0,4	43	361	0,07
Ro-Ro cargo	11'-15'	Spredt bebyggelse	329	0,4	43	372	0,07
Ro-Ro cargo	<9'	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	301	0,4	43	344	0,16
Ro-Ro cargo	9'-11'	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	828	0,4	43	871	0,17
Ro-Ro cargo	11'-15'	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	867	0,4	43	909	0,18
Ro-Ro cargo	<9'	Tettsted (>100 000 innb.)	1081	0,4	43	1124	0,52
Ro-Ro cargo	9'-11'	Tettsted (>100 000 innb.)	3090	0,4	43	3133	0,62
Ro-Ro cargo	11'-15'	Tettsted (>100 000 innb.)	3248	0,4	43	3291	0,64

6 Marginale skadekostnader sett opp mot avgiftsbelastning

Dette kapitlet baserer seg i stor grad på Vedlegg 5 i TØI-rapport 1704. Vi fokuserer her på å oppdatere beregningene med oppdaterte estimater på marginale skadekostnader og avgiftsnivåer for 2022. Drøftingene her er noe justert og forkortet sammenlignet med TØI-rapport 1704, og fokuset er begrenset til vei- og sjøbasert godstransport.

6.1 Et teoretisk optimalt system

Det er utfordrende å holde en ryddig diskusjon om hvordan ulike deler av det norske systemet med avgifter, brukerbetaling og tilskudd bidrar til å korrigere markedssvikter eller introduserer nye markedssvikter. Og hvis nye markedssvikter introduseres, så er det utfordrende å vurdere om de kan det avlaste effektivitetstapet fra en annen markedssvikt, eller om de kan være en netto økning i samfunnsøkonomisk ineffektivitet.

Siden denne rapporten fokuserer på eksterne kostnader, mener vi det er fruktbart å først rendyrke diskusjonen utfra det. Vi tar utgangspunkt i følgende tankeeksperiment, hvor transportmarkedet forenkles til en ren teoretisk lærebok-samfunnsøkonomi.

La oss ta utgangspunkt i en økonomi med fullkommen konkurranse. Vi kan til og med se for oss at transportinfrastrukturen eies av ulike selskaper som er regulert som naturlige monopoler som konkurrerer med hverandre under benchmark-konkurranse (slik som lokale strømnetselskaper), som således sikrer effektivitet. Den eneste markedssvikten er skadekostnaden som påføres per kjøretøykilometer for ulike transportmidler, for ulike deler av landet på ulike tider av døgnet.

I et slikt tilfelle er det eneste som trengs for å korrigere markedssvikt en avgift per kilometer som er satt lik marginal skadekostnad som varierer utfra type kjøretøy, og hvor og når det kjøres. Det vil sikre en samfunnsøkonomisk optimal likevekt i transportmarkedet. Alle andre avgifter vil være overflødige¹⁵. Provenyet fra den differensierte kilometeravgiften kan gis tilbake til innbyggerne i form av lump-sum utbetalinger, redusere andre vridende skatter eller brukes på samfunnsøkonomisk lønnsomme investeringer. Det viktigste er at provenyet ikke brukes til å forstyrre likevekten i det korrigerede transportmarkedet (så å tilbakeføre provenyet på bakgrunn av kjøring ville gitt uheldige insentiver).

Vi kan bruke et slikt rendyrket teoretisk tankeeksperiment om et marked med fullkommen konkurranse og et fullstendig korrigeret transportmarked som utgangspunkt for diskusjonen av dagens system av avgifter, brukerbetalinger og tilskudd.

Hvilke avgifter/brukerbetalinger ville vi sett i et slikt fullkomment system? I prinsippet ville dette systemet hatt en CO₂-avgift på fossilt drivstoff, en differensiert kilometeravgift og brukerbetalinger som på mest effektivt vis akkurat sikrer drift og dekning av (og tillatt avkastning på) investert kapital (dvs. infrastruktur). Myndigheten/operatøren bak disse avgiftene/brukerbetalingene burde også ha offentlig tilgjengelig sine beste estimater på hvordan de forventer disse avgiftene skal utvikle seg over tid, slik at transportbruker kan ta informerte valg ved eventuelle investeringer i kjøretøy.

¹⁵ Det kan til og med være tilfeller hvor overlapp mellom flere instrumenter (f.eks. avgifter) rettet mot samme målet om å redusere skadekostnader kan virke kontraproduktivt Böhringer, C. & Rosendahl, K. E. (2010). Green promotes the dirtiest: on the interaction between black and green quotas in energy markets. *Journal of Regulatory Economics*, 37(3), 316-325.

Hvilke avgifter ville vi ikke sett i et slikt fullkomment system? Kjøps- og registreringsavgifter¹⁶, årsavgifter og andre bruksuavhengige avgifter være både nødvendige for å korrigere markedssvikt, samtidig som de gir uheldige vridninger. For eksempel vil en kjøpsavgift på personbiler vri etterspørselen vekk fra nye personbiler generelt, selv om betalingsvilligheten er høyere enn prisen forhandleren er villig til å selge for. Samfunnsøkonomisk lønnsomme transaksjoner er blitt blokkert, noe som resulterer i et effektivitetstap (lignende effektivitetstap som i Figur 2.5).

6.2 Presisjonsnivået på avgifter, brukerbetaling og tilskudd knyttet til vei- og sjøbasert godstransport i 2022

Vi lever selvfølgelig ikke i en slik teoretisk optimal verden som beskrevet i forrige delkapittel. Dagens system har utviklet seg over tid, både med skiftende politiske prioriteringer, og med både miljømessige og fiskale hensyn. Det miljømessige hensynet har også vært med på å gjøre det vanskelig å skille mellom rene brukerbetalinger og rene avgifter. For eksempel gjør miljødifferensiering av bompenger, havneavgifter og kaivederlag at det som i prinsippet kunne vært et rent instrument for kostnadsdekning, også bidrar til at transportbrukere tar innover seg at deres transportbruk har en miljømessig kostnad. Derfor anser vi det som hensiktsmessig å vurdere både avgifter og brukerbetalinger utfra samme spørsmål – *med hvilken presisjon får de transportbrukeren til å ta innover seg skadekostnadene de påfører samfunnet?*

Etter vår vurdering er en forutsetning for middels til høy presisjon at avgiften/brukerbetalingen er knyttet til turen som kjøres. Dersom transaksjonen skjer uavhengig av tur vil presisjonen nødvendigvis være lav.

I tabellen under gir vi en kvalitativ vurdering av presisjonsnivået på dagens avgifter/tilskudd og brukerbetalinger som berører vei- og sjøbasert godstransport med tanke på internalisering av skadekostnader. De ulike typene avgifter og brukerbetalinger vil bli gjennomgått mer i detalj i neste kapittel, hvor tankegangen bak den skjønsmessige inndelingen i høy, middels og lav presisjon er beskrevet.

¹⁶ Kjøps- og registreringsavgifter kunne i prinsippet bli brukt til å korrigere markedssvikt fra *produksjon* av kjøretøyet, f.eks. utfra CO₂-utslipp som ikke er omfattet av noe kvotemarked (f.eks. hvis kjøretøyet er produsert utenfor EU). Det ser vi bort ifra i dette tankeeksperimentet.

Tabell 6.1: Kvalitativ vurdering av presisjonsnivået til ulike avgifter/tilskudd og brukerbetalinger knyttet til vei- og sjøbasert godstransport m.t.p. å få transportbrukeren til å ta innover seg sine marginale skadekostnader.

	Avgifter/Tilskudd	Brukerbetalinger
Høy presisjon	CO ₂ -avgift	
Middels presisjon	Veibruksavgift	Losberedskapsavgift, per anløp
		Losingsavgift
		Sikkerhetsavgift
Lav presisjon, knyttet til tur	NO _x -avgift	Bompenger ¹⁷
	SO ₂ -avgift	Fergetakster
	Smøreoljeavgift	Anløpsavgift
	Differensierte parkeringsavgifter	Kaivederlag
	Gratis/Rabattert lading på offentlige p-plasser	
Lav (eller ingen) presisjon, ikke knyttet til tur	Vektårsavgift	Losberedskapsavgift, årsavgift
	Miljødifferensiert årsavgift	Farledsbevisavgift
	Tilskudd til ladestasjoner og hydrogenanlegg	Førstegangsgebyr, NOR/NIS
	Tilskuddsordning for kjøp av ny, helelektrisk varebil	Årsgebyr, NOR/NIS
	Støtte til kjøp av tunge elektriske kjøretøy som elektrisk lastebil	
	Støtte til innkjøp av nullutslippskjøretøy og tyngre biogassdrevne kjøretøy	

6.3 Gjennomgang av økonomiske transportpolitiske virkemidler for vei- og sjøbasert godstransport

I dette kapitlet går vi igjennom en liste av avgifter og brukerbetalinger knyttet til vei- og sjøbasert gods-transport, og vurderer dem opp mot hvilken grad de bidrar til at transportbrukeren tar innover seg skadekostnadene ved bruk av kjøretøyet. Vi mener det er hensiktsmessig å systematisere denne gjennomgangen i tabeller hvor vi stiller følgende tre spørsmål for hvert økonomiske virkemiddel:

- Hva gir avgiftene insentiver til? En avgift fører til at «noe» blir dyrere, og gir insentiver til at brukeren får insentiver til å økonomisere på dette.
- Hva kan vi si om internalisering? I hvilken grad gir avgiften insentiver til brukeren til å tilpasse seg slik at samfunnets marginalkostnad er lik samfunnets marginale betalingsvilje (se kapittel 2.2). Dette er både et spørsmål om størrelsen på avgiften, og om presisjonen på innretningen til avgiften.
- Er det andre viktige aspekter ved avgiften? Eksempler på dette kan være: I hvilken grad gir avgiften insentiver til adferdstilpasninger som kan bidra til å påvirke det samfunnsøkonomiske regnestykket på lengre sikt?

Det kan være noe krevende å avgrense hvilke økonomiske transaksjoner som bør være med i en gjennomgang av hvordan de måler seg opp med estimer av marginale skadekostnader. Det som faller inn under «gebyrer», «vederlag» og «brukerbetalinger» er mest utfordrende å vurdere hva som bør være med i denne gjennomgangen. En nyttig inndeling gjort av Kystverket i forbindelse med rapporten «Kostnadskomponenter og -størrelser ved skipsanløp» (Menon Economics, 2018) for å klargjøre begrepene avgift, gebyr og vederlag.

Vår vurdering, som i TØI-rapport 1704, er at dersom gebyret/vederlaget/ brukerbetalingen er direkte knyttet til en vare/tjeneste som det ville vært naturlig å ta betalt for dersom den ble levert av en privat

¹⁷ Det kan argumenteres for noe høyere presisjon for bomringer i byer med rushtidsdifferensiering

aktør (f.eks. varevederlag, ISPS-vederlag og kranleie), og det ikke er satt noen prisdifferensiering satt utfra et miljøhensyn (eller andre skadekostnader), så anser vi den som ikke relevant for denne gjennomgangen. Slike ekskluderte transaksjoner ansees som «cost of doing business» som ville vært der uansett.

Vi gjennomgår videre det vi vurderer som de relevante avgiftene/ brukerbetalingene/ tilskuddene for henholdsvis veibasert og sjøbasert godstransport i hvert sitt delkapittel.

6.3.1 Veibasert godstransport

Tabellen under gjennomgår mange av de samme avgiftene/brukerbetalingene/tilskuddene (i kolonneoverskriften kun angitt som «avgift») for veitransport som i TØI-rapport 1704, men vi har ikke inkludert de som kun er rettet mot persontransport.

Tabell 6.2: Gjennomgang av avgifter/brukerbetalinger/tilskudd for veibasert godstransport.

Avgift	Hva gir avgiften insentiver til	Hva kan vi si om internalisering?	Andre aspekter
<u>Drivstoffavgiftene</u> , med de to komponentene (a) veibruksavgift og (b) CO ₂ -avgift	Avgiften gir, <i>ceteris paribus</i> , insentiver til å bruke mindre drivstoff, enten ved å kjøre mindre, kjøre mer drivstoffeffektivt og/eller bytte til en mer drivstoffeffektiv (eller nullutslipps) bil.	Jo mer kjøring, jo mer skadekostnader genereres, men det betales også mer i avgifter. Det skiller imidlertid ikke på områdetyper eller tid på døgnet. Med informasjon om bilens drivstoffeffektivitet, kan vi beregne avgiftsbelastning per km og si noe om grad av internalisering ved kjøring i ulike områder. Presisjon CO ₂ -avgift: Høy (ettersom det er et 1:1 forhold mellom CO ₂ -utslipp og drivstofforbruk) Presisjon veibruksavgift: Middels	På sikt kan det bidra at mer drivstoffeffektive biler kjøpes. Dette reduserer CO ₂ -utslipp per km, men vil i liten grad påvirke øvrige skadekostnader per km. Mer effektive biler kan også gi en rebound-effekt med mer kjøring når drivstoffkostnader per km blir lavere.
Bompenger, varierende med veistrekning, framdriftsteknologi og/eller klokkeslett	Bompenger gir, <i>ceteris paribus</i> , insentiver til å unngå å kjøre på veier med bompengebetaling eller kjøre gjennom bomsnitt. Disinsentivene er lavere eller fraværende for nullutslippsbiler. I noen byer er det i tillegg disinsentiver for å kjøre gjennom bomsnitt i rushtiden.	Utover at graden av internalisering er større enn null, er det vanskelig å si noe generelt, da det ikke er gitt at skadekostnader per tur henger sammen med betaling per tur. En lang tur som passerer et bomsnitt vil ha en lavere grad av internalisering enn en kort tur som passerer samme bomsnitt. Bompengesystemet bidrar til et avgiftsgap mellom nullutslippsbiler og fossilbiler over levetiden, men det er bare løselig knyttet til bruken. Graden av internalisering må dermed beregnes for hvert spesifikke case. Presisjon: Lav (kan argumenteres for noe høyere presisjon for bomringer med rushtidsdifferensiering)	Det forventes lavere trafikkarbeid på bompengebelastede veier enn det ellers hadde vært, men det kan også være trafikkarbeidet på veier <i>uten</i> bompenge er høyere, fordi bilister ønsker å omgå bompengene. Som en brukerbetaling kunne bompenger i prinsippet eksistert i frikonkurranse-tankeeksperimentet
Fergetakster, varierende med kjøretøytype, overfartens lengde mv.	Fergetakster gir, som bompenger, insentiver til å unngå kjøring på strekninger hvor man må betale for ferge. Disinsentivene er lavere eller fraværende for nullutslippsbiler. Det er verdt å påpeke at fergetakstene i mange tilfeller er sterkt subsidiert over statsbudsjettet	Fergebillettene kan oppfattes som brukerbetaling snarere enn som en skatt. Den offentlig pålagte takstdifferensieringen gir likevel fergetakstene et visst preg av skatt. Den bidrar til et avgiftsgap mellom nullutslippsbiler og fossilbiler over deres levetid, men det er uavhengig av bruken. Graden av internalisering må dermed beregnes for hvert spesifikke case. Presisjon: Lav	Bilenes skadekostnader på fergeoverfarten er null, da bilen står stille. Dersom bilen kjører en omvei for å unngå fergetaksten kan det bidra til høyere biltrafikkarbeid og høyere skadekostnader. Som en brukerbetaling ville fergetakster på private ferger eksistert i frikonkurranse-tankeeksperimentet
Offentlige parkeringsavgifter, varierende med lokalitet og tidspunkt	Offentlige parkeringsavgifter gir, <i>ceteris paribus</i> , insentiver til å unngå å parkere eller parkere kortere tid på tider og steder med parkeringsavgift. Disinsentivene er lavere eller fraværende for nullutslippsbiler.	Utover at graden av internalisering er større enn null, er det vanskelig å si noe generelt, da det ikke er gitt at skadekostnader per tur henger sammen med parkeringsbetaling per tur. En lang tur med parkeringsavgifter vil ha en lavere grad av internalisering enn en kort tur til samme sted. Parkeringsavgifter bidrar til et avgiftsgap mellom nullutslippsbiler og fossilbiler over deres levetid, men det er bare løselig knyttet til bruken. Graden av internalisering må dermed beregnes for hvert spesifikke case. Presisjon: Lav	Som en brukerbetaling ville parkeringsavgifter på privatdrevne parkeringsplasser eksistert i frikonkurranse-tankeeksperimentet, med priser som reflekterer arealknapphet
Tilskudd til ladestasjoner og hydrogenanlegg	Tilskuddet gir insentiver til å etablere ladestasjoner og hydrogenanlegg. I neste omgang bidrar dette indirekte til å senke de generaliserte reisekostnadene til nullutslippsbiler, da dette i praksis vil øke deres rekkevidde.	Fra et skadekostnadsperspektiv er den direkte effekten av subsidier som gjør at generaliserte reisekostnader for nullutslippsbiler blir lavere å stimulere til økte skadekostnader. Det bidrar ikke til internalisering, men nullutslippsalternativer blir gjort mer konkurransedyktige enn konvensjonelle alternativer. Subsidiering av ladeinfrastruktur kan forsvares utfra nettverkseksternaliteter. Presisjon: Lav	

Eksterne kostnader fra godstransport på veg og til sjøs

Avgift	Hva gir avgiften insentiver til	Hva kan vi si om internalisering?	Andre aspekter
Gratis lading på offentlige parkeringsplasser	Denne ordningen gir insentiver for elbileiere til å lade på offentlige parkeringsplasser. I neste omgang bidrar dette til å senke de generaliserte reisekostnadene til elbiler.	Det bidrar ikke til internalisering, men nullutslipps-alternativer blir gjort mer konkurransedyktige enn konvensjonelle alternativer. Presisjon: Lav	
Tilskuddsordning for kjøp av ny, helelektrisk varebil og støtte til kjøp av tunge elektriske kjøretøy som elektrisk lastebil	Tilskuddsordningen gir insentiver til å kjøpe helelektrisk varebiler og helelektriske lastebiler	Vanskelig å si noe generelt, da det ikke er gitt at forurensingskostnader henger sammen med graden av betaling. Den bidrar til et avgiftsgap mellom nullutslippsvarebiler og konvensjonelle varebiler over deres levetid, men er uavhengig av bruken. Graden av internalisering må dermed beregnes for hvert spesifikke case. Presisjon: Lav	Tilskuddet kan stimulere også til flere varebiler og lastebiler totalt
Vektårsavgift	Avgiften gir, <i>ceteris paribus</i> , insentiver til lastebileiere å velge lastebiler og vogntog med lavere belastning på veibanen.	Vanskelig å si noe generelt. Avgiften stimulerer til lavere slitasjekostnader per km, men gir ingen insentiver til å økonomisere på antall km, ettersom den er uavhengig av bruk. Graden av internalisering må dermed beregnes for hvert spesifikke case. Presisjon: Lav	
Miljødifferensiert årsavgift for tunge lastebiler (dieseldrevne kjøretøy)	Avgiften gir, <i>ceteris paribus</i> , insentiver til lastebileiere å velge lastebiler og vogntog med lavere utslipp per km.	Vanskelig å si noe generelt. Avgiften stimulerer til å velge lastebiler med lavere utslipp per km, men gir ingen insentiver til å økonomisere på antall kilometer, ettersom den er uavhengig av bruk. Graden av internalisering må dermed beregnes for hvert spesifikke case. Presisjon: Lav	
Støtte til innkjøp av nullutslippskjøretøy og tyngre biogassdrevne kjøretøy	Tilskuddet gir insentiver til å kjøpe nyttetransportkjøretøy som er nullutslipp og tyngre biogassdrevne kjøretøy, såfremt det kan erstatte minst 10000 liter diesel per år.	Fra et CO ₂ -perspektiv er det i seg selv en viss presisjon over tilskuddet, idet det rangerer søkere etter kostnadseffektivitet (reduerte CO ₂ -utslipp per støttekrone), og har et krav om å erstatte minimum 10 000 liter diesel per år. Det er tydelig rettet mot CO ₂ , men ikke rettet mot andre skadekostnader. Presisjon: Lav	

6.3.2 Sjøbasert godstransport

Tabellen under gjennomgår de samme avgiftene/brukerbetalingene/tilskuddene (i kolonneoverskriften bare kalt «avgifter») for sjøbasert godstransport som i TØI-rapport 1704, med noen små justeringer og oppdateringer.

Tabell 6.3: Gjennomgang av avgifter/brukerbetalinger/tilskudd for sjøbasert godstransport.

Avgift	Hva gir avgiften insentiver til	Hva kan vi si om internalisering?	Andre aspekter
CO ₂ -avgift	Avgiften gir, <i>ceteris paribus</i> , insentiver til å slippe ut mindre CO ₂ . Dette innebærer å bruke mindre drivstoff. Dette kan gjøres ved effektivisering og/eller tilbakelegge færre km.	Siden det er en lineær sammenheng mellom CO ₂ og drivstofforbruk er skadene av utslipp internalisert iht. størrelsen på avgiften. Utfra Rundskriv 109 er det sammenfall mellom karbonprisen til verdsetting i SØAer og CO ₂ -avgiften. Presisjon: Høy	Direkte utenriksfart er unntatt . For øvrig er det en viss fare for karbonlekkasje ved at skip i utenriks sjøfart fyller opp utenlands for å slippe å betale CO ₂ -avgiften.
NO _x -avgift	Avgiften gir, <i>ceteris paribus</i> , insentiver til å slippe ut mindre NO _x . Dette kan motivere til teknologisk utskifting for å få ned NO _x -utslipp per km, eller tilbakelegge færre km.	Siden bedrifter må rapportere inn NO _x -utslipp til skattemyndighetene, skal i prinsippet hver kg NO _x utsluppet betales for. Dette innebærer internalisering iht avgiftssatsen. Avgiftssatsen er flat og gjenspeiler tiltakskostnaden for å overholde Gøteborg-protokollen, mens skadekostnader for utslipp i bynære områder er ikke internalisert. Presisjon: Lav	Direkte utenriksfart er unntatt
Svovelavgift	Avgiften gir, <i>ceteris paribus</i> , insentiver til å slippe ut mindre svovel. Det kan motivere til å kjøpe mindre svovelholdig drivstoff, eller bruke mindre drivstoff for et gitt svovelinnhold.	Svovelutslipp henger i stor grad sammen med svovelinnholdet i drivstoffet, så i prinsippet skal hver kg SO ₂ utsluppet betales for. Avgiftssatsen er flat og ligger høyere enn dagens estimerer på skadekostnader. En ny utredning på skadekostnader av SO ₂ anbefales. Presisjon: Lav	
Førstegangsgebyr NIS	Avgiften gir insentiver til å ikke registrere skip i NIS, og gir insentiver til å eie mindre skip med lavere gebyr.	Den stimulerer til mindre skip med i snitt lavere skade-kostnader per km, men er ikke rettet direkte mot skadekostnader. I tillegg er avgiften helt uavhengig av bruk. Presisjon: Lav	
Årsgebyr NOR og NIS	Avgiften svekker insentiver til å ha skipet registrert i NOR og NIS, og gir insentiver til å eie mindre skip med lavere gebyr.	Den stimulerer til mindre skip med i snitt lavere skadekostnader per km, men er ikke rettet direkte mot skadekostnader. I tillegg er avgiften helt uavhengig av bruk. Presisjon: Lav	
Smøreoljeavgift	Avgiften gir insentiver til å økonomisere med smøreolje. Uttalt hensikt med avgiften er både offentlig proveny og å redusere uheldig disponering og forbrenning av spillolje, og dermed redusere skade på helse og miljø	Den stimulerer til mindre bruk av smøreolje, som burde henge noenlunde proporsjonalt sammen med skadekostnadene knyttet til forbrenning av spillolje og utslipp til vann. Presisjon: Lav	

Eksterne kostnader fra godstransport på veg og til sjøs

Avgift	Hva gir avgiften insentiver til	Hva kan vi si om internalisering?	Andre aspekter
Losberedskapsavgift	Avgiften (i stor grad en brukerbetaling) svekker insentivene til å drive aktivitet innenfor avgiftsbelagt farvann, med sterkere disinsentiver for større skip. Fritaket for skip med høy miljøindeks gir insentiver til å bruke mer miljøvennlig fartøy.	Kan ansees som en tiltakskostnad for sikkerhet. Gir ikke i seg selv insentiver til mer sikker skipsfart på skipsnivå, men finansierer tiltak som sørger for mer sikkerhet i skips-trafikken. Betaling per anløp gir insentiver til å økonomisere med innseilinger, mens årsavgift er uavhengig av bruk. Bidrar også til et avgiftsgap mellom mer og mindre miljøvennlige skip over skipenes levetid, men det er uavhengig av hvor mye skadekostnad fra forurensing som genereres. Presisjon: Avgift per innseiling: Middels Avgift per år: Lav	Som en brukerbetaling kunne losberedskapsavgift i prinsippet eksistert frikonkurranse-tankeeksperimentet
Losingsavgift og Farledsbevisavgift	Losingsavgiften (i stor grad en brukerbetaling) gir insentiver til å økonomisere med anløp. Disinsentivene er sterkere jo større skipet er. Avgiften gir også insentiver til å benytte seg av en navigatør med farledsbevis , som har betalt farledsbevisavgift for å gjennomføre prøve og utstedelse av farledsbevis	Losingsavgiften ansees som en tiltakskostnad for sikkerhet. Gir ikke i seg selv insentiver til mer sikker skipsfart på skipsnivå, men finansierer tiltak som sørger for mer sikkerhet i skipstrafikken. Bidrar også til et avgiftsgap mellom større og mindre skip med i snitt lavere skadekostnader per km Presisjon: Middels Ved valg av navigatør med farledsbevis, som har betalt farledsbevisavgift, har aktøren også påtatt seg en tiltakskostnad for sikkerhet. Farledsbeviset varer i 2-5 år og er helt uavhengig av tur. Presisjon: Lav	Som en brukerbetaling kunne både losingsavgift og farledsbevisavgift i prinsippet eksistert frikonkurranse-tankeeksperimentet.
Sikkerhetsavgift	Avgiften (i stor grad en brukerbetaling) gir insentiver til å økonomisere med anløp i områdene til sjøtrafikksentralene. Disinsentivene er sterkere jo større skipet er.	Kan ansees som en tiltakskostnad for sikkerhet. Gir ikke i seg selv insentiver til mer sikker skipsfart på skipsnivå, men finansierer tiltak som sørger for mer sikkerhet i skipstrafikken. Presisjon: Middels	Som en brukerbetaling kunne sikkerhetsavgift i prinsippet eksistert frikonkurranse-tankeeksperimentet
Farvannsavgift (tidligere Anløpsavgift)	Avgiften (i stor grad en brukerbetaling) gir insentiver til å økonomisere med anløp. Varierer fra havn til havn. Skal dekke kommunens kostnader til offentlig myndighetsutøvelse etter havne- og farvannsloven med forskrifter, og kostnader til å legge til rette for sikkerhet og fremkommelighet i kommunens sjøområde. Noen havner gir rabatter utfra score på EPI miljøindeksen.	I stor grad en brukerbetaling for infrastruktur. Gir signaler om å økonomisere med anløp, men ingen direkte signaler om å økonomisere med skadekostnader. Bidrar også til et avgiftsgap mellom mer og mindre miljøvennlige skip ved anløp i noen havner. Presisjon: Lav	Som en brukerbetaling kunne anløpsavgift i prinsippet eksistert frikonkurranse-tankeeksperimentet
Kaivederlag	Vederlaget (i stor grad en brukerbetaling) gir insentiver til å økonomisere med anløp og kaiopphold. Noen havner gir rabatter utfra score på EPI miljøindeksen.	I stor grad en brukerbetaling for infrastruktur. Gir signaler om å økonomisere med kaiopphold, men ingen direkte signaler om å økonomisere med skadekostnader. Bidrar også til et avgiftsgap mellom mer og mindre miljøvennlige skip ved kaiopphold i noen havner. Presisjon: Lav	Som en brukerbetaling kunne kaivederlag i prinsippet eksistert frikonkurranse-tankeeksperimentet

Det er flere brukerbetalinger i havnesektoren enn det som er listet opp her. Disse inkluderer avfallsgebyr, ISPS-vederlag, varevederlag og kranleie i havner. Disse anser vi som betalinger som ville vært gjort til en privat aktør om det offentlige ikke hadde vært involvert. Ingen av havnene i eksempelberegningene gir noen prisdifferensiering utfra miljøhensyn heller. Dette styrker vår vurdering at det er ryddigst å holde disse brukerbetalingene utenfor.

Kystverket gir tilskudd til å etablere nye sjøbaserte transporttilbud for gods som i dag fraktes på vei. Redere etablert innen EØS-området, med skip flagget i et EØS-land, kan søke om støtte. Støtten gis i utgangspunktet kun til nye ruter, ettersom støtten skal gi varig godsoverføring, og ikke gå til dekning av transportkostnader for gods som allerede fraktes på sjø. Tilskudd til godsoverføring baseres på den beregnede reduksjonen i samfunnets kostnader ved godsoverføring, kalt nytteverdi. Nytteverdien fremkommer som den beregnede differansen mellom eksterne kostnader på veg og eksterne kostnader på sjø (Kystverket, 2022).

I tillegg kan det nevnes to ordninger som er økonomisk fordelaktig for sjøtransport. Den ene er tilskuddsordningen til sysselsetting av arbeidstakere til sjøs (Sjøfartsdirektoratet, 2022), også kalt nettolønnsordningen, hvor rederiene mottar en refusjon basert på innbetalt inntektsskatt, trygdeavgift og arbeidsgiveravgift for mannskap innenfor ordningen. Den andre er rederiskatteordningen (Skatteetaten, 2022), som er frivillig for selskapene å være med i, hvor selskaper innenfor har skattefritak for sine skipsfartsinntekter og heller betaler en moderat tonnasjeavgift.

6.4 Eksempelberegninger på skadekostnader og økonomiske transportpolitiske virkemidler

Skadekostnader, avgifter, brukerbetalinger og tilskudd er beregnet for noen spesifikke eksempler ønsket belyst av oppdragsgiver. For slike spesifikke eksempler må det tas spesifikke forutsetninger. Samtlige forutsetninger er dokumentert i Excel-ark som er sendt til oppdragsgiver.

Hensikten med eksempelberegningene er å kunne gjøre noen grove sammenligninger mellom ulike transportformer på sammenlignbare strekninger. De spesifiserte strekningene (tur-retur) er:

1. Oslo – Stavanger
2. Oslo – Bergen
3. Oslo – Trondheim
4. Trondheim – Bodø
5. Oslo – Hamburg

Merk at dette er eksempler på langturer hvor store deler av strekningene innebærer kjøring i spredtbygde strøk med lave skadekostnader per km, og representerer vesentlig lavere gjennomsnittlige skadekostnader per km enn daglig kjøring mellom forsteder og byer.

Enn viktig avgrensing er at vi kun beregner for langtransporten. Det gjøres ingen beregninger for tilbringer- og distribusjonstransport. Eventuelle skadekostnader eller avgifter knyttet til godshåndteringen er heller ikke tatt med.

Vi lister opp de viktigste forutsetningene for de ulike kjøretøytypene:

Veibasert godstransport

For innenlandsk transport: Euro VI vogntog i vektklassen 40-50 tonn. Det forutsettes å være en 3-akslet trekkvogn med semihenger (5 aksler til sammen), og ha en lastvekt på 10 tonn.

For utenriks transport: Euro VI vogntog i vektklassen 28-40 tonn. Det forutsettes å være en 2-akslet trekkvogn med semihenger (6 aksler til sammen), og ha en lastvekt på 15 tonn.

Delene av transporten som foregår i byene skjer utenom rushtid. CO₂-kostnader og drivstoffavgifter er justert for iblanda biodrivstoff.

Avgiftene/brukerbetalingene som er vurdert som aktuelle for disse eksempelberegningene er:

- Drivstoffavgifter (justert for iblanda biodrivstoff)
- Bompenger
- Vektårsavgift (brutt ned til en gjennomsnittlig avgift per km)
- Miljødifferensiert årsavgift (brutt ned til en gjennomsnittlig avgift per km)

Sjøbasert godstransport

I eksempelberegningene forutsettes et containerskip av størrelse 8187 BT og 9880 dwt, med en lastvekt på 4940 tonn.

For samtlige anløp forutsettes det at skipet har en navigatør med farledsbevis som har betalt farledsbevisavgift, istedenfor å betale losingsavgift, da dette er mest vanlig¹⁸.

Avgiftene/brukerbetalingene som er vurdert som aktuelle for disse eksempelberegningene er:

- CO₂-avgift
- NO_x-avgift
- SO₂-avgift
- Smøreoljeavgift
- Førstegangsgebyr NIS (brutt ned til en gjennomsnittlig avgift per km)
- Årsgebyr NOR og NIS (brutt ned til en gjennomsnittlig avgift per km)
- Losberedskapsavgift, årsavgift (brutt ned til en gjennomsnittlig avgift per km)
- Farledsbevisavgift (brutt ned til en gjennomsnittlig avgift per km)
- Sikkerhetsavgift
- Anløpsavgift
- Kaivederlag

Hovedresultatene gis i følgende tabeller:

¹⁸ <https://www.kystverket.no/statistikk-og-prognoser/statistikk-om-lospliktig-skipstrafikk/>

Tabell 6.4: Eksempelberegninger for skadekostnader, avgifter og brukerbetalinger for godstransport på vei, målt i kr per km (2022-kr).

	Skade- kostnad	Skade- kostnad	Skade- kostnad	Skade- kostnad	Skade- kostnad	Skade- kostnad	Avgift som signaliserer marginal skade- kostnad med Middels presisjon	Bruker-betaling som signaliserer marginal skadekostnad med Lav presisjon	Avgift som signaliserer marginal skade- kostnad med Lav presisjon	Avgift som signaliserer marginal skadekostnad med Lav presisjon
	CO ₂	Lokale utslipp	Støy	Kø	Ulykker	Slitasje	Drivstoff-avgifter	Bompenger	Vektårs-avgift	Miljø-differensiert årsavgift
<u>Vogntog (euro VI, 40-50 tonn)</u>										
Rundtur Oslo sentrum-Stavanger sentrum	0,65	0,18	0,50	0,13	0,47	0,39	1,94	0,82	0,08	0,01
Rundtur Oslo sentrum-Bergen sentrum	0,65	0,13	0,42	0,09	0,47	0,39	1,93	1,59	0,08	0,01
Rundtur Oslo sentrum-Trondheim sentrum	0,65	0,13	0,42	0,09	0,47	0,39	1,93	1,68	0,08	0,01
Rundtur Trondheim sentrum-Bodø sentrum	0,65	0,04	0,33	0,02	0,47	0,39	1,93	0,90	0,08	0,01
<u>Vogntog (euro VI, 28-40 tonn)</u>										
Rundtur Oslo-Hamburg	0,61	0,23	0,54	0,17	0,43	0,23	1,79	0,86	0,06	0,00

Tabell 6.5: Eksempelberegninger for skadekostnader, avgifter og brukerbetalinger for godstransport til sjøs, målt i kr per km (2022-kr).

	Skade- kostnad	Skade- kostnad	Skade- kostnad	Skade- kostnad	Avgift som sign. ... med Høy presisjon	Avgift som sign. ... med Lav presisjon	Avgift som sign. ... med Lav presisjon	Avgift som sign. ... med Lav presisjon	Gebyr som sign. ... med Lav presisjon	Gebyr som sign. ... med Lav presisjon	Bruker- betaling som sign. ... med Middels presisjon	Bruker- betaling som sign. ... med Lav presisjon	Bruker- betaling som sign. ... med Middels presisjon	Bruker- betaling som sign. ... med Middels presisjon	Bruker- betaling som sign. ... med Lav presisjon
	CO ₂	Lokale utslipp	Ulykkesri siko	Akutte utslipp	CO ₂ -avgift	NO _x -avgift	SO ₂ -avgift	Smøreolje avgift	Førstegang sgebyr	Årsgebyr	Losbered- skaps-avgift, årsavgift	Farleds- bevis- avgift	Sikkerhets- avgift	Farvanns- avgift	Kai-vederlag
Rundtur Oslo - Stavanger	103,11	80,55	0,35	41,83	103,11	52,65	13,11	0,05	0,02	0,51	5,07	0,03	5,32	0,00	14,42
Rundtur Oslo - Bergen	103,11	74,37	0,35	41,83	103,11	52,65	13,11	0,05	0,02	0,51	5,07	0,03	2,97	0,61	8,80
Rundtur Oslo - Trondheim	103,11	64,84	0,35	41,83	103,11	52,65	13,11	0,05	0,02	0,51	5,07	0,03	1,63	0,87	6,21
Rundtur Trondheim -Bodø	103,11	60,34	0,35	41,83	103,11	52,65	13,11	0,05	0,02	0,51	5,07	0,03	0,00	2,33	12,55
Rundtur Oslo-Hamburg	103,11	101,19	0,35	41,83	0,00	0,00	0,00	0,05	0,02	0,51	5,07	0,03	8,75	0,00	15,74

Eksterne kostnader fra godstransport på veg og til sjøs

Tabell 6.6: Oppsummering av eksempelberegninger for skadekostnader, avgifter og brukerbetalinger for godstransport på vei, målt i kr per km (2022-kr).

	Sum marginale skadekostnader (kr/km)	Sum avgifter, brukerbetalinger og tilskudd (kr/km)	Sum marginale skadekostnader (kr/tkm)	Sum avgifter, brukerbetalinger og tilskudd (kr/tkm)	Sum avgifter og brukerbetalinger (snitt kr/km) som signaliserer marginal skadekostnad med høy presisjon	Sum avgifter og brukerbetalinger (snitt kr/km) som signaliserer marginal skadekostnad med middels presisjon	Sum avgifter og brukerbetalinger (snitt kr/km) som signaliserer marginal skadekostnad med lav presisjon	Tilskudd/ Offentlig kjøp (snitt kr/km)
<u>Vogntog (euro VI, 40-50 tonn, m 15 tonn last) utenfor rushtiden</u>								
Rundtur Oslo sentrum-Stavanger sentrum	2,32	2,84	0,15	0,19	0,00	1,94	0,90	0,00
Rundtur Oslo sentrum-Bergen sentrum	2,15	3,61	0,14	0,24	0,00	1,93	1,67	0,00
Rundtur Oslo sentrum-Trondheim sentrum	2,16	3,71	0,14	0,25	0,00	1,93	1,77	0,00
Rundtur Trondheim sentrum-Bodø sentrum	1,90	2,92	0,13	0,19	0,00	1,93	0,99	0,00
<u>Vogntog (euro VI, 28-40 tonn) utenfor rushtiden</u>								
Rundtur Oslo-Hamburg	2,21	2,72	0,22	0,27	0,00	1,79	0,92	0,00

Tabell 6.7: Oppsummering av eksempelberegninger for skadekostnader, avgifter og brukerbetalinger for godstransport til sjøs, målt i kr per km (2022-kr)

	Sum marginale skadekostnader (kr/km)	Sum avgifter, brukerbetalinger og tilskudd (kr/km)	Sum marginale skadekostnader (kr/tkm)	Sum avgifter, brukerbetalinger og tilskudd (kr/tkm)	Sum avgifter og brukerbetalinger (snitt kr/km) som signaliserer marginal skadekostnad med høy presisjon	Sum avgifter og brukerbetalinger (snitt kr/km) som signaliserer marginal skadekostnad med middels presisjon	Sum avgifter og brukerbetalinger (snitt kr/km) som signaliserer marginal skadekostnad med lav presisjon	Tilskudd/ Offentlig kjøp (snitt kr/km)
Rundtur Oslo sentrum-Stavanger sentrum	225,85	194,27	0,05	0,04	103,11	10,42	80,75	0,00
Rundtur Oslo sentrum-Bergen sentrum	219,66	186,91	0,04	0,04	103,11	8,67	75,13	0,00
Rundtur Oslo sentrum-Trondheim sentrum	210,14	183,25	0,04	0,04	103,11	7,59	72,54	0,00
Rundtur Trondheim sentrum-Bodø sentrum	205,63	189,41	0,04	0,04	103,11	7,42	78,88	0,00
Rundtur Oslo-Hamburg	246,49	30,16	0,05	0,01	0,00	13,84	16,31	0,00

6.5 Drøfting av eksempelberegninger

Vi understreker at tabellene i forrige delkapittel representerer eksempelberegninger med svært spesifikke forutsetninger. Andre transportruter og andre varianter av skip eller lastebil vil kunne gi vesentlig forskjellige resultater. Videre understreker vi at vurderingen av avgiftenes/brukerbetalingenes presisjonsnivå er basert på skjønn.

Videre presiserer vi at eksempelberegningene er ment til å gi en illustrasjon av hvordan det, for en gitt tur for et gitt transportmiddel, kan være store gap mellom skadekostnader generert av en tur og avgift/brukerbetalingsbelastningen av den turen, og denne belastningen kan ofte ha en svak signalisering av faktiske skadekostnader. Slike eksempler er **på ingen måte en erstatning av en fullgod samfunnsøkonomisk analyse**, verken for investeringer i transportsektoren eller for mulig omlegging avgifter og brukerbetalinger.

6.5.1 To hovedpoeng

Med disse forbeholdene understreket er det særlig to hovedpoeng fra beregningsresultatene som er ønskelig å diskutere:

- Det aller meste av avgifts/brukerbetalingsbelastningen signaliserer marginal skadekostnad med lav til middels presisjon.
- For disse eksempelberegningene ser vi at det er stor variasjon mellom transportmidlene med tanke på gjennomsnittlig avgifts/brukerbetalingsbelastning relativt til gjennomsnittlig marginal skadekostnad.

Vi utdyper disse punktene i kommende avsnitt:

Det aller meste av avgifts/brukerbetalingsbelastningen signaliserer marginal skadekostnad med lav til middels presisjon: Med utgangspunkt i oppsummeringstabellene tabell 6.6 og tabell 6.7, ser vi at sjøbasert innenriks godstransport har høyest andel av avgifts- og brukerbetalingsbelastningen (heretter bare avgiftsbelastningen) som signaliserer marginale skadekostnader med høy presisjon, gjennom CO₂-avgiften (her forutsettes det at de bunkrer i Norge og ikke i utlandet). Her er andelen av avgiftsbelastningen som signaliserer med høy presisjon mellom 53 % og 56 %. Utenriks skipsfart, som er unntatt CO₂-avgift, NO_x-avgift og svovelavgift har i vår eksempelberegning en andel på 54 % av avgiftsbelastningen med lav presisjon, og ingenting som med høy presisjon. For lastebiltransport utgjør kategorien middels presisjon hovedvekten av avgiftsbelastningen, med andel på mellom 52 % og 68 % i de fem eksemplene.

Når man ser på det samlede systemet av avgifter og brukerbetalinger kommer det klart fram at det ikke er utformet på en måte som gjør at transportbrukeren får tydelige signaler på hva de marginale skadekostnadene er. Dermed insentiveres ikke transportbrukeren til å økonomisere med skadekostnader på en måte som er samfunnsøkonomisk effektiv. Avgiftene gir ofte insentiver til å tilpasse seg på en måte som gir lavere skadekostnader, slik vi beskriver i kapittel 2, men ikke på mest effektivt vis.

For disse eksempelberegningene ser vi at det er stor variasjon mellom transportmidlene med tanke på gjennomsnittlig avgifts/brukerbetalingsbelastning relativt til gjennomsnittlig marginal skadekostnad: I de grove eksempelberegningene ser vi at veibasert godstransport har, per 2022, en avgiftsbelastning som er vesentlig høyere enn gjennomsnittlig marginal skadekostnad skulle tilsi. Isolert sett bidrar dette til et effektivitetstap. Når avgiftsbelastningen i tillegg signaliserer marginal skadekostnad med lav til middels presisjon, så vil det i liten grad begrense effektivitetstapet skadekostnadene skapte i utgangspunktet.

For eksempelberegningene for innenriks skipstransport ligger gjennomsnittlig avgiftsbelastning per km noe under (8 %-15 %) gjennomsnittlig marginal skadekostnad. For utenriks skipstransport ligger den relative avgiftsbelastningen vesentlig lavere i vår eksempelberegning.

6.5.2 Om usikkerhet i eksempelberegningene

Som poengtert flere steder i rapporten er det **usikkerhet i estimatene av marginale skadekostnader**. Innenfor hver kategori av kjøretøy, områdekategori og tid på døgnet må estimerte skadekostnader forstås som et grovt gjennomsnitt. Hvis man plukker en vilkårlig kjøretøykilometer, så vil de reelle skadekostnadene for denne kunne være vesentlig høyere så vel som vesentlig lavere enn hva gjennomsnittet innad i kategorien skulle tilsi. Men til bruk i samfunnsøkonomiske analyser vurderes aggregeringsnivået som godt nok.

Hva kan vi si om usikkerheten i disse gjennomsnittsestimatene? De er de beste estimatene vi har per nå, og er et godt utgangspunkt for samfunnsøkonomiske analyser. I flere deler av rapporten poengteres det at det med fordel kan gjøres følsomhetsanalyser av skadekostnadsestimatene når de brukes i samfunnsøkonomiske analyser. Det kan være naturlig hvis skadekostnadene utgjør en viktig del av resultatet. Å variere estimatene med f.eks. 30 % i begge retninger vil kunne gi et brukbart bilde.

For de spesifikke eksemplene, hvor vi ble bedt om å regne for spesifikke turer med spesifikke underkategorier av kjøretøy/fartøy, anser vi at det er **relativt liten usikkerhet i beregningene av avgifter/brukerbetaling som er knyttet til selve turen**. Når det gjelder avgifter/brukerbetaling som kommer på årsbasis, ved registrering eller kjøp, som nesten per definisjon vil ha lav treffsikkerhet i å signalisere skadekostnader for en konkret tur, er usikkerheten noe større. Det er hovedsakelig fordi det her beregnes en gjennomsnittlig sats per kilometer, basert på et grovt gjennomsnittstall for totale kilometer kjørt. Her er det verdt å merke forskjellen mellom *marginal* avgift/brukerbetalingsbelastning og *gjennomsnittlig* belastning. Vektårsavgiften for tunge kjøretøy er for eksempel «null» for en ekstra kilometer når avgiften først er påløpt, og gir dermed på marginen ingen insentiver til å økonomisere med skadekostnader.

6.5.3 Om generaliserbarheten til eksemplene

Man burde være varsom med å generalisere basert på en håndfull eksempler. De er illustrative ved at de viser at det kan være forholdsvis store gap mellom skadekostnadene en tur generer og avgifts/brukerbetalingsbelastningen for turen, og at det er en relativt høy andel av belastningen som gir svake signaler om hvilke skadekostnader som genereres. Det betyr at mye av den totale avgifts/brukerbetalingsbelastningen ikke bidrar til internalisering av skadekostnader i ordets rette forstand. Vi ser også i noen av eksempelberegningene at denne belastningen kan være relativt høy sammenlignet med skadekostnaden for en gitt tur.

Samtlige eksempler er knyttet til langtransport fra by til by, og bærer preg av at en stor andel av distansen tilbakelegges i spredtbygde strøk. Hvis en større andel av distansen i veitransport-eksemplene blir tilbakelagt i by ville gjennomsnittlig skadekostnad per km vært høyere, spesielt hvis transporten foregår utenom rushtid mtp. bidrag til køkostnader. Til gjengjeld ville avgiftsbelastningen også vært høyere i byer med rushtidsprising i bomsnittene sine, men i hvilken grad dette vil tilnærme seg køkostnadene vil avhenge av hvor mange kilometer bilen kjører i kø.

Vi tar utgangspunkt i noen spesifikke lastbiltyper og skipstyper, og som det framkommer av tabellene i kapittel 5 er det stor variasjon i skadekostnader per km innad i transportmidlene utfra transportmidlets størrelse, underkategori (f.eks. type skip) og Euroklasse (for vegtransport). Ofte vil høyere skadekostnader per km innebære noe høyere avgifts/brukerbetalingsbelastning per km (gjørne gjennom drivstoffavgifter), men den relative endringen trenger ikke være proporsjonal.

Kjøretøyene valgt til eksemplene er aktuelle for sammenligning for de spesifikke turene. Men det må ikke forstås slik at disse underkategoriene nødvendigvis står for mesteparten av kjøretøykilometerne nasjonalt innad i sine respektive transportformer.

6.5.4 Noen samfunnsøkonomiske betraktninger

Det er mange hensyn å ta hensyn til i et avgifts-, brukerbetalings- og tilskuddssystem. Samfunnsøkonomisk effektivitet er ett av dem. Dette er et komplekst tema som kunne med fordel vært gjenstand for en større utredning. Men basert på den grove gjennomgangen av avgifter og brukerbetalinger knyttet til veibasert og sjøbasert godstransport, samt noen eksempelberegninger, ser dette systemet i liten grad til å ivareta samfunnsøkonomisk effektivitet. Mye av den totale avgifts/ brukerbetalingsbelastningen har lav treffsikkerhet når det kommer til å signalisere skadekostnader av en gitt tur.

Det er imidlertid tegn til at systemet kan bevege seg i mer effektiv retning. Den pågående Konseptvalg-utredningen (KVU) for veibruksavgift og bompenger på oppdraget fra Finansdepartementet og Samferdselsdepartementet, som startet opp september 2021 er i slutfasen i skrivende stund (november 2022). Målet for KVUen er å fremskaffe «..et godt beslutningsgrunnlag som skal sikre et bærekraftig og effektivt avgiftssystem for bruk av kjøretøy som sikrer inntekter og reduserer ulempene ved trafikken...» (Statens vegvesen, 2021). Dersom det kommer et framtidig veiprissingssystem hvor veibrukerne så godt det lar seg gjøre møter veipriser som gjenspeiler marginal ekstern kostnad ut fra tid, sted og type kjøretøy, vil det dramatisk øke presisjonen i de transportøkonomiske virkemidlene. Men det er verdt å merke seg at for noen lengre transportruter med lastebil som i stor grad kjører gjennom spredtbygde strøk, kan det hende at netto avgiftsbelastning blir lavere enn den er i dagens system, jfr. eksempelberegningene for veibasert godstransport. Dette fordi skadekostnader per km i spredtbygde strøk er relativt lave sammenlignet med dagens drivstoffavgifter og bompengbelastning.

Videre foreslår EU-kommisjonen å inkludere maritim transport i EU-ETS gjennom en flaggnøytral og rutebasert tilnærming. Kvoteplikten omfatter alle CO₂-utslipp fra skip over 5000 BT som går mellom havner i EU, halvparten av CO₂-utslippene fra reiser mellom EU havn og havn i tredjeland, og alle CO₂-utslipp fra skip som ligger til kai i en EU-havn. Det legges opp til en gradvis innfasing av kvoteplikten i perioden 2023 til 2025, og først i 2026 vil det være kvoteplikt for 100 % av verifiserte utslipp (EØS-notatbasen, 2022). Dette vil øke presisjonen i å signalisere skadekostnaden/tiltakskostnaden av CO₂. Dette fordi en større andel av direkte utenriks skipsfart, samt innenriks skipsfart som har bunkret i utlandet, vil måtte betale EUs kvotepris for CO₂-utslippene sine.

Uavhengig av presisjon og reell internalisering av skadekostnader vil avgiftene, så lenge de består, spille inn i det samfunnsøkonomiske regnestykket, jfr. kapittel 2.3. Det er viktig å huske på at avgiftene er en **overføring** fra brukere til det offentlige, og ikke en samfunnskostnad i seg selv. Det er viktig at NKAen har kontroll på avgiftene i transportsektoren av hensyn til skattevridningskostnader (endringen i effektivitetstapet (også kalt dødvektstapet) som oppstår fordi offentlige utgifter i stor grad finansieres av vridende skatter) og fordelingseffekter. I tillegg, og kanskje viktigst, at de utgjør en vesentlig del av transportbrukerens kostnadsbilde og er dermed viktig for å modellere hvordan likevekten i transportmarkedet etter tiltaket ser ut.

La oss ta et eksempel hvor et tiltak (som ikke har noe med avgifts- og brukerbetalingsbelastning å gjøre) som gir en netto reduksjon i skadekostnader ved å overføre gods fra veitransport til sjøtransport (medregnet tilbringertransport). Reduksjonen i skadekostnader bidrar positivt i NKAen. Men eksempelberegningene peker da også mot en vesentlig reduksjon i offentlige proveny fra avgifter og brukerbetalinger. I så tilfelle vil skattevridningskostnadene av dette provenytapet bidra negativt i NKAen. Disse effektene vil dermed veie imot hverandre i summeringen opp til netto nytte, i tillegg til de direkte kostnadene av tiltaket (f.eks. investeringskostnader for ny infrastruktur).

Det omfattende systemet av avgifter, brukerbetalinger og tilskudd øker dermed kompleksiteten i de samfunnsøkonomiske analysene, i tillegg til at det per 2022 ikke ser ut til å bygge opp under samfunnsøkonomisk effektivitet. Begge aspekter peker mot behov for videre forskning.

7 Konklusjon og diskusjon

7.1 Konklusjon

For de fleste skadekostnadsparameterne har det ikke vært behov for større oppdateringer siden TØI-rapport 1704. Gitt et stramt tidskjema har denne oppdateringen i 2022 fokusert på utslipp til luft (både lokal og global forurensing) og slitastjekostnader.

For utslipp til luft har det vært flere grunner til å gjennomføre oppdateringer. For sjøbasert godstransport har ny data fra [EUs MRV-system for rapportering av CO₂-utslipp fra skip](#) vært en ny kilde til å beregne utslippsfaktorer per fartøykilometer og per tonnkilometer. For veibasert godstransport foregår det en relativt rask utskiftning til Euro VI lastebiler som betyr vesentlig lavere utslipp av NO_x og PM₁₀ per km. Videre er det behov for endre enhetsprisene per tonn CO₂ for å være i henhold til ny veiledning om verdsetting av klimagassutslipp fra Finansdepartementet (2021b). Enhetsprisene for lokal luftforurensing har også fått en oppdatering både for å ta hensyn til verdsetting per eksponert (realprisjustering utfra BNP per innbygger) og antall potensielt eksponerte byer (befolkningsvekst i byer). Videre har vi også gjort oppdateringer og nyanseringer knyttet til hvordan innblanding av biodrivstoff påvirker CO₂-utslipp per km i veisektoren.

For marginale skadekostnader knyttet til veislitasje er det blitt gjort forbedringer i beregningene sammenlignet med de gjort i TØI-rapport 1704 etter innspill fra Bertelsen et al. (2021). I tillegg har det vært en relativt stor oppgang kostnadsindeksen for asfaltering innen drift og vedlikehold av veger siden TØI-rapport 1704 som det er ønskelig å ta høyde for.

For de andre typene skadekostnader fra transport har vi kun foretatt realprisjusteringer til 2022-verdier med 2022-kr. For veibasert godstransport er dette gjort for støy, ulykkesrisiko og kjøp. For sjøbasert godstransport er dette gjort for ulykkesrisiko og akutte utslipp til vann.

I kapittel 5 sammenstilles de oppdaterte estimatene på marginale skadekostnader i anvendelige oppsummeringstabeller. Disse burde erstatte tilsvarende tabeller fra TØI-rapport 1704 til bruk i analyser i transportsektoren, spesielt med tanke på analysene til NTP 2026-2037¹⁹. Disse nye tabellene kan vurderes som små forbedringer, ettersom det er kommet små forbedringer i både dataunderlag og beregninger. Vi understreker likevel at estimatene er beheftet med en del usikkerhet. Det er god praksis å gjennomføre følsomhetsanalyse på disse parameterne (med både høyere så vel som lavere marginale skadekostnader), spesielt hvis estimatene på skadekostnader er utslagsgivende for analyseresultatet, for å sikre at beregningene er robuste for denne usikkerheten.

Med oppdaterte estimater på marginale skadekostnader, og med oppdaterte tall for avgifter og brukerbetalinger har det vært hensiktsmessig å gjenta øvelse fra TØI-rapport 1704 med å se på skadekostnads-estimatene opp mot avgiftsbelastning. Her er det gjort eksempelberegninger for fem strekninger for både vei- og sjøbasert godstransport. Selv om dette kun er eksempelberegninger ser man et tydelig mønster som er verdt å påpeke: 1) Det aller meste av avgifts/brukerbetalingsbelastningen signaliserer marginal skadekostnad med lav til middels presisjon, og 2) For disse eksempelberegningene ser vi at det er stor variasjon mellom transportmidlene med tanke på gjennomsnittlig avgifts/brukerbetalingsbelastning relativt til gjennomsnittlig marginal skadekostnad.

På samme måte som TØI-rapport 1704 er denne rapporten først og fremst en dokumentasjonsrapport og et oppslagsverk for en stor mengde skadekostnadsestimater som kan brukes i samfunnsøkonomiske

¹⁹ Dette kan med fordel påpekes på samlesiden for samfunnsøkonomiske analyser for transportsektoren <https://ntpmetode.no/> hvor rapporter og veiledere knyttet til samfunnsøkonomiske analyser, transportmodellering og reisevaneundersøkelser samles og organiseres.

analyser i Norge, men denne oppdateringen i 2022 har kun fokusert på vei- og sjøbasert godstransport. Oppdragsgiver har også fått flere av tabellene i Excel-format for å kunne lett hente ut tallene til videre arbeid.

7.2 Diskusjon

Som påpekt i forrige delkapittel er flere av skadekostnadstallene beheftet med usikkerhet. Det er usikkerhet i alle deler av beregningen, fra hvor store skadene som påføres faktisk er, og hvordan denne verdsettes. I tillegg er skadekostnadstallene tilpasset tre grove områdekategorier, noe som gjør det enklere å jobbe med, men vil samtidig redusere nøyaktigheten. Vi gjentar oppfordringen om å gjøre følsomhetsanalyser med høyere så vel som lavere verdier for marginale skadekostnader i analyser hvor disse parameterne kan være utslagsgivende.

Det er imidlertid verdt å påpeke noen forhold som isolert sett indikerer at estimerte skadekostnader per km kan være undervurdert, nemlig at det er kategorier av skadekostnader som ikke er inkludert og at noen typer skadekostnader ikke inneholder fulltelling av alle relevante skadetyper. Det er grunn til å tro at det som per nå er utelatt vil utgjøre en mindre påslag på det som allerede er inkludert, men det er fortsatt en kilde til skjevhet i estimatene.

En kategori skadekostnad som ikke er inkludert er utslipp til vann og jordsmonn. Dette er heller ikke inkludert i den europeiske håndboka på eksterne kostnader (van Essen et al., 2019), men den diskuteres der som et område med behov for mer forskning og utredning. Det trekkes fram at veitransport kan bidra til forurensing av vann og jordsmonn gjennom tungmetaller og partikler fra både eksos og fra slitasje fra dekk og bremses. Det trekkes fram at sjøbasert transport kan bidra til forurensing i jordsmonn og vann via både ballastvann og kloakk. I denne sammenheng kan også mikroplast nevnes som en kilde til forurensing av vann og jordsmonn og tilhørende skadekostnader.

Som nevnt i kapittel 3.1.2 er det aspekter ved skadekostnadene knyttet til lokale utslipp til luft som ikke er inkludert i beregningene. Det er noen utslipp som ikke er inkludert (f.eks. ozon O_3), og det er en del helseutfall som kan attribueres til luftforurensing som ikke er inkludert (f.eks. svekket kognitiv utvikling for barn), men vi har ikke funnet anvendelige resultater som kan implementeres i de foreliggende effektkjeden. På grunn av disse manglene, samt det faktum at datagrunnlaget for de eksisterende estimatene for skadekostnader fra luftforurensing er relativt gammelt, støtter vi Miljødirektoratet, Folkehelseinstituttet (FHI), Helsedirektoratet og Statens vegvesen sin anbefaling om en større oppdatering av verdsetting av helse- og miljøeffekter av luftforurensning som også kan sikre enhetlig praksis på tvers av samfunnssektorer.

I Concept-rapport 66 (Halse et al., 2021) påpekes det også at det er grunn til å revurdere de anbefalte verdiene for karbonprisbaner (også nevnt i kapittel 3.1.1) og verdien av statistisk liv (VSL). Eventuelle endringer i disse verdiene bør komme anbefalt fra sentralt hold slik at det brukes konsistent på tvers av sektorer (eller at sektorforskjeller er avklart eksplisitt), og det er god grunn til å gjennomgå disse verdiene neste gang det gjøres en ny større utredning for samfunnsøkonomiske analyser.

Endringer i anbefalt verdi for VSL vil ha implikasjoner for verdien av marginale skadekostnader knyttet til ulykkesrisiko, støy og lokal luftforurensing da alle disse skadekostnadsbildene har en effekt på liv og helse. Basert på gjennomgangen i Halse et al. (2021) er det faglige grunner til å oppjustere verdien av VSL. Selv basert på det underliggende datamaterialet kan den foreliggende kalkulasjonsverdien for VSL vurderes til å ligge i det laveste laget, som også bekreftes av internasjonale studier anvendt på norske forhold.

Marginale eksterne køkostnader kunne også med fordel også blitt beregnet på nytt med et større datagrunnlag fra et større antall norske byer og et større antall forskjellige veityper. Nye estimater som skiller mellom rushtidstopp og rushtidsskulder, samt skiller mellom trafikkretning, kan være ønskelig i forskjellige typer analyser.

Det kommer stadig ny forskning som er relevant for å vurdere og evt. prissette de marginale skadekostnadene fra transport. Ved hver oppdatering av skadekostnadsestimatene til bruk i analyser i transportsektoren kommer det forbedringer metodikk og/eller datagrunnlag. Det er likevel ønskelig med høyere presisjon, og dermed behov for videre forskning på temaet framover.

Referanser

Referanser

- Bertelsen, D. E., Landmark, A. D., Kroksæter, A. & Johansen, J. M. (2021). Gjennomgang av slitastjekostnader for godstransport på veg og jernbane.
- Böhringer, C. & Rosendahl, K. E. (2010). Green promotes the dirtiest: on the interaction between black and green quotas in energy markets. *Journal of Regulatory Economics*, 37(3), 316-325.
- Department for Business, E. I. S. (2022). *Greenhouse gas reporting: conversion factors 2021*. <https://www.gov.uk/government/publications/greenhouse-gas-reporting-conversion-factors-2021> (Accessed: 27 October 2022)
- EØS-notatbasen. (2022). *Forsterket kvotesystem 2021-2030*. Hentet 05.11. fra <https://www.regjeringen.no/no/sub/eos-notatbasen/notatene/2021/aug/forsterket-kvotesystem-2021-2030/id2878386/>
- Finansdepartementet. (2021a). *Hvordan ta hensyn til klimagassutslipp i samfunnsøkonomiske analyser*. Ministry of Finance. <https://www.regjeringen.no/no/tema/okonomi-og-budsjett/statlig-okonomistyring/hvordan-ta-hensyn-til-klimagassutslipp-i-samfunnsokonomiske-analyser/id2863676/>
- Finansdepartementet. (2021b). *Karbonprisbaner for bruk i samfunnsøkonomiske analyser*. Ministry of Finance. <https://www.regjeringen.no/no/tema/okonomi-og-budsjett/statlig-okonomistyring/karbonprisbaner-for-bruk-i-samfunnsokonomiske-analyser/id2878113/>
- Finansdepartementet. (2021c). *Rundskriv R-109/21: Prinsipper og krav ved utarbeidelse av samfunnsøkonomiske analyser*. M. o. Finance. https://www.regjeringen.no/globalassets/upload/fin/vedlegg/okstyring/rundskriv/faste/r_109_2021.pdf
- Fridstrøm, L. (2019). *Framskrivning av kjøretøyparken i samsvar med nasjonalbudsjettet 2019* (TØI rapport 1689/2019, Issue. <https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=50202>
- Fridstrøm, L. & Østli, V. (2021). *Forsering eller hvileskjær - Om utsiktene til klimagasskutt i veitransporten* [TØI-rapport 1846/2021]. Transportøkonomisk institutt. <https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=68510>
- Halse, A. H., Wangsness, P. B. & Minken, H. (2021). *Endringer i beregningsforutsetninger og betydning for samfunnsøkonomisk lønnsomhet i samferdselsprosjekter* [Concept-rapport nr. 66] (Concept-rapport, Issue. Forskningsprogrammet Concept. <https://www.ntnu.no/documents/1261860271/1262010703/Concept-rapport+nr.+66.pdf/ae4c94be-a5de-f60e-7024-5be0d7b7b126?t=1639661795286>
- Holmgren, N. & Fedoryshyn, N. (2015). *Utslipp fra veitrafikk i Norge. Dokumentasjon av beregningsmetoder, data og resultater* (Emissions from road traffic in Norway-Method for estimation, input data and emission estimates) (SSB Notater, Issue. SSB. https://www.ssb.no/natur-og-miljo/artikler-og-publikasjoner/_attachment/225115?ts=14ce05a5658
- Ibenholt, K., Magnussen, K., Navrud, S. & Skjelvik, J. M. (2015). *Marginale eksterne kostnader ved enkelte miljøpåvirkninger*. Vista Analyse. <https://www.regjeringen.no/contentassets/ea2de2ab99474b96b9fe163e0eb7a5a5/va-rapport2015-19.pdf>

- IEA. (2021). *World Energy Outlook 2021*. <https://iea.blob.core.windows.net/assets/4ed140c1-c3f3-4fd9-aae-789a4e14a23c/WorldEnergyOutlook2021.pdf>
- IPCC. (2018). *Global Warming of 1.5 °C*. <http://www.ipcc.ch/report/sr15/>
- Kystverket. (2022). *Tilskudd til nærskipfart*. Hentet 10.11.2022 fra <https://www.kystverket.no/sjotransport-og-havn/tilskuddsordninger/tilskudd-til-godsoverforing-fra-vei-til-sjo/>
- Magnussen, K., Bølling, A. K., Låg, M., Refsnes, M., Aasvang, G. M., Rød, M. & Navrud, S. (2019). *Verdsetting Av Luftforurensningens Kostnader For Helse, Miljø Og Materialer – Et Forprosjekt*. <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/m1573/m1573.pdf>
- Magnussen, K., Ibenholt, K., Skjelvik, J. M., Lindhjem, H., Pedersen, S. & Dyb, V. A. (2015). *Marginale eksterne kostnader ved transport av gods på sjø og bane*.
- Magnussen, K., Navrud, S. & San Martin, O. (2010). Den norske verdsettingsstudien: Verdsetting av tid, sikkerhet og miljø i transportsektoren: Luftforurensning. *TØI-rapport, 1053d/2010*.
- Menon Economics. (2018). *Kostnadskomponenter og -størrelser ved skipsanløp*. menon.no
- Miljødirektoratet. (2022a). *Biodrivstoff*. <https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/klima/transport/biodrivstoff/> (Accessed: 27 October 2022)
- Miljødirektoratet. (2022b). *Miljødata - Innrapportert biodrivstoff til veitrafikk*. <https://miljostatus.miljodirektoratet.no/miljodata/?kategori=4&mid=1170> (Accessed: 27 October 2022)
- Miljødirektoratet. (2022c). *Tabeller for omregning fra energivare til kWh*. <https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/klima/for-myndigheter/kutte-utslipp-av-klimagasser/klima-og-energiplanlegging/tabeller-for-omregning-fra-energivarer-til-kwh/> (Accessed: 27 October 2022)
- Miljødirektoratet, Folkehelseinstituttet, Helsedirektoratet & Statens vegvesen. (2020). *Felles anbefaling om oppdatering av verdsetting av helse- og miljøeffekter av luftforurensning*.
- Miljødirektoratet, Sjøfartsdirektoratet, Oljedirektoratet, Fiskeridirektoratet, Statens vegvesen & NOx-fondet. (2014). *Tiltaksanalyse NOx 2014* Miljødirektoratet. <http://www.miljodirektoratet.no/no/Publikasjoner/2014/Oktober-2014/Tiltaksanalyse-NOx-2014/>
- Minken, H. & Samstad, H. (2005). *Nyttekostnadsanalyser i transportsektoren: Rammeverk for beregningene*. Transportøkonomisk institutt.
- Nilsson, J.-E., Svensson, K. & Haraldsson, M. (2020). Estimating the marginal costs of road wear. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 139, 455-471.
- NOU 2012:16. (2012). *Samfunnsøkonomiske analyser*. Finansdepartementet. Departementenes servicesenter.
- Pigou, A. C. (1920). *The economics of welfare*. London, McMillan.
- Rosendahl, K. E. (2000). *Helseeffekter og samfunnsøkonomiske kostnader av luftforurensning. Luftforurensninger-effekter og verdier (LEVE)*. TA-1718/2000, Oslo: Statens Forurensningstilsyn.

- Rødseth, K. L., Wangsness, P. B., Veisten, K., Elvik, R., Høye, A. K., Klæboe, R., Thune-Larsen, H., Fridstrøm, L., Lindstad, E., Riialand, A., Odolinski, K. & Nilsson, J.-E. (2020). *Eksterne skadekostnader ved transport i Norge - Estimer av marginale skadekostnader for person- og godstransport [TØI-rapport 1704/2019]* (TØI-Rapport 1704/2019, Issue. <https://www.toi.no/publikasjoner/eksterne-skadekostnader-ved-transport-i-norge-estimer-av-marginale-skadekostnader-for-person-og-godstransport-article35997-8.html> [in Norwegian]
- SFT. (2005). *Marginale miljøkostnader ved luftforurensning - Skadekostnader og tiltakskostnader*. SFT. <http://www.miljodirektoratet.no/old/klif/publikasjoner/luft/2100/ta2100.pdf>
- Sjøfartsdirektoratet. (2022). *Om tilskuddsordningen til sysselsetting av arbeidstakere til sjøs*. Hentet 11.11.2022 fra <https://www.sdir.no/sjofart/for-rederi/tilskudd-til-sysselsetting-av-sjofolk/om-tilskuddsordningen/>
- Skatteetaten. (2022). *Rederi - Rederiskatteordningen*. Hentet 11.11. fra <https://www.skatteetaten.no/bedrift-og-organisasjon/rapportering-og-bransjer/bransjer-med-egne-regler/rederi/>
- SSB. (2022). *Sal av petroleumprodukt og flytande biodrivstoff*. <https://www.ssb.no/energi-og-industri/olje-og-gass/statistikk/sal-av-petroleumprodukt> (Accessed: 27 October 2022)
- Statens vegvesen. (2021). *Utredning om veibruksavgift og bompenger: Om prosjektet*. Hentet 23.06. fra <https://www.vegvesen.no/nn/fag/trafikk/utredning-om-veibruksavgift-og-bompenger/om-prosjektet/>
- Thune-Larsen, H., Veisten, K., Rødseth, K. L. & Klæboe, R. (2014). *Marginale eksterne kostnader ved vegtrafikk med korrigerte ulykkeskostnader* (1307/2014). (TØI rapport, Issue. Institute of Transport Economics. <https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=38978>
- van Essen, H., van Wijngaarden, L., Schroten, A., Sutter, D., Bieler, C., Maffii, S., Brambilla, M., Fiorello, D., Fermi, F. & Parolin, R. (2019). *Handbook on the External Costs of Transport, Version 2019* (927996917X). <https://www.cedelft.eu/en/publications/2311/handbook-on-the-external-costs-of-transport-version-2019>
- Wangsness, P. B. & Rosendahl, K. E. (2022). *Carbon prices for Cost-Benefit Analysis [TØI-Report 1912/2022]*. Transportøkonomisk institutt. <https://www.toi.no/publikasjoner/carbon-prices-for-cost-benefit-analysis-article37823-8.html>
- Yugo, M., Shafei, E., Elingsen, L. & Rogerson, J. (2021). *Concawe's Transport and Fuel Outlook towards EU 2030 Climate Targets*. *Concawe Report no, 2*, 21. <https://www.concawe.eu/publication/concawes-transport-and-fuel-outlook-towards-eu-2030-climate-targets/>

Vedlegg

Vedlegg 1. Gjennomsnittlig lastvekt

For å få et estimat på eksterne kostnader per tonnkm, trengs et estimat på gjennomsnittlig lastvekt for de ulike kjøretøytypene.

For lastebiler og vogntog har vi benyttet samme gjennomsnittstall for de ulike vektclassene som i TØI-rapport 1704. Tallene er hentet fra Lastebilundersøkelsen for årene 2016 og 2017

Tabell V.1: Gjennomsnittlig lastvekt (tonn) for tunge godsbiler.

Vektklasse	Gjennomsnittlig lastvekt per km
<=7,5t	1,2
>7,5-14t	1,7
>14-20t	2,6
>20-28t	4,3
>28-40t	5,6
>40-50t	12,7
>50-60t	13,8

For sjøbasert godstransport har vi hentet ut gjennomsnittlig lastvekt fra datasettet beskrevet i kapittel 3.4 for hver av de utvalgte kombinasjonene av skipstype størrelseskategori. Det gir oss følgende gjennomsnittlig lastvekt:

Tabell V.2: Gjennomsnittlig lastvekt(tonn) for utvalgte kombinasjoner av skipstype og størrelseskategori

skipstype_ngm	<9'	9'-11'	11'-15'
Container	3 221	4 008	5 688
Ro-Ro	2 151	5 071	5 170

Vedlegg 2. Marginale skadekostnader for veibasert godstransport: Nullutslippskjøretøy

Tabell V.3: Tunge godsbiler (med nullutslippsfremdrift), kr per km for ulike skadekostnader, døgnet sett under ett. CO₂-kostnader er justert for iblanda biodrivstoff (13,2 % reduksjon sammenlignet med ren fossil diesel, 10,3 % reduksjon sammenlignet med ren fossil bensin). Siste kolonne oppgir samlede skadekostnader i kr per tonnkilometer.

Vektklasse	Områdetype	CO ₂	Lokale utslipp	Støy	Kø	Ulykker	Slitasje	Skadekostnader per km	Skadekostnader per tkm
<=7,5t	Spredt bebyggelse	0,22	0,04	0,28	0,00	0,65	0,01	1,20	1,03
<=7,5t	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	0,21	0,40	1,93	0,25	0,65	0,01	3,46	2,97
<=7,5t	Tettsted (>100 000 innb.)	0,21	2,86	2,83	1,76	0,65	0,01	8,32	7,13
>7,5-14t	Spredt bebyggelse	0,31	0,04	0,28	0,00	0,65	0,08	1,37	0,81
>7,5-14t	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	0,32	0,45	1,93	0,25	0,65	0,08	3,69	2,18
>7,5-14t	Tettsted (>100 000 innb.)	0,32	3,08	2,83	1,76	0,65	0,08	8,72	5,16
>14-20t	Spredt bebyggelse	0,38	0,05	0,28	0,00	0,65	0,21	1,57	0,59
>14-20t	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	0,40	0,53	1,93	0,25	0,65	0,21	3,98	1,50
>14-20t	Tettsted (>100 000 innb.)	0,40	3,42	2,83	1,76	0,65	0,21	9,27	3,50
>20-28t	Spredt bebyggelse	0,50	0,05	0,28	0,00	0,65	0,31	1,79	0,42
>20-28t	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	0,54	0,56	1,93	0,25	0,65	0,31	4,24	1,00
>20-28t	Tettsted (>100 000 innb.)	0,54	3,56	2,83	1,76	0,65	0,31	9,65	2,26
>28-40t	Spredt bebyggelse	0,60	0,04	0,28	0,00	0,43	0,13	1,49	0,26
>28-40t	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	0,65	0,49	1,93	0,25	0,43	0,13	3,88	0,69
>28-40t	Tettsted (>100 000 innb.)	0,65	3,21	2,83	1,76	0,43	0,13	9,00	1,60
>40-50t	Spredt bebyggelse	0,65	0,05	0,28	0,00	0,47	0,54	1,99	0,16
>40-50t	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	0,70	0,50	1,93	0,25	0,47	0,54	4,40	0,35
>40-50t	Tettsted (>100 000 innb.)	0,70	3,26	2,83	1,76	0,47	0,54	9,56	0,75
>50-60t	Spredt bebyggelse	0,79	0,07	0,28	0,00	0,47	0,37	1,98	0,14
>50-60t	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	0,86	0,62	1,93	0,25	0,47	0,37	4,51	0,33
>50-60t	Tettsted (>100 000 innb.)	0,86	3,85	2,83	1,76	0,47	0,37	10,14	0,74
Bensin, alle klasser	Spredt bebyggelse	0,31	0,09	0,28	0,00	0,65	0,21	1,54	0,58
Bensin, alle klasser	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	0,31	0,58	1,93	0,25	0,65	0,21	3,94	1,49
Bensin, alle klasser	Tettsted (>100 000 innb.)	0,31	3,58	2,83	1,76	0,65	0,21	9,34	3,53

Tabell V.4: Tunge godsbiler (med nullutslippsfremdrift), kr per km for ulike skadekostnader, i spesialtilfellet hvor analytikeren vet de kjører i rushtiden i enten storby eller mellomstor by. CO₂-kostnader er justert for iblanda biodrivstoff (13,2 % reduksjon sammenlignet med ren fossil diesel, 10,3 % reduksjon sammenlignet med ren fossil bensin). Siste kolonne oppgir samlede skadekostnader i kr per tonnkilometer.

Vektklasse	Områdetype	CO ₂	Lokale utslipp	Støy	Kø	Ulykker	Slitasje	Skadekostnader per km	Skadekostnader per tkm
<=7,5t	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	0,24	0,46	1,93	0,62	0,65	0,01	3,91	3,35
<=7,5t	Tettsted (>100 000 innb.)	0,41	5,53	2,83	4,33	0,65	0,01	13,76	11,80
>7,5-14t	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	0,36	0,51	1,93	0,62	0,65	0,08	4,16	2,46
>7,5-14t	Tettsted (>100 000 innb.)	0,62	5,95	2,83	4,33	0,65	0,08	14,46	8,56
>14-20t	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	0,46	0,60	1,93	0,62	0,65	0,21	4,47	1,69
>14-20t	Tettsted (>100 000 innb.)	0,78	6,61	2,83	4,33	0,65	0,21	15,42	5,82
>20-28t	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	0,61	0,63	1,93	0,62	0,65	0,31	4,76	1,12
>20-28t	Tettsted (>100 000 innb.)	1,04	6,89	2,83	4,33	0,65	0,31	16,06	3,77
>28-40t	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	0,74	0,55	1,93	0,62	0,43	0,13	4,40	0,78
>28-40t	Tettsted (>100 000 innb.)	1,25	6,20	2,83	4,33	0,43	0,13	15,18	2,69
>40-50t	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	0,80	0,57	1,93	0,62	0,47	0,54	4,93	0,39
>40-50t	Tettsted (>100 000 innb.)	1,36	6,30	2,83	4,33	0,47	0,54	15,84	1,25
>50-60t	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	0,97	0,71	1,93	0,62	0,47	0,37	5,08	0,37
>50-60t	Tettsted (>100 000 innb.)	1,66	7,45	2,83	4,33	0,47	0,37	17,12	1,24
Bensin, alle klasser	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	0,35	0,66	1,93	0,62	0,65	0,21	4,43	1,67
Bensin, alle klasser	Tettsted (>100 000 innb.)	0,60	6,92	2,83	4,33	0,65	0,21	15,55	5,87

Tabell V.5: Tunge godsbiler (med nullutslippsfremdrift), kr per km for ulike skadekostnader, i spesialtilfellet hvor analytikeren vet de kjører under fri flyt trafikkforhold i enten storby eller mellomstor by. CO₂-kostnader er justert for iblanda biodrivstoff (13,2 % reduksjon sammenlignet med ren fossil diesel, 10,3 % reduksjon sammenlignet med ren fossil bensin). Siste kolonne oppgir samlede skadekostnader i kr per tonnkilometer.

Vektklasse	Områdetype	CO ₂	Lokale utslipp	Støy	Kø	Ulykker	Slitasje	Skadekostnader per km	Skadekostnader per tkm
<=7,5t	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	0,20	0,38	1,93	0,00	0,65	0,01	3,17	2,71
<=7,5t	Tettsted (>100 000 innb.)	0,20	2,67	2,83	0,00	0,65	0,01	6,36	5,45
>7,5-14t	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	0,30	0,42	1,93	0,00	0,65	0,08	3,39	2,00
>7,5-14t	Tettsted (>100 000 innb.)	0,30	2,88	2,83	0,00	0,65	0,08	6,74	3,99
>14-20t	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	0,38	0,49	1,93	0,00	0,65	0,21	3,66	1,38
>14-20t	Tettsted (>100 000 innb.)	0,38	3,20	2,83	0,00	0,65	0,21	7,27	2,74
>20-28t	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	0,50	0,52	1,93	0,00	0,65	0,31	3,92	0,92
>20-28t	Tettsted (>100 000 innb.)	0,50	3,33	2,83	0,00	0,65	0,31	7,63	1,79
>28-40t	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	0,61	0,45	1,93	0,00	0,43	0,13	3,55	0,63
>28-40t	Tettsted (>100 000 innb.)	0,61	3,00	2,83	0,00	0,43	0,13	7,00	1,24
>40-50t	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	0,66	0,47	1,93	0,00	0,47	0,54	4,07	0,32
>40-50t	Tettsted (>100 000 innb.)	0,66	3,05	2,83	0,00	0,47	0,54	7,55	0,59
>50-60t	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	0,80	0,58	1,93	0,00	0,47	0,37	4,16	0,30
>50-60t	Tettsted (>100 000 innb.)	0,80	3,60	2,83	0,00	0,47	0,37	8,08	0,59
Bensin, alle klasser	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	0,29	0,55	1,93	0,00	0,65	0,21	3,63	1,37
Bensin, alle klasser	Tettsted (>100 000 innb.)	0,29	3,35	2,83	0,00	0,65	0,21	7,33	2,77

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 driver forskningsformidling gjennom TØI-rapporter, artikler i vitenskapelige tidsskrifter, bøker, seminarer, 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 forskningssamarbeid, 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, ITS, offentlige beslutningsprosesser, næringslivets transportbehov 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.

Postadresse:

Transportøkonomisk institutt
Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Norge

Kontoradresse:

Forskningsparken
Gaustadalléen 21

E-post: toi@toi.no

Hjemmeside: www.toi.no

