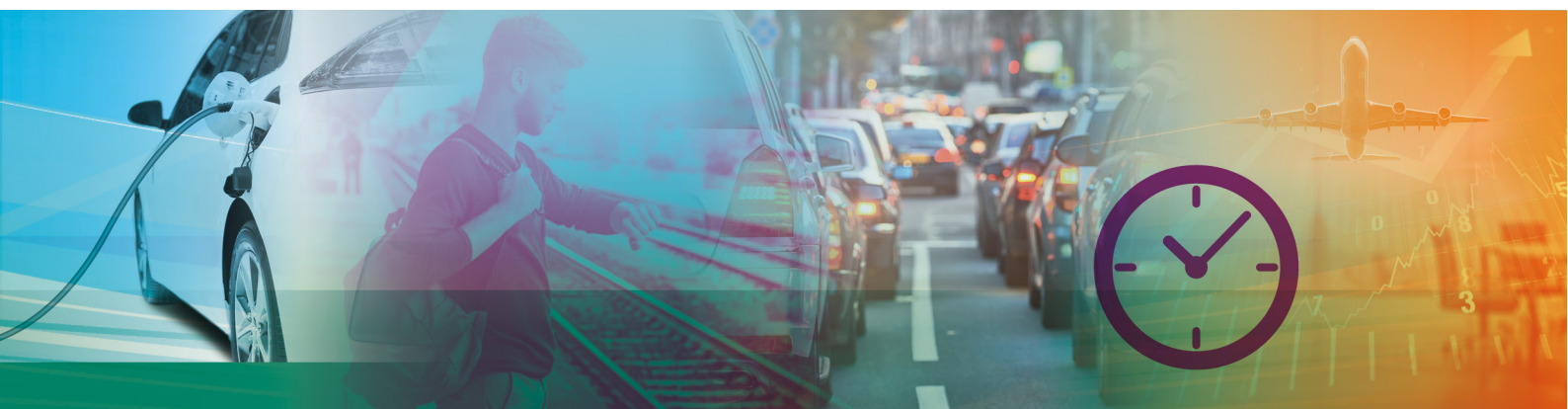




Transportøkonomisk institutt
Stiftelsen Norsk senter for samferdselsforskning



Marginale eksterne kostnader ved transport i Norge

Oppdaterte estimater 2026

Paal Brevik Wangsness, Kenneth Løvold Rødseth, Knut Veisten,
Alena Katharina Høye, Lana Krehic, Gøril Andreassen,
Gunn Marit Aasvang, Pham Minh Nhat, Johnny Johansen

2187/2026



Tittel:	Marginale eksterne kostnader ved transport i Norge : Oppdaterte estimater 2026
Tittel engelsk:	Marginal external costs of transport in Norway – Updated estimates 2026
Forfatter:	Paal Brevik Wangsness, Kenneth Løvold Rødseth, Knut Veisten, Alena Katharina Høyve, Lana Krehic, Gøril Andreassen, Gunn Marit Aasvang, Pham Minh Nhat, Johnny Johansen
Dato:	10.2026
TØI-rapport:	2187/2026
Antall sider:	126
ISSN elektronisk:	2535-5104
ISBN elektronisk:	978-82-480-1875-9
DOI-adresse:	https://doi.org/10.21380/as36-fk20
Finansieringskilder:	Samferdselsdepartementet
TØIs p.nr.:	5760 – Marginale Eksterne Kostnader ved Transport 2026
Prosjektleder:	Paal Brevik Wangsness
Kvalitetsansvarlig:	Askill Harkjerr Halse
Ferdigstilling:	Trude Kvalsvik
Fagfelt:	Samfunnsøkonomiske analyser
Emneord:	Eksterne kostnader, samfunnsøkonomisk analyse, utslipp til luft, ulykker, støy, kjø, slitasekostnader

Dette verket er lisensiert under en Creative Commons Navngivelse 4.0 Internasjonal lisens (CC BY 4.0).
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Kort sammendrag

Transport gir store samfunnsgevinster, men medfører også kostnader som ikke alltid bæres fullt ut av transportbrukerne. Denne rapporten presenterer oppdaterte estimater for marginale eksterne kostnader (skadekostnader) ved veg-, jernbane-, sjø- og lufttransport i Norge i 2026. Beregningene omfatter blant annet lokal luftforurensning, støy, ulykker, kjø og infrastrukturslitasje. Utslipp til vann og jord er omtalt, men ikke verdsatt, grunnet utilstrekkelig kunnskapsgrunnlag. Rapporten bygger videre på TØI-rapport 1704/2019 og innarbeider nyere forskning, oppdaterte data og metodeforbedringer, særlig for vegtransport. Resultatene viser at marginale skadekostnader varierer betydelig med transportmiddel, kjøretøytype, sted, tidspunkt og trafikkforhold. Teknologisk utvikling og elektrifisering reduserer enkelte kostnader, særlig fra eksosutslipp, men eliminerer ikke andre eksterne virkninger. Rapporten gir et oppdatert og mer konsistent kunnskapsgrunnlag for samfunnsøkonomiske analyser og transportpolitiske vurderinger, men resultatene bør suppleres med sensitivitetsanalyser der usikkerheten er viktig. Dette gjelder særlig når estimatene er utslagsgivende.

Summary

Transport generates social benefits, but also costs that are not fully borne by transport users. This report presents updated estimates of marginal external costs for road, rail, maritime and air transport in Norway in 2026. The estimates cover local air pollution, noise, accidents, congestion and infrastructure wear. Emissions to water and soil are discussed but not monetized because the evidence base remains insufficient. Building on TØI-Report 1704/2019, the report incorporates updated data, research and methodological improvements, particularly for road transport. Marginal external costs vary by transport mode, vehicle type, location, time and traffic conditions. Stricter Euro standards and electrification reduce costs, especially from exhaust emissions, but do not eliminate other external effects. The report provides an updated, consistent evidence base for cost-benefit analysis and transport policy, while sensitivity analysis is recommended where these estimates are consequential for analysis results.

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

Nytteverdien av transport er svært høy, og dagens velstandsnivå ville vært utenkelig uten et velfungerende transportsystem. Samtidig påfører transport negative virkninger for andre enn dem som gjennomfører transporten. Kunnskap om og estimerer for slike eksterne kostnader er viktig som grunnlag for samfunnsøkonomiske analyser og virkemidler i transportsektoren. Denne rapporten presenterer oppdaterte beregninger av marginale eksterne kostnader ved veg-, jernbane-, sjø- og lufttransport i Norge. Arbeidet bygger videre på TØI-rapport 1704/2019 og inkluderer nyere forskning, oppdaterte data og metodiske forbedringer. Det er lagt særlig vekt på vegtransport.

Arbeidet er finansiert av Samferdselsdepartementet. Paal Brevik Wangsness har vært prosjektleder, forfattet kapittel 1, 2.1.4, 2.2, 2.3., 4.2.2., 4.2.3, 5.1, 5.2, 6, 7, og 9 og redigert i alle kapitlene. Lana Krehic har forfattet deler av kapittel 1 og 2, redigert i alle kapitlene, samt gjort deler av støyberegningene. Gunn Marit Aasvang og Pham Minh Nhat fra Folkehelseinstituttet (FHI) har forfattet kapittel 2.1 om verdsetting av lokal luftforurensing. Kapittel 3 om ulykker er skrevet av Knut Veistein og Alena Høye. Kenneth Rødseth har forfattet kapittel 4 om støy og redigert i flere kapitler. Johnny Johansen, tidligere fra ViaNova, har skrevet kapittel 5.3 med Vurdering av grunnlag og metode for estimering av marginale skadekostnader ved trafikkindusert nedbrytning av veginfrastruktur som også er utdypet i Vedlegg A. Gøril Andreassen har skrevet kapittel 8 om utslipp til jord og vann. Askill Harkjerr Halse har kvalitetssikret rapporten.

Våre primære kontaktpersoner på oppdragssiden har vært Per-André Torper fra Samferdselsdepartementet. Vi har også hatt et godt samarbeid med Øystein Rembar, Nora Svarstad Ytreberg og Emil Øverby Dørum ved Samferdselsdepartementet og Øystein Bieltvedt Skeie og Regine Marie Log Røren ved Finansdepartementet.

Generativ kunstig intelligens (KI) er benyttet i arbeidet med denne rapporten til språkvask, strukturerings av tekst, støtte i utforming av utkast og for å lete fram aktuell litteratur. KI-verktøyene har ikke vært brukt til selvstendig analyse eller generering av forskningsresultater. Alt faglig innhold er vurdert og kvalitetssikret av forfatterne, som har det fulle ansvaret for rapportens innhold og konklusjoner.

Oslo, oktober 2026

Transportøkonomisk institutt

Bjørne Grimsrud
Administrerende direktør

Kjell W. Johansen
Forskningssjef



Innhold

Sammendrag

Summary

1	Innledning.....	1
1.1	Leseveiledning.....	1
1.2	Bakgrunn og formål.....	1
1.3	Marginale skadekostnader	4
1.4	Lokale og ikke-lineære virkninger	5
2	Utslipp til luft.....	7
2.1	Verdsetting per utslippsenhet: PM _{2.5} , PM ₁₀ og NO ₂	8
2.2	Verdsetting per utslippsenhet: Klimagasser	21
2.3	Utslipp og skadekostnad per kjøretøykilometer – oppdaterte estimater for 2026	22
3	Personskade som følge av ulykker	36
3.1	Rammeverk og metode.....	36
3.2	Offisielle skadedata, 2006-2025, og antatt rapporteringsgrad	42
3.3	Risikoestimer og estimert skadefordeling	48
3.4	Verdsetting i kroner av personskade og personskaderisiko	50
3.5	Oppdaterte estimater for 2026.....	50
3.6	Følsomhetsanalyser	54
3.7	Sammenlikning av MEK estimert med data fra ulike delperioder – 2006–2013, 2014–2019, 2020–2025.....	55
3.8	Oppsummering	56
4	Støykostnader.....	59
4.1	Oppdatering og harmonisering av støykostnader	59
4.2	Marginale støykostnader - oppdaterte estimater for 2026.....	60
5	Skadekostnader knyttet til infrastrukturedbrytning.....	70
5.1	Veitransport: Oppdaterte estimater for 2026	70
5.2	Jernbanetransport: Oppdaterte estimater for 2026	71
5.3	Vurdering av grunnlag og metode for framtidige beregninger av marginale skadekostnader ved nedbrytning av veginfrastruktur.....	74
6	Køkostnader	80
6.1	Beregningsgrunnlag og estimater fra 2019	80
6.2	Oppdaterte estimater for 2026.....	84
7	Akutte utslipp fra skip til vann	85
7.1	Beregningsgrunnlag og estimater fra 2019	85
7.2	Oppdaterte estimater for 2026.....	86
8	Utslipp til jord og vann	87



8.1	Utslipp og miljøpåvirkning	87
8.2	Økonomisk verdsetting	90
8.3	Anbefaling	92
9	Konklusjon og diskusjon	94
9.1	Konklusjon	94
9.2	Diskusjon	95
9.3	Videre forskning	96
Referanser		99
	Vedlegg A: Vurdering av grunnlag og metode for estimering av marginale skadekostnader ved trafikkindusert nedbrytning av veginfrastruktur	107
A.1	Innledning	107
A.2	TØIs utvikling av marginale skadekostnader for vegtransport	107
A.3	Vurdering av beregnede skadekostnader for Norge	110
A.4	Forbedringsområder	114
A.5	Innspill til prosess for estimering av norske skadekostnader	122
A.6	Avslutning	123
	Vedlegg B: Gjennomsnittlig lastvekt	124
	Vedlegg C: Samlede marginale eksterne kostnader for vegtransport med framskrivninger	125



Marginale eksterne kostnader ved transport i Norge

Oppdaterte estimater 2026

TØI rapport 2187/2026 • Forfattere: Paal Brevik Wangsness, Kenneth Løvold Rødseth, Knut Veisten, Alena Katharina Høye, Lana Krehic, Gøril Andreassen, Gunn Marit Aasvang, Pham Minh Nhat, Johnny Johansen • Oslo 2026 • 126 sider

Transport gir store samfunnsgevinster, men medfører også kostnader som ikke alltid bæres fullt ut av transportbrukerne, såkalte eksterne kostnader. Denne rapporten presenterer oppdaterte estimater for marginale skadekostnader ved veg-, jernbane-, sjø- og lufttransport i Norge i 2026. Beregningene omfatter blant annet lokal luftforurensning, støy, ulykker, kø og infrastrukturslitasje. Utslipp til vann og jord er omtalt, men ikke verdsatt, så her trengs mer utredning for å kunne inkludere slike skader i oversikter over eksterne kostnader. Rapporten bygger videre på TØI-rapport 1704/2019, men innarbeider nyere forskning, oppdaterte data og metodeforbedringer, med særlig vekt på vegtransport. Resultatene viser at marginale skadekostnader varierer betydelig med transportmiddel, kjøretøytype, sted, tidspunkt og trafikkforhold. Teknologisk utvikling og elektrifisering reduserer enkelte kostnader, særlig fra eksosutslipp, men eliminerer ikke andre eksterne virkninger. Estimaten er først og fremst utviklet for analyser av små (marginale) endringer i transportaktiviteten, og bør ikke uten videre brukes til å beregne totale samfunnskostnader. Rapporten gir et mer oppdatert og konsistent kunnskapsgrunnlag for samfunnsøkonomiske analyser og transportpolitiske vurderinger. Usikkerheten varierer mellom kostnadskomponentene, og som grunnlag for beslutninger bør resultatene brukes med omtanke og suppleres med sensitivitetsanalyser.

Bakgrunn

Den som gjennomfører transport drar nytte av den, men påfører samtidig kostnader på resten av samfunnet. Dette gjelder kostnader knyttet til blant annet lokal luftforurensning, støy, ulykker, kø, slitasje på infrastrukturen og utslipp til vann og jord. Slike virkninger kalles gjerne *skadekostnader*, og når de ikke tas hensyn til av transportbrukerne, omtales de som *eksterne kostnader*. Kunnskap om størrelsen på disse kostnadene er viktig blant annet i samfunnsøkonomiske analyser og som grunnlag for utforming og vurdering av transportpolitiske virkemidler. For å oppnå samfunnsøkonomisk effektivitet bør transportbrukerne ta hensyn til kostnadene de påfører andre. Dette kalles å *internalisere* de eksterne kostnadene. Det kan for eksempel gjøres ved å ilegge en avgift som tilsvarer den marginale skadekostnaden.

Denne rapporten presenterer oppdaterte estimater for marginale eksterne kostnader ved transport i Norge i 2026. Marginale eksterne kostnader uttrykker hvordan samfunnets kost-



nader endres ved en liten økning i transportaktiviteten, for eksempel ved én ekstra kjøretøy-, tog- eller fartøykilometer. Rapporten omfatter vegtransport, jernbane, sjøtransport og lufttransport, og inkluderer både person- og godstransport. Dette er den første brede gjennomgangen av marginale skadekostnader på tvers av transportformene siden TØI-rapport 1704/2019.

I denne rapporten fokuserer vi på marginale skadekostnader, uavhengig om det finnes avgifter eller reguleringer som bidrar til at transportbrukeren i noen grad internaliserer disse kostnadene. Når vi refererer til marginale eksterne kostnader i denne rapporten, tar vi utgangspunkt i denne «bruttoverdien», uten eventuelle fratrekk for internalisering. Dette vurderes også som mest mulig ryddig til bruk i en samfunnsøkonomisk analyse av f.eks. et samferdselsprosjekt, hvor man da separat kan beregne 1) skadekostnaden som endret transportbruk påfører samfunnet for øvrig, 2) endringen i avgiftsinngang til offentlig sektor, 3) samt endringer i skattevridningskostnader. Det gjør det samfunnsøkonomiske regnskapet mer oversiktlig.

Et oppdatert og mer konsistent kunnskapsgrunnlag

Rapporten viderefører i hovedsak strukturen og beregningsopplegget fra 2019-rapporten, men innarbeider nyere forskning, oppdaterte data og enkelte metodeforbedringer. Resultater fra nyere arbeider om blant annet godstransport på veg og sjø samt jernbanetransport er innarbeidet, og estimatene er harmonisert til 2026-kroner. Formålet har vært å etablere et konsistent og praktisk anvendbart kunnskapsgrunnlag som gjør det mulig å sammenligne skadekostnader på tvers av transportformer og kostnadskomponenter.

Hovedfokuset er på vegtransport. Her er blant annet datagrunnlaget for lokale utslipp oppdatert for å reflektere endringer i kjøretøyparken og kjøretøyteknologien. Det er også gjort nye beregninger av utslipp fra bremses, dekk og vegstøv, og verdsettingen av helseeffekter fra lokal luftforurensning bygger på oppdatert kunnskap fra Folkehelseinstituttet. Beregningene av marginale ulykkeskostnader er basert på nyere ulykkes- og eksponeringsdata, mens kunnskapsgrunnlaget for støy er oppdatert blant annet når det gjelder helseeffektene av støy.

For jernbane bygger rapporten i stor grad på beregningene fra TØI-rapport 2126/2025, hvor datagrunnlaget og metodikken for utslipp, ulykker, støy og infrastrukturslitasje ble oppdatert. For sjøtransport og lufttransport er beregningene i større grad videreføringer av tidligere beregninger, harmonisert til 2026-kroner. Helt nytt for denne rapporten er en litteraturgjennomgang av skadekostnadene knyttet til utslipp til vann og jordsmonn, med særlig oppmerksomhet på mikroplast fra vegtrafikken. Kunnskapsgrunnlaget er imidlertid foreløpig ikke tilstrekkelig til å etablere robuste marginale skadekostnader for disse miljøvirkningene.

Hovedkonklusjoner

Skadekostnadene varierer betydelig med hvor og når transporten foregår

Et viktig resultat på tvers av analysene er at marginale skadekostnader ikke er én fast kostnad per kilometer. De varierer betydelig etter transportmiddel og kjøretøytype, samt etter hvor og når transportaktiviteten finner sted. Dette gjelder særlig lokal luftforurensning, støy og kø.

Transport i tettbygde områder medfører gjennomgående høyere kostnader fra lokal luftforurensning og støy fordi flere personer eksponeres. Køkostnadene er særlig avhengige av trafikkforholdene og kan øke kraftig når trafikken nærmer seg vegens kapasitetsgrense. Støykostnadene varierer både med trafikkmengde, antall eksponerte og tidspunkt på døgnet. For enkelte kostnadskomponenter er sammenhengen mellom trafikkmengde og skadekostnader dessuten ikke-lineær. Rapporten presenterer derfor resultater differensiert etter blant annet område, kjøretøytype og trafikkforhold der datagrunnlaget tillater det.



Endringer i teknologi påvirker også sammensetningen av de eksterne kostnadene. Innfasingen av nyere kjøretøy med lave eksosutslipp og en økende andel nullutslippskjøretøy reduserer kostnadene knyttet til lokale eksosutslipp. Samtidig betyr ikke elektrifisering at alle eksterne kostnader forsvinner. Nullutslippskjøretøy bidrar fortsatt blant annet til støy, ulykker, kø, infrastrukturslitasje og partikkelutslipp fra dekk, bremses og vegbane.

Usikkerhet og bruk av resultatene

Det er betydelig variasjon i kvaliteten på kunnskapsgrunnlaget mellom kostnadskomponentene. For noen områder gir oppdaterte data og metoder grunnlag for nye hovedanslag, mens andre deler av rapporten i større grad er oppdateringer av tidligere beregninger. Enkelte resultater er mer usikre og bør gjerne suppleres med tilleggs- eller sensitivitetsanalyser. Rapporten dokumenterer derfor sentrale forutsetninger og usikkerheter for hver enkelt beregning.

Resultatene er først og fremst beregnet for analyser av små (marginale) endringer i transportaktiviteten. De bør ikke uten videre multipliseres med samlet trafikkarbeid for å beregne de totale samfunnskostnadene ved transport. For flere av kostnadskomponentene avhenger den marginale skadekostnaden av det eksisterende trafikk- eller eksponeringsnivået. Å beregne total samfunnskostnad på en slik framgangsmåte kan derfor gi misvisende resultater.

Resultater

De detaljerte estimatene er presentert i rapportens enkelte fagkapitler og i tilhørende regneark-tabeller. Disse gir et oppdatert grunnlag for bruk i samfunnsøkonomiske analyser, transportmodellberegninger og vurderinger av avgifter og andre virkemidler i transportsektoren.

I dette sammendraget presenter vi estimer for de marginale skadekostnadene for alle sektorene, samt beskriver hvilke endringer som er gjort sammenliknet med TØI-rapport 1704/2019. Der det er store endringer i estimatene sammenliknet med forrige utredning, kommenteres og begrunnes disse. Alle kostnader er gitt for året 2026 og er oppgitt i 2026-kroner.

Vegtransport

For veibasert godstransport er det skadekostnader knyttet til CO₂-utslipp, lokal luftforurensing, støy, kø, ulykkesrisiko og veislitasje som er inkludert, slik som i TØI-rapport 1704/2019 og TØI-rapport 1953/2023. I sistnevnte ble det kun gjennomført nye beregninger for utslipp til luft og for veislitasje. Figur S.1 gir en oversikt over hvilke skadekomponenter som er beregnet for veitransport, samt hvilke endringer som er gjort sammenliknet med TØI-rapport 1704/2019.



Veitransport

 Lokal luftforurensning Nyere bilpark, utslippsdata og helseutfall. Beregnet på nytt	 Ulykker Nyere ulykkesdata og nye beregninger. Beregnet på nytt	 Støy Samme eksponeringsdata, nye helseutfall og -verdivurdering. Beregnet på nytt
 Infrastrukturslitasje Tidligere tall prisjustert. Behov for nye, norske beregninger. Videreført	 Kø Tidligere beregninger er oppdatert til dagens prisnivå. Videreført	 Utslipp til jord og vann Nytt tema, særlig mikroplast. Ikke tallfestet. Litteraturgjennomgang

Figur S.1: Oversikt over hvordan denne rapporten oppdaterer kunnskapsgrunnlaget for hver skadekostnadskategori for vegtransport

I denne rapporten er både beregningsmetoder og datagrunnlag oppdatert, men omfanget av oppdateringen varierer mellom kostnadskomponentene. **Lokal luftforurensning** er beregnet på nytt med utgangspunkt i nyere data om bilparken, som påvirker utslipp fra eksos, bremses, dekk og veistøv. I tillegg bygger verdsettingen av helseutfall på oppdatert kunnskap fra FHI. Den nye verdsettingen gir generelt lavere kostnad per kilo utslipp enn en ren realprisjustering av 2019-verdiene. Nyere Euroklasser i bilparken gir dessuten lavere eksosutslipp. De beregnede utslippsmengdene fra bremses, dekk og vegstøv er høyere enn tidligere, men den lavere verdsettingen gjør at de beregnede skadekostnadene likevel blir lavere.

Ulykkesberegningene er basert på et nytt, utvidet datasett for personskader i vegtransport-ulykker, der noen kjøretøyklassifiseringer er endret og der også elsparkesykler og ATV er inkludert. Estimatenes for 2026 er korrigert mht. en nedadgående trend for ulykkesrisikoen, den samme trendfaktoren som ble brukt i 2019-rapporten. De nye beregningene påvirkes likevel av det utvidede personskade-datagrunnlaget, og også av nye anslag for underrapportering av harde og lettere personskader. Den nye korrigeringen for underrapporteringen forklarer det meste av endringen i estimerte marginale eksterne kostnader (MEK) pga. personskader i ulykker, bl.a. for personbiler, sammenliknet med estimatene fra 2019-rapporten.

I denne rapporten inkluderes to nye helseutfall i **støyberegningene**, nemlig slag og diabetes, som kommer i tillegg til søvnforstyrrelse, sterk støyplage og iskemisk hjertesykdom. Samtidig er svak støyplage tatt ut for å harmonisere beregningene med FHIs metode, men dette har gitt lite utslag på estimatene. De nye estimatene er i gjennomsnitt omtrent 30 prosent høyere enn realprisjusterte estimater fra 2019. Hovedforklaringen er at slag og diabetes nå inngår.

Vegtransportens påvirkning på **infrastrukturslitasje** er hovedsakelig videreført fra 2019-rapporten. Samtidig er det gjennomført en grundig vurdering av metoden fra 2019, og det er skissert hvordan nye estimater som er mer representative for norske forhold kan utvikles i fremtiden. Hovedestimatene er derfor bare prisjustert. Beregningene for **køkostnader** er også hovedsakelig prisjusterte.

Det er lagt til et nytt tema i denne rapporten, nemlig **utslipp til jord og vann**, spesielt mikroplast. Dette er dekket gjennom en litteraturgjennomgang som konkluderer med at selv om dette utgjør vesentlige miljøbelastninger, er kunnskapsgrunnlaget foreløpig ikke tilstrekkelig til å beregne marginale skadekostnader.

Tabellene under presenterer estimater av marginale skadekostnader for personbiler, tunge godsbiler, varebiler, motorsykler og busser. Køkostnader og tilhørende utslippskostnader



knyttet til kjøring varierer mye ut fra tid på døgnet. Vi skiller derfor mellom marginale skadekostnader som representerer «gjennomsnittssituasjonen» hvor vi ser på døgnet under ett, og situasjonen hvor analytikeren vet eller vil analysere konsekvensene av at trafikkendringen i store og mellomstore tettsteder skjer i rushtiden. Det kan være mindre avvik mellom oppsummert marginal skadekostnad og summen av de ulike kostnadskomponentene på grunn av avrundinger til nærmeste øre i hver komponent. Vi vil også understreke at selv om estimatene kan fremstå som presise når de oppgis i øre, så er de beheftet med mye usikkerhet.

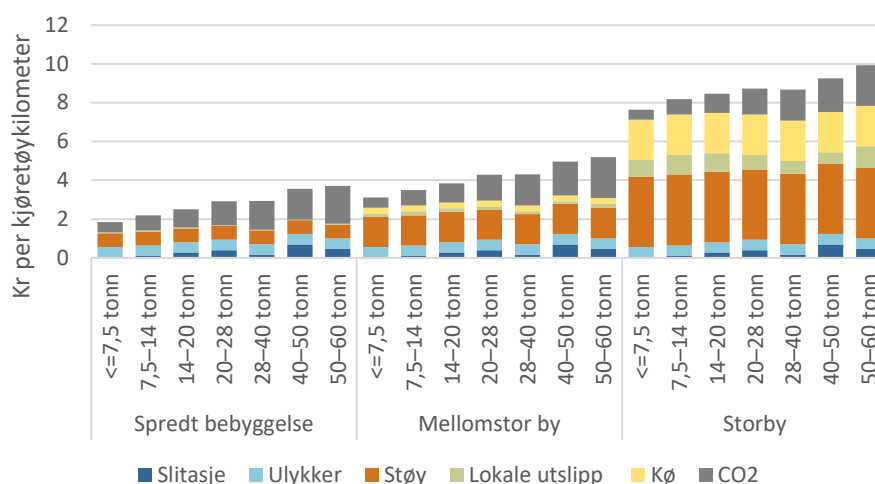
Tabell S.1 til Tabell S.4 viser beregnede skadekostnader per km for døgnet sett under ett. Tabell S.5 til Tabell S.7 viser beregnede skadekostnader per km hvor analytikeren legger til grunn at kjøringen i byer foregår i rushtiden. Skadekostnader per tonnkilometer oppgis i siste kolonne i tabellene for tunge godsbiler. Dette er simpelthen skadekostnader per kjøretøykilometer delt på gjennomsnittlig antall tonn med gods som fraktes (lastevikt), og er et mål på skadekostnader per kilometer per tonn fraktet. Her ser vi tilfeller av at lastebiler med høyere tillatt totalvekt kan oppnå lavere skadekostnader per tonnkilometer i kraft av at de i snitt frakter mer last å fordele skadekostnadene på. Tabeller med beregnet gjennomsnittlig lastvekt er gitt i Vedlegg B.

Tabell S.1: Marginale skadekostnader (kr₂₀₂₆ per kjøretøykilometer) for tunge godsbiler (med diesel-motor), døgnet sett under ett. Siste kolonne oppgir samlede skadekostnader i kr per tonnkilometer. Områdekategoriene «Mellomstor by» og «Storby» viser til tettsteder med henholdsvis 15 000–100 000 og over 100 000 innbyggere.

Vektklasse	Områdetype	CO ₂	Lokale utslipp	Støy	Kø	Ulykker	Slitasje	SUM	SUM (eks. CO ₂)	SUM per tkm (eks. CO ₂)
<=7,5t	Spredt bebyggelse	0,54	0,05	0,72	0,00	0,51	0,01	1,83	1,29	1,10
<=7,5t	Mellomstor by	0,52	0,18	1,60	0,30	0,51	0,01	3,12	2,60	2,23
<=7,5t	Storby	0,52	0,86	3,68	2,08	0,51	0,01	7,66	7,14	6,12
7,5–14t	Spredt bebyggelse	0,78	0,06	0,72	0,00	0,51	0,10	2,16	1,39	0,82
7,5–14t	Mellomstor by	0,79	0,21	1,60	0,30	0,51	0,10	3,52	2,72	1,61
7,5–14t	Storby	0,79	1,04	3,68	2,08	0,51	0,10	8,21	7,42	4,39
14–20t	Spredt bebyggelse	0,94	0,05	0,72	0,00	0,51	0,27	2,48	1,54	0,58
14–20t	Mellomstor by	0,99	0,19	1,60	0,30	0,51	0,27	3,86	2,87	1,08
14–20t	Storby	0,99	0,95	3,68	2,08	0,51	0,27	8,48	7,49	2,83
20–28t	Spredt bebyggelse	1,24	0,04	0,72	0,00	0,51	0,39	2,90	1,66	0,39
20–28t	Mellomstor by	1,34	0,16	1,60	0,30	0,51	0,39	4,30	2,96	0,69
20–28t	Storby	1,34	0,75	3,68	2,08	0,51	0,39	8,75	7,41	1,74
28–40t	Spredt bebyggelse	1,49	0,04	0,72	0,00	0,51	0,16	2,91	1,43	0,25
28–40t	Mellomstor by	1,60	0,14	1,60	0,30	0,51	0,16	4,32	2,71	0,48
28–40t	Storby	1,60	0,67	3,68	2,08	0,51	0,16	8,70	7,10	1,26
40–50t	Spredt bebyggelse	1,60	0,03	0,72	0,00	0,51	0,69	3,55	1,95	0,15
40–50t	Mellomstor by	1,74	0,13	1,60	0,30	0,51	0,69	4,97	3,23	0,25
40–50t	Storby	1,74	0,58	3,68	2,08	0,51	0,69	9,28	7,54	0,59
50–60t	Spredt bebyggelse	1,94	0,05	0,72	0,00	0,51	0,47	3,69	1,75	0,13
50–60t	Mellomstor by	2,11	0,22	1,60	0,30	0,51	0,47	5,21	3,10	0,23
50–60t	Storby	2,11	1,11	3,68	2,08	0,51	0,47	9,95	7,85	0,57



Leseren kan legge merke til at marginale skadekostnader knyttet til lokal luftforurensing ikke øker entydig med vektklasse på lastebilen. Dette er fordi flere av de tynge vektclassene har høyere andel Euro VI-kjøretøy og lavere andel av de eldre Euroklassene. De marginale skadekostnadene knyttet til infrastrukturslitasje stiger heller ikke entydig med vektklasse, dette skyldes at høyere vektclasser som regel har flere akslinger å fordele lastvekten på, som reduserer infrastrukturbelastningen. Videre påpeker vi at oppgitte marginale skadekostnader knyttet til støy, kø og ulykker er identiske på tvers av vektclasser. Det skyldes først og fremst at det ikke er tilgjengelig datagrunnlag for å kunne differensiere.



Figur S.2: Marginale skadekostnader (kr₂₀₂₆ per kjøretøykilometer) for utvalgte vektclasser av tunge godsbiler i ulike områdetyper, døgnet sett under ett.

Figur S.2 viser at de marginale skadekostnadene for tunge godsbiler varierer betydelig både med kjøretøyets vekt og hvor transporten foregår. Kostnadene er gjennomgående høyest i storby, lavere i mellomstore byer og lavest i spredt bebyggelse.

Forskjellene mellom områdetypene skyldes særlig høyere kostnader knyttet til støy, kø og lokale utslipp i tettbygde områder. Samtidig øker CO₂-kostnadene i hovedsak med kjøretøyets størrelse, mens ulykkes- og slitasjekostnadene varierer mindre. Figuren illustrerer dermed at hvor transporten foregår har stor betydning for de samlede skadekostnadene, samtidig som tynge kjøretøy generelt medfører høyere kostnader enn lettere godsbiler.

Vi ser et lignende mønster når vi bruker samme tabell for nullutslippslastebiler i Tabell S.2. Forskjellen mellom denne og tabellen over er at lastebilene ikke har noen skadekostnader knyttet til CO₂-utslipp eller lokal luftforurensing fra eksos, men bare fra dekk, brems og veistøv. Og selv om nullutslippslastebilene generelt har stillere motorer, har de fått samme estimat for marginale støykostnader som konvensjonelle lastebiler, dels fordi vi ikke kan skille mellom dem i datagrunnlaget vårt, og dels fordi dekkstøy som regel overstiger motorstøy fra hastigheter på omtrent 50 km/t.



Tabell S.2: Marginale skadekostnader (kr₂₀₂₆ per kjøretøykilometer) for tunge godsbiler med nullutslipps-teknologi, døgnet sett under ett. Siste kolonne oppgir samlede skadekostnader i kr per tonnkilometer. Områdekategoriene «Mellomstor by» og «Storby» viser til tettsteder med henholdsvis 15 000–100 000 og over 100 000 innbyggere.

Vektklasse	Områdetype	CO ₂	Lokale utslipp	Støy	Kø	Ulykker	Slitasje	SUM	SUM (eks. CO ₂)	SUM per tkm (eks. CO ₂)
<=7,5t	Spredt bebyggelse	0,00	0,02	0,72	0,00	0,51	0,01	1,26	1,26	1,08
<=7,5t	Mellomstor by	0,00	0,06	1,60	0,30	0,51	0,01	2,48	2,48	2,13
<=7,5t	Storby	0,00	0,21	3,68	2,08	0,51	0,01	6,49	6,49	5,56
7,5–14t	Spredt bebyggelse	0,00	0,02	0,72	0,00	0,51	0,10	1,35	1,35	0,80
7,5–14t	Mellomstor by	0,00	0,06	1,60	0,30	0,51	0,10	2,58	2,58	1,52
7,5–14t	Storby	0,00	0,21	3,68	2,08	0,51	0,10	6,58	6,58	3,89
14–20t	Spredt bebyggelse	0,00	0,02	0,72	0,00	0,51	0,27	1,52	1,52	0,57
14–20t	Mellomstor by	0,00	0,06	1,60	0,30	0,51	0,27	2,74	2,74	1,03
14–20t	Storby	0,00	0,21	3,68	2,08	0,51	0,27	6,75	6,75	2,55
20–28t	Spredt bebyggelse	0,00	0,02	0,72	0,00	0,51	0,39	1,64	1,64	0,38
20–28t	Mellomstor by	0,00	0,06	1,60	0,30	0,51	0,39	2,87	2,87	0,67
20–28t	Storby	0,00	0,21	3,68	2,08	0,51	0,39	6,87	6,87	1,61
28–40t	Spredt bebyggelse	0,00	0,02	0,72	0,00	0,51	0,16	1,41	1,41	0,25
28–40t	Mellomstor by	0,00	0,06	1,60	0,30	0,51	0,16	2,63	2,63	0,47
28–40t	Storby	0,00	0,21	3,68	2,08	0,51	0,16	6,64	6,64	1,18
40–50t	Spredt bebyggelse	0,00	0,02	0,72	0,00	0,51	0,69	1,94	1,94	0,15
40–50t	Mellomstor by	0,00	0,06	1,60	0,30	0,51	0,69	3,17	3,17	0,25
40–50t	Storby	0,00	0,21	3,68	2,08	0,51	0,69	7,17	7,17	0,56
50–60t	Spredt bebyggelse	0,00	0,02	0,72	0,00	0,51	0,47	1,72	1,72	0,12
50–60t	Mellomstor by	0,00	0,06	1,60	0,30	0,51	0,47	2,94	2,94	0,21
50–60t	Storby	0,00	0,21	3,68	2,08	0,51	0,47	6,95	6,95	0,50

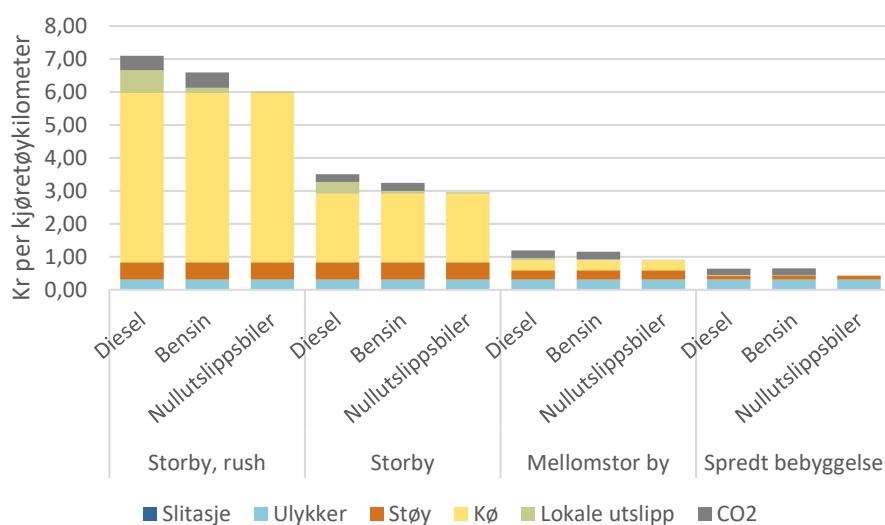
I Tabell S.3 ser vi oppsummeringen av estimatene av marginale skadekostnader for personbiler, døgnet sett under ett. I Figur 0.3 ser vi dette visualisert, sammen med en visualisering av marginale skadekostnader per km for personbiler kjørt i rushtiden.

Tabell S.3: Marginale skadekostnader (kr₂₀₂₆ per kjøretøykilometer) for personbiler, døgnet sett under ett. Områdekategoriene «Mellomstor by» og «Storby» viser til tettsteder med henholdsvis 15 000–100 000 og over 100 000 innbyggere.

Drivstoff	Områdetype	CO ₂	Lokale utslipp	Støy	Kø	Ulykker	Slitasje	SUM	SUM (eks. CO ₂)
Diesel	Spredt bebyggelse	0,20	0,02	0,12	0,00	0,30	0,01	0,64	0,45
Diesel	Mellomstor by	0,23	0,07	0,29	0,30	0,30	0,01	1,19	0,96
Diesel	Storby	0,23	0,36	0,53	2,08	0,30	0,01	3,50	3,27
Plug-in hybrid	Spredt bebyggelse	0,14	0,00	0,12	0,00	0,30	0,01	0,57	0,43
Plug-in hybrid	Mellomstor by	0,16	0,01	0,29	0,30	0,30	0,01	1,07	0,91
Plug-in hybrid	Storby	0,16	0,05	0,53	2,08	0,30	0,01	3,13	2,97
Bensin	Spredt bebyggelse	0,22	0,01	0,12	0,00	0,30	0,01	0,65	0,43
Bensin	Mellomstor by	0,24	0,02	0,29	0,30	0,30	0,01	1,16	0,92
Bensin	Storby	0,24	0,08	0,53	2,08	0,30	0,01	3,24	3,00
Nullutslippsbiler	Spredt bebyggelse	0,00	0,00	0,12	0,00	0,30	0,01	0,43	0,43
Nullutslippsbiler	Mellomstor by	0,00	0,01	0,29	0,30	0,30	0,01	0,91	0,91
Nullutslippsbiler	Storby	0,00	0,04	0,53	2,08	0,30	0,01	2,96	2,96



Marginale skadekostnader for personbiler



Figur S.3. Marginale skadekostnader (kr₂₀₂₆ per kjøretøykilometer for personbiler, både døgnet sett under ett og i rushtid i storbyer.

Figur S.3 viser at de marginale skadekostnadene for personbil øker tydelig med graden av urbanisering. Kostnadene er lavest i spredt bebyggelse, høyere i mellomstore byer og klart høyest i storby. Økningen skyldes særlig høyere kostnader knyttet til kø, støy og lokale utslipp når flere mennesker og trafikanter berøres.

Forskjellene mellom drivlinjene er langt mindre enn forskjellene mellom områdetypene. Nullutslippsbiler har gjennomgående lavere skadekostnader enn bensin- og dieslbiler, først og fremst fordi de ikke har CO₂-utslipp og har lavere lokale utslipp. Samtidig viser figuren at også nullutslippsbiler medfører betydelige eksterne kostnader gjennom støy, kø, ulykker og infrastrukturel slitasje.

I Tabell S.4 ser vi oppsummeringen av estimatene av marginale skadekostnader for varebiler, motorsykler og busser, døgnet sett under ett.



Tabell S.4: Marginale skadekostnader (kr₂₀₂₆ per kjøretøykilometer) for varebiler, motorsykler og busser, døgnet sett under ett. Områdekategoriene «Mellomstor by» og «Storby» viser til tettsteder med henholdsvis 15 000–100 000 og over 100 000 innbyggere.

Kjøretøy	Drivstoff	Områdetype	CO ₂	Lokale utslipp	Støy	Kø	Ulykker	Slitasje	SUM	SUM (eks CO ₂)
Varebiler	Diesel	Spredt bebyggelse	0,29	0,02	0,12	0,00	0,17	0,01	0,61	0,31
Varebiler	Diesel	Mellomstor by	0,31	0,05	0,29	0,30	0,17	0,01	1,12	0,81
Varebiler	Diesel	Storby	0,31	0,24	0,53	2,08	0,17	0,01	3,33	3,02
Varebiler	Bensin	Spredt bebyggelse	0,25	0,01	0,12	0,00	0,17	0,01	0,56	0,31
Varebiler	Bensin	Mellomstor by	0,29	0,03	0,29	0,30	0,17	0,01	1,09	0,80
Varebiler	Bensin	Storby	0,29	0,16	0,53	2,08	0,17	0,01	3,24	2,95
Varebiler	Elektrisk	Spredt bebyggelse	0,00	0,00	0,12	0,00	0,17	0,01	0,30	0,30
Varebiler	Elektrisk	Mellomstor by	0,00	0,01	0,29	0,30	0,17	0,01	0,78	0,78
Varebiler	Elektrisk	Storby	0,00	0,04	0,53	2,08	0,17	0,01	2,83	2,83
MC	Bensin	Spredt bebyggelse	0,16	0,00	0,12	0,00	0,78	0,00	1,07	0,90
MC	Bensin	Mellomstor by	0,18	0,01	0,29	0,30	0,78	0,00	1,56	1,38
MC	Bensin	Storby	0,18	0,06	0,53	2,08	0,78	0,00	3,63	3,45
Turbuss	Diesel	Spredt bebyggelse	1,31	0,04	0,72	0,00	0,57	0,10	2,74	1,43
Turbuss	Diesel	Mellomstor by	1,53	0,15	1,60	0,30	0,57	0,10	4,26	2,72
Turbuss	Diesel	Storby	1,53	0,72	3,68	2,08	0,57	0,10	8,68	7,15
Turbuss	Elektrisk	Spredt bebyggelse	0,00	0,02	0,72	0,00	0,57	0,10	1,41	1,41
Turbuss	Elektrisk	Mellomstor by	0,00	0,06	1,60	0,30	0,57	0,10	2,64	2,64
Turbuss	Elektrisk	Storby	0,00	0,21	3,68	2,08	0,57	0,10	6,64	6,64
Bybuss	CNG	Mellomstor by	1,71	0,32	1,60	0,30	0,57	0,10	4,60	2,90
Bybuss	CNG	Storby	1,71	1,73	3,68	2,08	0,57	0,10	9,87	8,16
Bybuss	Diesel	Mellomstor by	1,40	0,13	1,60	0,30	0,57	0,10	4,10	2,70
Bybuss	Diesel	Storby	1,40	0,58	3,68	2,08	0,57	0,10	8,41	7,01
Bybuss	Elektrisk	Mellomstor by	0,00	0,06	1,60	0,30	0,57	0,10	2,64	2,64
Bybuss	Elektrisk	Storby	0,00	0,21	3,68	2,08	0,57	0,10	6,64	6,64

I de følgende tre tabellene presenteres estimatene for marginale skadekostnader for kjøring i rushtiden, hvor det i gjennomsnitt er mer køkjøring (men ikke konstant køkjøring) i store og mellomstore byer. For kjøring i spredtbygde strøk er estimatene like som i de foregående tabellene. Dette medfører også høyere drivstofforbruk og utslipp til luft per kilometer sammenlignet med døgnet sett under ett. Imidlertid kan det hende at den marginale støykostnaden er lavere for den enkelte kjøretøykilometeren enn gjennomsnittet for dagen, da hastighetene er lavere og den samlede bakgrunnsstøyen er sterkere. På dette har vi imidlertid ikke noe datagrunnlag for kunne gjøre noen korrigeringer i den døgngjennomsnittlige støykostnaden per kilometer. I tillegg er det nettopp støy over døgnet som er det som er verdsatt, ikke støy i en gitt time.



Tabell S.5: Marginale skadekostnader (kr₂₀₂₆ per kjøretøykilometer) for tunge godsbiler (med diesel-motor), hvor analytikeren legger til grunn at kjøringen foregår rushtiden. Siste kolonne oppgir samlede skadekostnader i kr per tonnkilometer.

Vektklasse	Områdetype	CO ₂	Lokale utslipp	Støy	Kø	Ulykker	Slitasje	SUM	SUM (eks. CO ₂)	SUM per tkm (eks. CO ₂)
<=7,5t	Spredt bebyggelse	0,54	0,05	0,72	0,00	0,51	0,01	1,83	1,29	1,10
<=7,5t	Mellomstor by	0,59	0,20	1,60	0,74	0,51	0,01	3,66	3,07	2,63
<=7,5t	Storby	1,00	1,67	3,68	5,13	0,51	0,01	12,00	11,00	9,43
7,5–14t	Spredt bebyggelse	0,78	0,06	0,72	0,00	0,51	0,10	2,16	1,39	0,82
7,5–14t	Mellomstor by	0,90	0,24	1,60	0,74	0,51	0,10	4,10	3,20	1,89
7,5–14t	Storby	1,53	2,02	3,68	5,13	0,51	0,10	12,98	11,44	6,77
14–20t	Spredt bebyggelse	0,94	0,05	0,72	0,00	0,51	0,27	2,48	1,54	0,58
14–20t	Mellomstor by	1,12	0,22	1,60	0,74	0,51	0,27	4,46	3,34	1,26
14–20t	Storby	1,91	1,84	3,68	5,13	0,51	0,27	13,34	11,43	4,31
20–28t	Spredt bebyggelse	1,24	0,04	0,72	0,00	0,51	0,39	2,90	1,66	0,39
20–28t	Mellomstor by	1,52	0,18	1,60	0,74	0,51	0,39	4,95	3,42	0,80
20–28t	Storby	2,59	1,45	3,68	5,13	0,51	0,39	13,76	11,16	2,62
28–40t	Spredt bebyggelse	1,49	0,04	0,72	0,00	0,51	0,16	2,91	1,43	0,25
28–40t	Mellomstor by	1,82	0,16	1,60	0,74	0,51	0,16	5,00	3,18	0,56
28–40t	Storby	3,10	1,29	3,68	5,13	0,51	0,16	13,87	10,77	1,91
40–50t	Spredt bebyggelse	1,60	0,03	0,72	0,00	0,51	0,69	3,55	1,95	0,15
40–50t	Mellomstor by	1,97	0,14	1,60	0,74	0,51	0,69	5,66	3,69	0,29
40–50t	Storby	3,36	1,12	3,68	5,13	0,51	0,69	14,49	11,13	0,88
50–60t	Spredt bebyggelse	1,94	0,05	0,72	0,00	0,51	0,47	3,69	1,75	0,13
50–60t	Mellomstor by	2,39	0,25	1,60	0,74	0,51	0,47	5,97	3,57	0,26
50–60t	Storby	4,08	2,14	3,68	5,13	0,51	0,47	16,01	11,93	0,87

Tabell S.6: Marginale skadekostnader (kr₂₀₂₆ per kjøretøykilometer) for personbiler, hvor analytikeren legger til grunn at kjøringen foregår i rushtiden. Områdekategoriene «Mellomstor by» og «Storby» viser til tettsteder med henholdsvis 15 000–100 000 og over 100 000 innbyggere.

Drivstoff	Områdetype	CO ₂	Lokale utslipp	Støy	Kø	Ulykker	Slitasje	SUM	SUM (eks. CO ₂)
Diesel	Spredt bebyggelse	0,20	0,02	0,12	0,00	0,30	0,01	0,64	0,45
Diesel	Mellomstor by	0,26	0,08	0,29	0,74	0,30	0,01	1,68	1,42
Diesel	Storby	0,44	0,69	0,53	5,13	0,30	0,01	7,10	6,66
Plug-in hybrid	Spredt bebyggelse	0,14	0,00	0,12	0,00	0,30	0,01	0,57	0,43
Plug-in hybrid	Mellomstor by	0,18	0,02	0,29	0,74	0,30	0,01	1,54	1,36
Plug-in hybrid	Storby	0,31	0,10	0,53	5,13	0,30	0,01	6,38	6,07
Bensin	Spredt bebyggelse	0,22	0,01	0,12	0,00	0,30	0,01	0,65	0,43
Bensin	Mellomstor by	0,28	0,02	0,29	0,74	0,30	0,01	1,64	1,36
Bensin	Storby	0,47	0,16	0,53	5,13	0,30	0,01	6,60	6,13
Nullutslippsbiler	Spredt bebyggelse	0,00	0,00	0,12	0,00	0,30	0,01	0,43	0,43
Nullutslippsbiler	Mellomstor by	0,00	0,01	0,29	0,74	0,30	0,01	1,35	1,35
Nullutslippsbiler	Storby	0,00	0,04	0,53	5,13	0,30	0,01	6,01	6,01



Tabell S.7: Marginale skadekostnader (kr₂₀₂₆ per kjøretøykilometer) for varebiler, motorsykler og busser, hvor analytikeren legger til grunn at kjøringen foregår i rushtiden. Områdekategoriene «Mellomstor by» og «Storby» viser til tettsteder med henholdsvis 15 000–100 000 og over 100 000 innbyggere.

Kjøretøy	Drivstoff	Områdetype	CO ₂	Lokale utslipp	Støy	Kø	Ulykker	Slitasje	SUM	SUM (eks. CO ₂)
Varebiler	Diesel	Spredt bebyggelse	0,29	0,02	0,12	0,00	0,17	0,00	0,60	0,31
Varebiler	Diesel	Mellomstor by	0,35	0,05	0,29	0,74	0,17	0,00	1,60	1,26
Varebiler	Diesel	Storby	0,59	0,46	0,53	5,13	0,17	0,00	6,88	6,29
Varebiler	Bensin	Spredt bebyggelse	0,25	0,01	0,12	0,00	0,17	0,00	0,55	0,30
Varebiler	Bensin	Mellomstor by	0,33	0,04	0,29	0,74	0,17	0,00	1,57	1,24
Varebiler	Bensin	Storby	0,56	0,31	0,53	5,13	0,17	0,00	6,70	6,15
Varebiler	Elektrisk	Spredt bebyggelse	0,00	0,00	0,12	0,00	0,17	0,01	0,30	0,30
Varebiler	Elektrisk	Mellomstor by	0,00	0,01	0,29	0,74	0,17	0,01	0,78	1,22
Varebiler	Elektrisk	Storby	0,00	0,04	0,53	5,13	0,17	0,01	2,83	5,88
MC	Bensin	Spredt bebyggelse	0,16	0,00	0,12	0,00	0,78	0,00	1,07	0,90
MC	Bensin	Mellomstor by	0,20	0,01	0,29	0,74	0,78	0,00	2,03	1,83
MC	Bensin	Storby	0,35	0,11	0,53	5,13	0,78	0,00	6,90	6,55
Turbuss	Diesel	Spredt bebyggelse	1,31	0,04	0,72	0,00	0,57	0,00	2,63	1,33
Turbuss	Diesel	Mellomstor by	1,74	0,17	1,60	0,74	0,57	0,00	4,83	3,09
Turbuss	Diesel	Storby	2,97	1,39	3,68	5,13	0,57	0,00	13,74	10,77
Turbuss	Elektrisk	Spredt bebyggelse	0,00	0,02	0,72	0,00	0,57	0,10	1,41	1,41
Turbuss	Elektrisk	Mellomstor by	0,00	0,06	1,60	0,74	0,57	0,10	2,64	3,08
Turbuss	Elektrisk	Storby	0,00	0,21	3,68	5,13	0,57	0,10	6,64	9,69
Bybuss	CNG	Mellomstor by	1,94	0,37	1,60	0,74	0,57	0,00	5,22	3,28
Bybuss	CNG	Storby	3,30	3,35	3,68	5,13	0,57	0,00	16,03	12,73
Bybuss	Diesel	Mellomstor by	1,59	0,14	1,60	0,74	0,57	0,00	4,65	3,06
Bybuss	Diesel	Storby	2,71	1,11	3,68	5,13	0,57	0,00	13,21	10,50
Bybuss	Elektrisk	Mellomstor by	0,00	0,06	1,60	0,74	0,57	0,10	2,64	3,08
Bybuss	Elektrisk	Storby	0,00	0,21	3,68	5,13	0,57	0,10	6,64	9,69

Jernbane

For jernbanetransport har denne rapporten inkludert skadekostnader knyttet til CO₂-utslipp, lokal luftforurensing, støy, ulykkesrisiko, slitasje knyttet til vedlikehold og slitasje knyttet til fornying, slik som i TØI-rapport 1704/2019 og TØI-rapport 2126/2025. I sistnevnte var det oppdateringer av datagrunnlaget, og noe oppdatering av metodikk. Figur S.4 gir en oversikt over hvilke skadekomponenter som er beregnet for jernbane, samt hvilke endringer som er gjort sammenliknet med TØI-rapport 1704/2019.

Jernbane		
 Lokal luftforurensning Ny helseverdssetting og bygger på jernbanestudien fra 2025. Oppdatert	 Ulykker Bygger på den nye jernbanestudien fra 2025. Oppdatert	 Støy Bygger på den nye jernbanestudien fra 2025. Oppdatert
 Infrastrukturslitasje Bygger på den nye jernbanestudien fra 2025. Oppdatert		

Figur S.4: Oversikt over hvordan denne rapporten oppdaterer kunnskapsgrunnlaget for hver skadekostnadskategori for jernbane.



Beregningene bygger i hovedsak på den nye jernbanestudien dokumentert i TØI-rapport 2126/2025. For **lokal luftforurensning** er det brukt nyere data for dieselbruk, NO_x-utslipp og togtyper. I tillegg er verdsettingen per utslippsenhet oppdatert med FHIs nye beregninger. Generelt ser man at de lokale utslippskostnadene for dieseltog er små i spredtbebygde områder, men i tett befolkede områder er de høyere enn CO₂-kostnaden.

For personskade i **ulykker** bygges det på et nyere datagrunnlag enn i 2019-rapporten, og motpartulykker med vegkjøretøy har utvidet datagrunnlag sammenliknet med 2025-rapporten. Vi har dessuten spesifisert «annet tog» som egen klasse, i tillegg til persontog og godstog, som også påvirker estimatene sammenlignet med estimatene fra 2019- og 2025-rapportene. For **støy** skiller beregningene mellom togtype, dag, kveld og natt, i tillegg til å være beregnet på tre områdetyper. Det har stor betydning for estimatene, som er gjennomgående lavere enn i 2019. Samtidig viser beregningene stor variasjon, blant annet svært høye kostnader for godstog om natten i tettbebygde områder.

På temaet **infrastrukturslitasje** skiller denne rapporten tydeligere mellom kostnader ved vedlikehold og kostnader ved fornying. Vedlikeholdskostnaden er estimert direkte på norske data, mens fornyingskostnadene fortsatt bygger på svenske elastisiteter. Beregningene viser at det er stor variasjon mellom regioner og strekninger.

På grunn av at størrelsen på skadekostnadene knyttet til støy avhenger av om støyforurensningen finner sted på dagtid (kl. 0700–1900), kveldstid (kl. 1900–2300) eller nattestid (kl. 2300–0800), lager vi separate tabeller som skiller mellom tid på døgnet.

I sammenligningstabellene tar vi utgangspunkt i et «gjennomsnittlig» persontog og et «gjennomsnittlig» godstog (kombitog),¹ og skiller mellom elektrisk og dieselbasert fremdrift. Det vil naturligvis være variasjoner innad i disse gruppene, som kan hensyntas dersom analytikeren har denne informasjonen tilgjengelig. For eksempel vil lettere og kortere tog generelt bidra til mindre slitasje enn lengre og tyngre tog, og dersom toget er dieseldrevet vil lettere og kortere tog også ha lavere dieselforbruk og utslipp. Videre benytter vi oss av gjennomsnittsestimater for marginale skadekostnader fra slitasje knyttet til både vedlikeholdskostnader og fornyingskostnader. Som vist i TØI-rapport 2126/2025 er det vesentlige variasjoner mellom ulike regioner og strekninger. Dersom det er aktuelt for analysen, kan analytikeren benytte seg av regionsspesifikke estimater. Dette er også inkludert i regnearkene oversendt til Oppdragsgiver.

¹ Her forutsettes eksplisitt en bruttovekt på 1010 tonn og en lastvekt (utenom lastbærere) på 313 tonn.



Tabell S.8: Marginale skadekostnader for togtransport (kr per kjøretøykilometer), dagtid (perioden 0700–1900 sett under ett). Områdekategoriene «Mellomstor by» og «Storby» viser til tettsteder med henholdsvis 15 000–100 000 og over 100 000 innbyggere.

Togtype	Drivstoff	Områdetype	CO ₂	Lokale utslipp	Støy	Ulykker	Slitasje (Vedlikehold)	Slitasje (Fornyng)	SUM (eks. CO ₂)
Persontog	Elektrisk	Spredt bebyggelse	0,00	0,00	0,00	1,25	23,90	30,86	56,00
Persontog	Elektrisk	Mellomstor by	0,00	0,00	0,00	1,25	23,90	30,86	56,00
Persontog	Elektrisk	Storby	0,00	0,00	0,00	1,25	23,90	30,86	56,00
Gjennomsnittlig kombitog (gods)	Elektrisk	Spredt bebyggelse	0,00	0,00	0,51	0,43	23,90	30,86	55,69
Gjennomsnittlig kombitog (gods)	Elektrisk	Mellomstor by	0,00	0,00	1,31	0,43	23,90	30,86	56,50
Gjennomsnittlig kombitog (gods)	Elektrisk	Storby	0,00	0,00	1,82	0,43	23,90	30,86	57,00
Persontog	Diesel	Spredt bebyggelse	7,49	1,09	0,00	1,25	23,90	30,86	57,09
Persontog	Diesel	Mellomstor by	7,49	6,28	0,00	1,25	23,90	30,86	62,28
Persontog	Diesel	Storby	7,49	31,18	0,00	1,25	23,90	30,86	87,18
Gjennomsnittlig kombitog (gods)	Diesel	Spredt bebyggelse	22,34	3,24	0,51	0,43	23,90	30,86	58,93
Gjennomsnittlig kombitog (gods)	Diesel	Mellomstor by	22,34	18,74	1,31	0,43	23,90	30,86	75,24
Gjennomsnittlig kombitog (gods)	Diesel	Storby	22,34	93,05	1,82	0,43	23,90	30,86	150,05

Tabell S.9: Marginale skadekostnader for togtransport (kr per kjøretøykilometer), kveld (perioden 1900–2300). Områdekategoriene «Mellomstor by» og «Storby» viser til tettsteder med henholdsvis 15 000–100 000 og over 100 000 innbyggere.

Togtype	Drivstoff	Områdetype	CO ₂	Lokale utslipp	Støy	Ulykker	Slitasje (Vedlikehold)	Slitasje (Fornyng)	SUM (eks. CO ₂)
Persontog	Elektrisk	Spredt bebyggelse	0,00	0,00	0,00	1,25	23,90	30,86	56,00
Persontog	Elektrisk	Mellomstor by	0,00	0,00	0,10	1,25	23,90	30,86	56,11
Persontog	Elektrisk	Storby	0,00	0,00	0,10	1,25	23,90	30,86	56,11
Gjennomsnittlig kombitog (gods)	Elektrisk	Spredt bebyggelse	0,00	0,00	1,41	0,43	23,90	30,86	56,60
Gjennomsnittlig kombitog (gods)	Elektrisk	Mellomstor by	0,00	0,00	4,24	0,43	23,90	30,86	59,43
Gjennomsnittlig kombitog (gods)	Elektrisk	Storby	0,00	0,00	8,08	0,43	23,90	30,86	63,26
Persontog	Diesel	Spredt bebyggelse	7,49	1,09	0,00	1,25	23,90	30,86	57,09
Persontog	Diesel	Mellomstor by	7,49	6,28	0,10	1,25	23,90	30,86	62,39
Persontog	Diesel	Storby	7,49	31,18	0,10	1,25	23,90	30,86	87,29
Gjennomsnittlig kombitog (gods)	Diesel	Spredt bebyggelse	22,34	3,24	1,41	0,43	23,90	30,86	59,84
Gjennomsnittlig kombitog (gods)	Diesel	Mellomstor by	22,34	18,74	4,24	0,43	23,90	30,86	78,17
Gjennomsnittlig kombitog (gods)	Diesel	Storby	22,34	93,05	8,08	0,43	23,90	30,86	156,31



Tabell S.10: Marginale skadekostnader for togtransport (kr per kjøretøykilometer), natt (perioden 2300–0700). Områdekategoriene «Mellomstor by» og «Storby» viser til tettsteder med henholdsvis 15 000–100 000 og over 100 000 innbyggere.

Togtype	Drivstoff	Områdetype	CO ₂	Lokale utslipp	Støy	Ulykker	Slitasje (Vedlikehold)	Slitasje (Fornyning)	SUM (eks. CO ₂)
Persontog	Elektrisk	Spredt bebyggelse	0,00	0,00	1,62	1,25	23,90	30,86	57,62
Persontog	Elektrisk	Mellomstor by	0,00	0,00	1,01	1,25	23,90	30,86	57,01
Persontog	Elektrisk	Storby	0,00	0,00	2,73	1,25	23,90	30,86	58,73
Gjennomsnittlig kombitog (gods)	Elektrisk	Spredt bebyggelse	0,00	0,00	21,41	0,43	23,90	30,86	76,60
Gjennomsnittlig kombitog (gods)	Elektrisk	Mellomstor by	0,00	0,00	69,49	0,43	23,90	30,86	124,67
Gjennomsnittlig kombitog (gods)	Elektrisk	Storby	0,00	0,00	121,00	0,43	23,90	30,86	176,19
Persontog	Diesel	Spredt bebyggelse	7,49	1,09	1,62	1,25	23,90	30,86	58,71
Persontog	Diesel	Mellomstor by	7,49	6,28	1,01	1,25	23,90	30,86	63,29
Persontog	Diesel	Storby	7,49	31,18	2,73	1,25	23,90	30,86	89,91
Gjennomsnittlig kombitog (gods)	Diesel	Spredt bebyggelse	22,34	3,24	21,41	0,43	23,90	30,86	79,84
Gjennomsnittlig kombitog (gods)	Diesel	Mellomstor by	22,34	18,74	69,49	0,43	23,90	30,86	143,42
Gjennomsnittlig kombitog (gods)	Diesel	Storby	22,34	93,05	121,00	0,43	23,90	30,86	269,23

For å summere opp kostnader per tonnkilometer for et gjennomsnittlig godstog samler vi sammen beregningene for dagtid, kveldstid og nattestid i Tabell S.11. Her forutsettes eksplisitt en bruttovekt på 1010 tonn og en lastvekt (utenom lastbærere) på 313 tonn.

Tabell S.11: Marginale skadekostnader (kr₂₀₂₆ per kjøretøykilometer) for gjennomsnittlig godstog (kombitog), for ulike områdetyper og tider på døgnet. Siste kolonne oppgir samlede skadekostnader i kr per tonnkilometer. Områdekategoriene «Mellomstor by» og «Storby» viser til tettsteder med henholdsvis 15 000–100 000 og over 100 000 innbyggere.

Drivstoff	Områdetype	Tid på døgnet	SUM per kjøretøykm (eks. CO ₂)	SUM per tonnkm (eks. CO ₂)
Elektrisk	Spredt bebyggelse	Dag	55,69	0,18
Elektrisk	Mellomstor by	Dag	56,50	0,18
Elektrisk	Storby	Dag	57,00	0,18
Diesel	Spredt bebyggelse	Dag	58,93	0,19
Diesel	Mellomstor by	Dag	75,24	0,24
Diesel	Storby	Dag	150,05	0,48
Elektrisk	Spredt bebyggelse	Kveld	56,60	0,18
Elektrisk	Mellomstor by	Kveld	59,43	0,19
Elektrisk	Storby	Kveld	63,26	0,20
Diesel	Spredt bebyggelse	Kveld	59,84	0,19
Diesel	Mellomstor by	Kveld	78,17	0,25
Diesel	Storby	Kveld	156,31	0,50
Elektrisk	Spredt bebyggelse	Natt	76,60	0,24
Elektrisk	Mellomstor by	Natt	124,67	0,40
Elektrisk	Storby	Natt	176,19	0,56
Diesel	Spredt bebyggelse	Natt	79,84	0,26
Diesel	Mellomstor by	Natt	143,42	0,46
Diesel	Storby	Natt	269,23	0,86



Sjøtransport

For sjøbasert godstransport har denne rapporten inkludert skadekostnader knyttet til utslipp til luft, ulykkesrisiko og akutte utslipp, slik som i TØI-rapport 1704/2019 og TØI-rapport 1953/2023. I sistnevnte ble det kun gjennomført nye beregninger for utslipp til luft. Figur S.5 gir en oversikt over hvilke skadekomponenter som er beregnet for sjøtransport, samt hvilke endringer som er gjort sammenliknet med TØI-rapport 1704/2019.

Sjøfart

 Lokal luftforurensning Ny helseverdsetting, øvrige tall er oppdatert til dagens prisnivå. Oppdatert	 Ulykker Flere nye datakilder kombinert. Oppdatert	 Akutte utslipp Tidligere beregninger er oppdatert til dagens prisnivå. Videreført
---	---	---

Figur S.5: Oversikt over hvordan denne rapporten oppdaterer kunnskapsgrunnlaget for hver skadekostnadskategori for sjøtransport

Beregningene for **lokal luftforurensning** bygger på TØI-rapport 1953/2023, med resultater differensiert etter skipstype, størrelse og områdetype. Verdsettingen av lokale utslipp er oppdatert med nye beregninger fra Folkehelseinstituttet. **Ulykkeskostnadene** er oppdatert ved å sammenstille flere datakilder. Nå er data fra Sjøfartsdirektoratet supplert med data fra SSB, Nævestad mfl. (2014) og nyere kilder for fritidsfartøy. Det skilles også nå mellom ulykker med og uten motpart. De nye beregningene for ulykker gir store endringer, men ikke i samme retning for alle fartøytyper. Kostnadene øker for blant annet lasteskip og fritidsfartøy, men reduseres for passasjerskip. Vi har påpekt at MEK-estimatene for personskafe i sjøtransport-ulykker må regnes som svært usikre. Beregningene av kostnader ved **akutte utslipp** til vann er videreført fra 2019-rapporten og oppdatert til dagens prisnivå.

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 størrelseskategorien 5 000–15 000 dødvekttonn, for åtte forskjellige skipstyper. Oppsummeringstabellen for marginale skadekostnader for sjøbasert godstransport er gitt i Tabell S.12. Marginale skadekostnader per tonnkilometer er gitt i den siste kolonnen. Tabeller med beregnet gjennomsnittlig lastvekt er gitt i vedlegg B.



Tabell S.12: Marginale skadekostnader (kr₂₀₂₆ per fartøykilometer) for skip i størrelseskategorien 5 000–15 000 dødvekttonn, for åtte forskjellige skipstyper, for ulike områdetyper. Siste kolonne oppgir samlede skadekostnader i kr per tonnkilometer. Områdekategoriene «Mellomstor by» og «Storby» viser til tettsteder med henholdsvis 15 000–100 000 og over 100 000 innbyggere.

Skipstype	Områdetype	CO ₂	Lokal luftforurensing	Ulykker	Akutte utslipp til vann	SUM	SUM eks CO ₂	Skade-kostnad per tkm (eks CO ₂)
Breakbulk	Spredt bebyggelse	130,4	43,2	1,7	47,2	222,6	92,2	0,02
Breakbulk	Mellomstor by	130,4	120,1	1,7	47,2	299,4	169,0	0,04
Breakbulk	Storby	130,4	650,8	1,7	47,2	830,1	699,8	0,17
Container Lo/Lo	Spredt bebyggelse	212,3	76,5	1,7	49,5	340,1	127,8	0,03
Container Lo/Lo	Mellomstor by	212,3	207,9	1,7	49,5	471,6	259,2	0,06
Container Lo/Lo	Storby	212,3	1118,5	1,7	49,5	1382,1	1169,8	0,27
Kjemi/ Produkt tanker	Spredt bebyggelse	148,1	63,3	1,7	84,5	297,7	149,5	0,03
Kjemi/ Produkt tanker	Mellomstor by	148,1	165,6	1,7	84,5	400,0	251,9	0,06
Kjemi/ Produkt tanker	Storby	148,1	878,6	1,7	84,5	1113,0	964,9	0,21
LPG/ LNG	Spredt bebyggelse	223,6	84,4	1,7	49,5	359,3	135,7	0,05
LPG/ LNG	Mellomstor by	223,6	220,4	1,7	49,5	495,3	271,6	0,10
LPG/ LNG	Storby	223,6	1161,3	1,7	49,5	1436,2	1212,6	0,45
Ro-Ro cargo	Spredt bebyggelse	276,2	150,5	1,7	50,3	478,8	202,6	0,06
Ro-Ro cargo	Mellomstor by	276,2	376,1	1,7	50,3	704,4	428,2	0,13
Ro-Ro cargo	Storby	276,2	1961,0	1,7	50,3	2289,3	2013,1	0,59
Ro-Ro vehicles	Spredt bebyggelse	224,7	124,4	1,7	50,3	401,2	176,5	0,11
Ro-Ro vehicles	Mellomstor by	224,7	307,3	1,7	50,3	584,1	359,4	0,22
Ro-Ro vehicles	Storby	224,7	1591,6	1,7	50,3	1868,4	1643,7	1,02
Tanker	Spredt bebyggelse	158,4	49,8	1,7	111,2	321,1	162,7	0,03
Tanker	Mellomstor by	158,4	137,3	1,7	111,2	408,7	250,3	0,05
Tanker	Storby	158,4	739,7	1,7	111,2	1011,1	852,7	0,17
Tørrbulk	Spredt bebyggelse	159,7	52,9	1,7	49,5	264,0	104,2	0,02
Tørrbulk	Mellomstor by	159,7	146,9	1,7	49,5	357,9	198,2	0,05
Tørrbulk	Storby	159,7	795,7	1,7	49,5	1006,7	847,0	0,19

Lufttransport

For lufttransport har denne rapporten inkludert skadekostnader knyttet til utslipp til luft og støy, slik som i vedlegget til TØI-rapport 1704/2019. Vi deler skadekostnadene inn i CCD-fasen (climb, cruise, decent), hvor vi kun inkluderer skadekostnader knyttet til utslipp til luft, og i LTO-fasen (landing & take-off) hvor vi inkluderer både skadekostnader knyttet til utslipp til luft og støy. Figur S.6 gir en oversikt over hvilke skadekomponenter som er beregnet for luftfart, samt hvilke endringer som er gjort sammenliknet med TØI-rapport 1704/2019.

Luftfart

 Lokal luftforurensning Nyere utslippsdata og oppdatert beregningsmåte. Beregnet på nytt	 Støy Kostnadene oppdatert til 2026-nivå. Videreført
--	--

Figur S.6: Oversikt over hvordan denne rapporten oppdaterer kunnskapsgrunnlaget for hver skadekostnadskategori for lufttransport

For lufttransport er utslippsberegningene for **lokal luftforurensning** beregnet på nytt, og bygger på EEAs utslippskalkulator fra 2023. Det skilles tydelig mellom LTO-fasen og CCD-fasen, og mellom flere typer turboprop-, smalbuks- og bredbuksfly. Resultatet viser at LTO-fasen står for en stor del av utslippene. **Støyberegningene** bygger på de samme eksponeringsdataene som tidligere. Alle estimatene er omregnet til 2026-kroner.

Estimerte marginale skadekostnader vises i Tabell S.13 og Tabell S.14.

Tabell S.13: Skadekostnader per fly-km (2026-kr) knyttet til utslipp til luft fra CCD-fasen, differensiert på ulike flytyper. I siste kolonne regnes det om til skadekostnader per setekilometer. CCD = Climb, Cruise & Descent.

Flytype	Seter/fly	CO ₂	Øvrige klimaeffekter	NOX	SUM per flykm	SUM per setekm
Lite regionalt turbopropfly	39	5,90	0,00	0,33	6,24	0,16
Mellomstort regionalt turbopropfly	50	6,07	0,00	0,41	6,48	0,13
Stort regionalt turbopropfly	78	10,18	0,00	0,77	10,95	0,14
Lite smalbuks jetfly	120	14,60	10,22	1,02	25,85	0,22
Mellomstort smalbuks jetfly	141	14,94	10,46	1,15	26,56	0,19
Stort smalbuks jetfly	181	16,89	11,82	1,35	30,06	0,17
Mellomstort bredbuksfly	264	33,92	23,74	2,72	60,38	0,23
Stort bredbuksfly	269	38,74	27,12	4,58	70,43	0,26



Tabell S.14: Skadekostnader per LTO (2026-kr), differensiert på ulike flytyper. LTO = Landing & Take-Off.

Flytype	Seter/fly	CO2	NOX	Støy	SUM per LTO	SUM per LTO per sete
Lite regionalt turbopropfly	39	774	32	2	808	20,71
Mellomstort regionalt turbopropfly	50	861	42	2	905	18,09
Stort regionalt turbopropfly	78	1 222	64	2	1 288	16,51
Lite smalbuks jetfly	120	3 403	199	8	3 610	30,09
Mellomstort smalbuks jetfly	141	3 909	269	8	4 186	29,69
Stort smalbuks jetfly	181	3 909	269	8	4 186	23,13
Mellomstort bredbuksfly	264	10 329	931	8	11 268	42,68
Stort bredbuksfly	269	10 328	1 234	8	11 570	43,01

Avsluttende bemerkninger

Denne rapporten dokumenterer og presenterer oppdaterte estimater anno 2026 for marginale skadekostnader for vegtransport, jernbanetransport, sjøtransport og lufttransport. Både person- og godstransport er inkludert. Dette er den **første brede gjennomgangen av eksterne kostnader på tvers av transportformene siden TØI-rapport 1704/2019** (Rødseth m.fl., 2019).

På samme måte som TØI-rapport 1704/2019 er denne rapporten **først og fremst en dokumentasjonsrapport og et oppslagsverk** for en stor mengde skadekostnadsestimater som kan brukes i samfunnsøkonomiske analyser i Norge. Sentrale forutsetninger, datakilder og usikkerheter er dokumentert for å gjøre resultatene transparente og etterprøvbare. Hensikten er at rapporten og de tilhørende regneark-tabellene som oppdragsgiver har fått overlevert skal kunne brukes direkte i samfunnsøkonomiske analyser, utredninger og vurderinger av transportpolitiske virkemidler.

Vi understreker at flere av estimatene for marginale skadekostnader er **beheftet med betydelig usikkerhet**. Usikkerheten gjelder både omfanget av de fysiske skadevirkningene og den monetære verdsettingen av disse. I tillegg er mange av estimatene tilpasset relativt grove kategorier for blant annet områdetype, transportmiddeltype og tidspunkt. Resultatene bør derfor forstås som representative marginale skadekostnader innenfor de angitte kategoriene, og ikke som presise anslag for en bestemt strekning eller situasjon. For flere skadevirkninger kan de faktiske marginalkostnadene variere betydelig med lokale forhold, trafikkmengde og tidspunkt. I analyser der skadekostnadene kan være utslagsgivende, anbefales derfor følsomhetsanalyser. Der mer spesifikke usikkerhetsintervaller ikke foreligger, kan det eksempelvis være hensiktsmessig å illustrere usikkerheten ved å variere satsene med +/- 50 prosent.

Enkelte forhold trekker isolert sett i retning av at de beregnede skadekostnadene er undervurdert. Noen typer skadevirkninger er utelatt fordi kunnskapsgrunnlaget foreløpig ikke er tilstrekkelig til å etablere robuste marginalkostnader. For lokal luftforurensning gjelder dette blant annet enkelte forurensningskomponenter og helseutfall. Også verdsettingen av helseeffekter, og selve verdsettingen av statistisk liv (VSL), er en viktig kilde til usikkerhet.

Kunnskapsgrunnlaget kan forbedres for alle skadekostnadskomponentene, men enkelte områder framstår som særlig viktige. Dette gjelder først og fremst infrastrukturslitasje på veg og jernbane, hvor det er behov for oppdaterte data og metoder. Et nært beslektet spørsmål er den samfunnsøkonomiske avveiningen mellom trafikkbelastning, vedlikehold og infrastrukturs levetid. For køkostnader vil en viktig videreutvikling være å beregne marginale kostnader for en større del av vegnettet, ved ulike tidspunkt. Et annet område hvor kunnskapsgrunnlaget



fortsatt er særlig begrenset, er utslipp fra transport til jord og vann. Det er behov for mer kunnskap om utslippsmengder, spredning og økonomisk verdsetting av blant annet mikroplast, tungmetaller og PAH fra dekk-, bremse- og vegslitasje. Det er også behov for et mer representativt datagrunnlag for støy fra vegtrafikk.

Samlet sett gir rapporten et mer oppdatert og konsistent grunnlag for å inkludere eksterne virkninger av transport i samfunnsøkonomiske analyser. Den viktigste anvendelsen er å gi analytikerne et sett med differensierte kalkulasjonsverdier som kan tilpasses den konkrete transportendringen som analyseres.



Institute of Transport Economics
Norwegian Centre for Transport Research

ENGLISH

Summary

Marginal external costs of transport in Norway

Updated estimates 2026

TØI Report 2187/2026 • Authors: Paal Brevik Wangsness, Kenneth Løvold Rødseth, Knut Veisten, Alena Katharina Høye, Lana Krehic, Gøril Andreassen, Gunn Marit Aasvang, Pham Minh Nhat, Johnny Johansen
• Oslo 2026 • 126 pages

Transport generates substantial social benefits but it also external costs that are not fully borne by transport users. This report presents updated estimates of marginal external costs for road, rail, maritime and air transport in Norway in 2026. The estimates cover local air pollution, noise, accidents, congestion and infrastructure wear. Emissions to water and soil are discussed but not monetized, and further work is needed before these impacts can be included. Building on previous work, particularly Rødseth et al. (2019), the report incorporates updated data, recent research and methodological improvements, with particular emphasis on road transport. Marginal external costs vary considerably by transport mode, vehicle type, location, time and traffic conditions. Euro standards and electrification reduce costs from exhaust emissions, but do not eliminate other external effects. The estimates are primarily intended for analysing small (marginal) changes in transport activity and should not be used directly to calculate total social costs. The report provides a more up-to-date and consistent evidence base for cost-benefit analyses and transport policy. Uncertainty varies across cost components, and the results should therefore be used with care in decision-making and supplemented with sensitivity analyses.

Background

Transport generates substantial social benefits, but it also creates costs that are not necessarily borne in full by the actor undertaking the transport. These include local air pollution, noise, accidents, congestion, infrastructure wear, and emissions to water and soil. Such effects are commonly referred to as damage costs; when transport users do not take them into account, they are referred to as external costs. Information on the magnitude of these costs is important for cost-benefit analysis and as a basis for designing and assessing transport-policy instruments. To achieve economic efficiency, transport users should take account of the costs they impose on others. This is known as internalising external costs. One way of doing so is, for example, to levy a charge equal to the marginal damage cost.

This report presents updated estimates of marginal external costs from transport in Norway in 2026. Marginal external costs describe how costs to society change as a result of a small increase in transport activity, for example one additional vehicle-kilometre, train-kilometre or



vessel-kilometre. The report covers road, rail, maritime and air transport, including both passenger and freight transport. This is the first broad review of marginal external costs across transport modes since TØI Report 1704/2019. The report focuses explicitly on marginal external costs, irrespective of whether taxes, charges or regulations currently contribute to internalising some of these costs for transport users.

An updated and more consistent evidence base

The report largely retains the structure and calculation framework of the 2019 report, while incorporating more recent research, updated data and selected methodological improvements. Findings from more recent work on road and maritime freight transport and on rail transport have been incorporated, and the estimates have been harmonised to 2026 prices. The aim has been to establish a consistent and practically applicable estimate base that enables external costs to be compared across transport modes and cost components.

The work has placed particular emphasis on road transport. Among other things, the data used to estimate local emissions have been updated to reflect changes in the vehicle fleet and vehicle technology. New calculations have also been made for emissions from brakes, tyres and road dust, while the valuation of health effects from local air pollution draws on updated evidence from the Norwegian Institute of Public Health. The estimates of marginal accident costs are based on more recent accidents and exposure data, while the evidence base for noise has been updated, including with regard to the health effects of noise.

For rail transport, the report largely draws on the calculations in TØI Report 2126/2025, in which the data and methodology for emissions, accidents, noise and infrastructure wear were updated. For maritime and air transport, the calculations are to a greater extent updates of earlier estimates, harmonised to 2026 prices. A new element in this report is a literature review of external costs associated with emissions to water and soil, with particular attention to microplastics from road traffic. At present, however, the evidence base is not sufficient to establish robust marginal external costs for these environmental impacts.

Main conclusions

External costs vary considerably by where and when transport takes place

A key finding across the analyses is that marginal external costs are not a single fixed cost per kilometre. They may vary substantially by mode and vehicle type, but also by where and when the transport activity takes place. This applies particularly to local air pollution, noise and congestion.

Transport in densely populated areas generally entails higher costs from local air pollution and noise because more people are exposed. Congestion costs depend particularly on traffic conditions and may rise sharply as traffic approaches the capacity limit of the road. Noise costs vary with traffic volume, the number of people exposed and the time of day. For some cost components, the relationship between traffic volume and external costs is also non-linear. Where the data allows, the report therefore presents results differentiated by area type, vehicle type and traffic conditions.

Changes in technology also affect the composition of external costs. The introduction of newer vehicles with low exhaust emissions, together with a growing share of zero-emission vehicles, reduces costs associated with local exhaust emissions. Other external costs do not, however, change with electrification. Electric vehicles contribute to noise, accidents, congestion, infrastructure wear and particulate emissions from tyres, brakes and the road surface to both air, soil and water.



Uncertainty and use of the results

The quality of the evidence base varies considerably across cost components. In some areas, updated data and methods provide a basis for new central estimates, while other parts of the report are primarily updates of earlier calculations. Some results are more uncertain and should preferably be supplemented by additional or sensitivity analyses. The report therefore documents key assumptions and uncertainties for each calculation.

The results are primarily intended for analyses of small (marginal) changes in transport activity. They should *not* automatically be multiplied by total traffic volumes in order to calculate the total social costs of transport. For several cost components, the marginal cost depends on the existing level of traffic or exposure. Calculating total social costs in this way may therefore produce misleading results.

Results

The detailed estimates are presented in the report's individual technical chapters and in the accompanying spreadsheet tables. These provide an updated basis for use in cost-benefit analyses, transport-model calculations, and assessments of taxes and other policy instruments in the transport sector.

This summary presents marginal external costs for all transport sectors and describes the changes made compared with TØI Report 1704/2019. Where estimates have changed substantially since the previous study, the changes are discussed and explained. All costs refer to the year 2026 and are measured in 2026 Norwegian kroner.

Road transport

For road freight transport, the report includes external costs associated with CO₂ emissions, local air pollution, noise, congestion, accident risk and road wear, as in TØI Report 1704/2019 and TØI Report 1953/2023. In the latter, new calculations were carried out only for air emissions and road wear. Figure S.1 provides an overview of the external cost components calculated for road transport and the changes made compared with TØI Report 1704/2019.

Road transport		
 Local air pollution Updated vehicle fleet, emissions data and health outcomes. Recalculated	 Accidents Updated accident data and new calculations. Recalculated	 Noise Same exposure data, new health outcomes and valuation. Recalculated
 Infrastructure wear Price adjusted. New Norwegian estimates are needed. Carried forward	 Congestion Previous estimates are price adjusted. Carried forward	 Emissions to water and soil New topic, particularly microplastics. Not quantified. Literature review

Figure 1.1: Overview of how this report updates the evidence base across external-cost categories for road transport.

Both the calculation methods and the underlying data have been updated in this report, although the extent of the update varies across cost components. External costs of **local air pollution** have been recalculated using newer data on the vehicle fleet, affecting estimates of



emissions from exhausts, brakes, tyres and road dust. In addition, the valuation of health outcomes is based on updated evidence from the Norwegian Institute of Public Health (FHI). The new valuation generally produces a lower cost per kilogram of emissions than a simple real-price adjustment of the 2019 values. Newer Euro emission classes in the vehicle fleet also result in lower exhaust emissions. The calculated quantities of emissions from brakes, tyres and road dust are higher than previously, but the lower valuation means that the resulting external costs are nevertheless lower.

The **accident calculations** are based on a new and expanded dataset on personal injuries in road-transport accidents. Some vehicle classifications have been changed, and e-scooters and all-terrain vehicles (ATVs) are now included. The 2026 estimates have been adjusted for a downward trend in risk, using the same trend factor as in the 2019 report. The new calculations are nevertheless affected by the expanded personal-injury dataset and by new estimates of under-reporting of serious and minor injuries. The new adjustment for under-reporting explains most of the change in estimated marginal external costs associated with personal injuries in accidents, including for passenger cars, compared with the estimates in the 2019 report.

Two new health outcomes are included in the calculations of **external costs from noise** in this report: stroke and diabetes. At the same time, mild noise annoyance has been excluded in order to harmonise the calculations with the method used by the Norwegian Institute of Public Health. The new estimates are on average approximately 30 per cent higher than the 2019 estimates after adjustment for real price changes. The main explanation is the inclusion of stroke and diabetes. Excluding mild noise annoyance in order to reduce overlap between health outcomes has only a small effect.

The impact of road transport on **infrastructure wear** is largely carried forward from the 2019 report. At the same time, the 2019 method has been reviewed in depth, and the report outlines how new estimates that are more representative of Norwegian conditions could be developed in the future. The central estimates have therefore only been adjusted for price changes. The **congestion-cost calculations** have likewise mainly been price-adjusted.

A new topic has been added to this report: emissions to **soil and water**, especially micro-plastics. This is covered through a literature review, which concludes that although these emissions represent significant environmental pressures, the current evidence base is not sufficient to calculate marginal external costs.

The tables below present estimates of marginal external costs for passenger cars, heavy goods vehicles, vans, motorcycles and buses. Congestion costs and the associated emission costs of congested driving vary substantially by time of day. We therefore distinguish between marginal external costs representing an 'average' situation across the day as a whole and a situation in which the analyst knows, or wishes to analyse, that the traffic change occurs during peak periods in large and medium-sized urban areas. Tables 0.1 to 0.3 present estimated external costs per kilometre for the day as a whole. Tables 0.4 to 0.6 present estimated external costs per kilometre where the analyst assumes that driving takes place in urban areas during peak periods. External costs per tonne-kilometre are reported in the final column of the tables for heavy goods vehicles. This is simply the external cost per vehicle-kilometre divided by the average number of tonnes of freight carried, and thus measures external costs per kilometre per tonne transported. In some cases, trucks with a higher permitted gross vehicle weight achieve lower external costs per tonne-kilometre because they carry more freight on average over which the external costs can be distributed. Separate tables for zero-emission trucks are provided in the Excel files delivered to the commissioning body. Tables with estimated average payloads are provided in Appendix B.



Table S.1: Marginal external costs (NOK 2026 per vehicle-kilometre) for heavy goods vehicles (diesel engine), day as a whole. The final column reports external costs in NOK per tonne-kilometre. The area categories 'Medium-sized urban area' and 'Large urban area' refer to settlements with 15,000-100,000 and more than 100,000 inhabitants, respectively.

Weight class	Area type	CO ₂	Local emissions	Noise	Congestion	Accidents	Wear	TOTAL	TOTAL (excl. CO ₂)	TOTAL per tkm (excl. CO ₂)
<=7,5t	Sparsely populated area	0,54	0,05	0,72	0,00	0,51	0,01	1,83	1,29	1,10
<=7,5t	Medium-sized urban area	0,52	0,18	1,60	0,30	0,51	0,01	3,12	2,60	2,23
<=7,5t	Large urban area	0,52	0,86	3,68	2,08	0,51	0,01	7,66	7,14	6,12
7,5–14t	Sparsely populated area	0,78	0,06	0,72	0,00	0,51	0,10	2,16	1,39	0,82
7,5–14t	Medium-sized urban area	0,79	0,21	1,60	0,30	0,51	0,10	3,52	2,72	1,61
7,5–14t	Large urban area	0,79	1,04	3,68	2,08	0,51	0,10	8,21	7,42	4,39
14–20t	Sparsely populated area	0,94	0,05	0,72	0,00	0,51	0,27	2,48	1,54	0,58
14–20t	Medium-sized urban area	0,99	0,19	1,60	0,30	0,51	0,27	3,86	2,87	1,08
14–20t	Large urban area	0,99	0,95	3,68	2,08	0,51	0,27	8,48	7,49	2,83
20–28t	Sparsely populated area	1,24	0,04	0,72	0,00	0,51	0,39	2,90	1,66	0,39
20–28t	Medium-sized urban area	1,34	0,16	1,60	0,30	0,51	0,39	4,30	2,96	0,69
20–28t	Large urban area	1,34	0,75	3,68	2,08	0,51	0,39	8,75	7,41	1,74
28–40t	Sparsely populated area	1,49	0,04	0,72	0,00	0,51	0,16	2,91	1,43	0,25
28–40t	Medium-sized urban area	1,60	0,14	1,60	0,30	0,51	0,16	4,32	2,71	0,48
28–40t	Large urban area	1,60	0,67	3,68	2,08	0,51	0,16	8,70	7,10	1,26
40–50t	Sparsely populated area	1,60	0,03	0,72	0,00	0,51	0,69	3,55	1,95	0,15
40–50t	Medium-sized urban area	1,74	0,13	1,60	0,30	0,51	0,69	4,97	3,23	0,25
40–50t	Large urban area	1,74	0,58	3,68	2,08	0,51	0,69	9,28	7,54	0,59
50–60t	Sparsely populated area	1,94	0,05	0,72	0,00	0,51	0,47	3,69	1,75	0,13
50–60t	Medium-sized urban area	2,11	0,22	1,60	0,30	0,51	0,47	5,21	3,10	0,23
50–60t	Large urban area	2,11	1,11	3,68	2,08	0,51	0,47	9,95	7,85	0,57



Marginal external costs for heavy goods vehicles

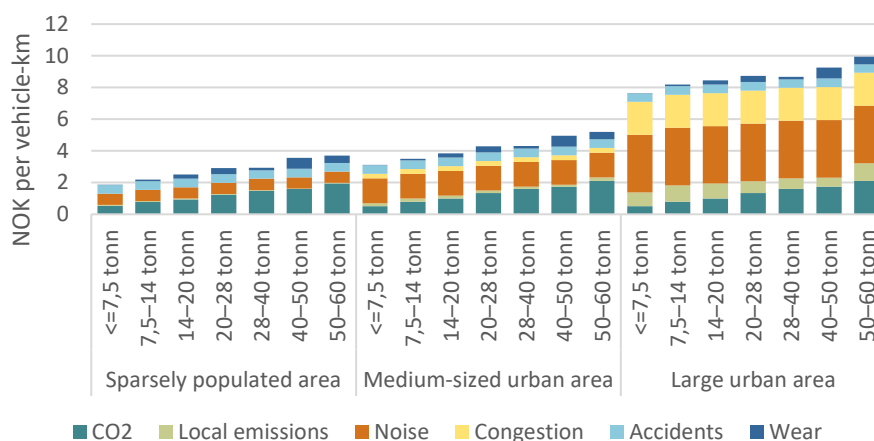


Figure S.2: Marginal external costs for selected weight classes of heavy goods vehicles, average throughout the day.

Figure S.2 shows that the marginal external costs of heavy goods vehicles vary considerably with both vehicle weight and the location of transport activity. Costs are consistently highest in large urban areas, lower in medium-sized urban areas and lowest in sparsely populated areas.

The differences between area types are driven particularly by higher costs related to noise, congestion and local emissions in densely populated areas. At the same time, CO₂ costs generally increase with vehicle size, while accidents and wear costs vary less. The figure therefore illustrates that location has a major impact on marginal external costs, while heavier vehicles generally impose higher costs than lighter goods vehicles.

A similar pattern is observed for zero-emission trucks. The difference from the table above is that these trucks have no external costs associated with CO₂ emissions or local air pollution from exhausts; their local particulate emissions arise from tyres, brakes and road dust.



Table 1.2: Marginal external costs (NOK 2026 per vehicle-kilometre) for heavy goods vehicles (zero-emission technology), day as a whole. The final column reports external costs in NOK per tonne-kilometre. The area categories 'Medium-sized urban area' and 'Large urban area' refer to settlements with 15,000-100,000 and more than 100,000 inhabitants, respectively.

Weight class	Area type	CO ₂	Local emissions	Noise	Congestion	Accidents	Wear	TOTAL	TOTAL (excl. CO ₂)	TOTAL per tkm (excl. CO ₂)
<=7,5t	Sparsely populated area	0,00	0,02	0,72	0,00	0,51	0,01	1,26	1,26	1,08
<=7,5t	Medium-sized urban area	0,00	0,06	1,60	0,30	0,51	0,01	2,48	2,48	2,13
<=7,5t	Large urban area	0,00	0,21	3,68	2,08	0,51	0,01	6,49	6,49	5,56
7,5–14t	Sparsely populated area	0,00	0,02	0,72	0,00	0,51	0,10	1,35	1,35	0,80
7,5–14t	Medium-sized urban area	0,00	0,06	1,60	0,30	0,51	0,10	2,58	2,58	1,52
7,5–14t	Large urban area	0,00	0,21	3,68	2,08	0,51	0,10	6,58	6,58	3,89
14–20t	Sparsely populated area	0,00	0,02	0,72	0,00	0,51	0,27	1,52	1,52	0,57
14–20t	Medium-sized urban area	0,00	0,06	1,60	0,30	0,51	0,27	2,74	2,74	1,03
14–20t	Large urban area	0,00	0,21	3,68	2,08	0,51	0,27	6,75	6,75	2,55
20–28t	Sparsely populated area	0,00	0,02	0,72	0,00	0,51	0,39	1,64	1,64	0,38
20–28t	Medium-sized urban area	0,00	0,06	1,60	0,30	0,51	0,39	2,87	2,87	0,67
20–28t	Large urban area	0,00	0,21	3,68	2,08	0,51	0,39	6,87	6,87	1,61
28–40t	Sparsely populated area	0,00	0,02	0,72	0,00	0,51	0,16	1,41	1,41	0,25
28–40t	Medium-sized urban area	0,00	0,06	1,60	0,30	0,51	0,16	2,63	2,63	0,47
28–40t	Large urban area	0,00	0,21	3,68	2,08	0,51	0,16	6,64	6,64	1,18
40–50t	Sparsely populated area	0,00	0,02	0,72	0,00	0,51	0,69	1,94	1,94	0,15
40–50t	Medium-sized urban area	0,00	0,06	1,60	0,30	0,51	0,69	3,17	3,17	0,25
40–50t	Large urban area	0,00	0,21	3,68	2,08	0,51	0,69	7,17	7,17	0,56
50–60t	Sparsely populated area	0,00	0,02	0,72	0,00	0,51	0,47	1,72	1,72	0,12
50–60t	Medium-sized urban area	0,00	0,06	1,60	0,30	0,51	0,47	2,94	2,94	0,21
50–60t	Large urban area	0,00	0,21	3,68	2,08	0,51	0,47	6,95	6,95	0,50

Table S.3 summarises the estimates of marginal external costs for passenger cars for the day as a whole. Figure S.3 visualises these estimates together with marginal external costs per kilometre for passenger cars driven during peak periods.



Table S.3: Marginal external costs (NOK 2026 per vehicle-kilometre) for passenger cars, day as a whole. The area categories 'Medium-sized urban area' and 'Large urban area' refer to settlements with 15,000-100,000 and more than 100,000 inhabitants, respectively.

Fuel / traction	Area type	CO ₂	Local emissions	Noise	Congestion	Accidents	Wear	TOTAL	TOTAL (excl. CO ₂)
Diesel	Sparsely populated area	0,20	0,02	0,12	0,00	0,30	0,01	0,64	0,45
Diesel	Medium-sized urban area	0,23	0,07	0,29	0,30	0,30	0,01	1,19	0,96
Diesel	Large urban area	0,23	0,36	0,53	2,08	0,30	0,01	3,50	3,27
Plug-in hybrid	Sparsely populated area	0,14	0,00	0,12	0,00	0,30	0,01	0,57	0,43
Plug-in hybrid	Medium-sized urban area	0,16	0,01	0,29	0,30	0,30	0,01	1,07	0,91
Plug-in hybrid	Large urban area	0,16	0,05	0,53	2,08	0,30	0,01	3,13	2,97
Petrol	Sparsely populated area	0,22	0,01	0,12	0,00	0,30	0,01	0,65	0,43
Petrol	Medium-sized urban area	0,24	0,02	0,29	0,30	0,30	0,01	1,16	0,92
Petrol	Large urban area	0,24	0,08	0,53	2,08	0,30	0,01	3,24	3,00
Zero-emission cars	Sparsely populated area	0,00	0,00	0,12	0,00	0,30	0,01	0,43	0,43
Zero-emission cars	Medium-sized urban area	0,00	0,01	0,29	0,30	0,30	0,01	0,91	0,91
Zero-emission cars	Large urban area	0,00	0,04	0,53	2,08	0,30	0,01	2,96	2,96

Marginal external costs for passenger cars

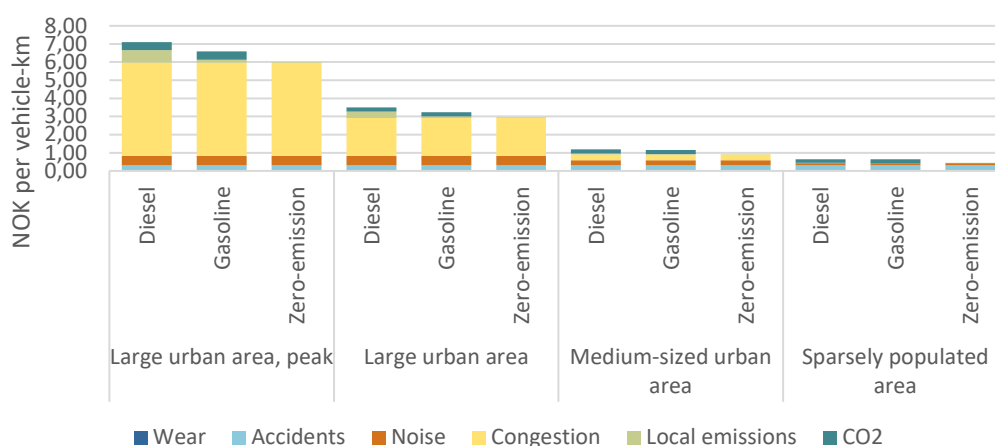


Figure S.3: Marginal external costs for passenger cars, both for the day as a whole and during peak periods in large urban areas.

Figure S.3 shows that marginal external costs for passenger cars increase clearly with the degree of urbanisation. Costs are lowest in sparsely populated areas, higher in medium-sized urban areas and clearly highest in large urban areas. The increase is driven particularly by higher congestion, noise and local-emission costs as more people and road users are affected.



Differences between powertrains are smaller than differences between area types. Zero-emission cars generally have lower external costs than petrol and diesel cars, primarily because they have no CO₂ emissions and lower local emissions. At the same time, the figure shows that zero-emission cars also entail substantial external costs through noise, congestion, accidents and infrastructure wear.

Table S.4: Marginal external costs (NOK 2026 per vehicle-kilometre) for vans, motorcycles and buses, day as a whole. The area categories 'Medium-sized urban area' and 'Large urban area' refer to settlements with 15,000-100,000 and more than 100,000 inhabitants, respectively.

Vehicle	Fuel / traction	Area type	CO ₂	Local emissions	Noise	Congestion	Accidents	Wear	TOTAL	TOTAL (excl. CO ₂)
Vans	Diesel	Sparsely populated area	0,29	0,02	0,12	0,00	0,17	0,01	0,61	0,31
Vans	Diesel	Medium-sized urban area	0,31	0,05	0,29	0,30	0,17	0,01	1,12	0,81
Vans	Diesel	Large urban area	0,31	0,24	0,53	2,08	0,17	0,01	3,33	3,02
Vans	Petrol	Sparsely populated area	0,25	0,01	0,12	0,00	0,17	0,01	0,56	0,31
Vans	Petrol	Medium-sized urban area	0,29	0,03	0,29	0,30	0,17	0,01	1,09	0,80
Vans	Petrol	Large urban area	0,29	0,16	0,53	2,08	0,17	0,01	3,24	2,95
Vans	Electric	Sparsely populated area	0,00	0,00	0,12	0,00	0,17	0,01	0,30	0,30
Vans	Electric	Medium-sized urban area	0,00	0,01	0,29	0,30	0,17	0,01	0,78	0,78
Vans	Electric	Large urban area	0,00	0,04	0,53	2,08	0,17	0,01	2,83	2,83
Motorcycle	Petrol	Sparsely populated area	0,16	0,00	0,12	0,00	0,78	0,00	1,07	0,90
Motorcycle	Petrol	Medium-sized urban area	0,18	0,01	0,29	0,30	0,78	0,00	1,56	1,38
Motorcycle	Petrol	Large urban area	0,18	0,06	0,53	2,08	0,78	0,00	3,63	3,45
Coach	Diesel	Sparsely populated area	1,31	0,04	0,72	0,00	0,57	0,10	2,74	1,43
Coach	Diesel	Medium-sized urban area	1,53	0,15	1,60	0,30	0,57	0,10	4,26	2,72
Coach	Diesel	Large urban area	1,53	0,72	3,68	2,08	0,57	0,10	8,68	7,15
Coach	Electric	Sparsely populated area	0,00	0,02	0,72	0,00	0,57	0,10	1,41	1,41
Coach	Electric	Medium-sized urban area	0,00	0,06	1,60	0,30	0,57	0,10	2,64	2,64
Coach	Electric	Large urban area	0,00	0,21	3,68	2,08	0,57	0,10	6,64	6,64
Urban bus	CNG	Medium-sized urban area	1,71	0,32	1,60	0,30	0,57	0,10	4,60	2,90
Urban bus	CNG	Large urban area	1,71	1,73	3,68	2,08	0,57	0,10	9,87	8,16
Urban bus	Diesel	Medium-sized urban area	1,40	0,13	1,60	0,30	0,57	0,10	4,10	2,70
Urban bus	Diesel	Large urban area	1,40	0,58	3,68	2,08	0,57	0,10	8,41	7,01
Urban bus	Electric	Medium-sized urban area	0,00	0,06	1,60	0,30	0,57	0,10	2,64	2,64
Urban bus	Electric	Large urban area	0,00	0,21	3,68	2,08	0,57	0,10	6,64	6,64



The following three tables present estimates of marginal external costs for driving during peak periods, when congested driving is more common on average (although congestion is not constant) in large and medium-sized urban areas. This also results in higher fuel consumption and air emissions per kilometre than for the day as a whole. The marginal noise cost of an individual vehicle-kilometre may, however, be lower than the daily average because speeds are lower and the overall background noise level is higher. We do not have sufficient data to adjust the average daily noise cost per kilometre for this effect.

Table S.5: Marginal external costs (NOK 2026 per vehicle-kilometre) for heavy goods vehicles (diesel engine), where the analyst assumes that driving takes place in urban areas during peak periods. The final column reports external costs in NOK per tonne-kilometre.

Weight class	Area type	CO ₂	Local emissions	Noise	Congestion	Accidents	Wear	TOTAL	TOTAL (excl. CO ₂)	TOTAL per tkm (excl. CO ₂)
<=7,5t	Sparsely populated area	0,54	0,05	0,72	0,00	0,51	0,01	1,83	1,29	1,10
<=7,5t	Medium-sized urban area	0,59	0,20	1,60	0,74	0,51	0,01	3,66	3,07	2,63
<=7,5t	Large urban area	1,00	1,67	3,68	5,13	0,51	0,01	12,00	11,00	9,43
7,5–14t	Sparsely populated area	0,78	0,06	0,72	0,00	0,51	0,10	2,16	1,39	0,82
7,5–14t	Medium-sized urban area	0,90	0,24	1,60	0,74	0,51	0,10	4,10	3,20	1,89
7,5–14t	Large urban area	1,53	2,02	3,68	5,13	0,51	0,10	12,98	11,44	6,77
14–20t	Sparsely populated area	0,94	0,05	0,72	0,00	0,51	0,27	2,48	1,54	0,58
14–20t	Medium-sized urban area	1,12	0,22	1,60	0,74	0,51	0,27	4,46	3,34	1,26
14–20t	Large urban area	1,91	1,84	3,68	5,13	0,51	0,27	13,34	11,43	4,31
20–28t	Sparsely populated area	1,24	0,04	0,72	0,00	0,51	0,39	2,90	1,66	0,39
20–28t	Medium-sized urban area	1,52	0,18	1,60	0,74	0,51	0,39	4,95	3,42	0,80
20–28t	Large urban area	2,59	1,45	3,68	5,13	0,51	0,39	13,76	11,16	2,62
28–40t	Sparsely populated area	1,49	0,04	0,72	0,00	0,51	0,16	2,91	1,43	0,25
28–40t	Medium-sized urban area	1,82	0,16	1,60	0,74	0,51	0,16	5,00	3,18	0,56
28–40t	Large urban area	3,10	1,29	3,68	5,13	0,51	0,16	13,87	10,77	1,91
40–50t	Sparsely populated area	1,60	0,03	0,72	0,00	0,51	0,69	3,55	1,95	0,15
40–50t	Medium-sized urban area	1,97	0,14	1,60	0,74	0,51	0,69	5,66	3,69	0,29
40–50t	Large urban area	3,36	1,12	3,68	5,13	0,51	0,69	14,49	11,13	0,88
50–60t	Sparsely populated area	1,94	0,05	0,72	0,00	0,51	0,47	3,69	1,75	0,13
50–60t	Medium-sized urban area	2,39	0,25	1,60	0,74	0,51	0,47	5,97	3,57	0,26
50–60t	Large urban area	4,08	2,14	3,68	5,13	0,51	0,47	16,01	11,93	0,87



Table S.6: Marginal external costs (NOK 2026 per vehicle-kilometre) for passenger cars, where the analyst assumes that driving takes place in urban areas during peak periods. The area categories 'Medium-sized urban area' and 'Large urban area' refer to settlements with 15,000-100,000 and more than 100,000 inhabitants, respectively.

Fuel / traction	Area type	CO ₂	Local emissions	Noise	Congestion	Accidents	Wear	TOTAL	TOTAL (excl. CO ₂)
Diesel	Sparsely populated area	0,20	0,02	0,12	0,00	0,30	0,01	0,64	0,45
Diesel	Medium-sized urban area	0,26	0,08	0,29	0,74	0,30	0,01	1,68	1,42
Diesel	Large urban area	0,44	0,69	0,53	5,13	0,30	0,01	7,10	6,66
Plug-in hybrid	Sparsely populated area	0,14	0,00	0,12	0,00	0,30	0,01	0,57	0,43
Plug-in hybrid	Medium-sized urban area	0,18	0,02	0,29	0,74	0,30	0,01	1,54	1,36
Plug-in hybrid	Large urban area	0,31	0,10	0,53	5,13	0,30	0,01	6,38	6,07
Petrol	Sparsely populated area	0,22	0,01	0,12	0,00	0,30	0,01	0,65	0,43
Petrol	Medium-sized urban area	0,28	0,02	0,29	0,74	0,30	0,01	1,64	1,36
Petrol	Large urban area	0,47	0,16	0,53	5,13	0,30	0,01	6,60	6,13
Zero-emission cars	Sparsely populated area	0,00	0,00	0,12	0,00	0,30	0,01	0,43	0,43
Zero-emission cars	Medium-sized urban area	0,00	0,01	0,29	0,74	0,30	0,01	1,35	1,35
Zero-emission cars	Large urban area	0,00	0,04	0,53	5,13	0,30	0,01	6,01	6,01

Table S.7: Marginal external costs (NOK 2026 per vehicle-kilometre) for vans, motorcycles and buses, where the analyst assumes that driving takes place in urban areas during peak periods. The area categories 'Medium-sized urban area' and 'Large urban area' refer to settlements with 15,000-100,000 and more than 100,000 inhabitants, respectively.

Vehicle	Fuel / traction	Area type	CO ₂	Local emissions	Noise	Congestion	Accidents	Wear	TOTAL	TOTAL (excl. CO ₂)
Vans	Diesel	Sparsely populated area	0,29	0,02	0,12	0,00	0,17	0,00	0,60	0,31
Vans	Diesel	Medium-sized urban area	0,35	0,05	0,29	0,74	0,17	0,00	1,60	1,26
Vans	Diesel	Large urban area	0,59	0,46	0,53	5,13	0,17	0,00	6,88	6,29
Vans	Petrol	Sparsely populated area	0,25	0,01	0,12	0,00	0,17	0,00	0,55	0,30
Vans	Petrol	Medium-sized urban area	0,33	0,04	0,29	0,74	0,17	0,00	1,57	1,24
Vans	Petrol	Large urban area	0,56	0,31	0,53	5,13	0,17	0,00	6,70	6,15
Vans	Electric	Sparsely populated area	0,00	0,00	0,12	0,00	0,17	0,01	0,30	0,30
Vans	Electric	Medium-sized urban area	0,00	0,01	0,29	0,74	0,17	0,01	0,78	1,22
Vans	Electric	Large urban area	0,00	0,04	0,53	5,13	0,17	0,01	2,83	5,88
Motorcycle	Petrol	Sparsely populated area	0,16	0,00	0,12	0,00	0,78	0,00	1,07	0,90
Motorcycle	Petrol	Medium-sized urban area	0,20	0,01	0,29	0,74	0,78	0,00	2,03	1,83
Motorcycle	Petrol	Large urban area	0,35	0,11	0,53	5,13	0,78	0,00	6,90	6,55
Coach	Diesel	Sparsely populated area	1,31	0,04	0,72	0,00	0,57	0,00	2,63	1,33



Vehicle	Fuel / traction	Area type	CO ₂	Local emissions	Noise	Congestion	Accidents	Wear	TOTAL	TOTAL (excl. CO ₂)
Coach	Diesel	Medium-sized urban area	1,74	0,17	1,60	0,74	0,57	0,00	4,83	3,09
Coach	Diesel	Large urban area	2,97	1,39	3,68	5,13	0,57	0,00	13,74	10,77
Coach	Electric	Sparsely populated area	0,00	0,02	0,72	0,00	0,57	0,10	1,41	1,41
Coach	Electric	Medium-sized urban area	0,00	0,06	1,60	0,74	0,57	0,10	2,64	3,08
Coach	Electric	Large urban area	0,00	0,21	3,68	5,13	0,57	0,10	6,64	9,69
Urban bus	CNG	Medium-sized urban area	1,94	0,37	1,60	0,74	0,57	0,00	5,22	3,28
Urban bus	CNG	Large urban area	3,30	3,35	3,68	5,13	0,57	0,00	16,03	12,73
Urban bus	Diesel	Medium-sized urban area	1,59	0,14	1,60	0,74	0,57	0,00	4,65	3,06
Urban bus	Diesel	Large urban area	2,71	1,11	3,68	5,13	0,57	0,00	13,21	10,50
Urban bus	Electric	Medium-sized urban area	0,00	0,06	1,60	0,74	0,57	0,10	2,64	3,08
Urban bus	Electric	Large urban area	0,00	0,21	3,68	5,13	0,57	0,10	6,64	9,69

Rail transport

For rail transport, this report includes external costs associated with CO₂ emissions, local air pollution, noise, accident risk, maintenance-related wear and renewal-related wear, as in TØI Report 1704/2019 and TØI Report 2126/2025. The latter applied updated data and made some methodological changes. Figure S.4 provides an overview of the external components calculated for rail transport and the changes made compared with TØI Report 1704/2019.

Rail transport

 Local air pollution New health valuation. Based on the new 2025 rail study. Updated	 Accidents Based on the new 2025 rail study. Updated	 Noise Based on the new 2025 rail study. Updated
 Infrastructure wear Based on the new 2025 rail study. Updated		

Figure S.4: Overview of how this report updates the evidence base across external-cost categories for rail transport.

The calculations are based primarily on the new rail study documented in TØI Report 2126/2025. For the external costs of **local air pollution**, newer data on diesel use, NO_x emissions and train types have been used. In addition, the valuation per unit of emissions has been updated using new calculations from the Norwegian Institute of Public Health. In general, local-emission costs for diesel trains are low in sparsely populated areas but higher in densely populated areas, often surpassing the marginal costs of CO₂-emissions in the latter.



For **accident risk**, the calculations draw on more recent data than the 2019 report, while the data for collisions involving road vehicles as the counterpart have been expanded compared with the 2025 report. We have also specified 'other train' as a separate class, in addition to passenger and freight trains, which also affects the estimates compared with the 2019 and 2025 reports. For **noise costs**, the calculations distinguish between train type and daytime, evening and night-time, as well as between three area types. This has a substantial impact on the estimates, which are generally lower than in 2019. At the same time, the calculations show considerable variation, including very high costs for freight trains at night in densely populated areas.

For the marginal external costs of **infrastructure wear**, this report distinguishes more clearly between maintenance costs and renewal costs. Maintenance costs are estimated directly from Norwegian data, while renewal costs continue to be based on Swedish elasticities. The calculations show substantial variation between regions and rail sections.

Because noise-related external costs depend on whether noise occurs during the daytime (07:00-19:00), evening (19:00-23:00) or night-time (23:00-07:00), separate tables are presented for different times of day.

In the comparison tables, we use an 'average' passenger train and an 'average' freight train (intermodal train) and distinguish between electric and diesel traction. There will naturally be variation within these groups, which can be taken into account if the analyst has more detailed information. For example, lighter and shorter trains will generally cause less wear than longer and heavier trains; for diesel trains, lighter and shorter trains will also have lower diesel consumption and emissions. We also use average estimates of marginal external costs from wear associated with both maintenance and renewal. As shown in TØI Report 2126/2025, there is substantial variation between different regions and rail sections. Where relevant, analysts can use region-specific estimates. These are also included in the Excel files delivered to the commissioning body.



Table S.8: Marginal external costs for rail transport (NOK per train-kilometre), daytime (07:00-19:00 as a whole). The area categories 'Medium-sized urban area' and 'Large urban area' refer to settlements with 15,000-100,000 and more than 100,000 inhabitants, respectively.

Train type	Fuel / traction	Area type	CO ₂	Local emissions	Noise	Accidents	Wear (maintenance)	Wear (renewal)	TOTAL (excl. CO ₂)
Passenger train	Electric	Sparsely populated area	0,00	0,00	0,00	1,25	23,90	30,86	56,00
Passenger train	Electric	Medium-sized urban area	0,00	0,00	0,00	1,25	23,90	30,86	56,00
Passenger train	Electric	Large urban area	0,00	0,00	0,00	1,25	23,90	30,86	56,00
Average intermodal freight train	Electric	Sparsely populated area	0,00	0,00	0,51	0,43	23,90	30,86	55,69
Average intermodal freight train	Electric	Medium-sized urban area	0,00	0,00	1,31	0,43	23,90	30,86	56,50
Average intermodal freight train	Electric	Large urban area	0,00	0,00	1,82	0,43	23,90	30,86	57,00
Passenger train	Diesel	Sparsely populated area	7,49	1,09	0,00	1,25	23,90	30,86	57,09
Passenger train	Diesel	Medium-sized urban area	7,49	6,28	0,00	1,25	23,90	30,86	62,28
Passenger train	Diesel	Large urban area	7,49	31,18	0,00	1,25	23,90	30,86	87,18
Average intermodal freight train	Diesel	Sparsely populated area	22,34	3,24	0,51	0,43	23,90	30,86	58,93
Average intermodal freight train	Diesel	Medium-sized urban area	22,34	18,74	1,31	0,43	23,90	30,86	75,24
Average intermodal freight train	Diesel	Large urban area	22,34	93,05	1,82	0,43	23,90	30,86	150,05



Table S.9: Marginal external costs for rail transport (NOK per train-kilometre), evening (19:00-23:00). The area categories 'Medium-sized urban area' and 'Large urban area' refer to settlements with 15,000-100,000 and more than 100,000 inhabitants, respectively.

Train type	Fuel / traction	Area type	CO ₂	Local emissions	Noise	Accidents	Wear (maintenance)	Wear (renewal)	TOTAL (excl. CO ₂)
Passenger train	Electric	Sparsely populated area	0,00	0,00	0,00	1,25	23,90	30,86	56,00
Passenger train	Electric	Medium-sized urban area	0,00	0,00	0,10	1,25	23,90	30,86	56,11
Passenger train	Electric	Large urban area	0,00	0,00	0,10	1,25	23,90	30,86	56,11
Average intermodal freight train	Electric	Sparsely populated area	0,00	0,00	1,41	0,43	23,90	30,86	56,60
Average intermodal freight train	Electric	Medium-sized urban area	0,00	0,00	4,24	0,43	23,90	30,86	59,43
Average intermodal freight train	Electric	Large urban area	0,00	0,00	8,08	0,43	23,90	30,86	63,26
Passenger train	Diesel	Sparsely populated area	7,49	1,09	0,00	1,25	23,90	30,86	57,09
Passenger train	Diesel	Medium-sized urban area	7,49	6,28	0,10	1,25	23,90	30,86	62,39
Passenger train	Diesel	Large urban area	7,49	31,18	0,10	1,25	23,90	30,86	87,29
Average intermodal freight train	Diesel	Sparsely populated area	22,34	3,24	1,41	0,43	23,90	30,86	59,84
Average intermodal freight train	Diesel	Medium-sized urban area	22,34	18,74	4,24	0,43	23,90	30,86	78,17
Average intermodal freight train	Diesel	Large urban area	22,34	93,05	8,08	0,43	23,90	30,86	156,31



Table S.10: Marginal external costs for rail transport (NOK per train-kilometre), night-time (23:00-07:00). The area categories 'Medium-sized urban area' and 'Large urban area' refer to settlements with 15,000-100,000 and more than 100,000 inhabitants, respectively.

Train type	Fuel / traction	Area type	CO ₂	Local emissions	Noise	Accidents	Wear (maintenance)	Wear (renewal)	TOTAL (excl. CO ₂)
Passenger train	Electric	Sparsely populated area	0,00	0,00	1,62	1,25	23,90	30,86	57,62
Passenger train	Electric	Medium-sized urban area	0,00	0,00	1,01	1,25	23,90	30,86	57,01
Passenger train	Electric	Large urban area	0,00	0,00	2,73	1,25	23,90	30,86	58,73
Average intermodal freight train	Electric	Sparsely populated area	0,00	0,00	21,41	0,43	23,90	30,86	76,60
Average intermodal freight train	Electric	Medium-sized urban area	0,00	0,00	69,49	0,43	23,90	30,86	124,67
Average intermodal freight train	Electric	Large urban area	0,00	0,00	121,00	0,43	23,90	30,86	176,19
Passenger train	Diesel	Sparsely populated area	7,49	1,09	1,62	1,25	23,90	30,86	58,71
Passenger train	Diesel	Medium-sized urban area	7,49	6,28	1,01	1,25	23,90	30,86	63,29
Passenger train	Diesel	Large urban area	7,49	31,18	2,73	1,25	23,90	30,86	89,91
Average intermodal freight train	Diesel	Sparsely populated area	22,34	3,24	21,41	0,43	23,90	30,86	79,84
Average intermodal freight train	Diesel	Medium-sized urban area	22,34	18,74	69,49	0,43	23,90	30,86	143,42
Average intermodal freight train	Diesel	Large urban area	22,34	93,05	121,00	0,43	23,90	30,86	269,23

To summarise costs per tonne-kilometre for an average freight train, the daytime, evening and night-time calculations are combined in Table S.11. A gross train weight of 1,010 tonnes and a payload weight (excluding load carriers) of 313 tonnes are explicitly assumed.



Table S.11: Marginal external costs (NOK per train-kilometre and tonne-kilometre) for an average freight train (intermodal train), by area type and time of day. The area categories 'Medium-sized urban area' and 'Large urban area' refer to settlements with 15,000-100,000 and more than 100,000 inhabitants, respectively.

Fuel / traction	Area type	Time of day	SUM per kjøretøykm (eks. CO ₂)	SUM per tonnkm (eks. CO ₂)
Electric	Sparsely populated area	Daytime	55,69	0,18
Electric	Medium-sized urban area	Daytime	56,50	0,18
Electric	Large urban area	Daytime	57,00	0,18
Diesel	Sparsely populated area	Daytime	58,93	0,19
Diesel	Medium-sized urban area	Daytime	75,24	0,24
Diesel	Large urban area	Daytime	150,05	0,48
Electric	Sparsely populated area	Evening	56,60	0,18
Electric	Medium-sized urban area	Evening	59,43	0,19
Electric	Large urban area	Evening	63,26	0,20
Diesel	Sparsely populated area	Evening	59,84	0,19
Diesel	Medium-sized urban area	Evening	78,17	0,25
Diesel	Large urban area	Evening	156,31	0,50
Electric	Sparsely populated area	Night	76,60	0,24
Electric	Medium-sized urban area	Night	124,67	0,40
Electric	Large urban area	Night	176,19	0,56
Diesel	Sparsely populated area	Night	79,84	0,26
Diesel	Medium-sized urban area	Night	143,42	0,46
Diesel	Large urban area	Night	269,23	0,86

Maritime transport

For maritime freight transport, this report includes external costs associated with air emissions, accident risk and acute discharges, as in TØI Report 1704/2019 and TØI Report 1953/2023. In the latter, new calculations were carried out only for air emissions. Figure 0.6 provides an overview of the external components calculated for maritime transport and the changes made compared with TØI Report 1704/2019.

Maritime transport

 Local air pollution New health evaluation, other estimates are price adjusted. Updated	 Accidents Several new data sources have been combined. Updated	 Acute emissions Previous estimates are price adjusted. Carried forward
---	---	---

Figure S.5: Overview of how this report updates the evidence base across external-cost categories for maritime transport.



The calculations for local air pollution are based on TØI Report 1953/2023, with results differentiated by vessel type, size and area type. The valuation of local emissions has been updated using new calculations from the Norwegian Institute of Public Health. Accident costs have been updated by combining several data sources. Data from the Norwegian Maritime Authority are now supplemented by data from Statistics Norway (SSB), Nævestad et al. (2014) and more recent sources on recreational craft. The calculations now also distinguish between accidents with and without another party involved. The new accident calculations produce substantial changes, but not in the same direction for all vessel types. Costs increase for, among others, cargo ships and recreational crafts, but decrease for passenger ships. We emphasise that the marginal external cost estimates for personal injuries in maritime-transport accidents should be regarded as highly uncertain. Calculations of the costs of acute discharges to water are carried forward from the 2019 report and updated to the current price level.

The commissioning body has received a larger set of tables with marginal external costs in Excel format for use in further analysis. In this report, we limit the presentation to the size category 5,000-15,000 deadweight tonnes (DWT), for eight different vessel types. The summary table for marginal external costs from maritime freight transport is presented in Table S.12. Marginal external costs per tonne-kilometre are given in the final column. Tables with estimated average payloads are provided in Appendix B.



Table S.12: Marginal external costs (NOK 2026 per vessel-kilometre and tonne-kilometre) for vessels in the size category 5,000-15,000 deadweight tonnes, for eight vessel types and different area types. The area categories 'Medium-sized urban area' and 'Large urban area' refer to settlements with 15,000-100,000 and more than 100,000 inhabitants, respectively.

Vessel type	Area type	CO ₂	Local air pollution	Accidents	Acute discharges to water	TOTAL	SUM eks CO ₂	External cost per tkm (excl. CO ₂)
Breakbulk	Sparsely populated area	130,4	43,2	1,7	47,2	222,6	92,2	0,02
Breakbulk	Medium-sized urban area	130,4	120,1	1,7	47,2	299,4	169,0	0,04
Breakbulk	Large urban area	130,4	650,8	1,7	47,2	830,1	699,8	0,17
Container Lo/Lo	Sparsely populated area	212,3	76,5	1,7	49,5	340,1	127,8	0,03
Container Lo/Lo	Medium-sized urban area	212,3	207,9	1,7	49,5	471,6	259,2	0,06
Container Lo/Lo	Large urban area	212,3	1118,5	1,7	49,5	1382,1	1169,8	0,27
Chemical/product tanker	Sparsely populated area	148,1	63,3	1,7	84,5	297,7	149,5	0,03
Chemical/product tanker	Medium-sized urban area	148,1	165,6	1,7	84,5	400,0	251,9	0,06
Chemical/product tanker	Large urban area	148,1	878,6	1,7	84,5	1113,0	964,9	0,21
LPG/LNG	Sparsely populated area	223,6	84,4	1,7	49,5	359,3	135,7	0,05
LPG/LNG	Medium-sized urban area	223,6	220,4	1,7	49,5	495,3	271,6	0,10
LPG/LNG	Large urban area	223,6	1161,3	1,7	49,5	1436,2	1212,6	0,45
Ro-Ro cargo	Sparsely populated area	276,2	150,5	1,7	50,3	478,8	202,6	0,06
Ro-Ro cargo	Medium-sized urban area	276,2	376,1	1,7	50,3	704,4	428,2	0,13
Ro-Ro cargo	Large urban area	276,2	1961,0	1,7	50,3	2289,3	2013,1	0,59
Ro-Ro vehicles	Sparsely populated area	224,7	124,4	1,7	50,3	401,2	176,5	0,11
Ro-Ro vehicles	Medium-sized urban area	224,7	307,3	1,7	50,3	584,1	359,4	0,22
Ro-Ro vehicles	Large urban area	224,7	1591,6	1,7	50,3	1868,4	1643,7	1,02
Tanker	Sparsely populated area	158,4	49,8	1,7	111,2	321,1	162,7	0,03
Tanker	Medium-sized urban area	158,4	137,3	1,7	111,2	408,7	250,3	0,05
Tanker	Large urban area	158,4	739,7	1,7	111,2	1011,1	852,7	0,17
Dry bulk	Sparsely populated area	159,7	52,9	1,7	49,5	264,0	104,2	0,02
Dry bulk	Medium-sized urban area	159,7	146,9	1,7	49,5	357,9	198,2	0,05
Dry bulk	Large urban area	159,7	795,7	1,7	49,5	1006,7	847,0	0,19

Air transport

For air transport, this report includes external costs associated with air emissions and noise, as in the appendix to TØI Report 1704/2019. We divide the external costs into the CCD phase (climb, cruise, descent), for which only external costs associated with air emissions are included, and the LTO phase (landing and take-off), for which both air-emission and noise external costs are included. Figure S.6 provides an overview of the external components calculated for aviation and the changes made compared with TØI Report 1704/2019.

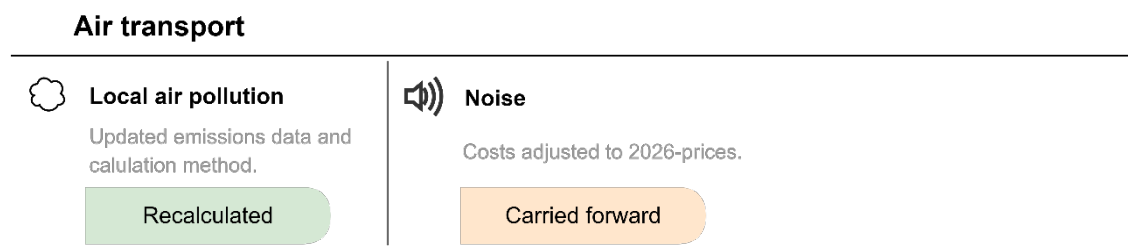


Figure S.6: Overview of how this report updates the evidence base across external -cost categories for air transport.

For air transport, the emission calculations for local air pollution have been recalculated and are based on the European Environment Agency's 2023 emissions calculator. A clear distinction is made between the landing and take-off (LTO) and climb, cruise, descent (CCD) phases and between several types of turboprops, narrow-body and wide-body aircraft. The results show that the LTO phase accounts for a large share of emissions. The noise calculations use the same exposure data as before. All estimates have been converted to 2026 prices.

Estimated marginal external costs are shown in Table S.13 and Table S.14.

Table S.13: External costs per aircraft-kilometre (NOK 2026) associated with air emissions from the climb, cruise, descent phase (CCD), differentiated by aircraft type. The final column converts these to external costs per seat-kilometre.

Aircraft type	Seats/aircraft	CO ₂	Other climate effects	NOX	TOTAL per aircraft-km	TOTAL per seat-km
Small regional turboprop	39	5,90	0,00	0,33	6,24	0,16
Medium regional turboprop	50	6,07	0,00	0,41	6,48	0,13
Large regional turboprop	78	10,18	0,00	0,77	10,95	0,14
Small narrow-body jet	120	14,60	10,22	1,02	25,85	0,22
Medium narrow-body jet	141	14,94	10,46	1,15	26,56	0,19
Large narrow-body jet	181	16,89	11,82	1,35	30,06	0,17
Medium wide-body aircraft	264	33,92	23,74	2,72	60,38	0,23
Large wide-body aircraft	269	38,74	27,12	4,58	70,43	0,26



Table S.14: External costs per landing and take-off (LTO) cycle (NOK 2026), differentiated by aircraft type.

Aircraft type	Seats/aircraft	CO ₂	NOX	Noise	TOTAL per LTO (landing and take-off)	Total per LTO per seat
Small regional turboprop	39	774	32	2	808	20,71
Medium regional turboprop	50	861	42	2	905	18,09
Large regional turboprop	78	1 222	64	2	1 288	16,51
Small narrow-body jet	120	3 403	199	8	3 610	30,09
Medium narrow-body jet	141	3 909	269	8	4 186	29,69
Large narrow-body jet	181	3 909	269	8	4 186	23,13
Medium wide-body aircraft	264	10 329	931	8	11 268	42,68
Large wide-body aircraft	269	10 328	1 234	8	11 570	43,01

Concluding remarks

This report documents and presents updated 2026 estimates of marginal external costs for road, rail, maritime and air transport. Both passenger and freight transport are included. **This is the first broad review of external costs across transport modes since TØI Report 1704/2019** (Rødseth et al., 2019).

As with TØI Report 1704/2019, this report is **primarily a documentation report and reference work for a large set of external cost estimates that can be used in cost-benefit analyses** in Norway. Key assumptions, data sources and uncertainties are documented to make the results transparent and reproducible. The intention is that the report and the accompanying Excel tables delivered to the commissioning body can be used directly in cost-benefit analyses, studies and assessments of transport-policy instruments.

We emphasise that several of the marginal external-cost estimates are subject to **substantial uncertainty**. This uncertainty concerns both the magnitude of the physical damage effects and their monetary valuation. In addition, many estimates are specified for relatively broad categories of area type, vehicle and time period. The results should therefore be understood as representative marginal external costs within the stated categories, rather than precise estimates for a particular route or situation. For several impacts, actual marginal costs may vary substantially with local conditions, traffic volumes and time of day. Sensitivity analyses are therefore recommended in analyses where external costs may materially affect the results. Where more specific uncertainty intervals are not available, one possible approach is to illustrate uncertainty by varying the rates by +/- 50 per cent.

Some factors considered in isolation, suggest that the calculated external costs may be underestimated. Certain types of impacts are omitted because the current evidence base is not sufficient to establish robust marginal costs. For local air pollution, this applies, among other things, to some pollutants and health outcomes. The valuation of health effects, including the value of a statistical life (VSL), is also an important source of uncertainty.

The **evidence base can be improved for all external-cost components**, but some areas appear particularly important. This applies first and foremost to infrastructure wear on roads and railways, where updated data and methods are needed. A closely related question is the economic trade-off between traffic volumes, maintenance and infrastructure lifetime. For congestion costs, an important further development would be to calculate marginal costs for a larger part of the road network and for different times of day. Another area where the evidence base remains particularly limited is transport emissions to soil and water. More



knowledge is needed on emission quantities, dispersion and economic valuation of, among other things, microplastics, heavy metals and PAHs from tyre, brake and road wear. There is also a need to establish a more representative data basis for road-traffic noise.

Overall, the report provides a more up-to-date and consistent basis for including the externalities of transport in cost-benefit analysis. The most important application is to provide the analyst with a set of differentiated calculation values that can be adapted to the specific transport change being analysed.

1 Innledning

1.1 Leseveiledning

Kapittel 2 til 8 representerer selvstendige gjennomganger av ulike typer for eksterne kostnader, hvor det gis metode- og databeskrivelse, samt resultater for alle transportformer som knyttes til den aktuelle eksterne kostnaden.

Rapporten er strukturert som følger:

- Kapittel 1 er en generell innledning til hele rapporten
- Kapittel 2 omhandler skadekostnader knyttet til **utslipp til luft**
- Kapittel 3 omhandler **ulykkeskostnader**
- Kapittel 4 omhandler **støykostnader**
- Kapittel 5 omhandler skadekostnader knyttet til **infrastrukturnedbrytning**
- Kapittel 6 omhandler **køkostnader**
- Kapittel 7 omhandler skadekostnader knyttet til **akutte utslipp til vann**
- Kapittel 8 omhandler skadekostnader knyttet til **utslipp til vann og jord**
- Kapittel 9 oppsummerer avslutter med **konklusjon og diskusjon**

Tabeller med de samlede estimatene for marginale eksterne kostnader fra transport er presentert i sammendraget. Detaljerte resultater er sammenstilt på regnearkformatet og er overlevert oppdragsgiver.

1.2 Bakgrunn og formål

Transport er en forutsetning for økonomisk aktivitet og samfunnsdeltakelse, men medfører samtidig kostnader som ikke nødvendigvis bæres fullt ut av den som gjennomfører transporten. Slike kostnader, som man i miljøøkonomifaget gjerne kaller **skadekostnader**, innebærer blant annet lokal luftforurensning, støy, ulykker, kø, slitasje på infrastruktur og utslipp til vann og jordsmonn. **Når transportbrukerne ikke tar hensyn til disse virkningene når de beslutter sin transportaktivitet, omtales de som eksterne kostnader.** De marginale eksterne kostnadene uttrykker hvordan kostnadene for samfunnet endres når transportarbeidet øker med én enhet, for eksempel én kjøretøy-, tog- eller fartøykilometer. I denne rapporten fokuserer vi på marginale skadekostnader, uavhengig om det i dag finnes avgifter eller reguleringer som bidrar til transportbrukeren i noen grad **internaliserer** disse kostnadene. Så når vi refererer til marginale eksterne kostnader i denne rapporten, tar vi utgangspunkt i denne «bruttoverdien», uten noen eventuelle fratrekk for internalisering.

Estimater for marginale eksterne kostnader inngår som en sentral del av samfunnsøkonomiske analyser i transportsektoren. De brukes blant annet ved vurdering av tiltak og investeringer, som grunnlag for sammenligning mellom transportformer og i analyser av avgifter og andre virkemidler. For at estimatene skal være anvendbare, må de være basert på et mest mulig oppdatert datagrunnlag og presenteres med konsistente forutsetninger, geografiske inndelinger og oppdaterte pris- og verdiår.

Marginale eksterne kostnader ved transport har vært beregnet jevnlig i Norge gjennom flere tiår. Den siste brede gjennomgangen på tvers av transportformene ble gjennomført i av Transportøkonomisk institutt i TØI-rapport 1704/2019 (Rødseth m.fl., 2019). Siden den gang har deler av kunnskapsgrunnlaget blitt oppdatert gjennom blant annet SINTEFs gjennomgang av slitasjekostnader for godstransport på veg og jernbane (Bertelsen m.fl., 2021), TØI-rapport 1953/2023 om godstransport på veg og til sjøs (Wangsness m.fl., 2023) og TØI-rapport 2126/2025 om jernbanetransport (Rødseth m.fl., 2025).

Analyseenheten for marginale eksterne kostnader i denne rapporten er skadekostnader per kjøretøy/fartøykilometer. Det er også eksterne kostnader knyttet til andre aspekter av transportsektoren. Dette kan f.eks. være nedbyggingen av naturareal for å bygge transportinfrastruktur med påfølgende tap av naturverdier (se Wangsness & Andreassen, 2025) eller at en person bidrar til trengsel om bord og dermed påfører de andre passasjerene ubehagskostnader (se Hulleberg & Flügel, 2025).

Siden de nevnte rapportene har trafikkbildet, kjøretøyparken, teknologien, utslippsnivåene og kostnadsgrunnlaget endret seg. I tillegg er resultatene publisert i ulike rapporter og på ulike tidspunkt. Videre har kommet ny kunnskap om bl.a. helsekonsekvenser som inngår i skadekostnadene, og det vært mulig å anvende nyere og bedre metoder. Det er derfor behov for å konsolidere nyere analyser og oppdatere deler av beregningsgrunnlaget.

Formålet med denne rapporten er å etablere et oppdatert, konsistent og praktisk anvendbart kunnskapsgrunnlag for marginale eksterne kostnader i transportsektoren. Rapporten viderefører i hovedsak strukturen og beregningsopplegget fra TØI-rapport 1704/2019, men innarbeider nyere rapporter, oppdaterte data og innebærer enkelte målrettede metodeforbedringer. Eksisterende estimater harmoniseres til et felles pris- og verdiår, slik at resultatene kan sammenlignes på tvers av transportformer og kostnadskomponenter.

Hovedvekten i oppdateringen ligger på vegtransport. Her er det blant annet gjennomført oppdateringer av datagrunnlaget for lokale utslipp, med særlig vekt på konsekvensene av endret teknologi og sammensetning av kjøretøyparken, samt ulykker og støy. For jernbane bygger rapporten i stor grad på de oppdaterte analysene i TØI-rapport 2126/2025, mens beregningene for sjøfart og luftfart i hovedsak er oppdaterte videreføringer av eksisterende estimater. En ny del av rapporten inkluderer vurderinger av hvorvidt skadekostnader på vann og jord, særlig knyttet til mikroplast, i fremtiden kan inkluderes på et tilstrekkelig robust faglig grunnlag. En oppsummering av hvilke typer oppdateringer som er gjort for hver skadekostnadskomponent og hver transportform er gitt i Figur 1.1.

Kunnskapsgrunnlaget varierer mellom de ulike kostnadskomponentene. Rapporten skiller derfor mellom nye hovedanslag basert på oppdaterte data eller metode, oppdaterte videreføringer av tidligere estimater og resultater som primært bør brukes som tilleggs- eller sensitivitetsanalyser. Sentrale forutsetninger, datakilder og usikkerheter dokumenteres for å gjøre resultatene transparente og etterprøvbare. Hensikten er at rapporten og de tilhørende regnearktabellene skal kunne brukes direkte i samfunnsøkonomiske analyser, utredninger og vurderinger av transportpolitiske virkemidler.

Klimagassutslipp (CO₂) inngår som en supplerende beregning og behandles mindre inngående enn de øvrige kostnadskomponentene, etter avtale med oppdragsgiver.

Veitransport		
 Lokal luftforurensning Nyere bilpark, utslippsdata og helseutfall. Beregnet på nytt	 Ulykker Nyere ulykkesdata og nye beregninger. Beregnet på nytt	 Støy Samme eksponeringsdata, nye helseutfall og -verdivurdering. Beregnet på nytt
 Infrastruktur-litasje Tidligere tall prisjustert. Behov for nye, norske beregninger. Videreført	 Kø Tidligere beregninger er oppdatert til dagens prisnivå. Videreført	 Utslipp til jord og vann Nytt tema, særlig mikroplast. Ikke tallfestet. Litteraturgjennomgang
Jernbane		
 Lokal luftforurensning Ny helseverdsetting og bygger på jernbanestudien fra 2025. Oppdatert	 Ulykker Bygger på den nye jernbanestudien fra 2025. Oppdatert	 Støy Bygger på den nye jernbanestudien fra 2025. Oppdatert
 Infrastruktur-litasje Bygger på den nye jernbanestudien fra 2025. Oppdatert		
Sjøfart		
 Lokal luftforurensning Ny helseverdsetting, øvrige tall er oppdatert til dagens prisnivå. Oppdatert	 Ulykker Flere nye datakilder kombinert. Oppdatert	 Akutte utslipp Tidligere beregninger er oppdatert til dagens prisnivå. Videreført
Luftfart		
 Lokal luftforurensning Nyere utslippsdata og oppdatert beregningsmåte. Beregnet på nytt	 Støy Kostnadene oppdatert til 2026-nivå. Videreført	

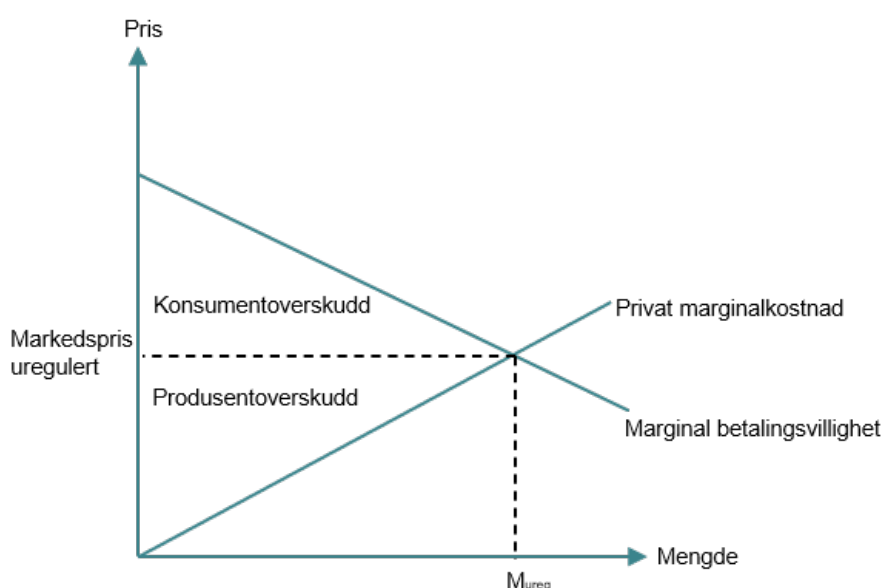
Figur 1.1: Oversikt over hvordan denne rapporten oppdaterer kunnskapsgrunnlaget for hver skadekostnadskategori for hver av de ulike transportformene.

1.3 Marginale skadekostnader

Innledningsvis vil vi gi en kort innføring i den samfunnsøkonomiske teorien bak eksterne kostnader. Lesere med noe bakgrunn i samfunnsøkonomifaget kan trygt gå videre til neste kapittel.

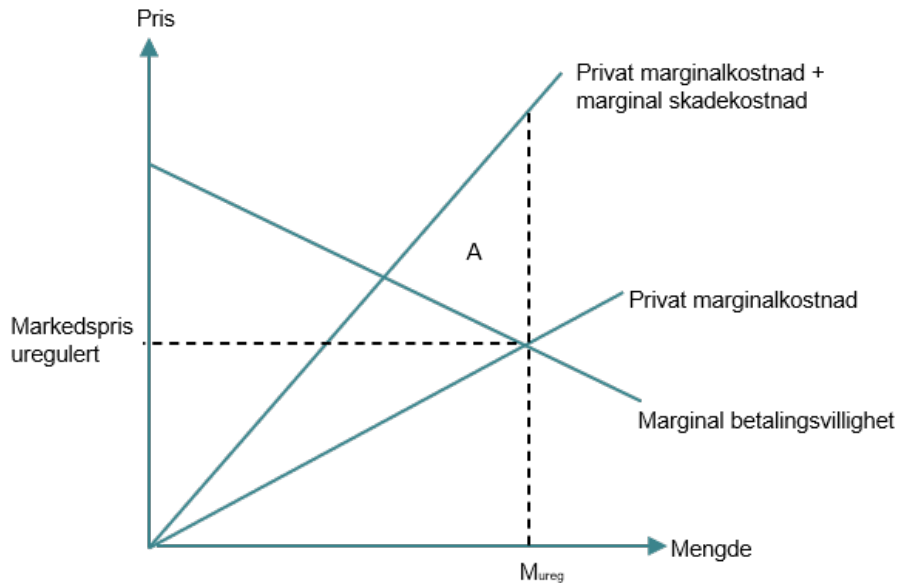
Et grunnleggende prinsipp i velferdsteorien er at det samfunnsøkonomiske overskuddet maksimeres i et marked uten markedssvikt når priser er lik marginalkostnaden (MK). Da er forbrukernes marginale betalingsvillighet (MBV) lik bedriftenes marginalkostnad. Enkelt sagt, i dette punktet er tilbud er lik etterspørsel. Uten markedssvikt, har vi dermed at *samfunnets* marginale betalingsvillighet er lik *samfunnets* marginalkostnad – samfunnet villighet til å betale for én ekstra enhet er lik samfunnets kostnad ved å produsere den enheten. 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.

En slik likevekt vises i figuren under.



Figur 1.2: Samfunnsøkonomisk effektiv likevekt i uregulert marked uten markedssvikt

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 (en kostnad) 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. Dette dødvektstapet reflekterer at det genereres mer skadekostnader fra produksjonen enn det samfunnet faktisk er villig til å betale for. Markedsprisen er rett og slett for lav, og produksjonen er for høy. Jo større dødvektstapet er, desto mindre effektiv er likevekten. I figuren tilsvarer dødvektstapet trekanten A.



Figur 1.3: Markedslikevekt med et dødvektstap pga. eksterne kostnader som ikke internalisert

Dødvektstapet kan for eksempel skyldes lokal luftforurensning fra biltrafikk. For de minst verdifulle bilreisene (lengst til høyre i diagrammet) er den marginale betalingsvilligheten lavere enn kostnaden som reisen påfører samfunnet. Fra et samfunnsøkonomisk perspektiv burde disse reisene derfor ikke blitt gjennomført.

For å igjen oppnå en samfunnsøkonomisk optimal likevekt, må antall bilreiser reduseres. Det kan for eksempel gjøres ved å innføre en avgift eller skatt, slik at den private kostnaden i større grad reflekterer samfunnets kostnader ved bilkjøring. Ved å sette avgiften slik at den er like stor som dødvektstapet, sier man at den eksterne kostnaden er blitt *internalisert*, og vi er tilbake i et samfunnsøkonomisk optimalt nivå på bilkjøring. Det er derfor viktig å beregne de eksterne kostnadene empirisk, slik at skatter og avgifter kan settes på et nivå som i større grad reflekterer kostnadene aktiviteten påfører samfunnet. Som påpekt tidligere vil vi i denne rapporten fokusere eksplisitt på marginale skadekostnader, uavhengig om det finnes avgifter eller reguleringer som bidrar til transportbrukeren i noen grad internaliserer disse kostnadene.

1.4 Lokale og ikke-lineære virkninger

Hovedresultatene i denne rapporten er estimater på marginale skadekostnader ved transport, det vil si endringen i skadekostnader som følger av en liten (marginal) økning i transportaktiviteten. Resultatene presenteres i hovedsak per ekstra kjøretøykilometer, differensiert etter blant annet kjøretøytype, områdekategori og, der det er relevant, tidspunkt på døgnet. Estimatenes bør forstås som representative marginalkostnader for de aktuelle kategoriene, og ikke som kostnader som nødvendigvis gjelder for enhver kjøretøykilometer innenfor kategorien.

Marginale skadekostnader kan variere betydelig med lokasjon og kontekst. Befolkningstetthet, trafikk-mengde, vegtype, kjøretøysammensetning, tidspunkt på døgnet og lokale natur- og miljøforhold kan alle påvirke kostnaden ved en ekstra kjøretøykilometer. Inndelingene som benyttes i rapporten fanger opp noe av denne variasjonen, men ikke all variasjon. For eksempel kan både marginale kø- og støykostnader variere betydelig mellom ulike veglenker innenfor samme byområde. Også innenfor én områdekategori kan det være store forskjeller mellom blant annet befolkningstetthet og dermed antall personer som eksponeres for støy og lokal luftforurensning.

I tillegg er sammenhengen mellom trafikkvolum og skadekostnader for flere kostnadskomponenter ikke-lineær. Det innebærer at skadekostnaden ved én ekstra kjøretøykilometer kan avhenge av hvor stort trafikkvolumet allerede er. Støy er et eksempel på dette. En ekstra bil øker støynivået relativt mye på en lite trafikkert veg, men langt mindre på en veg med høyt eksisterende trafikk- og støynivå. Marginale støykostnader vil derfor, alt annet likt, normalt avta med økende trafikkvolum. For kø er sammenhengen i hovedsak motsatt: Når trafikken nærmer seg vegens kapasitetsgrense, kan en ekstra trafikant påføre de øvrige trafikantene stadig større forsinkelser, og den marginale køkostnaden kan øke kraftig.

Disse forholdene har betydning for hvordan resultatene i rapporten kan anvendes. De marginale skadekostnadene er særlig egnet til å verdsette mindre endringer i trafikkarbeidet rundt den situasjonen estimatene representerer i transportanalyser og samfunnsøkonomiske analyser. De er også egnet til analyser av marginalprising av transportaktiviteter og internalisering av eksterne kostnader. De bør derimot ikke uten videre brukes til å beregne samlede skadekostnader for dagens transportaktivitet.

Det vil generelt være misvisende å multiplisere de rapporterte marginale skadekostnadene for en områdekategori med alt trafikkarbeidet i samme kategori og tolke resultatet som den samlede skadekostnaden. En slik beregning er bare gyldig dersom skadekostnaden er lineær i trafikkmengden og den benyttede marginalkostnaden er representativ for det aktuelle trafikkarbeidet. For kostnadskomponenter der marginalkostnaden endres med trafikkvolumet, må den samlede kostnaden i prinsippet beregnes med utgangspunkt i hele sammenhengen mellom trafikkmengde og skade, ikke bare marginalkostnaden ved dagens trafikknivå.

Hvis man ønsker å anslå samlede skadekostnader fra transport, er det mer hensiktsmessig å beregne disse direkte. For lokal luftforurensning og støy kan dette innebære beregninger basert på samlet utslipp eller eksponering og tilhørende helse- og andre skadevirkninger for befolkningen (av typen [Global Burden of Disease](#)). For ulykker kan samlede kostnader beregnes med utgangspunkt i det samlede ulykkesomfanget, mens samlede køkostnader kan baseres på observerte eller modellerte forsinkelser. For infrastrukturslitasje vil et relevant utgangspunkt være den delen av samlede drifts-, vedlikeholds- og fornyingskostnader som kan tilskrives trafikkbelastningen. Slike beregninger av totale kostnader innebærer dermed et helt annet analysearbeid enn det som gjøres i denne rapporten.

2 Utslipp til luft

Utslipp til luft omfatter både klimagassutslipp og lokale luftforurensende utslipp som for eksempel NO₂ og PM_{2.5}. Hovedvekten i dette kapitlet ligger på lokale utslipp og tilhørende marginale skadekostnader. På forespørsel fra oppdragsgiver presenteres det i tillegg enkelte beregninger for klimagassutslipp. Disse er ment som et supplement og er behandlet mindre inngående enn de lokale utslippene. I kapittel 8 *Utslipp til jord og vann*, omtales mikroplast som også bidrar til lokal luftforurensing, men som ikke er dekket her i kapittel 2.

Kapitlet er organisert som følger:

I **kapittel 2.1** gjennomgår vi metode, datagrunnlag og resulterende **verdsetting per kg av de mest sentrale typene lokale luftforurensinger**. Her er det brukt oppdatert metodikk og datagrunnlag fra Verdsettingsprosjektet til Folkehelseinstituttet til å beregne marginale skadekostnader for PM_{2.5}, PM₁₀ og NO₂ for tolv norske byer. I delkapittel 2.1.4 blir disse estimatene aggregert opp til områdekategoriene Mellomstor by (tettsted med 15 000 til 100 000 innbyggere) og Storby (tettsted med over 100 000 innbyggere). Disse estimatene oppgis typisk i *kroner per kg utslipp*. For mer spredtbygde strøk er eksponeringen for lokal luftforurensing såpass lav at skadekostnadene blir vanskelig å tallfeste. Istedenfor å benytte oss av fremgangsmåten med skadekostnader velger vi her heller å avlede *tiltakskostnader* for å begrense forurensingen til et offisielt mål på kostnadseffektivt vis. Her fungerer NOX-avgiften som et ankerpunkt for marginale tiltakskostnader. Disse tiltakskostnadene vil inngå i den oppsummerte beregningen av marginale eksterne kostnader fra lokal luftforurensing.

I **kapittel 2.2** gjennomgår vi de offisielle anbefalingene for **verdsetting av klimagassutslipp** til bruk for estimer av eksterne kostnader. Dette oppgis i *kroner per tonn*. Verdsettingen er basert på *marginale tiltakskostnader* for å overholde Parisavtalen på kostnadseffektivt vis.

I **kapittel 2.3** gjennomgår vi oppdaterte estimer på **utslippsfaktorer per kilometer** for kjøretøy og fartøy for vegtransport, jernbanetransport, sjøtransport og luftfart. Dette oppgis typisk i **gram per kilometer**. Disse faktorene multipliseres med verdsettingene per utslippsenhet og gir oss en samlet beregning av *utslippskostnader per kjøretøykilometer*, differensiert etter områdetype.

Det som er nytt i denne rapporten sammenlignet med tidligere rapporter på marginale eksterne kostnader er særlig knyttet til:

- Oppdatert verdsetting per kg utslipp i henhold til Folkehelseinstituttets Verdsettingsprosjekt. Dette har generelt resultert i lavere verdsetting per kg utslipp for både PM_{2.5}, PM₁₀ og NO₂ enn realprisjustering av tidligere estimer bygd på gammel data og metodikk.
- Oppdaterte utslippsfaktorer for veitransporten knyttet til utviklingen i bilparken med forbrenningsmotor. Dette har generelt resultert i lavere utslippsfaktorer enn tidligere, ettersom en større andel av bilparken består av nyere Euroklasser. Dette trekker også i retning av lavere skadekostnader per kilometer.
- Oppdaterte estimer for utslipp av partikler fra bremses, dekk og veistøv per kjørte km basert på oppdaterte metodikk og data fra NILU som nå brukes av SSB. Dette har generelt resultert i høyere utslippsfaktorer enn tidligere, men med redusert verdsetting per utslippsenhet, særlig for større partikler, er marginale utslippskostnader knyttet til bremses, dekk og veistøv beregnet som lavere enn tidligere.
- For luftfarten har vi tydeliggjort skillet mellom utslipp fra landing- og take-off-fasen (LTO) og climb-cruise-descent-fasen (CCD) i beregningene.

2.1 Verdsetting per utslippsenhet: PM_{2.5}, PM₁₀ og NO₂

I dette kapittelet gjennomgår vi verdsetting av utslipp til luft av PM_{2.5}, PM₁₀ og NO₂. Andre utslipp til luft, som PAH og mikroplast er ikke verdsatt på grunn av manglende data.

2.1.1 Metode fra Verdssettingsprosjektet til FHI

Folkehelseinstituttet (FHI) har utviklet en metode for å estimere marginale skadekostnader for helseeffektene av risikofaktorer knyttet til lokale luftforurensing, bl.a. PM_{2.5}, PM₁₀ og NO₂. Metoden baseres på å omregne alt helsetap fra disse tre luftforurensningskomponentene til en felles indikator – helse-tapsjusterte leveår (*Disability-Adjusted Life Years*, DALY). DALY er summen av tapte leveår (YLL, *Years of Life Lost*) og år levd med helsetap (YLD, *Years Lived with Disability*), og er et sentralt samlemål for sykdomsbyrde i en befolkning (Chen et al., 2015). Det globale sykdomsbyrdeprosjektet (*Global Burden of Disease*, GBD) beregner DALY systematisk og vitenskapelig for mer enn 350 sykdommer og skader, og nær 90 risikofaktorer og grupper av risikofaktorer etter alder, kjønn, geografisk område og over tid (GBD, 2025). For luftforurensning beregner GBD bare for PM_{2.5} og NO₂. Utslipp av PM₁₀ er ikke inkludert i dette internasjonale prosjektet, men Verdens helseorganisasjon (WHO) beregner DALY for PM₁₀ fra veg, bane og luftfart for Europa (WHO, 2025). For å beregne sykdomsbyrden i form av DALY knyttet til en risikofaktor kreves tre sentrale datakilder/inngangsdata:

1. befolkningens eksponering (*Population Exposure Distribution*, PED),
2. eksponerings-responsfunksjon (ERF)
3. sykdomsspesifikke helsedata (*Burden of Disease*, BoD), det vil si bakgrunnshelsedata i befolkningen ofte oppgitt i DALY.

Beregningene gjennomføres for et gitt geografisk område (f.eks. Oslo) og følgelig må befolkningens eksponering og sykdomsspesifikke helsedata hentes inn for dette området. Eksponerings-responsfunksjonen (ERF) beskriver sammenhengen mellom konsentrasjonen/eksponering av forurensning og relativ risiko (RR) for en gitt sykdom eller helseutfall (Plass et al., 2022). Ideelt skulle vi også benyttet estimater på slike sammenhenger fra samme område som vi beregner helsekonsekvenser for, men ofte er slike områdespesifikke estimater manglende og dersom de foreligger, ofte lite statistisk robuste. Vi benytter derfor ERF-er fra større samlestudier, såkalte meta-analyser, hvor en rekke studier fra ulike land inngår. Dette er anbefalt framgangsmåte av WHO og EEA. For en mer detaljert fremstilling av DALY-metodikken viser vi til TØI rapport 2126/2025.

Med utgangspunkt i DALY-tilnærmingen estimeres marginale skadekostnader som følge av helseeffekter av luftforurensning ved å undersøke hvordan befolkningens tilskrivbare andel (PAF, *Population Attributable Fraction*) endres ved små endringer i eksponeringsnivået. Estimerer på befolkningens tilskrivbare andel (PAF, *Population Attributable Fraction*) og ERF deriveres med hensyn på eksponeringsnivå. PAF beregnes på bakgrunn av eksponeringsfordeling og ERF for et gitt eksponerings-helseutfallspar, og er et mål på hvor stor andel av sykdomsbyrden for en gitt sykdom, som kan tilskrives eksponeringen.

Gitt at c er kostnaden per DALY, og C representerer den marginale helsekostnaden per konsentrasjonsenhet for en risikofaktor, $\frac{dA_{BoD}}{dx}$, kan C beregnes som:

$$C = c * \frac{dA_{BoD}}{dx} = c * BoD * \frac{\sum_i \left[\frac{dRR_i(x)}{dx} * PE_i \right]}{[\sum_i RR_i(x) * PE_i]^2} \quad (1)$$

der A_{BoD} (*Attributable Burden of Disease*) betegner den delen av sykdomsbyrden som kan tilskrives den aktuelle eksponeringen, mens BoD er den totale underliggende sykdomsbyrden i befolkningen, hentet fra bakgrunnshelsedata og uttrykt som enten tapte leveår (YLL), helsetap (YLD) eller summen av disse

(DALY). Variabelen x angir eksponeringsnivået, for eksempel konsentrasjonen av en luftforurensningskomponent ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) eller nivået av veitrafikkstøy (dB). Befolkningen er fordelt på ulike eksponeringskategorier i , der PE_i er andelen av befolkningen i kategori i , og $RR_i(x)$ er den relative risikoen for det aktuelle helseutfallet ved eksponeringsnivået i denne kategorien. Den deriverte $\frac{dRR_i(x)}{dx}$ uttrykker hvor mye den relative risikoen endres ved en marginal, det vil si svært liten eller én enhets, endring i eksponeringen. Brøken representerer derfor den marginale endringen i den befolkningsjusterte tilskrivbare andelen når eksponeringen endres.

Som et ledd i beregningsløpet beregnes den marginale kostnaden per konsentrasjonsenhet per person, ved å dele den totale kostnaden C på antall personer i det aktuelle geografiske området – inkludert både de som er eksponert for forurensning og de som ikke er det. Når det gjelder luftforurensning, er det tradisjon for å gjennomføre analyser på utslippsnivå snarere enn konsentrasjonsnivå (Magnussen et al., 2019; Magnussen et al., 2010; Miljødirektoratet, 2020, 2023; SFT, 2005). For å oppnå dette målet, må man først beregne den marginale økningen i konsentrasjon per utslippsenhet, og deretter multiplisere denne raten med $\frac{dA_{BOD}}{dx}$. Når det gjelder enheter, kan dette uttrykkes som

$$\frac{DALY}{\frac{\mu\text{g}}{\text{m}^3}} * \frac{\frac{\mu\text{g}}{\text{m}^3}}{\text{tonn utslipp}} = \frac{DALY}{\text{tonn utslipp}} \quad (2)$$

Dette gir sykdomsbyrde per tonn utslipp.

Sykdomsbyrden beregnes i form av i helsetapsjusterte leveår (DALY). Dette er i tråd med Helsedirektoratets anbefalinger om å bruke DALY/QALY² i samfunnsøkonomiske analyser (Helsedirektoratet, 2024), hvor man legger til grunn verdien av et statistisk leveår iht. Finansdepartementets rundskriv om samfunnsøkonomiske analyser (Finansdepartementet, 2021b). Denne tilnærmingen sikrer en harmonisert metode for å vurdere helsekonsekvenser på tvers av risikofaktorer og sektorer.

For luftforurensning har vi beregnet marginale skadekostnader for helseeffekter av PM_{2.5}, NO₂ og PM₁₀ for i alt 12 byer i Norge. Nedenfor beskrives de ulike inngangsdataene: befolkningens eksponering for luftforurensning, eksponerings-responsfunksjoner (ERF-er), samt bakgrunnshelsedata som er lagt til grunn for beregningene.

2.1.1.1 Befolkningens eksponeringsfordeling

Som mål på befolkningens eksponering innhentet vi konsentrasjonsdata i $\mu\text{g}/\text{m}^3$ for PM_{2.5}, PM₁₀ og NO₂ fra Meteorologisk institutt (MET) modell uEMEP³ for 2021. Datasettene er basert på interpolerte konsentrasjonsraster, der måldata fra stasjoner er kombinert med statistiske modeller gjennom en metode kjent som "regression-interpolation-merging mapping". Dette gir et raster-datasett (rutenett, 100 x 100 meter) som dekker hele Norge og er egnet for sammenlignbar bruk i helserelaterte vurderinger. Dataene er tilgjengelige i GeoTIFF-format og inkluderer årlige gjennomsnitts-konsentrasjoner for blant annet PM_{2.5}, NO₂ og PM₁₀.

Romlige konsentrasjonsdata må videre kombineres med romlige data på befolkning for å lage eksponeringsfordelinger (*PED, Population Exposure Distributions*). Geokoordinater for bostedsadresser, og antall bosatte personer per adresse, ble innhentet fra SSB for å få et så presist befolkningsgrunnlag som mulig.

² Quality-Adjusted Life-Years (kvalitetsjusterte leveår)

³ <https://emep.met.no/>

I vår analyse kombinerte vi dette datasettet med våre eksponeringsdata for å kartlegge eksponeringsfordeling for befolkningene i de 12 byene som er inkludert i beregninger av skadekostnader.

2.1.1.2 Eksponerings-responsfunksjoner

I beregningen av sykdomsbyrde som kan tilskrives luftforurensning har vi brukt lineære eksponerings-responsfunksjoner (ERF-er) som er basert på oppdatert kunnskapsgrunnlag og anbefalinger fra WHO (WHO, 2025). Tabellene 2.1 til 2.3 viser hvilke helseutfall og ERF-er (risikoestimer) som er benyttet for å beregne sykdomsbyrde for henholdsvis PM_{2.5}, NO₂ og PM₁₀. Relativ risiko (RR) er i tabellene angitt som økt risiko per 10 µg/m³ økning i eksponering. En RR på 1,18 som vist i Tabell 2.1 for sammenheng mellom PM_{2.5} og KOLS innebærer at risikoen for å få denne sykdommen øker med 18% per 10 µg/m³ økning i eksponering. Konfidensintervallet (KI) gir en nedre og en øvre grense for størrelsen som estimeres. Lengden av intervallet antyder hvor godt estimatet er. Et langt intervall signaliserer større usikkerhet enn et kort.

Tabell 2.1: Inkluderte helseutfall med tilhørende risikoestimer (dødelighet og/eller sykkelighet) for beregning av sykdomsbyrde knyttet til **PM_{2.5}**.

Helseutfall	RR (95 % KI) Dødelighet (YLL)	RR (95 % KI) Sykelighet (YLD)	Kilde (referanse)
Astma (barn)		1,34 (1,10–1,63)	Forastiere m.fl. (2024)
Autisme (barn)		1,66 (1,23–2,25)	Forastiere m.fl. (2024)
KOLS	1,138 (1,080–1,198)	1,18 (1,13–1,23)	Dødelighet: Orellano m.fl. (2024) Sykelighet: Forastiere m.fl. (2024) YLL: Orellano m.fl. (2024))
Demens		1,46 (1,20–1,78)	Forastiere m.fl. (2024)
Diabetes		1,10 (1,03–1,18)	Forastiere m.fl. (2024)
Iskemisk hjertesykdom	1,143 (1,102–1,186)	1,13 (1,05–1,22)	Dødelighet: Orellano m.fl. (2024) Sykelighet: Forastiere m.fl. (2024)
Nedre luftveisinfeksjoner	1,204 (1,095–1,325)		Orellano m.fl. (2024)
Lungekreft	1,093 (1,053–1,135)	1,16 (1,10–1,23)	Dødelighet: Orellano m.fl. (2024) Sykelighet: Forastiere m.fl., (2024)
Hjerneslag	1,146 (1,101–1,192)	1,16 (1,12–1,20)	Dødelighet: Orellano m.fl. (2024) Sykelighet: Forastiere m.fl. (2024)

RR = Relativ risiko, angitt per 10 µg/m³ økning i eksponering fra PM_{2.5}

KI = Konfidensintervall (usikkerhetsintervall)

Tabell 2.2: Inkluderte helseutfall med tilhørende risikoestimer (dødelighet og/eller sykkelighet) for beregning av sykdomsbyrde for **NO₂**.

Helseutfall	RR (95 % KI) Dødelighet (YLL)	RR (95 % KI) Sykelighet (YLD)	Kilde (referanse)
Astma (barn)		1,10 (1,05–1,18)	Forastiere m.fl. (2024)
Astma (voksne)		1,10 (1,01–1,21)	Forastiere m.fl. (2024)
KOLS (Kronisk obstruktiv lungesykdom)	1,04 (1,02–1,06)		Kasdagli m.fl. (2024)
Iskemisk hjertesykdom	1,05 (1,03–1,08)		Kasdagli m.fl. (2024)
Nedre luftveisinfeksjoner (Voksne)	1,08 (1,04–1,12)		Kasdagli m.fl. (2024)
Nedre luftveisinfeksjoner (Barn)		1,09 (1,03–1,16)	Forastiere m.fl. (2024)
Lungekreft	1,07 (1,04–1,10)		Kasdagli m.fl. (2024)

RR = Relativ risiko, angitt per 10 µg/m³ økning i eksponering fra NO₂

KI = Konfidensintervall (usikkerhetsintervall)

Tabell 2.3: Inkluderte helseutfall med tilhørende risikoestimer (dødelighet og/eller sykkelighet) for beregning av sykdomsbyrde for PM_{10} .

Helseutfall	RR (95 % KI) Dødelighet (YLL)	RR (95 % KI) Sykelighet (YLD)	Kilde (referanse)
Lungekreft	1,10 (1,05–1,15)		Orellano m.fl. (2024)
Iskemisk hjertesykdom	1,06 (1,02–1,09)		Orellano m.fl. (2024)
KOLS (Kronisk obstruktiv lungesykdom)	1,22 (1,03–1,44)		Orellano m.fl. (2024)

For noen av sykdommene viser luftforurensning økt risiko for både sykkelighet og dødelighet, f.eks. er RR = Relativ risiko, angitt per $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ økning i eksponering fra PM_{10}
KI = Konfidensintervall (usikkerhetsintervall)

$PM_{2.5}$ er vist å gi økt risiko for både utvikling av sykdom og dødelighet av lungekreft, iskemisk hjertesykdom, hjerneslag og KOLS (Tabell 1). For disse sykdommene beregner vi derfor både år med redusert helse (YLD, *Years Lived with Disability*) og år tapt på grunn av for tidlig død (YLL, *Years of Life Lost*), som til sammen utgjør helsetapsjusterte leveår (DALY). For andre sykdommer, bidrar luftforurensning kun med enten økt sykkelighet (eks. NO_2 og astma) eller økt dødelighet (f.eks. NO_2 og lungekreft) (Tabell 2.2). Da beregnes kun henholdsvis YLD og YLL for disse sammenhengene. PM_{10} er først og fremst funnet å være forbundet med økt dødelighet (Tabell 2.3).

WHO anbefaler en nedre grense (*cut-off*) for beregning av helsekonsekvenser av luftforurensning. Denne er på $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ for $PM_{2.5}$, $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ for NO_2 og $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ for PM_{10} . Vi beregner derfor ikke sykdomsbyrde for nivåer som er lavere enn dette. Dette innebærer ikke at helsekonsekvenser ikke kan inntreffe ved lavere nivåer enn disse definerte nedre grensene, men at kunnskapsgrunnlaget om helseeffekter av luftforurensning er for usikkert ved nivåer av luftforurensning lavere enn disse.

2.1.1.3 Helsedata i befolkningen

Helsedata i befolkningen ble hentet fra publiserte data⁴ fra Global Burden of Disease i 2023 (GBD, 2026). Basert på data tilgjengelig på fylkesnivå, har vi i samarbeid med Senter for Sykdomsbyrde ved FHI utviklet metoder for å fremskaffe tilsvarende data på kommunenivå.

2.1.2 Resultater fra verdsettingen

Det er beregnet tilskrivbare DALY og marginale skadekostnader for luftforurensnings-komponentene $PM_{2.5}$, NO_2 og PM_{10} for i alt 12 byer i Norge. Dette er Arendal, Bergen, Bodø, Drammen, Fredrikstad, Hamar, Kristiansand, Oslo, Stavanger, Tromsø, Trondheim og Ålesund. Nedenfor har vi vist detaljerte resultater for de tre byene Oslo, Trondheim og Ålesund, men detaljerte beregninger i regneark foreligger for samtlige byer.

2.1.2.1 Marginale skadekostnader fra $PM_{2.5}$

I tabell 2.4 viser vi resultater for de ni relevante helseutfallene som er inkludert i beregningene for $PM_{2.5}$, samt summert over alle helseutfallene, for Oslo, Trondheim og Ålesund. Helsedata i befolkningen (bakgrunns helsedata), angir den totale sykdomsbyrden i form av DALY per år fra hver sykdom uavhengig av årsak til sykdommen. Videre vises den beregnede andelen av hver sykdom som kan tilskrives $PM_{2.5}$ (PAF) og videre estimert DALY som forårsakes av utslipp av $PM_{2.5}$, med tilhørende kostnader. Kostnad per DALY er satt til 1,68 mill. NOK₂₀₂₃ iht. Helsedirektoratet (2024).

⁴ <https://vizhub.healthdata.org/gbd-results/>

Tabell 2.4: Total sykdomsbyrde (DALY) i befolkningen, estimert andel av DALY som skyldes **PM_{2.5}** (PAF), tilskrivbare DALY, samt totalkostnad og gjennomsnittlig DALY-kostnad per tonn. Tabellen viser resultater fordelt per helseutfall samt summert opp for hvert helseutfall og hver by, for Oslo, Trondheim og Ålesund.

Kommune	Helseutfall	Total sykdomsbyrde (DALY) i befolkningen	Total PAF ⁵ (%)	Tilskrivbare DALY	DALY- kostnad (mill. NOK)	Gjennomsnitt DALY kostnad (tusen NOK/tonn)
Oslo	Astma (barn)	635	5,0	31,4	50,28	130,64
Oslo	Autisme (barn)	226	9,2	20,7	33,17	86,17
Oslo	KOLS	5217	2,2	115,6	185,02	480,69
Oslo	Demens	1580	6,6	103,9	166,3	432,06
Oslo	Diabetes	2355	1,5	35,5	56,83	147,66
Oslo	Iskemisk hjertesykdom	6964	2,1	147,0	235,12	610,86
Oslo	Nedre luftveisinfeksjoner (voksne)	1907	3,0	57,8	92,42	240,12
Oslo	Lungekreft	4211	1,4	59,8	95,71	248,67
Oslo	Hjerneslag	4330	2,2	97,0	155,15	403,08
Oslo	Totalt 9 helseutfall	27426		668,8	1070	2779,95
Trondheim	Astma (barn)	161	1,1	1,7	2,76	13,72
Trondheim	Autisme (barn)	63	2,1	1,3	2,07	10,31
Trondheim	KOLS	1865	0,5	8,7	13,86	69,01
Trondheim	Demens	529	1,4	7,6	12,18	60,6
Trondheim	Diabetes	896	0,3	2,8	4,54	22,58
Trondheim	Iskemisk hjertesykdom	2735	0,5	12,2	19,5	97,06
Trondheim	Nedre luftveisinfeksjoner (voksne)	681	0,6	4,4	7,01	34,89
Trondheim	Lungekreft	1631	0,3	4,9	7,77	38,69
Trondheim	Hjerneslag	1648	0,5	7,8	12,43	61,88
Trondheim	Totalt 9 helseutfall	10209		51,4	82,12	408,74
Ålesund	Astma (barn)	56	0,2	0,1	0,16	0,92
Ålesund	Autisme (barn)	22	0,4	0,1	0,12	0,69
Ålesund	KOLS	716	0,1	0,6	0,91	5,13
Ålesund	Demens	211	0,3	0,5	0,84	4,73
Ålesund	Diabetes	324	0,1	0,2	0,28	1,58
Ålesund	Iskemisk hjertesykdom	1065	0,1	0,8	1,3	7,34
Ålesund	Nedre luftveisinfeksjoner (voksne)	274	0,1	0,3	0,48	2,73
Ålesund	Lungekreft	607	0,05	0,31	0,49	2,79
Ålesund	Hjerneslag	638	0,1	0,5	0,82	4,65
Ålesund	Totalt 9 helseutfall	3913		3,4	5,4	30,56

Fra tabell 2.4 ser vi at de ni helseutfallene totalt årlig utgjør 27 426 DALY i Oslo, 10 209 DALY i Trondheim og 3913 DALY i Ålesund (Total sykdomsbyrde i befolkningen). Den tilskrivbare andelen (PAF) varierer fra 0,1 % til 9,2 %. Totalt kan 668,8 DALY tilskrives PM_{2.5} i Oslo, mens tilsvarende estimer for Trondheim og Ålesund er henholdsvis 51,4 DALY og 3,4 DALY. I Oslo er det estimert at 9,2% av sykdomsbyrden fra autisme kan tilskrives PM_{2.5}. Denne er lavere i Trondheim (2,1%) og Ålesund (0,4%). Det er imidlertid hjerte-karsykdom (iskemisk hjertesykdom og hjerneslag) og lungesykdommene (KOLS og

⁵ PAF står for *Population Attributable Fraction* dvs. befolkningens tilskrivbare andel, oppgitt i prosent i tabellene.

lungekreft) som bidrar mest til DALY og tilhørende kostnader. Sykdomsbyrden og marginalkostnaden er klart høyest for Oslo, som også har de høyeste nivåene av PM_{2.5}.

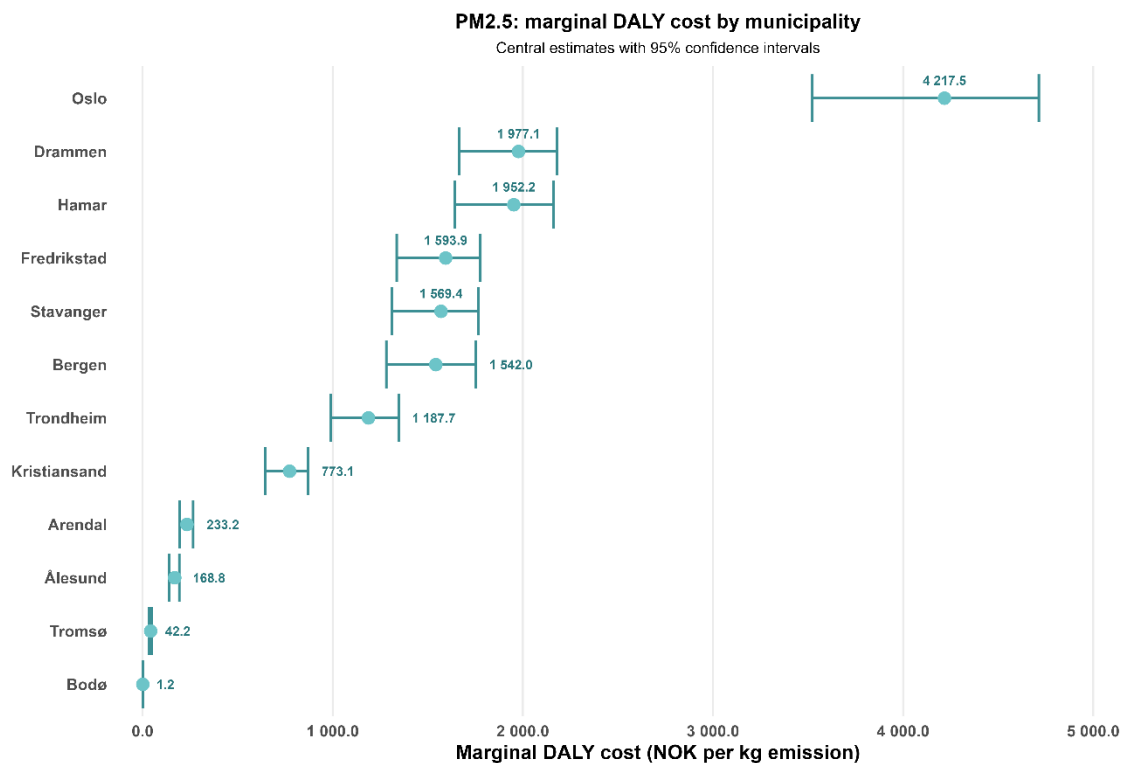
I tabell 2.5 nedenfor ser vi på hvordan beregnet utslag på DALY og monetære skadekostnader er ved en marginal økning i konsentrasjon for PM_{2.5} i Oslo, Trondheim og Ålesund.

Tabell 2.5: Beregnet utslag på DALY og monetære skadekostnader per år ved en marginal økning i PM_{2.5} konsentrasjon og utslipp for Oslo, Trondheim og Ålesund

Kommune (by)	Marginal DALY per $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Marginal-kostnad per $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (mill. NOK)	Marginal-kostnad per $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per person (NOK)	Konsentrasjons-økning per utslippsenhet ($\mu\text{g}/\text{m}^3$ per tonn)	Marginal-kostnad per kg utslipp (NOK/kg)
Oslo	405,83	649,32	906,54	0,00649519	4217,48
Trondheim	62,14	99,42	463,86	0,01194624	1187,74
Ålesund	11,0	17,6	301,26	0,00958827	168,82

Resultatene viser at estimert marginal skadekostnad for å øke utslipp med ett kg i Oslo, Trondheim og Ålesund er på henholdsvis 4217kr, 1188 kr og 169 kr (tabell 5). Dette er basert på summen av de ni helseutfallene for hver by.

For PM_{2.5} varierer den estimerte marginale DALY-kostnaden betydelig mellom kommunene (figur 2.1). Oslo har det høyeste sentralestimatet, med 4 217,5 kroner per kg utslipp, etterfulgt av Drammen og Hamar med henholdsvis 1 977,1 og 1 952,2 kroner per kg. Fredrikstad, Stavanger og Bergen har også relativt høye marginalkostnader, mens estimatene er lavere i Trondheim, Kristiansand, Arendal og Ålesund. Tromsø og Bodø har de laveste estimatene, på henholdsvis 42,2 og 1,2 kroner per kg utslipp. De horisontale linjene viser 95 % konfidensintervall og illustrerer usikkerheten knyttet til estimatene (figur 2.1).



Figur 2.1: Marginal kostnad av PM_{2.5} per utslippsenhet (NOK/kg utslipp) for 12 kommuner. Punktene viser sentralestimatene, mens de horisontale linjene viser 95 % konfidensintervall

2.1.2.2 Marginale skadekostnader fra NO₂

Tabell 2.6 viser sykdomsspesifikke helsedata i form av helsetapsjusterte leveår (DALY) for befolkningen i byene Oslo, Trondheim og Ålesund. For eksempel bidrar astma hos voksne årlig med 2510 DALY i Oslo, mens tilsvarende tall for Trondheim og Ålesund er henholdsvis 579 DALY og 179 DALY. For hvert helseutfall (hver rad i tabellen) vises også estimert andel av sykdomsbyrden som kan tilskrives NO₂ (PAF), DALY som kan tilskrives NO₂, totalt estimert kostnad samt gjennomsnittlig kostnad per tonn utslipp. Tilskrivbar DALY og kostnader er også summert opp for hver kommune.

Totalt kan 449,6 DALY tilskrives NO₂ i Oslo, mens tilsvarende estimater for Trondheim og Ålesund er henholdsvis 94,7 DALY og 35,7 DALY. Gjennomsnittskostnaden per tonn utslipp er høyest for Oslo (408 600 kr) og lavest for Ålesund (33 000 kr).

Tabell 2.6: Total sykdomsbyrde (DALY) i befolkningen, estimert andel av DALY som skyldes NO₂ (PAF), tilskrivbare DALY, samt total kostnad og gjennomsnittlig DALY-kostnad per tonn. Tabellen viser resultater fordelt per helseutfall samt summert opp for hvert helseutfall og hver by, for Oslo, Trondheim og Ålesund.

Kommune	Helseutfall	Total sykdomsbyrde (DALY) i befolkningen	Total PAF (%)	Tilskrivbare DALY	DALY kostnad (mil NOK)	Gjennomsnitt DALY kostnad (tusen NOK/tonn)
Oslo	Astma (voksne)	2510	3,7	92,7	148,26	84,22
Oslo	Astma (barn)	635	3,7	23,5	37,52	21,31
Oslo	KOLS	5217	1,2	59,9	95,81	54,42
Oslo	Iskemisk hjertesykdom	6964	1,6	108,6	173,75	98,7
Oslo	Nedre luftveisinfeksjoner (voksne)	1907	3,0	56,7	90,79	51,57
Oslo	Nedre luftveisinfeksjoner (barn)	1	3,3	0,0	0,05	0,03
Oslo	Lungekreft	4211	2,6	108,2	173,14	98,35
Oslo	Totalt 7 helseutfall	21446		449,6	719,31	408,6
Trondheim	Astma (voksne)	579	2,3	13,1	20,95	21,48
Trondheim	Astma (barn)	161	2,3	3,7	5,84	5,98
Trondheim	KOLS	1865	0,7	13,4	21,46	21,99
Trondheim	Iskemisk hjertesykdom	2735	1,0	26,6	42,5	43,56
Trondheim	Nedre luftveisinfeksjoner (voksne)	681	1,8	12,4	19,81	20,3
Trondheim	Nedre luftveisinfeksjoner (barn)	0	2,0	0,0	0,01	0,01
Trondheim	Lungekreft	1631	1,57	25,6	40,91	41,93
Trondheim	Totalt 7 helseutfall	7652		94,7	151,49	155,26
Ålesund	Astma (voksne)	179	2,3	4,1	6,52	3,76
Ålesund	Astma (barn)	56	2,3	1,3	2,03	1,17
Ålesund	KOLS	716	0,7	5,2	8,37	4,83
Ålesund	Iskemisk hjertesykdom	1065	1,0	10,5	16,78	9,69
Ålesund	Nedre luftveisinfeksjoner (voksne)	274	1,8	5,0	8,05	4,65
Ålesund	Nedre luftveisinfeksjoner (barn)	0	2,1	0,0	0	0
Ålesund	Lungekreft	607	1,58	9,6	15,34	8,85
Ålesund	Totalt 7 helseutfall	2897		35,7	57,1	32,95

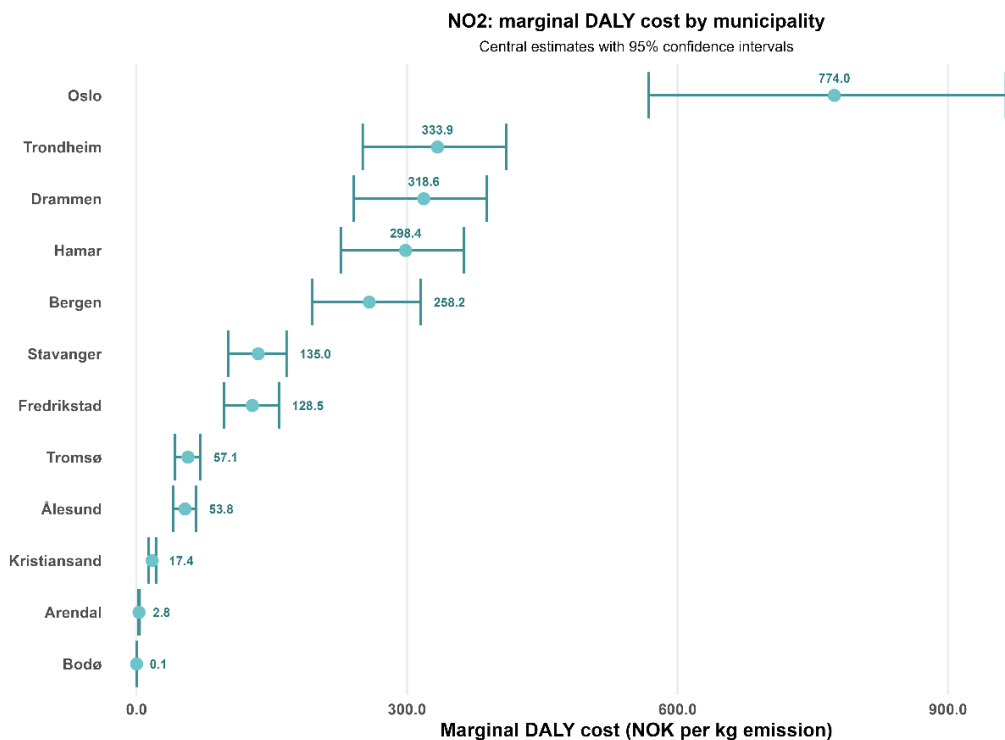
I tabell 2.7 ser vi på hvordan beregnet utslag på DALY og monetære skadekostnader er ved en marginal økning i NO₂-konsentrasjonen i Oslo, Trondheim og Ålesund.

Tabell 2.7: Beregnet utslag på DALY og monetære skadekostnader per år for helsekonsekvenser ved en marginal økning i NO₂ konsentrasjon og utslipp i Oslo, Trondheim og Ålesund.

Kommune	Marginal DALY per µg/m ³	Marginalkostnad per µg/m ³ (mill. NOK)	Marginalkostnad per µg/m ³ per person (NOK)	Konsentrasjons-økning per utslippsenhet (µg/m ³ per tonn)	Marginalkostnad per kg utslipp (NOK/kg)
Oslo	99,02	158,44	221,2	0,00488525	774
Trondheim	23,95	38,32	178,8	0,00871169	333,9
Ålesund	9,56	15,29	261,62	0,00352	53,8

Resultatene som vises i tabell 2.7 baseres på summen av tilskrivbare DALYs for hver by. Estimert marginal skadekostnad for å øke NO₂-utslippet med 1 kg er 774 kr i Oslo, og lavere i Trondheim og Ålesund med henholdsvis 334 kr og 54 kr. Forskjellene drives både av antall tilskrivbare DALY for en økning på 1 µg/m³ i konsentrasjon, men også av at det å slippe ut ett tonn NO₂ i Oslo gir en sterkere effekt enn tilsvarende utslipp i Trondheim og Ålesund.

For NO₂ har Oslo den høyeste estimerte marginale DALY-kostnaden blant de tolv byene vi har inkludert i beregningene (figur 2.2), med 774,0 kroner per kg utslipp. Deretter følger Trondheim, Drammen og Hamar med relativt like estimater på henholdsvis 333,9 kr, 318,6 kr og 298,4 kr per kg. Bergen har et estimat på 258,2 kroner per kg, mens kostnadene er lavere i Stavanger og Fredrikstad. Blant kommunene med de laveste marginalkostnadene finner vi Tromsø og Ålesund, med henholdsvis 57,1 og 53,8 kroner per kg, etterfulgt av Kristiansand, Arendal og Bodø. Bodø har det laveste estimatet, på 0,1 kroner per kg utslipp. De brede konfidensintervallene for flere av kommunene med høye sentralestimater viser at det er betydelig usikkerhet knyttet til størrelsen på de marginale kostnadene (figur 2.2).



Figur 2.2: Marginal kostnad av NO₂ per utslippsenhet (NOK/ kg utslipp) for 12 kommuner. Punktene viser sentralestimatene, mens de horisontale linjene viser 95 % konfidensintervaller.

2.1.2.3 Marginale skadekostnader fra PM₁₀

Tabell 2.8 viser at eksponering for PM₁₀ samlet er estimert å medføre 3,1 DALY i Oslo, 0,9 DALY i Trondheim og 1,6 DALY i Ålesund. Dette tilsvarer årlige helsekostnader på henholdsvis 5,02, 1,42 og 2,53 millioner kroner. I Oslo bidrar KOLS mest til den samlede sykdomsbyrden, med 1,7 DALY, etterfulgt av lungekreft med 0,8 DALY og iskemisk hjertesykdom med 0,7 DALY. Også i Trondheim og Ålesund er den største sykdomsbyrden knyttet til KOLS, henholdsvis 0,5 DALY og 0,8 DALY. Den totale befolkningsvektede andelen av sykdomsbyrden som kan tilskrives PM₁₀ (PAF), varierer mellom 0,01 og 0,03 % i Oslo, mellom 0,01 og 0,02 % i Trondheim og mellom 0,03 og 0,12 % i Ålesund. Den gjennomsnittlige helsekostnaden per tonn PM₁₀-utslipp er høyest i Oslo (0,0076 millioner kroner per tonn), etterfulgt av Ålesund (0,0075 millioner kroner per tonn) og Trondheim (0,0044 millioner kroner per tonn).

Tabell 2.8: Total sykdomsbyrde (DALY) i befolkningen, estimert andel av DALY som skyldes PM₁₀ (PAF), tilskrivbare DALY, samt total kostnad og gjennomsnittlig DALY-kostnad per tonn. Tabellen viser resultater fordelt per helseutfall samt summert opp for hvert helseutfall og hver by, for Oslo, Trondheim og Ålesund

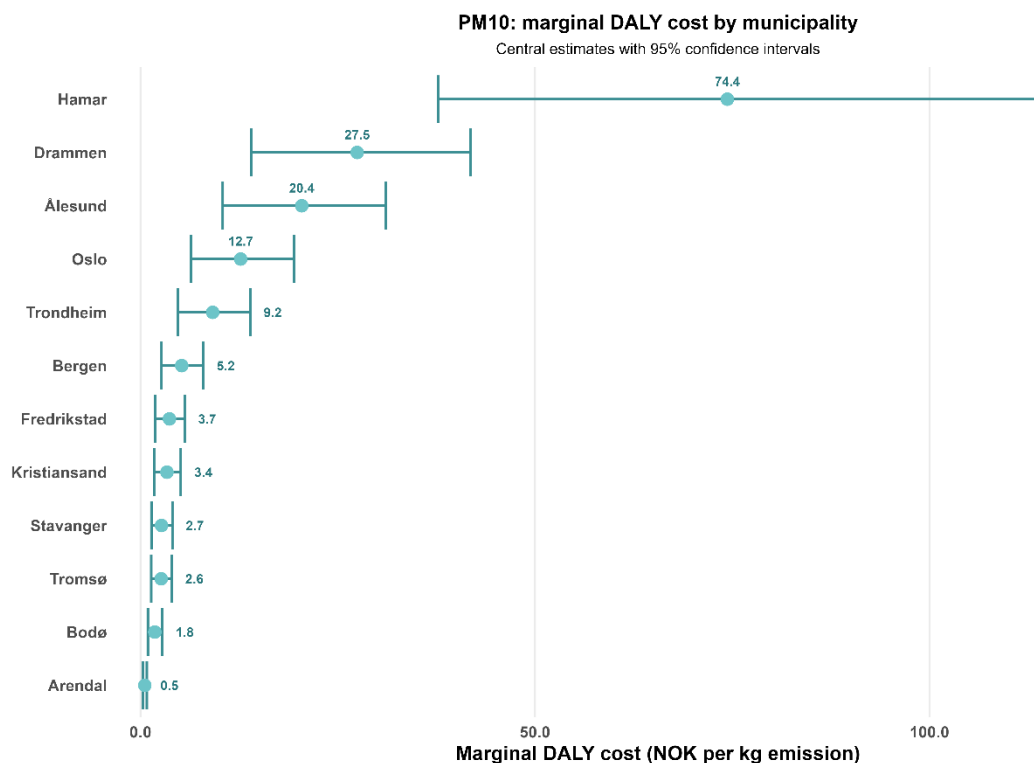
Kommune	Helseutfall	Total sykdomsbyrde (DALY) i befolkningen	Total PAF (%)	Tilskrivbare DALY	DALY kostnad (mil NOK)	Gjennomsnitt DALY kostnad (tusen NOK/tonn)
Oslo	KOLS	5217	0,03	1,7	2,68	4,07
Oslo	Iskemisk hjertesykdom	6964	0,01	0,7	1,07	1,62
Oslo	Lungekreft	4211	0,02	0,8	1,27	1,93
Oslo	Totalt 3 helseutfall	16393		3,1	5,02	7,62
Trondheim	KOLS	1865	0,02	0,5	0,74	2,03
Trondheim	Iskemisk hjertesykdom	2735	0,01	0,2	0,32	0,88
Trondheim	Lungekreft	1631	0,01	0,2	0,37	1,01
Trondheim	Totalt 3 helseutfall	6231		0,9	1,42	3,93
Ålesund	KOLS	716	0,12	0,8	1,32	3,9
Ålesund	Iskemisk hjertesykdom	1065	0,03	0,4	0,58	1,71
Ålesund	Lungekreft	607	0,07	0,4	0,63	1,87
Ålesund	Totalt 3 helseutfall	2388		1,6	2,53	7,48

Resultatene i tabell 2.9 viser at den estimerte marginale sykdomsbyrden ved en økning i PM₁₀-konsentrasjonen på 1 µg/m³ er 1,11 DALY i Oslo, 0,41 DALY i Trondheim og 0,82 DALY i Ålesund. Dette tilsvarer marginale helsekostnader på henholdsvis 1,78, 0,66 og 1,31 millioner kroner per µg/m³. Målt per person er marginalkostnaden klart høyest i Ålesund, med 22,33 kroner, sammenlignet med 3,09 kroner i Trondheim og 2,49 kroner i Oslo. Når resultatene omregnes til kostnader per utslippsenhet, er den marginale helsekostnaden høyest i Ålesund, med 20,44 kroner per kg PM₁₀-utslipp, etterfulgt av Oslo med 12,7 kroner per kg og Trondheim med 9,15 kroner per kg.

Tabell 2.9: Beregnet utslag på DALYer og monetære skadekostnader per år knyttet til astma ved en marginal økning i PM₁₀ konsentrasjon og utslipp i Oslo, Trondheim og Ålesund.

Kommune	Marginal DALY per µg/m ³	Marginalkostnad per µg/m ³ (mill. NOK)	Marginalkostnad per µg/m ³ per person (NOK)	Konsentrasjons-økning per utslippsenhet (µg/m ³ per tonn)	Marginalkostnad per kg utslipp (NOK/kg)
Oslo	1,11	1,78	2,49	0,00712769	12,7
Trondhei m	0,41	0,66	3,09	0,01382361	9,15
Ålesund	0,82	1,31	22,33	0,01566194	20,44

For PM₁₀ har Hamar den klart høyeste estimerte marginale DALY-kostnaden (figur 2.3), med 84,5 kroner per kg utslipp, etterfulgt av Drammen og Ålesund med henholdsvis 27,5 og 20,4 kroner per kg. Oslo og Trondheim har estimater på henholdsvis 12,7 og 9,2 kroner per kg, mens Arendal har det laveste estimatet på 0,5 kroner per kg. Det høye estimatet for Hamar kan være knyttet til forholdet mellom den estimerte PM₁₀-eksponeringen og utslippsmengden registrert innenfor kommunen. Ettersom Hamar er en relativt liten kommune, kan eksponeringsdataene også gjenspeile bidrag fra utslipp i omkringliggende kommuner eller fra lokale og regionale aktiviteter som gir høy PM₁₀-eksponering. Dersom en relativt høy eksponering sammenholdes med en liten kommunal utslippsmengde, blir den beregnede konsentrasjonsøkningen per kg utslipp, og dermed marginalkostnaden, høy. Det brede konfidensintervallet viser samtidig at estimatet for Hamar er beheftet med betydelig usikkerhet. Samtidig er bidraget fra PM₁₀ til sykdomsbyrden lav sammenliknet med PM_{2.5} og NO₂, så denne usikkerheten får mindre betydning.



Figur 2.3: Marginal kostnad av PM₁₀ per utslippsenhet (NOK/kg utslipp) for 12 kommuner. Punktene viser sentralestimatene, mens de horisontale linjene viser 95 % konfidensintervall.

2.1.3 Diskusjon av verdsettingsresultatene

Gjennom Verdsettingsprosjektet (2023-2026) har FHI arbeidet med oppdatering av kunnskapsgrunnlaget for helseeffekter av luftforurensning og trafikkstøy til bruk for tallfesting av helsekonsekvenser og for verdsetting av disse. FHI har i denne sammenheng utarbeidet en ny metode for å beregne marginale helsekostnader basert på oppdatert kunnskapsgrunnlag og i tråd med metodikk for å beregne sykdomsbyrde for luftforurensning og støy i form av helsetapsjusterte leveår (DALY).

I forbindelse med arbeidet med oppdatering av marginale skadekostnader for Jernbanetrafikk, beregnet FHI marginale skadekostnader for helsevirkninger av PM_{2.5} og NO₂ for byene Trondheim og Bodø. Vi viser til TØI rapport 2025/2126 hvor resultater med ny metode og oppdatert kunnskapsgrunnlag ble sammenliknet og grundig diskutert opp mot tidligere estimater fra LEVE prosjektet.

Verdsettingsprosjektet har midtveis i 2026 kommet videre i vurdering av oppdatert kunnskapsgrunnlag og beregning og verdsetting av helsekonsekvenser av luftforurensning siden arbeidet som lå til grunn for

TØI rapport 2025/2126. Det er derfor gjort flere endringer i inngangsdata som er benyttet til beregningene i dette arbeidet.

I det foreliggende arbeidet har vi vist detaljerte resultater for tre byer, Oslo, Trondheim og Ålesund, for luftforurensningskomponentene $PM_{2.5}$, NO_2 og PM_{10} . Vi har vist resultater fra Trondheim for å direkte kunne sammenligne oppdatert og tidligere beregnede skadekostnader for helsevirkninger av $PM_{2.5}$ og NO_2 for Trondheim.

Estimatene for $PM_{2.5}$ er lavere i oppdaterte beregninger, mens estimatene for NO_2 er høyere i oppdatert beregning, sammenlignet med estimatene som ble presentert i TØI rapport 2025/2126. Nedenfor diskuteres årsaker til dette.

I det foreliggende har FHI basert seg på oppdatert kunnskapsgrunnlag og anbefalinger fra WHO (WHO, 2025). Ved den tidligere beregningen av skadekostnader for helseeffekter av $PM_{2.5}$ og NO_2 i TØI rapport 2025/2126 (Rødseth m.fl., 2025) baserte FHI seg på metodikk utviklet i det Globale Sykdomsbyrde (GBD) prosjektet i påvente av en grundigere gjennomgang av kunnskapsgrunnlaget, som nå er gjennomført i Verdssettingsprosjektet. GBD inkluderer ikke PM_{10} i sine sykdomsbyrdeberegninger, og PM_{10} ble derfor ikke vurdert i forrige runde.

I de oppdaterte beregningene har vi inkludert helseutfall som er anbefalt av WHO med tilsvarende risikoestimer basert på større kunnskapsoppsummeringer for $PM_{2.5}$, NO_2 og PM_{10} . Kunnskapsgrunnlaget er best for $PM_{2.5}$ og NO_2 , og det er disse komponentene det er anbefalt å inkludere i sykdomsbyrdeanalyser. Anbefalingen fra WHO er kun å beregne sykdomsbyrde for PM_{10} dersom det ikke foreligger eksponeringsdata for $PM_{2.5}$. I Verdssettingsprosjektet har FHI likevel vurdert at beregninger for PM_{10} kan benyttes som et supplement til sykdomsbyrdeberegninger for $PM_{2.5}$ i bymiljøer med høy andel veistøv. I det foreliggende arbeidet har vi likevel valgt å inkludere beregninger av DALY og skadekostnader for PM_{10} for samtlige 12 byer, selv om noen av disse byene har en lav andel eksponerte over $15 \mu g/m^3$ i årsmidlet nivå. DALY som kan tilskrives PM_{10} er uansett svært lave for de fleste byer vi har beregnet for.

Vi har valgt å inkludere eksponering-utfallspår der WHO har klassifisert bevis kvaliteten til A eller B+, dvs. *A: høy tillitt til estimatet, anbefales å inkludere i sykdomsbyrde-beregninger, og B+: det er mulig å inkludere estimatet i sykdomsbyrdeberegninger, men det er større usikkerhet.* Autisme er eksempel på et B+ utfall hvor det er større usikkerhet knyttet til risikoestimatet. Vi har inkludert flere helseutfall i denne beregningen sammenlignet med beregningene som ble presentert i TØI rapport fra 2025, spesielt for NO_2 , men metodikken vi har benyttet nå er nærmere den FHI mener er basert på det beste kunnskapsgrunnlaget.

Den faktoren som trolig bidrar mest til lavere estimer for $PM_{2.5}$, er at vi har benyttet en høyere terskel, $5 \mu g/m^3$ (anbefalt av WHO) enn i den forrige beregningen, hvor vi benyttet $4,15 \mu g/m^3$, som er midtpunkt i GBDs teoretiske terskelintervall, for å beregne tilskrivbar DALY. Siden mange er utsatt for nivåer mellom 4 og $5 \mu g/m^3$, vil valg av terskel i dette intervallet ha stor betydning. Videre har vi i de oppdaterte beregningene benyttet en mer aldersspesifikk tilnærming. For enkelte helseutfall har vi for eksempel kun inkludert den voksne befolkningen over 25 år, i tråd med WHO's anbefalinger. Dette kan også ha bidratt til de lavere estimatene.

Estimatene for NO_2 er høyere i oppdatert beregning sammenlignet med estimatene i TØI-rapport 2025/2106. I forrige beregning inkluderte en kun astma for NO_2 , i tråd med GBDs metodikk. Videre ble sykdomsbyrden bare beregnet for sykelighet (YLD), og for aldersgruppen 0-20 år. I de oppdaterte beregningene er flere helseutfall inkludert, deriblant iskemisk hjertesykdom og lungekreft som står for en stor del av den totale sykdomsbyrden i befolkningen (bakgrunnshelsedata). I de oppdaterte beregningene har vi for flere helseutfall beregnet sykdomsbyrde for dødelighet (YLL), og flere av beregningene har omfattet hele befolkningen over 25 år. Til sammen har disse faktorene bidratt til at DALY-estimatene for NO_2 er høyere enn i den forrige beregningen.

Når det gjelder eksponeringsdata for luftforurensning har vi nå bedre oppløsning (100 x 100 m) sammenlignet med tidligere (250 x 250 m) for samtlige luftforurensnings-komponenter, samt mer presise befolkningsdata (eksakte romlige data fra SSB versus EUs statistiske befolkningsdata). Dette kan imidlertid slå begge veier på resultatene, og det har ikke vært mulighet innenfor rammen av dette prosjektet å se på hvor mye og i hvilken retning dette vil påvirke estimatene, gitt at andre inngangsdata er like. Det er uansett ønskelig også i fremtiden å basere beregningene på så presise inngangsdata som mulig.

Det er verdt å merke seg at det er en viss korrelasjon mellom de ulike luftforurensnings-komponentene, og eksponerings-responsfunksjonene som vi benytter til å beregne sykdomsbyrde har ikke tatt hensyn til dette. Dette innebærer at det vil være noe overlapp i sykdomsbyrde beregnet for de ulike komponentene, og det er derfor ikke anbefalt å summere resultater for de ulike luftforurensningskomponentene.

Helsedata (sykdomsspesifikke DALY) er hentet fra GBD som vi også gjorde i tidligere beregninger av marginale helsekostnader.

2.1.4 Marginale skadekostnader og tiltakskostnader per områdetype

Som i tidligere rapporter om eksterne kostnader i transportsektoren skal de endelige estimatene så langt det går differensieres på tre områdetyper; tettsteder med over 100 000 innbyggere (storby), tettsteder med 15 000–100 000 innbyggere (mellomstor by) og spredtbygde strøk. Denne differensieringen er særlig nyttig i forbindelse med skadekostnadsestimater knyttet til lokal luftforurensing, da økt befolkningstetthet henger tett sammen med økt eksponering.

Denne inndelingen innebærer at resultatene fra kapittel 2.1.2 bli aggregert for storbyer og mellomstore byer. Det gjør vi ved å vekte resultatene utfra befolkningen i de aktuelle tettstedene. For områdetypen spredtbygde strøk ansees helsebelastningen av lokal forurensing som såpass lav at marginal skadekostnad er satt til null. Norge har imidlertid forpliktet seg til Gøteborgprotokollen fra 1999, med oppdaterte forpliktelser fra 2012, som gir utslippsforpliktelser for utslipp av SO₂, NO_x, NH₃, NMVOC og PM_{2,5}. Det pågår videre revideringer av protokollen i FN gjennom 2024 og 2025. I tillegg har Norge forpliktet seg til den første versjonen av EUs NEC-direktiv (National Emission Ceiling), EUs utslippstakdirektiv, som er EUs måte å innføre Gøteborg-protokollen i alle sine medlemsland på. Den nyeste versjonen av utslippstakdirektivet fra 2024 er per desember 2025 ikke tatt inn i norsk lovverk gjennom EØS-avtalen (Miljødirektoratet, 2025b).

Norge oppfylte de gjeldende 2012-forpliktelsene for NO_x i Gøteborgprotokollen (med 2020-som målsetningsår) i 2017, men Miljødirektoratet (2025b) indikerer at flere kommuner vil bryte med grenseverdiene for NO₂ gitt i nyeste versjon av NEC-direktivet. Ettersom foreliggende analyseopplegg for transportsektoren vanskelig kan skille ut NO₂ fra NO_x, vurderer vi det som hensiktsmessig å behandle utslippsforpliktelsene som bindende også for NO_x, som dermed tilsier en tiltakskostnad større enn null.

I Ibenholt et al. (2015) anbefales det å anvende en marginal tiltakskostnad for NO_x lik avgiftsnivået for NO_x, da det grovt sett sammenfalt med tidligere analyser på tiltakskostnader med å overholde Gøteborgprotokollen (Miljødirektoratet et al., 2014). Et tilleggsargument er at det gjør at tiltakskostnaden man bruker i NKA faktisk sammenfaller med marginal tiltakskostnad i store deler av norsk næringsliv (som tilpasser seg NO_x-avgiften). Denne ble videreført både i TØI-rapport 1704/2019, TØI-rapport 1953/2023 og TØI-rapport 2126/2025. NO_x-avgiften var på 26,94 kr per kg i 2026⁶.

Vi har ikke funnet noen tidligere estimater av marginal tiltakskostnad for å redusere PM_{2,5} i Norge. Det er grunn til å anta at utslippsforpliktelsen i Gøteborgprotokollen og NEC-direktivet vil være bindende, selv med samfunnsøkonomisk effektive tiltak mot helseskadelige partikkelutslipp i byene. Rapporten

⁶ <https://www.regjeringen.no/no/tema/okonomi-og-budsjett/skatter-og-avgifter/skatte-og-avgiftssatser/avgiftssatser-2026/id3121982/>

Reduserte utslipp av PM_{2,5}: Tiltak og virkemidler - vedfyring som kilde (Buø et al., 2025) fra Miljødirektoratet finner at dagens tiltak og virkemidler ikke er tilstrekkelige for å overholde skjerpede grenseverdier fra EUs reviderte luftkvalitetsdirektiv, og nye lovpålagte døgnmiddelgrenseverdi for PM_{2,5} og eventuelle skjerpede utslippskrav etter pågående revidering av Gøteborgprotokollen. Rapporten vurderer også at dagens tiltak og virkemidler ikke er tilstrekkelige til å nå nasjonalt miljømål for PM_{2,5}, eller luftkvalitetskriteriene for trygg luft. Det tilsier at tiltakskostnaden som brukes i samfunnsøkonomiske analyser ikke bør settes til null.

Inntil bedre beregninger på foreligger, kan et utgangspunkt være at på marginen bør det, av effektivitetshensyn, i det minste være samme marginale tiltakskostnad for å redusere en kg PM_{2,5} som en kg NO_x. Vi velger også å legge oss på samme utgangspunkt for grovere partikler, PM_{2,5-10}. Dette er aktuelt for utslipp fra dekk, bremses og veistøv, hvor det er grovfraksjoner i tillegg⁷ til de finere partiklene PM_{2,5}. Som vi så i kapittel 2.1.2.3 er de helsemessige skadekostnadene per kg utslippet PM₁₀ relativt lave, og fanges nok i stor grad opp av det som allerede er verdsatt for PM_{2,5}.

Vi har heller ikke funnet noen nye estimater for marginale skadekostnader eller tiltakskostnader knyttet til SO₂. I rapporten *Marginale eksterne kostnader ved enkelte miljøpåvirkninger* (Ibenholt et al., 2015), argumenteres det for at tiltakskostnadene for å oppfylle Gøteborgprotokollens krav til utslipps-reduksjoner av SO₂ trolig er null og at helseskadene ved dagens utslippsnivå kan settes til null. Derimot viderefører de anslagene fra SFT (2005) av *skadekostnadene knyttet til forsurening 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 områdekategoriene vi benytter. Fordi verdiene ikke omfatter helseeffekter, er de kun justert etter konsumprisindeksen.

Tabell 2.10 gir oss dermed estimerte marginale skadekostnader (og tiltakskostnader) for både PM_{2,5} og PM₁₀ for 2025.

Tabell 2.10: Anbefalte enhetspriser for utslipp av PM_{2,5} og PM_{2,5-10} (2026-kr). Utslipp av PM_{2,5} i byer er verdsatt utfra skadekostnad knyttet til helseutfall, mens utslipp av PM_{2,5} i spredtbygde strøk, samt utslipp av grovfraksjoner PM_{2,5-10} er verdsatt utfra tiltakskostnader avledet fra NO_x avgiften på 26,94 kr/kg.

	Spredt bebyggelse	Mellomstor by	Storby
NOK per kg PM _{2,5} – eksos	27	633	2 673
NOK per kg PM _{2,5} – dekk, bremses og veistøv	27	633	2 673
NOK per kg PM _{2,5-10} – dekk, bremses og veistøv	27	27	27

Tabell 2.11 gir oss dermed estimerte marginale skadekostnader (og tiltakskostnader) for NO_x for 2025:

Tabell 2.11: Anbefalte enhetspriser for NO_x-utslipp (2026-kr). Utslipp i byer er verdsatt utfra skadekostnad fra helseutfall. Utslipp i spredtbygde strøk er verdsatt utfra tiltakskostnader avledet fra NO_x avgiften på 26,94 kr/kg.

	Spredt bebyggelse	Mellomstor by	Storby
NOK per kg utslipp NO _x	27	81	475

Tabell 2.12 gir oss dermed estimerte marginale skadekostnader for SO₂ for 2026:

Tabell 2.12: Anbefalte enhetspriser (marginale skadekostnader) for utslipp av SO₂ (2026-kr).

	Spredt bebyggelse	Mellomstor by	Storby
NOK per kg SO ₂	0	14	29

⁷ PM₁₀ omfatter alle partikler som er mindre enn 10 mikrometer (µm). Det betyr at PM₁₀ omfatter både fine partikler som faller under PM_{2,5} og grove partikler som faller inn under PM_{2,5-10}.

En forskjell med denne rapporten sammenlignet med de tidligere TØI-rapport 1704/2019, TØI-rapport 1953/2023 og TØI-rapport 2126/2025 er at vi nå ser bort ifra verdsetting av SO₂ for vegtrafikk, selv om det fortsatt er inkludert for sjøfart og dieseltog. Utslippsnivåene er såpass lave for lastebiler (stort sett under 0,005 gram per km) og verdsettingen såpass moderat (under 30 kr per kg, selv i storbyer), at marginal skadekostnad fra SO₂ utslipp på det meste er under 0,0001 kr per km, selv for tunge lastebiler i storbyer. For å ikke unødvendig overlesse leseren har vi derfor valgt å se bort ifra skadekostnader fra SO₂ for vegtrafikk i denne rapporten.

I tillegg til usikkerhetene som er omtalt i de foregående delkapitlene, bl.a. synliggjort ved hjelp av konfidensintervallene, vil vi peke på noen ytterligere kilder til usikkerhet:

- Områdetypene er relativt grove, noe som kan gi lav treffsikkerhet for enkeltstående tettsteder. Estimatenes fanger heller ikke opp viktige variasjoner innenfor tettsteder, f.eks. knyttet til befolkningstetthet og sammensetning, spredningsforhold og konsentrasjonsnivåer. For standardiserte samfunnsøkonomiske analyser i transportsektoren på nasjonalt eller regionalt nivå vurderes kalkulasjonsprisene likevel som hensiktsmessige. De bidrar også til konsistens og sammenlignbarhet med tidligere arbeid.
- Vi har kun verdsatt en håndfull utslipp. Andre transportrelaterte utslipp, for eksempel ozon (O₃), kan også gi marginale skader, selv om skadeomfanget er mindre godt dokumentert. Utslipp som ikke er inkludert, kan eventuelt behandles som et påslag i følsomhetsanalyser eller vurderes som ikke-prissatte virkninger.
- Vi har kun verdsatt en håndfull helseutfall. De diskuterte utslippene til luft kan forårsake flere typer helseutfall, men vi har ikke funnet anvendelige resultater som kan brukes i effektkjedene. Skadekostnadene for ikke-inkluderte helseutfall er trolig lavere enn for helseutfallene som er inkludert, men sannsynligvis større enn null. På den andre siden kan det være noe overlapp mellom luftforurensningskomponentene siden samme helseutfall er inkludert for flere og således kan gi noe overestimering.

Disse aspektene er kilder til usikkerhet i kostnadsestimatene som isolert sett indikerer at skadekostnader fra utslipp til luft kan være undervurdert. Dette bør vurderes i følsomhetsanalyser av resultater i nytte-kostnadsanalyser.

2.2 Verdsetting per utslippsenhet: Klimagasser

Finansdepartementets Rundskriv 109/21 (Finansdepartementet, 2021b) fastsetter regler for verdsetting av klimagassutslipp som utgangspunkt for samfunnsøkonomiske analyser av statlige tiltak. Analysene skal benytte karbonpriser fra årlig oppdaterte prisbaner fastsatt av Finansdepartementet. Regelverket bygger blant annet på Norges klimamål, Parisavtalens temperaturmål og at avgifter og omsettbare utslippskvoter er sentrale virkemidler i norsk klimapolitikk (Finansdepartementet, 2021a).

Finansdepartementet fastsetter årlige karbonprisbaner i tråd med gjeldende regelverk. Hvordan karbonprisbanene oppdateres avhenger av behovet for oppdaterte anslag på CO₂-avgifter, kvotepris og langsiktig utvikling, samt budsjettvedtak og endringer i EUs kvoteregulering. Samtidig må endringene sees opp mot forutsigbarhet og sammenlignbarhet med tidligere analyser.

Finansdepartementets karbonprisbaner for analyser som gjennomføres i 2026 ble publisert i desember 2025 (Finansdepartementet, 2025). Sammenlignet med prisbanene for 2025 er det gjort enkelte vesentlige endringer. For utslipp regulert av EUs innsatsfordelingsforordning, som omfatter mye av det som tidligere ble omtalt som ikke-kvotepliktig sektor, er det lagt til grunn at samlet karbonpris, definert som avgift og eventuell kvotepris, øker fra 2 400 NOK₂₀₂₅ i 2030 til 3 400 NOK₂₀₂₅ i 2035. Prisbanen øker lineært mellom disse årene. Videre er det vedtatt at CO₂-avgiften på kvotepliktige utslipp fra innenriks luftfart skal avvikles. Slike utslipp verdsettes derfor med prisbanen for kvotepliktige utslipp.

Finansdepartementet angir fire separate karbonprisbaner for henholdsvis:

1. Kvotepiktig utslipp, med unntak av utslipp fra petroleumsvirksomheten på kontinentalsokkelen og kvotepiktige utslipp som også er regulert av EUs innsatsfordelingsforordning
2. Utslipp regulert av EUs innsatsfordelingsforordning
3. Kvote- og avgiftspiktige utslipp fra petroleumsvirksomheten på kontinentalsokkelen
4. Utslipp og opptak fra skog- og arealbruk og arealbruksendringer

For å anslå skadekostnader knyttet til klimagassutslipp multipliseres de relevante karbonprisbanene med utslippsfaktorer for de relevante kjøretøyene og fartøyene.

2.3 Utslipp og skadekostnad per kjøretøykilometer – oppdaterte estimater for 2026

2.3.1 Vegtransport

Beregningen av utslipp per kjøretøykilometer bygger videre på metode- og datagrunnlaget som ble benyttet i TØI-rapport 1704/2019. I forbindelse med dette arbeidet mottok TØI deler av beregningsgrunnlaget for SSBs utslippsregnskap for vegtrafikk. Beregningsmetoder, data og resultater for den delen av utslippsregnskapet som omfatter utslipp fra veitrafikk er dokumentert i Holmgren og Fedoryshyn (2015).

SSBs beregninger av eksosutslipp fra vegtrafikk bygger blant annet på Handbook of Emission Factors for Road Transport (HBEFA).⁸ HBEFA inneholder utslippsfaktorer i gram per kjøretøykilometer for personbiler, varebiler, tunge kjøretøy, busser og mopeder/motorsykler, fordelt på blant annet drivstoptype, kjøretøyteknologi, Euroklasse og trafikksituasjon. SSB bruker HBEFA til beregninger i utslippsregnskapet for vegtransport for blant annet utslippene NO_x og PM, men ikke CO₂ og SO₂, ettersom det baseres på drivstoffsalg.

I TØI-rapport 1704/2019 tok vi utgangspunkt i det detaljerte HBEFA-grunnlaget, og aggregerte det til et mer håndterlig sett med utslippsfaktorer fordelt på kjøretøytype og området. Beregningene tok utgangspunkt i kjøretøyparken og trafikkarbeid i 2016. Vi understreker at de beregnede utslippsfaktorene er beheftet med usikkerhet, det gjelder både utslippsfaktorene, aktivitetsdata og koblingen dem imellom.

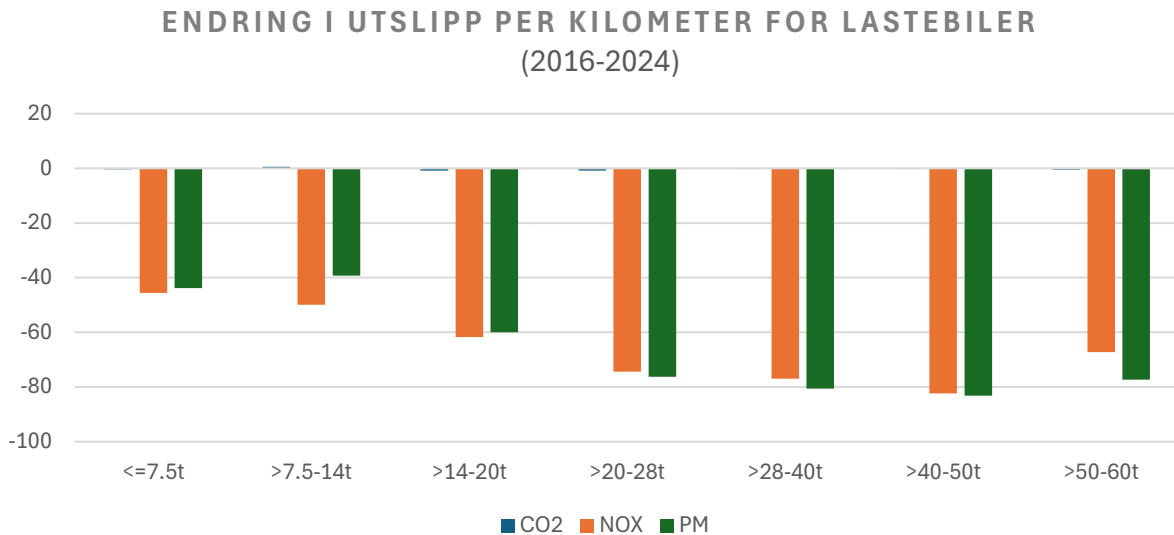
I forbindelse med denne 2026-oppdateringen har det ikke vært mulig å oppdrive et nytt underlag med oppdaterte HBEFA-utslippsfaktorer. Det skyldes at SSB i løpet av 2026 arbeider med å gå over til en ny versjon av HBEFA (versjon 5.1). De oppdaterte utslippsregnskapsberegninger er tilgjengelige først etter at denne rapporten er ferdigstilt. Ifølge SSB vil overgangen til den nye versjonen innebære revisjoner av utslippsregnskapet for veitransporten, både for inneværende og tidligere år. Endringen av HBEFA-versjon innebærer at framtidige oppdateringer av utslippsfaktorer til skadekostnadsestimater vil ha avvik sammenliknet med tallene i denne og tidligere rapporter. Vi har ikke blitt forespeilet hvor store disse endringene kan komme til å bli.

SSB har imidlertid levert oppdatert utslippsregnskapsunderlag for trafikkarbeid, og hvordan det fordeler seg mellom Euroklasser for de ulike kjøretøytypene i 2024. Utslippsfaktorene i denne rapporten bygger derfor på beregningene fra TØI-rapport 1704/2019, men med utgangspunkt i trafikkarbeidsfordelingen for 2024. Metoden sikrer konsistens med tidligere beregninger, samtidig som den fanger opp utskiftin-

⁸ www.hbefa.net

gen av kjøretøyparken. Faktorene bør likevel oppdateres på nytt når et revidert beregningsgrunnlag basert på HBEFA 5.1 foreligger.

I løpet av de siste årene har Euroklasse-sammensetningen blant diesel- og bensindrevne kjøretøy endret seg vesentlig. For eksempel er eldre lastebiler faset ut og en større andel av trafikkarbeidet gjennomføres av lastebiler i den renere Euro VI-klassen. Dette har stor betydning for de beregnede utslippsfaktorene, spesielt for utslipp av NO_x og eksosrelaterte partikkelutslipp.

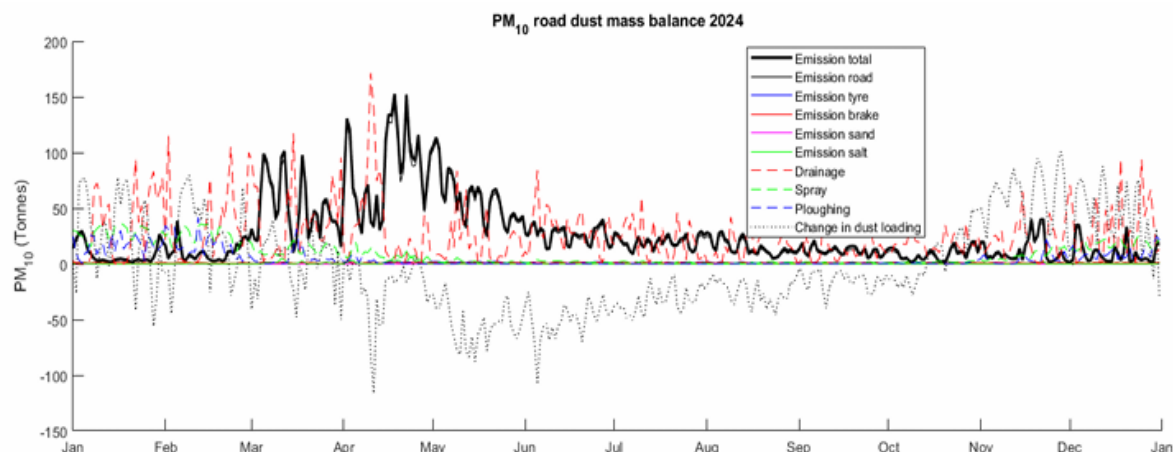


Figur 2.4. Prosentvis endring i utslipp fra eksos av CO₂, NO_x og PM per kjøretøykilometer mellom 2016 og 2024 for lastebiler, fordelt på vektclasser. Tallene representerer utslipp i stort tettsted, men de prosentvise endringene er nær identiske for spredt bebyggelse og lite tettsted.

Figur 2.4 viser prosentvis endring i beregnede utslipp per kjøretøykilometer for lastebiler i fra 2016 til 2024. Utslippene av NO_x og partikler fra eksos er redusert i alle vektclasser. Reduksjonene er gjennomgående størst for de tyngre lastebilene. For NO_x varierer reduksjonen fra om lag 45–50 prosent for de letteste lastebilene til rundt 70–85 prosent for flere av de tyngre vektclassene. Eksosutslippene av partikler er redusert i tilsvarende eller noe større omfang, særlig for lastebiler over 20 tonn. Beregnede endringer av CO₂-utslipp per kilometer er derimot omtrent uendret. Dette er forventet, ettersom Eurokravene primært regulerer lokale luftforurensende utslipp og ikke direkte kjøretøyenes CO₂-utslipp. Vi ser tilsvarende endringer for personbiler og buss, varebiler og motorsykler.

Beregningsgrunnlaget for partikkelutslipp fra veistøv, dekk og bremses er også endret sammenliknet med TØI-rapport 1704/2019. Tidligere ble disse utslippene beregnet internt hos SSB, mens de nå baserer seg på beregninger fra Meteorologisk institutt sin modell G-NORTRIP (Gridded NO_x-exhaust TRANsport Induced Particle emissions) (Denby mfl., 2025). De nye beregningene gir vesentlig høyere ikke-eksosrelaterte partikkelutslipp enn tidligere. Dette innebærer at estimerte partikkelutslipp per gjennomsnittlige kjøretøykilometer er vesentlig høyere i denne rapporten sammenliknet med TØI-rapport 1704/2019.

Samtidig er det viktig å understreke at mengden svevestøv varierer mye mellom årstider og værforhold. Det vises klart i Figur 2.5 som er hentet fra Denby mfl. (2025). I beregningene i denne rapporten benyttes imidlertid gjennomsnittsverdier for marginale skadekostnader. Dermed fanges ikke den kortsiktige og lokale variasjonen i veistøvbelastning fullt ut. Dette er en svakhet ved beregningene, særlig dersom kalkulasjonsprisene brukes i analyser av tiltak, strekninger eller perioder med spesielt høye eller lave veistøvutslipp. Et mulig tema for videre forskning er derfor å utvikle mer tids- og stedsspesifikke skadekostnader for ikke-eksosrelaterte partikkelutslipp.



Figur 2.5: Daglig gjennomsnittlig massebalanse for ulike kilder til veistøv (PM10) i Norge i 2024. Hentet fra Figur 7 i Denby mfl., (2025)

En annen svakhet i beregningene er at datagrunnlaget kun gir oss mulighet til å skille mellom «lette» og «tunge» kjøretøy. Dette blir en grov forenkling, særlig i estimatene for tunge godskjøretøy, der variasjonen i størrelse og vekt er stor. I beregningene vil f.eks. en mindre lastebil og et vogntog med høy tillatt totalvekt vil få tilskrevet de samme utslippsfaktorene knyttet til partikler fra dekk, bremses og veistøv. Alt annet likt innebærer dette at utslippene per kjøretøykilometer trolig overvurderes for de minste tunge kjøretøyene og undervurderes for de største.

2.3.1.1 Utslippsfaktorer

Vi presenterer i det følgende tabeller for utslippsfaktorer for henholdsvis lastebil, personbil og til slutt motorsykler, varebiler og buss. Dette underlaget finnes også i Excel-ark som er oversendt til oppdragsgiver.

Tabell 2.13 inneholder utslippsfaktorer for lastebiler for år 2024 fordelt på størrelsesklasser og område-typer. Utslippsfaktorene gjelder for dieseldrevne lastebiler (det er svært få bensindrevne lastebiler). Ved analyser av lastebiler med nullutslippsteknologi (f.eks. elektrisk eller hydrogen-fremdrift) vil det kun være utslipp knyttet til partikler fra dekk, bremses og veistøv. Disse er gjengitt i kolonnene lengst til høyre.

Tabell 2.13: Utslippsfaktorer for dieseldrevne tunge godsbiler etter vektklasse og energibærer, fordelt på ulike områdetyper for år 2024. Områdekategoriene «Mellomstor by» og «Storby» viser til tettsteder med henholdsvis 15 000–100 000 og over 100 000 innbyggere.

Vektklasse	Områdetype	Liter drivstoff/ km	gCO ₂ /km	gNO _x /km	gPM _{2.5} / km fra eksos	gPM _{2.5} /km fra dekk, bremses og veistøv	gPM _{2.5-10} /km fra dekk, bremses og veistøv
<=7,5t	Spredt bebyggelse	0,12	330	1,06	0,03	0,07	0,64
<=7,5t	Mellomstor by	0,12	316	1,20	0,03	0,07	0,64
<=7,5t	Storby	0,12	316	1,20	0,03	0,07	0,64
>7,5–14t	Spredt bebyggelse	0,18	473	1,33	0,03	0,07	0,64
>7,5–14t	Mellomstor by	0,18	483	1,53	0,04	0,07	0,64
>7,5–14t	Storby	0,18	483	1,53	0,04	0,07	0,64
>14–20t	Spredt bebyggelse	0,21	571	1,01	0,02	0,07	0,64
>14–20t	Mellomstor by	0,23	604	1,42	0,02	0,07	0,64
>14–20t	Storby	0,23	604	1,42	0,02	0,07	0,64
>20–28t	Spredt bebyggelse	0,28	754	0,73	0,01	0,07	0,64
>20–28t	Mellomstor by	0,31	819	1,05	0,02	0,07	0,64
>20–28t	Storby	0,31	819	1,05	0,02	0,07	0,64
>28–40t	Spredt bebyggelse	0,34	908	0,65	0,01	0,07	0,64
>28–40t	Mellomstor by	0,37	978	0,89	0,01	0,07	0,64
>28–40t	Storby	0,37	978	0,89	0,01	0,07	0,64
>40–50t	Spredt bebyggelse	0,37	975	0,54	0,01	0,07	0,64
>40–50t	Mellomstor by	0,40	1059	0,72	0,01	0,07	0,64
>40–50t	Storby	0,40	1059	0,72	0,01	0,07	0,64
>50–60t	Spredt bebyggelse	0,44	1183	1,25	0,02	0,07	0,64
>50–60t	Mellomstor by	0,48	1287	1,77	0,02	0,07	0,64
>50–60t	Storby	0,48	1287	1,77	0,02	0,07	0,64

Tabell 2.14 inneholder utslippsfaktorer for personbiler for år 2024 fordelt på energibærer og område. Leseren kan legge merke til en interessant forskjell mellom bensinbiler og dieslbiler. Sistnevnte har noe lavere CO₂-utslipp per kjøretøykm, men har vesentlige høyere utslipp av NO_x og PM_{2.5}. I neste delkapittel vil vi se hvordan dette slår ut på estimatene av marginale skadekostnader, særlig ved kjøring i byer.

Tabell 2.14: Utslippsfaktorer for personbiler etter energibærer, fordelt på ulike områdetyper for år 2024. Områdekategoriene «Mellomstor by» og «Storby» viser til tettsteder med henholdsvis 15 000–100 000 og over 100 000 innbyggere.

Drivstoff	Områdetype	Liter drivstoff/ km	gCO ₂ / km	gNO _x / km	gPM _{2.5} / km fra eksos	gPM _{2.5} /km fra dekk, bremser og veistøv	gPM _{2.5-10} /km fra dekk, bremser og veistøv
Diesel	Spredt bebyggelse	0,045	120	0,59	0,006	0,014	0,13
Diesel	Mellomstor by	0,052	139	0,63	0,007	0,014	0,13
Diesel	Storby	0,052	139	0,63	0,007	0,014	0,13
Plug-in hybrid	Spredt bebyggelse	0,033	87	0,01	0,001	0,014	0,13
Plug-in hybrid	Mellomstor by	0,037	98	0,01	0,001	0,014	0,13
Plug-in hybrid	Storby	0,037	98	0,01	0,001	0,014	0,13
Bensin	Spredt bebyggelse	0,057	133	0,07	0,002	0,014	0,13
Bensin	Mellomstor by	0,064	148	0,08	0,001	0,014	0,13
Bensin	Storby	0,064	148	0,08	0,001	0,014	0,13
Nullutslippsbiler	Spredt bebyggelse	0	0	0	0	0,014	0,13
Nullutslippsbiler	Mellomstor by	0	0	0	0	0,014	0,13
Nullutslippsbiler	Storby	0	0	0	0	0,014	0,13

Tabell 2.15 inneholder utslippsfaktorer for varebiler, MC og buss for år 2024 fordelt på energibærer og områdetyper. For nullutslippsvarianter av det samme kjøretøyet vil det kun være utslippene fra dekk, bremsen og veistøv som er aktuelle. Disse er gjengitt i kolonnene lengst til høyre.

Tabell 2.15: Utslippsfaktorer for varebiler, motorsykler og buss etter energibærer, fordelt på ulike områdetyper for år 2024. Områdekategoriene «Mellomstor by» og «Storby» viser til tettsteder med henholdsvis 15 000–100 000 og over 100 000 innbyggere.

Kjøretøy	Drivstoff	Områdetype	Liter drivstoff/km	gCO ₂ /km	gNO _x /km	gPM _{2.5} /km fra eksos	gPM _{2.5} /km fra dekk, bremsen og veistøv	gPM _{2.5-10} /km fra dekk, bremsen og veistøv
Varebiler	Diesel	Spredt bebyggelse	0,07	180	0,42	0,008	0,014	0,13
Varebiler	Diesel	Mellomstor by	0,07	186	0,37	0,008	0,014	0,13
Varebiler	Diesel	Storby	0,07	186	0,37	0,008	0,014	0,13
Varebiler	Bensin	Spredt bebyggelse	0,07	155	0,23	0,004	0,014	0,13
Varebiler	Bensin	Mellomstor by	0,08	176	0,24	0,003	0,014	0,13
Varebiler	Bensin	Storby	0,08	176	0,24	0,003	0,014	0,13
MC	Bensin	Spredt bebyggelse	0,04	101	0,18	0,000	0,000	0,00
MC	Bensin	Mellomstor by	0,05	110	0,12	0,000	0,000	0,00
MC	Bensin	Storby	0,05	110	0,12	0,000	0,000	0,00
Turbuss	Diesel	Spredt bebyggelse	0,30	798	0,64	0,009	0,072	0,64
Turbuss	Diesel	Mellomstor by	0,35	936	1,00	0,013	0,072	0,64
Turbuss	Diesel	Storby	0,35	936	1,00	0,013	0,072	0,64
Bybuss	CNG	Mellomstor by		1043	3,14	0,010	0,072	0,64
Bybuss	CNG	Storby		1043	3,14	0,010	0,072	0,64
Bybuss	Diesel	Mellomstor by	0,32	854	0,72	0,009	0,072	0,64
Bybuss	Diesel	Storby	0,32	854	0,72	0,009	0,072	0,64

2.3.1.2 Marginale utslippskostnader

Med de presenterte utslippsfaktorene, fordelt på energibærer og område, kan vi beregne følgende marginale skadekostnader for henholdsvis lastebiler, personbiler og varebiler, buss og motorsykler. Tabell 2.16 viser utslippskostnader for tunge godsbiler. Kjøretøytypene representerer dieseldrevne tunge godsbiler. I siste kolonne kan man imidlertid lese av de marginale utslippskostnadene knyttet til dekk, bremsen og veistøv. Disse vil fortsatt være gjeldende for tunge godsbiler med nullutslippsteknologi (f.eks. elektrisk fremdrift).

Tabell 2.16: Utslippskostnader (kr₂₀₂₆ per kjøretøykilometer) for dieseldrevne tunge godsbiler etter vektklasse, fordelt på ulike områdetyper for år 2024. Områdekategoriene «Mellomstor by» og «Storby» viser til tettsteder med henholdsvis 15 000–100 000 og over 100 000 innbyggere.

Vektklasse	Områdetype	CO ₂	NO _x	PM _{2.5} fra eksos	PM _{2.5} fra dekk, bremses og veistøv	PM _{2.5-10} fra dekk, bremses og veistøv	Sum (eks. CO ₂)	Sum (eks. eksos)
<=7,5t	Spredt bebyggelse	0,54	0,03	0,00	0,00	0,02	0,05	0,02
<=7,5t	Mellomstor by	0,52	0,10	0,02	0,05	0,02	0,18	0,06
<=7,5t	Storby	0,52	0,57	0,09	0,19	0,02	0,86	0,21
>7,5–14t	Spredt bebyggelse	0,78	0,04	0,00	0,00	0,02	0,06	0,02
>7,5–14t	Mellomstor by	0,79	0,12	0,03	0,05	0,02	0,21	0,06
>7,5–14t	Storby	0,79	0,73	0,11	0,19	0,02	1,04	0,21
>14–20t	Spredt bebyggelse	0,94	0,03	0,00	0,00	0,02	0,05	0,02
>14–20t	Mellomstor by	0,99	0,11	0,02	0,05	0,02	0,19	0,06
>14–20t	Storby	0,99	0,68	0,07	0,19	0,02	0,95	0,21
>20–28t	Spredt bebyggelse	1,24	0,02	0,00	0,00	0,02	0,04	0,02
>20–28t	Mellomstor by	1,34	0,08	0,01	0,05	0,02	0,16	0,06
>20–28t	Storby	1,34	0,50	0,04	0,19	0,02	0,75	0,21
>28–40t	Spredt bebyggelse	1,49	0,02	0,00	0,00	0,02	0,04	0,02
>28–40t	Mellomstor by	1,60	0,07	0,01	0,05	0,02	0,14	0,06
>28–40t	Storby	1,60	0,42	0,03	0,19	0,02	0,67	0,21
>40–50t	Spredt bebyggelse	1,60	0,01	0,00	0,00	0,02	0,03	0,02
>40–50t	Mellomstor by	1,74	0,06	0,01	0,05	0,02	0,13	0,06
>40–50t	Storby	1,74	0,34	0,03	0,19	0,02	0,58	0,21
>50–60t	Spredt bebyggelse	1,94	0,03	0,00	0,00	0,02	0,05	0,02
>50–60t	Mellomstor by	2,11	0,14	0,01	0,05	0,02	0,22	0,06
>50–60t	Storby	2,11	0,84	0,06	0,19	0,02	1,11	0,21

De marginale skadekostnadene øker ettersom vekten blir høyere innenfor samme områdekategori. Det er dog et unntak fra dette. Eksempelvis er skadekostnadene høyere for tunge godsbiler mellom 20 og 28 tonn, sammenliknet med kostnadene for 28–40 tonns lastebiler. Det skyldes hovedsakelig to ting. For det første er euroklassesammensetningen annerledes innad de vektklassene, og det er flere utslippsintensive biler innenfor 20–28-tonns-kategorien. For det andre er vekten på de tyngre 28–40-tonnsbilene fordelt på to akslinger, slik at slitasjeskaden per kilometer blir lavere.

Tabell 2.17 inneholder utslippskostnader for personbiler for år 2024 fordelt på energibærer og område. Her kan leseren legge merke til hvordan dieselsbilers høyere utslipp av NO_x og PM_{2.5} slår ut på skadekostnadsestimatene ved kjøring i byer, sammenliknet med bensinbiler.

Tabell 2.17: Utslippskostnader for personbiler (kr₂₀₂₆ per kjøretøykilometer) etter energibærer, fordelt på ulike områdetyper for år 2024. Områdekategoriene «Mellomstor by» og «Storby» viser til tettsteder med henholdsvis 15 000–100 000 og over 100 000 innbyggere.

Drivstoff	Områdetype	CO ₂	NO _x	PM _{2.5} fra eksos	PM _{2.5} fra dekk, bremses og veistøv	PM _{2.5-10} fra dekk, bremses og veistøv	Sum (eks. CO ₂)	Sum (eks. eksos)
Diesel	Spredt bebyggelse	0,20	0,02	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00
Diesel	Mellomstor by	0,23	0,05	0,00	0,01	0,00	0,07	0,01
Diesel	Storby	0,23	0,30	0,02	0,04	0,00	0,36	0,04
Plug-in hybrid	Spredt bebyggelse	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Plug-in hybrid	Mellomstor by	0,16	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01
Plug-in hybrid	Storby	0,16	0,01	0,00	0,04	0,00	0,05	0,04
Bensin	Spredt bebyggelse	0,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
Bensin	Mellomstor by	0,24	0,01	0,00	0,01	0,00	0,02	0,01
Bensin	Storby	0,24	0,04	0,00	0,04	0,00	0,08	0,04
Nullutslippsbiler	Spredt bebyggelse	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Nullutslippsbiler	Mellomstor by	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01
Nullutslippsbiler	Storby	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,04	0,04

Tabell 2.18 inneholder utslippskostnader for varebiler, MC og buss for år 2024 fordelt på energibærer og område. I siste kolonne kan man imidlertid lese av de marginale utslippskostnadene knyttet til dekk, bremses og veistøv. Disse vil fortsatt være gjeldende for kjøretøy med nullutslippsteknologi (f.eks. elektrisk fremdrift).

Tabell 2.18: Utslippskostnader for varebiler, motorsykler og buss (kr₂₀₂₆ per kjøretøykilometer) etter energibærer, fordelt på ulike områdetyper for år 2024. Områdekategoriene «Mellomstor by» og «Storby» viser til tettsteder med henholdsvis 15 000–100 000 og over 100 000 innbyggere

Kjøretøy	Drivstoff	Områdetype	CO ₂	NO _x	PM _{2.5} fra eksos	PM _{2.5} fra dekk, bremses og veistøv	PM _{2.5-10} fra dekk, bremses og veistøv	Sum (eks. CO ₂)	Sum (eks. eksos)
Varebiler	Diesel	Spredt bebyggelse	0,29	0,01	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00
Varebiler	Diesel	Mellomstor by	0,31	0,03	0,01	0,01	0,00	0,05	0,01
Varebiler	Diesel	Storby	0,31	0,17	0,02	0,04	0,00	0,24	0,04
Varebiler	Bensin	Spredt bebyggelse	0,25	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
Varebiler	Bensin	Mellomstor by	0,29	0,02	0,00	0,01	0,00	0,03	0,01
Varebiler	Bensin	Storby	0,29	0,11	0,01	0,04	0,00	0,16	0,04
MC	Bensin	Spredt bebyggelse	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MC	Bensin	Mellomstor by	0,18	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
MC	Bensin	Storby	0,18	0,06	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00
Turbuss	Diesel	Spredt bebyggelse	1,31	0,02	0,00	0,00	0,02	0,04	0,02
Turbuss	Diesel	Mellomstor by	1,53	0,08	0,01	0,05	0,02	0,15	0,06
Turbuss	Diesel	Storby	1,53	0,47	0,03	0,19	0,02	0,72	0,21
Bybuss	CNG	Mellomstor by	1,71	0,25	0,01	0,05	0,02	0,32	0,06
Bybuss	CNG	Storby	1,71	1,49	0,03	0,19	0,02	1,73	0,21
Bybuss	Diesel	Mellomstor by	1,40	0,06	0,01	0,05	0,02	0,13	0,06
Bybuss	Diesel	Storby	1,40	0,34	0,02	0,19	0,02	0,58	0,21

2.3.2 Jernbanetransport

For jernbanetransport bygger beregningene av utslipp til luft og tilhørende skadekostnader på TØI-rapport 2126/2025 (Rødseth m.fl., 2025). Rapporten inneholder en oppdatert analyse av marginale skadekostnader ved jernbanetransport, basert på nyere data om blant annet drivstofforbruk, utslipp og togtyper. Resultatene er innarbeidet i denne rapporten og justert til felles prisår der dette er nødvendig.

Beregningene omfatter kun direkte utslipp. Elektriske tog har ingen direkte utslipp av CO₂ eller lokale luftforurensende stoffer og er derfor satt til null for disse kostnadskomponentene.

For dieseltog ble datagrunnlaget i TØI-rapport 2126/2025 oppdatert både for drivstofforbruk per togkilometer og for NO_x-utslipp per liter diesel. Resultatet for utslipp per togkilometer er presentert i tabell 2.19.

Tabell 2.19: Utslipp per togkm for ulike dieseldrevne togtyper.

Togtype	Områdetype	CO ₂ (kg)	NO _x (g)	PM _{2.5} fra eksos (g)	SO ₂ (g)
Persontog	Alle	4,57	34,82	5,47	0,02
Tomt kombitog	Alle	11,30	86,16	13,55	0,06
Gjennomsnittlig kombitog	Alle	13,63	103,90	16,34	0,07
Fullt kombitog	Alle	14,29	108,90	17,12	0,07

Kostnadene ved CO₂-utslipp ble beregnet med gjeldende karbonpris, mens enhetsverdiene for lokale utslipp er blitt oppdatert i henhold til kalkulasjonsprisene i kapittel 2.1.

De marginale skadekostnadene per togkilometer er presentert i tabell 2.20.

Tabell 2.20: Marginale skadekostnader (kr2026 per togkilometer) for ulike dieseldrevne togtyper. Områdekategoriene «Mellomstor by» og «Storby» viser til tettsteder med henholdsvis 15 000–100 000 og over 100 000 innbyggere.

Togtype	Områdetype	CO ₂	NO _x	PM _{2.5} , eksos	SO ₂	SUM (eks. CO ₂)
Persontog	Spredt bebyggelse	7,49	0,94	0,15	0,00	8,57
Persontog	Mellomstor by	7,49	2,81	3,47	0,00	13,77
Persontog	Storby	7,49	16,55	14,63	0,00	38,67
Tomt kombitog	Spredt bebyggelse	18,52	2,32	0,36	0,00	21,21
Tomt kombitog	Mellomstor by	18,52	6,96	8,58	0,00	34,06
Tomt kombitog	Storby	18,52	40,94	36,21	0,00	95,68
Gjennomsnittlig kombitog	Spredt bebyggelse	22,34	2,80	0,44	0,00	25,58
Gjennomsnittlig kombitog	Mellomstor by	22,34	8,40	10,34	0,00	41,08
Gjennomsnittlig kombitog	Storby	22,34	49,38	43,67	0,00	115,39
Fullt kombitog	Spredt bebyggelse	23,41	2,93	0,46	0,00	26,81
Fullt kombitog	Mellomstor by	23,41	8,80	10,84	0,00	43,06
Fullt kombitog	Storby	23,41	51,75	45,77	0,00	120,94

Skadekostnadene fra lokale utslipp varierer betydelig med områdetype. For et gjennomsnittlig persontog som kjører på diesel er kostnaden beregnet til 1,09 kroner per togkilometer i spredt bebyggelse, 6,93 kroner i tettsteder med 15 000–100 000 innbyggere og 32,11 kroner i tettsteder med mer enn 100 000 innbyggere. For et gjennomsnittlig dieselgodstog er de tilsvarende kostnadene 3,24, 20,68 og 95,81 kroner per togkilometer.

CO₂-kostnaden er uavhengig av hvor utslippet finner sted og er beregnet til 7,49 kroner per togkilometer for dieselpersontog og 22,34 kroner for dieselgodstog. Resultatene viser dermed at lokale utslippskost-

nader er relativt små i spredt bebyggelse, men kan overstige CO₂-kostnaden betydelig når dieseltog kjøres gjennom tett befolkede områder.

2.3.3 Sjøtransport

Beregningene for sjøbasert godstransport bygger på de oppdaterte estimatene i TØI-rapport 1953/2023 (Wangness m.fl., 2023). Utslippsfaktorene er beregnet basert på opplysninger fra EUs system for overvåking, rapportering og verifisering av CO₂-utslipp fra skip, MRV-systemet. Disse dataene ble brukt til å beregne utslippsfaktorer per fartøykilometer og per tonnkilometer for ulike skipstyper og størrelseskategorier. Kostnadene ved CO₂-utslipp ble beregnet med gjeldende karbonpris. Verdsettingen av lokale utslipp basert på beregninger fra Folkehelseinstituttet, dokumentert i kapittel 2.1.

Resultatene er differensiert etter skipstype, fartøystørrelse og områdetype. Ettersom beregningene er gjennomført på åtte ulike dødvektsklasser over ni ulike skipstyper, i tillegg til de tre områdetypene, vil det ta for mye plass å presentere resultatene her.⁹ Oppdragsgiver har mottatt en større mengde tabeller for marginale skadekostnader i Excel-format til bruk i videre analyser. I rapporten her viser vi derfor skadekostnadene per fartøykilometer bare for et utvalg av skipstyper i dødvektsklasse 5 000–15 000 tonn. Resultatet er presentert i tabell 2.21. Selv om det ikke er vist i denne tabellen, er det generelt slik at utslipp per fartøykilometer øker med skipsstørrelse.

Tabell 2.21: Marginale skadekostnader (kr₂₀₂₆ per fartøykilometer) fra CO₂ og lokal luftforurensing for skip i størrelseskategorien 5 000 – 15 000 dødvekttonn, for åtte forskjellige skipstyper, for ulike områdetyper.

Skipstype	Områdetype	CO ₂	Lokal luftforurensing
Breakbulk	Spredt bebyggelse	130,4	43,2
Breakbulk	Mellomstor by	130,4	120,1
Breakbulk	Storby	130,4	650,8
Container Lo/Lo	Spredt bebyggelse	212,3	76,5
Container Lo/Lo	Mellomstor by	212,3	207,9
Container Lo/Lo	Storby	212,3	1118,5
Kjemi/Produkt tanker	Spredt bebyggelse	148,1	63,3
Kjemi/Produkt tanker	Mellomstor by	148,1	165,6
Kjemi/Produkt tanker	Storby	148,1	878,6
LPG/LNG	Spredt bebyggelse	223,6	84,4
LPG/LNG	Mellomstor by	223,6	220,4
LPG/LNG	Storby	223,6	1161,3
Ro-Ro cargo	Spredt bebyggelse	276,2	150,5
Ro-Ro cargo	Mellomstor by	276,2	376,1
Ro-Ro cargo	Storby	276,2	1961,0
Ro-Ro vehicles	Spredt bebyggelse	224,7	124,4
Ro-Ro vehicles	Mellomstor by	224,7	307,3
Ro-Ro vehicles	Storby	224,7	1591,6
Tanker	Spredt bebyggelse	158,4	49,8
Tanker	Mellomstor by	158,4	137,3
Tanker	Storby	158,4	739,7
Tørrbulk	Spredt bebyggelse	159,7	52,9
Tørrbulk	Mellomstor by	159,7	146,9
Tørrbulk	Storby	159,7	795,7

⁹ Dødvektsklassene er som følger: <1 000, 1 000–5 000, 5 000–15 000, 25 000–35 000, 35 000–45 000, 45 000–55 000 og > 55 000 tonn. Skipstypene er breakbulk, container Lo/Lo, kjemi-/produktanker, kjøle-/fryseskip, LPG/LNG, ro-ro cargo, ro-ro vehicles, tanker og tørrbulk.

2.3.4 Luftfart

2.3.4.1 Bakgrunn og avgrensning

For å gi et mest mulig komplett og konsistent samlet grunnlag på tvers av transportformene, inkluderer vi i denne rapporten oppdaterte estimer for utslipp til luft og støy fra luftfart. I TØI-rapport 1704 var luftfartssektoren behandlet i begrenset grad, og beregningene ble oppsummert kort i vedlegg. I beregningene av eksterne kostnader i 2019-rapporten ble hovedvekten lagt på CO₂, nitrogenoksider (NO_x), partikler og utslipp utenom CO₂ som også påvirker klima (også kalt «øvrige klimaeffekter»). Utslippene ble beregnet for ulike grupper av flyreiser, eksempelvis innlandsreiser og reise til EU/EØS. Videre ble utslippsleddene fordelt over utslipp knyttet til selve flygningen og et mer eller mindre fast utslippsledd knyttet til avgang og landing. Beregningene tok utgangspunkt i trafikk- og flysammensetning i 2017.

CO₂ er den viktigste direkte klimagassen fra luftfart. Samtidig påvirker luftfarten klimaet på en rekke andre måter. Dette omfatter blant annet utslipp av vanndamp, klimaeffekter av NO_x-utslippenes påvirkning på ozon og metan, dannelselse av kondensstriper og cirruskyer, samt effekter av sot-, sulfat- og nitratpartikler. Noen av virkningene bidrar til oppvarming, mens andre virker avkjølede. Størrelsen på klimaeffektene avhenger blant annet av flyhøyde og atmosfæriske forhold.

I 2019-rapporten ble denne kompleksiteten håndtert ved å foreta en forenklet tilnærming til CO₂-utslipp, nemlig å oppjustere CO₂-utslipp med 80 prosent for flyreiser over 8 000 meters høyde. Oppjusteringen var uttrykkelig ment som en forenklet representasjon av de samlede ikke-CO₂-relaterte klimaeffektene. For innenriks turbopropfly ble det ikke foretatt en tilsvarende oppjustering.

Luftfarten gir i tillegg mindre utslipp av klimagassene metan (CH₄) og lystgass (N₂O). Disse ble i 2019 anslått å ha en samlet klimaeffekt tilsvarende om lag 1–1,5 % av CO₂-utslippene og ble derfor ikke inkludert eksplisitt i beregningene. Videre ble det også vurdert som relevant å beregne skadekostnader fra utslipp av NO_x og PM knyttet til lokal luftforurensing.

Utslippsberegningene var basert på en kombinasjon av SSBs statistikk over drivstoffsalg og utslipp, Avinors trafikk- og rutedata og utslippskoeffisienter fra daværende utslippskalkulator fra SAS. For partikler ble EMEP/EEAs daværende utslippskalkulator benyttet.

For hver flytype kunne utslippet i praksis uttrykkes som et fastledd per flygning eller sete og et distanse-avhengig ledd per sete- eller passasjerkilometer. Fastleddet representerte i hovedsak drivstofforbruk og utslipp knyttet til landing og avgang (LTO), mens distanseleddet fanget opp utslipp under den øvrige flygningen. Denne tilnærmingen er særlig relevant for luftfart fordi drivstofforbruket per kilometer er betydelig høyere på korte flygninger enn på lange flygninger, ettersom avgang, stigning og landing utgjør en større andel av samlet energibruk på korte ruter. Det ble skilt mellom turboprop og jetfly innenriks, fly til EØS/EU og smal- og bredbudsfly til øvrige land. Beregningene illustrerte store forskjeller mellom disse gruppene.

Siden forrige rapport har flyflåte, motorer, kabinfaktorer og metodene for beregning av særlig ikke-CO₂-effekter og partikkelutslipp utviklet seg. I denne rapporten er det derfor naturlig å beholde den grunnleggende inndelingen mellom LTO- og distanseavhengige utslipp, men oppdatere utslippsfaktorene og vurderingen av øvrige klimaeffekter på grunnlag av ny teknologi og datagrunnlag.

2.3.4.2 Oppdaterte utslippsfaktorer

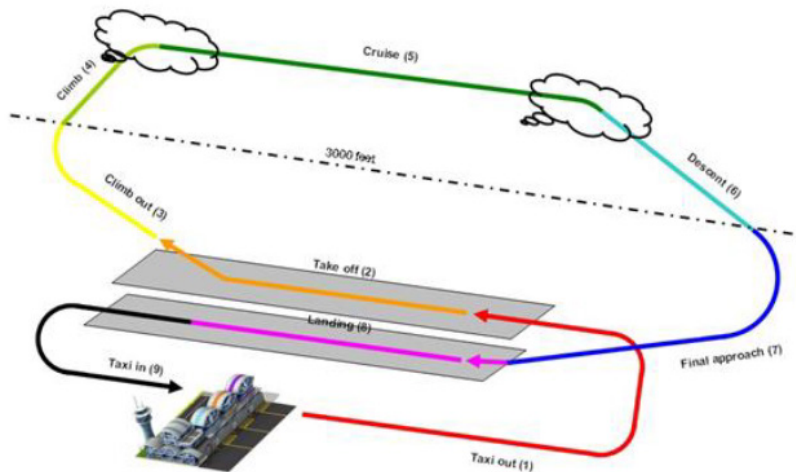
I 2026 baserer vi oss på utslippskalkulatoren for luftfartssektoren [1.A.3.a Aviation -Annex 1 - Master emissions calculator](#)¹⁰ fra European Environment Agency og deres veileder for [nasjonale](#)

¹⁰ Kalkulatoren følger med en bemerkning: *Drivstofforbrennings- og utslippsdataene som gis i denne kalkulatoren, er utelukkende for bruk av Den europeiske union (EU) og dens medlemsland ved utvikling og oppdatering av standardiserte utslippsregnskap. Disse dataene representerer estimer, ikke absolutte eller definitive verdier.*

[utslippsregnskap for utslipp til luft](#) (European Environment Agency, 2023). Disse felles retningslinjene fra European Monitoring and Evaluation Programme og European Environment Agency for utslippsregnskap bistår land med sin rapportering av utslippsdata. Dette er dermed en sentral kilde som legger til rette for konsistente utslippsberegninger på tvers av land.

Som tidligere er det hensiktsmessig å bryte ned utslippene fra luftfart inn i to deler, basert på fasene av en flyreise. Figur 2.6 illustrerer de ulike fasene av flyreisen, som beskrevet av European Environment Agency (2023).

Figure 2-3 Typical phases of flight



Source: EUROCONTROL

Figur 2.6: Typiske faser av en flyreise: Kilde: European Environment Agency (2023)

De to fasene består av:

- **LTO (Landing & Take-Off):** Det er relativt høyt drivstofforbruk i fasene av flyreisen knyttet til å ta av fra bakken og landing. I utslippsregnskapet inkluderer denne delen også taxing på flyplassen. Utslippene fra denne delen er i stor grad uavhengig av flydistansen.
- **CCD (Cruise, Climb & Descent):** Inkluderer fasene hvor flyet klatrer opp til høyden hovedstrekket av reisen skal befinne seg i, selve hovedstrekket av flyreisen, og nedstigningsfasen før landing. Her vil flydistansen i stor grad bestemme drivstofforbruket og utslipp.

Vi beregner utslipp av både CO₂ og NO_x. Øvrige klimaeffekter er forklart i neste delkapittel. Vi ser bort ifra utslipp av PM, CH₄ og N₂O i resultatberegningene fordi skadekostnadene i TØI-rapport 1704 ble funnet til å være svært små, både i absolutte tall og relativt til CO₂ og NO_x. Vi bruker EEA sin utslippskalkulator til å beregne CO₂- og NO_x-utslipp per flyreise, flykilometer og setekilometer, for ulike distanser. I tabellene er distansene oppgitt i nautiske mil (1 nautisk mil = 1,852 km).

Utslippsberegningene gjennomføres for et sett representative beregningsprofiler som varierer med fremdriftsteknologi og flystørrelse. Profilene er ikke ment å representere bestemte flymodellers miljøprestasjoner, men å illustrere utslippsnivået for ulike typer flyoperasjoner. Hver profil er teknisk

Deres anvendelse er uttrykkelig begrenset til dette oppgitte formålet og bør under ingen omstendigheter brukes til komparativ analyse av drivstoffeffektivitet eller utslipp på tvers av ulike flymodeller eller produsenter. Når vi i tabellene i dette kapitlet beregner utslipp og utslippsfaktorer for et utvalg flytyper, er det kun for å synliggjøre forskjeller mellom ulike fly- og distansekombinasjoner i utslippsberegningen og ikke til sammenligning/rangering av flytypenes miljøprestasjon.

beregnet med en konkret fly-motor-kombinasjon i EEA-kalkulatoren. De underliggende referanseflyene er valgt med utgangspunkt i flytypene som ble benyttet i TØI-rapport 1704, for å sikre sammenlignbarhet med beregningene fra 2019. Flytypene skal ikke tolkes som en beskrivelse av flytypesammensetningen i norsk luftfart i 2026.

Tabell 2.22: CO₂-utslipp per flyvning (kg), etter distanse (nautiske mil – nm). LTO = Landing & Take-Off. CCD = Climb, Cruise & Descent.

Flytype	LTO	CCD 200 nm	CCD 500 nm	CCD 1000 nm	CCD 2000 nm	CCD 3000 nm	CCD 4000 nm
Lite regionalt turbopropfly	472	1 295	3 329	6 788			
Mellomstort regionalt turbopropfly	525	1 414	3 337	6 645			
Stort regionalt turbopropfly	745	2 414	5 388	10 417			
Lite smalbuks jetfly	2 076	3 773	8 286	15 358	30 059	43 904	
Mellomstort smalbuks jetfly	2 385	4 011	8 282	15 738	30 836	47 139	61 296
Stort smalbuks jetfly	2 385	4 384	9 279	17 506	34 155	51 331	
Mellomstort bredbuksfly	6 302	9 859	19 685	36 795	71 239	105 660	140 308
Stort bredbuksfly	6 301	10 634	22 838	42 480	81 341	123 319	164 009

Merknad: De representative profilene er beregnet med følgende tekniske referanser i EEA-kalkulatoren: lite regionalt turbopropfly – Dash 8-100; mellomstort regionalt turbopropfly – Dash 8-300; stort regionalt turbopropfly – Dash 8-Q400; Lite smalbuks jetfly – SK 737-600; Mellomstort smalbuks jetfly – SK 737-700W; Stort smalbuks jetfly – SK 737-800W; Mellomstort bredbuksfly – SK A330-300; Stort bredbuksfly – UA 777-200ER. Referansemodellene er beregningsmessige inngangsverdier og skal ikke tolkes som en rangering eller sammenligning av de aktuelle flymodellene

Tabell 2.23: NO_x-utslipp per flyvning (kg), etter distanse (nautiske mil – nm). LTO = Landing & Take-Off. CCD = Climb, Cruise & Descent.

Flytype	LTO	CCD 200 nm	CCD 500 nm	CCD 1000 nm	CCD 2000 nm	CCD 3000 nm	CCD 4000 nm
Lite regionalt turbopropfly	1	4	11	24			
Mellomstort regionalt turbopropfly	2	6	13	26			
Stort regionalt turbopropfly	2	11	24	47			
Lite smalbuks jetfly	7	19	35	61	114	164	
Mellomstort smalbuks jetfly	10	23	40	69	126	189	241
Stort smalbuks jetfly	10	26	46	78	145	214	
Mellomstort bredbuksfly	35	59	106	174	313	451	592
Stort bredbuksfly	46	90	179	307	566	834	1101

Som det fremkommer fra tabell 2.22 og tabell 2.23 står LTO-fasen for en vesentlig del av utslippene, særlig for de korte distansene. I tabell 2.24 og tabell 2.25 beregner vi utslipp per fly-km, og ser tydelig hvordan disse gjennomsnittlige utslippsfaktorene er fallende i distanse, ettersom utslippene fra LTO-fasen «smøres» utover flere flykilometer.

Tabell 2.24: CO₂-utslipp (kg) per fly-km, etter flydistanse (nautiske mil – nm).

Flytype	200 nm	500 nm	1000 nm	2000 nm	3000 nm	4000 nm
Lite regionalt turbopropfly	4,8	4,1	3,9			
Mellomstort regionalt turbopropfly	5,2	4,2	3,9			
Stort regionalt turbopropfly	8,5	6,6	6,0			
Lite smalbuks jetfly	15,8	11,2	9,4	8,7	8,3	
Mellomstort smalbuks jetfly	17,3	11,5	9,8	9,0	8,9	8,6
Stort smalbuks jetfly	18,3	12,6	10,7	9,9	9,7	
Mellomstort bredbuksfly	43,6	28,1	23,3	20,9	20,2	19,8
Stort bredbuksfly	45,7	31,5	26,3	23,7	23,3	23,0

Tabell 2.25: NOX-utslipp per flykm (g), etter flydistanse (nautiske mil – nm).

Flytype	200 nm	500 nm	1000 nm	2000 nm	3000 nm	4000 nm
Lite regionalt turbopropfly	14,9	13,7	13,5			
Mellomstort regionalt turbopropfly	20,3	16,1	15,1			
Stort regionalt turbopropfly	36,8	28,9	26,6			
Lite smalbuks jetfly	71,1	46,3	36,8	32,8	30,8	
Mellomstort smalbuks jetfly	90,3	54,4	42,4	36,8	35,8	33,9
Stort smalbuks jetfly	96,7	60,1	47,7	42,0	40,4	
Mellomstort bredbuksfly	253,5	151,4	112,6	93,8	87,5	84,6
Stort bredbuksfly	367,4	242,9	190,6	165,1	158,4	154,8

2.3.4.3 Øvrige klimaeffekter

Vi beregner også klimarelaterte kostnader som kommer fra andre kilder enn CO₂ (ikke-CO₂-effekter). Disse utslippene genereres av flymotorenes eksos, som gjennom fysiske og kjemiske reaksjoner i atmosfæren har en klimaeffekt. Klimapåvirkningen er kompleks, og ulike typer utslipp kan ha både oppvarmende og nedkjølende påvirkning på klima. Disse effektene er særlig knyttet til utslipp som skjer under flygning i høyere luftlag (typisk over 8 000 meters høyde). Samlet sett gir disse øvrige klimaeffektene et oppvarmingsbidrag til klima som kommer i tillegg til effekten av CO₂-utslippene fra flygningen (Kristensen mfl., 2025).

Vanndamp og sotpartikler fra forbrenningen kan under bestemte atmosfæriske forhold bidra til dannelse av kondensstriper (såkalte contrails) og etterfølgende cirruskyer. Sotpartikler har i tillegg en direkte oppvarmende effekt, mens sulfatpartikler virker avkjølende. Den samlede klimaeffekten av partiklene er usikker. I tillegg interagerer NO_x-utslippene på en kompleks måte med luftens innhold av metan og ozon, nettoeffekten er usikker (Lee mfl., 2021).

I sin oppsummering av ikke-CO₂-effekter i Kristensen mfl. (2025) påpekes følgende:

- Basert på beste tilgjengelige viten tilsvarer ikke-CO₂ effektene fra fossilt flydrivstoff et tillegg på 70 % i forhold til den direkte CO₂-effekten.
 - Dette er regnet som akkumulert oppvarmingseffekt på 100 års sikt (GWP100) og gjelder gjennomsnittlig for all luftfart
- Turboprop-fly kommer meget sjelden i luftlag som kan gi varige kondensstriper
- Kondensstriper er den viktigste ikke-CO₂-effekten
- Effekten er størst for flyvinger om natten og vinteren
- Lange ruter har størst sjanse for å fly gjennom områder hvor vedvarende kondensstriper dannes
- Nord-atlantiske områder har ofte meteorologiske forhold som kan gi vedvarende kondensstriper

Gitt usikkerheten rundt størrelsesordenen på disse ikke-CO₂-effektene, anbefaler vi å gjøre følsomhetsanalyser på dem i analyser hvor skadekostnadene fra dem kan være utslagsgivende. Som i TØI-rapport 1704, gjør vi forenklete antagelser om klimaeffekten av disse ikke-CO₂-effektene når vi beregner skadekostnadsestimatene.

Siden vi skiller på CCD-fasen og LTO-fasen, er det naturlig at påslaget for ikke-CO₂-effekter kun legges på utslippene fra CCD-fasen. Vi legger påslaget kun på jetfly, mens for turbopropfly settes disse øvrige klimaeffektene til null. Dette fordi disse flyene normalt opererer under 8 000 meters høyde, altså opererer de ikke i høyder der langlivede kondensstriper oppstår. Øvrige klimaeffekter fra turboprop er ikke nødvendigvis lik null, men vi kvantifiserer ikke dette her.

Vi legger derfor på et 70 prosent påslag på CO₂-utslippene fra jetfly i CCD-fasen. Dette sammenfaller med påslaget brukt i samfunnsøkonomisk analyse i transportsektoren i Sverige; ASEK 8.0 (Trafikverket, 2024) på utenriksflyvning (påslaget er lavere for innenriksflyvning). ASEK henviser til

Miljömålsberedningen (2022) som påpeker at utenriksflyvning har lite innslag av turboprop-fly, og LTO-utslippene utgjør en mindre andel av de totale CO₂-utslippene. Påslaget på 70 prosent gjenspeiler også det som er anslått som tillegg til ikke-CO₂-effekter utgjør i gjennomsnitt.

2.3.4.4 Marginale skadekostnader

Med utgangspunkt i de beregnede utslippsfaktorene i de foregående tabellene, kan vi presentere samlede beregnede skadekostnader knyttet til utslipp til luft per LTO og per fly-kilometer og sete-kilometer i CCD-fasen.

Disse estimatene av marginale skadekostnader per flykilometer baserer seg på verdsettingene per utslippsenhet i kapittel 2.1 og 2.2. For å sikre konsistens med TØI-rapport 1704 legger vi til grunn verdsettingen for utslipp utenfor tettsteder for NO_x-utslipp.

Til sammen beregnes skadekostnader per fly-kilometer og setekilometer i CCD-fasen fra CO₂-utslipp, NO_x-utslipp og ikke-CO₂-effekter og presenteres i tabell 2.26.

Tabell 2.26: Skadekostnader per fly-km (2026-kr) knyttet til utslipp til luft fra CCD-fasen, differensiert på ulike flytyper. I siste kolonne regnes det om til skadekostnader per setekilometer. CCD = Climb, Cruise & Descent.

Flytype	Seter/fly	CO ₂	Øvrige klimaeffekter	NO _x	SUM per flykm	SUM per setekm
Lite regionalt turbopropfly	39	5,90	0,00	0,33	6,24	0,16
Mellomstort regionalt turbopropfly	50	6,07	0,00	0,41	6,48	0,13
Stort regionalt turbopropfly	78	10,18	0,00	0,77	10,95	0,14
Lite smalbuks jetfly	120	14,60	10,22	1,02	25,85	0,22
Mellomstort smalbuks jetfly	141	14,94	10,46	1,15	26,56	0,19
Stort smalbuks jetfly	181	16,89	11,82	1,35	30,06	0,17
Mellomstort bredbuksfly	264	33,92	23,74	2,72	60,38	0,23
Stort bredbuksfly	269	38,74	27,12	4,58	70,43	0,26

Tabell 2.26 viser at CO₂-utslippene utgjør den største delen av de marginale skadekostnadene. Vi ser også at det heller ikke er et entydig mønster mellom flystørrelse og utslipp per sete-km.

Tabell 2.27: Skadekostnader per LTO (2026-kr) knyttet til utslipp til luft fra CCD-fasen, differensiert på ulike flytyper. LTO = Landing & Take-Off.

Flytype	Seter/fly	CO ₂	NO _x	SUM per LTO
Lite regionalt turbopropfly	39	774	32	806
Mellomstort regionalt turbopropfly	50	861	42	903
Stort regionalt turbopropfly	78	1 222	64	1 286
Lite smalbuks jetfly	120	3 403	199	3 602
Mellomstort smalbuks jetfly	141	3 909	269	4 178
Stort smalbuks jetfly	181	3 909	269	4 178
Mellomstort bredbuksfly	264	10 329	931	11 260
Stort bredbuksfly	269	10 328	1 234	11 561

Oppsummert viser disse beregningene at for en gitt flytype faller skadekostnaden per flykilometer ved lengre distanser, ettersom de relativt faste utslippene fra LTO-fasen fordeles over flere kilometer. Kostnaden per setekilometer avhenger samtidig av både flystørrelse, flydistanse og motorteknologi, slik at større fly ikke nødvendigvis har lavere utslippskostnader per setekilometer.

3 Personskade som følge av ulykker

I dette kapitlet viser vi estimering av de marginale eksterne kostnadene (MEK) knyttet til personskade i transportulykker. Dette vil omfatte estimeringer med nye data for vegtransport, oppdatering av estimater fra 2025 for jernbanetransport, og oppdatering av estimater fra 2019 for sjøtransport. Vi estimerer også MEK for noen «nye» vegtransportmidler.

Vi differensierer ikke personbiler og lastebiler mht. drivstoff eller annen klassifisering (som i foregående kapittel). I utgangspunktet kan vi generelt anta at drivstoffet er irrelevant for ulykkesrisikoen, men ulike klasser av personbiler og lastebiler kan ha ulike eksponeringer som kan påvirke ulykkesrisikoen og de eksterne personskadekostnadene pga. ulykker. Vi vil også påpeke at vi mangler lokalisering av vegtransportulykkene, slik at vi ikke kan differensiere mellom MEK i f.eks. byer/tettsteder vs. spredtbygde områder. Vi oppgir kun nasjonale gjennomsnittsestimater for MEK pga. personskade i transportulykker.

Som i tidligere rapporter så vil vi for personskader i ulykker også inkludere transportmidler der de eksterne kostnadene pga. personskader i ulykker kan være den helt dominerende (eller eneste) eksterne kostnaden, f.eks. sykling og gange.

I **kapittel 3.1** gjennomgår vi **rammeverk og metode for estimeringen**. Her gjennomgår vi det faglige rammeverket og praktiske utfordringer med estimeringen, definisjoner av komponentene i de marginale eksterne kostnadene og modelleringen av dem.

I **kapittel 3.2** presenterer vi det **underliggende datagrunnlaget**, og hvordan vi justerer for underrapportering av ulykker basert på nyere forskning. I **kapittel 3.3** presenterer vi noen sentrale mellomberegninger på vei til estimatene av marginale eksterne ulykkeskostnader (med personskader), nemlig **risikoestimater og estimert skadefordeling**. I **kapittel 3.4** presenteres verdsettingen av personskade og personskaderisiko som ligger til grunn for estimatene. I **kapittel 3.5** gjennomgår vi de **resultatene for estimerte marginale kostnader knyttet til personskader i transport**. I kapittel 3.6 presenteres følsomhetsanalyser. I **kapittel 3.7** gjør vi en sammenligning mellom estimater av marginale eksterne ulykkeskostnader basert på data fra ulike delperioder. I **kapittel 3.8 oppsummeres arbeidet** med estimeringen av marginale eksterne ulykkeskostnader og **sammenligner resultatene** fra tidligere studier, bl.a. TØI-rapport 1704/2019.

Det som er nytt i denne rapporten sammenlignet med tidligere rapporter på marginale eksterne kostnader er særlig knyttet til:

- Estimering av marginale eksterne ulykkeskostnader for noen «nye» vegtransportmidler som elsparkesykkel og ATV
- En oppdatert korrigering for forventet underrapportering av harde og lettere skader i trafikken, som isolert sett bidrar til noe høyere MEK-estimer

3.1 Rammeverk og metode

3.1.1 Faglig rammeverk og praktiske utfordringer

Estimeringen av de marginale eksterne personskadekostnadene bygger på det metodiske rammeverket fra Lindberg (2001), med bidrag fra bl.a. Elvik (1994). Vi summerer kostnadselementer fra alle motpart-ulykkekombinasjoner, i en transportmiddel-motpartmatrise, pluss kostnadene for ulykker uten motpart (Kjeldsen, 2013). Dette blir gjort separat for tre skadegrader: dødsfall, harde skader og lettere skader.

En første utfordring er at vegtransporten, jernbanetransporten og sjøtransporten opererer med ulike personskadegrader, for skader som ikke medfører dødsfall. Statens jernbanetilsyn (SJT) opererer med fem skadegrader: Død, alvorlig skade, moderat skade, mindre alvorlig skade og førstehjelpsskade. Vi

aggregerer de to sistnevnte til «lettere skader», mens alvorlig og moderat skade samles i kategorien «hard skade». Mht. sjøtransporten så registrerer Sjøfartsdirektoratet kun dødsfall og alvorlige skader («betydelig skader»), så vi må estimere antallet lettere skader. Vi kjenner ikke den evt. skjevheten på MEK-estimatene som dette skulle kunne medføre, for jernbane-/sjøtransport. Det kan godt være at andre mangler i datagrunnlaget har større potensial til å kunne påvirke MEK-estimatene.

En annen utfordring er at det i de offisielle personskadedataene for vegtransporten er blitt gjort endringer i kjøretøy-klassene, spesielt for godskjøretøy, endringer som ikke i alle tilfeller enkelt kan tilknyttes en tidligere registreringspraksis. Videre benyttes det i personskadedataene en transportmiddel-klassifisering som ikke i alle tilfeller er konsistent med kategoriseringen av data for trafikk- og transportarbeidet, fra SSB. Vi antar at våre tilpasninger til dette vil ha begrenset påvirkning på våre MEK-estimer, men det er en feilkilde som bør påpekes. For mange transportmidler finnes det ikke årlige registreringer av trafikkarbeid og transportarbeid, men det kan finnes estimer for enkelte år som muliggjør interpolering og ekstrapolering. Flere detaljer om hvordan vi har estimert og sammenstilt ulike transportmiddel/transporttyper er gitt i delkapitlene 3.2 og 3.3.

Trinnene i estimeringen av MEK tar utgangspunkt i det registrerte skadeantallet (i motpartulykker mellom ulike transportmidler og i eneulykker) kombinert med det registrerte/estimerte trafikkarbeidet (og transportarbeidet), i **tidsperioden fra og med 2006 til og med 2025**. Noen transportmiddel-motpartkombinasjoner har relativt store årlige antall av lettere personskader. Men for dødsfall vil det for mange motpartkombinasjoner være vanskelig å estimere risiko basert på et fåtall år eller kun ett år. Lengre tidsperioder muliggjør derfor bedre estimering av risikoen for sjeldne hendelser. Videre får vi en bedre estimering av den forventede skadefordelingen i dødsfallsulykker (og også ulykker med lavere skadegrader) mellom «sjeldne» motparter. Skadefordelingen, f.eks. det forventede antallet døde syklisters versus det forventede antallet døde mopedister, i motpartulykker mellom disse to, er én av de sentrale elementene i estimeringen av MEK pga. personskade i ulykker. Risiko- og skadefordelingsestimer er vist i delkapittel 3.3.

Et argument mot estimering basert på lange tidsperioder er at personskade-risikoen kan ha endret seg fra 2006 til 2025, for mange transportmidler og motpart-kombinasjoner (Høye, 2016; Elvik, 2019). For vegtransporten vil vi ta med en tilleggsestimering der vi estimerer MEK fra tre deltidperioder i datagrunnlaget, nærmere bestemt periodene 2006-2013, 2014-2019 og 2020-2025.

Risikoen for personskade i et gitt begrenset tidsrom kan også variere med antallet brukere av transportinfrastrukturen. Denne risikoeffekten betegnes som risikoelastisiteten – den effekten på andres risiko som ett ekstra transportmiddel i trafikksystemet (eller én ekstra km med det gitte transportmiddelet) har. Hvis risikonivået er upåvirket av endringer i trafikkvolumet, er risikoelastisiteten 0, hvis risikonivået øker er risikoelastisiteten positiv, og hvis risikonivået synker så er risikoelastisiteten negativ (Vickrey, 1968; Newberry, 1988). I våre hovedberegninger vil vi, som i Rødseth et al. (2019, kap. 7), sette risikoelastisiteten lik null, pga. et begrenset tilfang av estimerte risikoelastisiteter for ulike transportmiddel over større geografiske områder. Vi vil (i avsnitt 3.6) spesifisere følsomhetsanalyser basert på en risikoelastisitet som ikke er lik 0 (Høye, 2016).

I kostnadsformlene må det også inngå en økonomisk verdsetting av personskade-risikoendringer. Denne verdsettingen består av to deler – en individuell verdsetting av risiko (endring) i forkant (ex ante) og en kostnad per faktisk skadd individ som antas å bli belastet andre enn det skadde individet selv – og som vi generelt kan kalle ex-post-kostnader (Veisten et al., 2010; Rødseth et al., 2019). Verdsettingene er nærmere beskrevet i delkapittel 3.4.

3.1.2 Definisjon av de eksterne effektene

For flere typer skadekostnader i transport er den eksterne effekten primært en effekt på samfunnet utenfor transportsystemet (som i foregående kapittel). For personskade i ulykker er den eksterne

effekten på andre transportbrukere mest grunnleggende. Vi benytter en tredeling av den eksterne effekten av personskade i transportulykker som bygger på Elvik (1994) og Lindberg (2001):

- **Fysisk eksternalitet:** Effekter som individene påfører motpart i ulykker, som omfatter verdsetting av risikoen i forkant (ex ante, «velferdseffekten») i tillegg til en andel av ex-post-kostnadene for samfunnet for øvrig (medisinske kostnader, produksjonsbortfall, etc.), om personskade-ulykker inntreffer.
- **Trafikkvolum-eksternalitet:** Effekter (positive eller negative) på (alle) andre transportbrukere som oppstår ved at individenes reise/transportmiddelvalg kan påvirke det generelle personskade-risikonivået, som også omfatter ex-ante-verdsettingen av risikoendring pluss (endringen i) ex-post-kostnaden.
- **Systemeksternalitet:** En andel av ex-post-kostnadene som individene påfører samfunnet når ulykker inntreffer. Dette vil omfatte all ex-post-kostnad av personskade i ulykker uten motpart.

Første kulepunkt innebærer at vi ikke inkluderer ex-ante-verdsettingen av risiko for skader som en påfører seg selv. Dette blir nærmere forklart i neste delkapittel.

Trafikkvolum-eksternaliteten kan være en «negativ kostnad», således at en ekstra transportbruker kan bidra til å redusere andre transportbrukeres skaderisiko (Høye, 2016; Elvik & Goel, 2019).

3.1.3 Modellering av de eksterne personskadekostnadene

Fra Lindberg (2001, 2005) har vi følgende generelle formel for den marginale eksterne personskadekostnaden:

$$\text{Marginal ekstern personskadekostnad} = (1-\vartheta+E)ra+(1+E)rc \quad (3a)$$

Her refererer r til skaderisikoen, ϑ til andelen av skaden som individet (transportaktøren) påfører seg selv, E til risikoelastisiteten, og a og c til henholdsvis ex-ante-verdsettingen og ex-post-kostnaden.

Uttrykket for kan også skrives på følgende måte:

$$\text{Marginal ekstern personskadekostnad} = Er(a+c)+(1-\vartheta)r(a+c)+\vartheta rc \quad (3b)$$

Omskrivingen tydeliggjør de tre kostnadskomponentene som inngår i den marginale eksterne personskadekostnaden (Lindberg, 2001; 2005):

- trafikkvolumeksternaliteten, $Er(a+c)$,
- den fysiske eksternaliteten, $(1-\vartheta)r(a+c)$, og
- systemeksternaliteten, ϑrc .

Fortegnet til trafikkvolumeksternaliteten vil følge fortegnet til risikoelastisiteten (E). Den fysiske eksternaliteten øker med den andelen av skaden som påføres motparten ($1-\vartheta$), mens systemeksternaliteten øker med egen skadeandel (ϑ). Alle kostnadskomponentene øker (i absolutt verdi) med skaderisikoen (r) og verdsettingen ($a+c$) – dog systemeksternaliteten kun med ex-post-kostnaden (c).

Hvis vi vurderer de marginale eksterne personskadekostnadene som påføres andre av et bestemt transportmiddel, X , for skadegrad i , og vi betegner motpartene $\hat{Y}$, og skiller mellom (den vektete) risikoen for skade i motpartulykke, $r_{X\hat{Y}}$, og risikoen for skade i ulykke uten motpart, r_{XO} , så kan vi formulere dette som:

$$\begin{aligned} \text{Marginal ekstern personskadekostnad } X_i &= E_{X\hat{Y}i}r_{X\hat{Y}i}(a_i+c_i) + E_{XOi}r_{XOi}c_i \\ &\quad + (1-\vartheta_{X\hat{Y}i})r_{X\hat{Y}i}(a_i+c_i) \quad (3c) \\ &\quad + \vartheta_{X\hat{Y}i}r_{X\hat{Y}i}c_i + r_{XOi}c_i \end{aligned}$$

Her er $E_{X\hat{Y}_i}$ en vektet risikoelastisitet for skaderisiko, av skadegrad i , tilknyttet transportmiddel X sine kollisjoner med andre trafikanter; $\vartheta_{X\hat{Y}_i}$ er vektet skadeandel (av skadegrad i) for transportmiddelet, X_i , i kollisjoner med andre trafikanter; og $r_{X\hat{Y}_i}$ er summert risiko for skade (av skadegrad i) for transportmiddel X og motpart $\hat{Y}$, delt på 2.¹¹ E og ϑ er vektet mht. risikoen i hver motpartkombinasjon, og det er X sitt trafikkarbeid (kjøretøykm/togkm/fartøykm) som er risikomålet. Leddene $E_{XO_i}r_{XO_i}C_i$ og $r_{XO_i}C_i$ er bidragene fra ulykkene uten motpart.

Den delen av den marginale skadekostnaden som kan regnes som intern (ikke en del av den eksterne kostnaden) er ex-ante-verdsettingen av personskaden «påført seg selv», dvs. ϑ_{XO_i} , eller, uttrykt for transportmiddel X for skadegrad i : $\vartheta_{X\hat{Y}_i}r_{X\hat{Y}_i}a_i + r_{XO_i}a_i$.

Summen av den marginale eksterne og den marginale interne gir den marginale personskadekostnaden: $(1+E)r(a+c)$, eller tilordnet transportmiddel X for skadegrad i : $(1+E_{X\hat{Y}_i})r_{X\hat{Y}_i}(a_i+c_i)+(1+E_{XO_i})r_{XO_i}C_i$. Vi ser at dette uttrykket blir lik gjennomsnittskostnaden om risikoelastisiteten, E , er 0: $r(a+c)$, eller tilordnet transportmiddel X for skadegrad i : $r_{X\hat{Y}_i}(a_i+c_i)+r_{XO_i}C_i$. Totalkostnaden er lik gjennomsnittskostnaden, $r(a+c)$, multiplisert med trafikkarbeidet, som vi kan benevne Q ; altså, for transportmiddel X for skadegrad i : $[r_{X\hat{Y}_i}(a_i+c_i)+r_{XO_i}C_i] \times Q_X$.

3.1.4 Oppsummering av rammer for beregningene

Vi inkluderer alle personskader inntruffet i transport

Vi tar utgangspunkt i transportdefinisjonen, om forflytning av personer og gods fra ett sted (*origin*, O) til et annet (*destination*, D). Dermed vil vi inkludere ulykker i gange (se også Olofsson et al. 2016). Vi vil også inkludere skadde ansatte på transportmiddel når ulykkene skjer i transport. Men, vi vil prinsipielt ikke inkludere ulykker blant ansatte på transportmiddel når ulykkene *ikke* skjer under transport, f.eks. arbeid med transportmiddel utenfor offentlig veg, trafikkerte jernbanespor og farleder. I mange tilfeller kan vi mangle tilstrekkelig informasjon til å kunne avklare om ulykken har skjedd i forbindelse med transport eller om ulykken kun burde klassifiseres som arbeidsulykke/næringsulykke. Villede negative handlinger blir normalt ikke inkludert som transportulykker.

Vi antar at førerne/individene (kun) vurderer ulykkesrisiko-effektene for andre transportbrukere/samfunnet som eksterne

For transportmiddel med kun én fører om bord er det relativt enkelt å sette et prinsipielt skille mellom hva som er «internt» og tas særskilt hensyn til og hva som er eksternt («alle andre transportbrukere» og «samfunnet for øvrig»). Når førere av transportmiddel med passasjerer tar hensyn til egen ulykkesrisiko, så kan det også antas at dette implisitt dekker hensyntaken til passasjerernes sikkerhet.¹² Vi kan videre anta at også de voksne passasjerene, på private så vel som kollektive transportmiddel, foretar reisebeslutninger under hensyntaken til en oppfatning om transportmiddelets personskade-risiko (om enn prisgitt førernes atferd) og de finansielle kostnadene (drivstoff etc. og/eller billetter).

En matrise med skadeantallet til to involverte motparter – en skadefordeling i stedet for fordeling av skyld

Én av de tre eksternalitetstypene vi nevnte, den fysiske eksternaliteten, omfatter skade som motpartene i en kollisjon påfører personer i det andre transportmidlet. En større del av denne eksterne fysiske kostnaden vil tilskrives det transportmidlet som volder mest personskade i motpart-transportmidlet

¹¹ Vi må dele summen av skade (skaderisiko) på to (når vi både tar med X og $\hat{Y}$ sin skade i kollisjonene, i begge rader og kolonner), for ellers ville vi dobbelt-telle når vi summerer over transportmidler. Begge parter skader inngår i risikotermen (en vektet egenrisiko-fremmedrisiko), som vist i det matematiske uttrykket i 3c.

¹² Førerne og passasjerene kan i noen tilfeller ha ulik personskaderisiko, se f.eks. Høye et al. (2025).

(Elvik, 1994; Lindberg, 2001). Kjennskap til det forventede skadeomfanget for transportmidlene X (ϑ) og Y ($1 - \vartheta$), om X og Y er motparter i en transportulykke, er avgjørende for å estimere den fysiske eksternaliteten. Prinsipielt sett er dette enklere og mindre problematisk enn det å basere fordelingen av fysisk ekstern kostnad på en fordeling av *skyld* i kollisjonsulykker (Maibach et al., 2008).

MEK-hovedestimatene er basert på trafikkvolumeksternalitet lik null

Det er estimert risikoelastisitet og trafikkvolumeksternalitet for ulike veg-transportmiddel tilknyttet ulike deler av transportsystemet (se f.eks. Fridstrøm, 1999; 2011; Høye, 2016). For de fleste transportmiddel er det svært begrenset hva som finnes, og for landet som helhet finnes ingen estimater. Derfor vil vi i våre MEK-hovedestimer anta en risikoelastisitet lik 0. I følsomhetsanalyse inkluderer vi estimater basert på trafikkvolumeksternalitet $\neq 0$, og her vil det benyttes estimater for fylkesvegnettet (Høye, 2016).

3.1.5 Dataperiode og spesifiserte transportmiddel

Tabell 3.1 viser oppgitte og estimerte kjøretøy-/togkilometer, personkilometer og tonnkilometer, dvs. det årlige gjennomsnittet i 2006-2025 og 2025. Grunnlaget for å operere med relativt lange tidsperioder i estimeringen er at harde personskader og dødsfall (heldigvis) er sjeldne hendelser, særlig dødsfall, at vi må bruke datagrunnlag over flere år for å få et noenlunde riktig bilde av risikoen.

Vi har lagt til grunn historisk statistikk over trafikk- og transportarbeidet i perioden fra og med 2006 til og med 2025 (Tabell 3.1), i den grad dette har vært tilgjengelig. Data for trafikkarbeidet/transportarbeidet og data for personskader er ikke fullt ut tilpasset mht. transportmiddelspesifikasjoner.

Flere vegkjøretøy (inkludert arbeidsmaskiner) er ikke spesifisert i statistikken over vegtrafikkarbeidet, men kan inngå i «Annet, veg», sammen med diverse ikke-spesifiserte private transportmiddel. For noen spesifiserte vegtransportmidler i tabell 3.1 har vi basert oss på anslag over årlige reiselengder per kjøretøy kombinert med kjøretøybestander. Vi har likevel valgt å ta med ATV og el-sparkesykler som spesifiserte transportmiddel i analysen, pga. relativt høye personskadeantall og at disse transportmidlene har hatt en betydelig økning i bestand og i bruk.

Tabell 3.1: Estimer av trafikkarbeid og transportarbeid, gjennomsnitt for 2006-2025 og for 2025.

Transportmiddel	Mill. kjøretøykm per år		Mill. personkm per år		Mill. tonnkm per år	
	2006-2025	2025	2006-2025	2025	2006-2025	2025
Gange (fotgjenger)	2 072	1 671	2 072	1 671		
Sykkel	1 005	1 220	1 005	1 220		
MC/Moped	1 371	1 330	1 490	1 448		
Personbil	33 259	35 939	55 333	57 502		
Buss	556	561	3 906	3 900		
Varebil (lett godskjøretøy)	6 668	7 113			590	467
Lastebil (tungt godskjøretøy)	2 195	2 194			18 950	23 000
Trikk/bybane	6,3	8,4	198	277		
T-bane	7,5	8,2	535	551		
Persontog	38,3	42,0	3 239	3 968		
Godstog	11,3	11,3			2 625	2 700
Lasteskip	34,4	36,6			65 877	69 000
Fiskefartøy	12,8	14,6			2 265	2 600
Passasjerskip	16,8	20,8	977	1 410		
Fritidsfartøy	373	457	1 044	1 279		
El-sparkesykkel	81	142				
ATV	41	78				
Campingbil	176	137				
Traktor	44	46				
Annet, veg	1 683	1 094				
Annet, bane	3	3				
Annet, sjø	7	10				

Merknad: Hoved-datakilder er SSB og Statens Jernbanetilsyn / Jernbanedirektoratet og Sjøfartsdirektoratet / Kystverket, med tilleggsopplysninger fra Farstad (2018) og Flotve (2025), samt fra Hjorthol et al. (2014) og Grue et al. (2021), for sykling/gange, og fra Amundsen og Bjørnshau (2017) og KNBF (2023), for fritidsfartøy.

Også for fritidsfartøy har vi basert oss på anslag over årlige reiselengder per fartøy kombinert med bestander. For reiser med fritidsfartøy, fiskefartøy og andre transportmidler (f.eks. ATV) er det en utfordring å kunne skille ut transport fra rene arbeidsoperasjoner eller ren «rekreasjon» (forflytning som ikke har som formål å reise fra O til D) som skjer utenfor offentlig transportinfrastruktur.

Senere i kapitlet skal vi lage framskrivninger for marginale eksterne ulykkeskostnader fram mot 2050. For å kunne gjøre det trenger vi også framskrivninger av trafikkgrunnlaget. Til det bruker vi nylig gjennomførte framskrivninger (referansebanen) av transportarbeidet for persontransport (Madslien & Steinsland, 2026) og godstransport (Hovi et al., 2026) til bruk i NTP 2029-2040. Dette er vist i tabell 3.2.

Tabell 3.2: Input til å beregne trafikkarbeidsveksten (og transportveksten) fra og med 2026 til og med 2050.

	2025-2040	2040-2060
Persontransport		
Veg - gange	0,31 %	0,20 %
Veg - sykkel	0,27 %	0,05 %
Veg - bil/privat	0,85 %	0,43 %
Veg - kollektiv	0,29 %	0,12 %
Trikk	0,65 %	0,22 %
T-bane	2,51 %	0,33 %
Persontog jernbane	0,72 %	0,33 %
Sjø	0,10 %	-0,09 %
Godstransport		
Veg	1,23 %	0,98 %
Jernbane	0,84 %	0,16 %
Sjø	-0,06 %	-0,10 %

Trafikkarbeidet og transportarbeidet vil sammen med personskadetall brukes til å estimere risikoen for skade, per distanse, for alle motpart-ulykkeskombinasjoner og ulykker uten motpart.

3.2 Offisielle skadedata, 2006-2025, og antatt rapporteringsgrad

3.2.1 Justering for underrapportering av harde skader og lettere skader

Det eksakte antallet skader i transport er ukjent, men nye underrapporteringsanslag for private framkomstmidler ble publisert i 2019

Antall skader i transportulykker i Norge er ikke en perfekt kjent størrelse. Vi kan anta at rapporteringen av dødsfall er tilnærmet 100 %, men at rapporteringen ikke er fullstendig for personskader som ikke ender med dødsfall. Nesten samtidig med at TØIs rapport om marginale kostnader i transport ble publisert, i 2019, (Rødseth, 2019), publiserte Lund (2019) en analyse av underrapportering av ulykker/personskader med private framkomstmidler i Norge. Utenom publiserte estimater for underrapportering av skader for særskilte framkomstmidler, spesielt sykkel (Veisten et al., 2007; Melhuus et al., 2015; Bjørnskau & Ingebrigtsen, 2015), og også gange (Sundfør & Bjørnskau, 2017), så var Lund (2019) den første publikasjonen om underrapportering for skader med alle private framkomstmidler i vegtransporten siden Borger et al. (1995).

Lund (2019) sammenholdt offisiell samferdselsstatistikk (politirapporterte ulykker/skader til SSB og Statens vegvesen) med trafikkskadedata fra helsesektoren som også inkluderte registrering av ulykkestype og transportmiddelbruk. Det var gjennomgående høyere skadeantall i den helsebaserte registreringen enn i den offisielle skaderegistreringen. Underrapporteringsestimatene kan dermed forutsettes å gi en skaderegistrering som kommer nærmere det sanne antallet enn de offisielle politi-/samferdselsbaserte tallene.

Underrapporteringsestimatene fra Lund (2019) og våre tilpasninger

Lund (2019) skilte ikke mellom ulykker med og uten motpart, som har betydning for MEK-estimeringen. Tilpasningen av Lunds estimater til våre egne data vil bygge på at rapporteringsgraden er (betydelig) lavere for eneulykker enn for motpart-ulykker (Borger et al., 1995; Bjørnskau & Ingebrigtsen, 2015). Vårt vektete antall av oppjusterte motpart-skader og eneulykke-skader vil gjennomgående ligge svært nær estimatene fra Lund (2019). Men, for sykling vil vi legge til grunn en litt høyere rapporteringsgrad (Bjørnskau & Ingebrigtsen, 2015), og for fotgjengere vil vi inkludere eneulykker i transport.

Følgende tabell oppsummerer underrapporteringsestimatene fra Lund (2019), sammen med våre tilpasninger. For eksempel innebærer våre tilpasninger at vi forventer at 20% av eneulykkene med personbil blir rapportert, mens 75% av motpartulykkene blir rapportert, som da sammenfaller med Lund (2019) sitt estimat på at 33% av ulykker med personbil rapporteres.

Tabell 3.3: Tilpasning av rapporteringsgrad basert på dokumentert underrapportering i offisiell personskade-statistikk for private vegkjøretøy.

Privat framkomst-middel	Lund (2019) Alle	Harde skader		Lund (2019) Alle	Lettere skader	
		Vår tilpasning			Vår tilpasning	
		Motpartulykke	Eneulykke		Motpartulykke	Eneulykke
Personbil	33 %	75 %	20 %	32 %	65 %	15 %
MC/moped	58 %	85 %	38 %	19 %	65 %	8 %
Sykkel	25 %	75 %	5 %	2,3 %	5 %	0,4 %
Fotgjenger	68 %	75 %	(5 %)	14 %	20 %	(0,4 %)
Annet, veg	32 %	75 %	20 %	5,3 %	50 %	2,0 %

Merknad: Eneulykker i gange (for transport) blir ikke registrert i offisiell statistikk, og underrapporteringsgraden er ikke basert på Lund (2019) som kun inkluderte fotgjengere skadde i motpartulykker. Vi har satt inn en fast tilkobling mellom gange og sykling, dvs. at antallet fotgjenger-eneulykker er satt likt antallet rapporterte syklist-eneulykker, og rapporteringsgraden for personskade i fotgjengerulykker er satt lik rapporteringsgraden for ulykker med sykkel. Det er basert på tidligere rapportering om at eneulykke-omfanget blant gående i transport er minst like høyt som eneulykke-omfanget blant syklende (Bjørnskau, 2017; Sundfør & Bjørnskau, 2017; Elvik & Bjørnskau, 2019).

For «nye» transportmiddel vil vi basere oss på følgende forutsetninger: i) Personskade med el-sparke-sykler har tilnærmet samme rapporteringsgrad som personskade med sykkel; ii) personskade med ATV har tilnærmet samme rapporteringsgrad som personskade med MC/moped; iii) personskade med campingbil har tilnærmet samme rapporteringsgrad som personskade med personbil; og iv) personskade med traktor settes til samme rapporteringsgrad som for «Annet, veg».

Tabell 3.4 oppsummerer de anslagene vi har gjort mht. underrapportering, for alle inkluderte transportmiddel på jernbane og på veg. Som i Rødseth et al. (2019, kap. 7) har vi lagt til grunn en høyere rapporteringsgrad for godstransportmidler og kollektive persontransportmidler enn for private transportmidler. Prosentsatsene i Tabell 3.4 blir brukt til å oppjustere de offisielle skadetallene (det årlige gjennomsnittet for perioden fra 2006 til 2025). Vi vil presentere underrapporteringskorrigerte MEK-estimer som hovedestimer, men vi vil også vise MEK-estimer basert på ukorrigerte offisielle data.

Tabell 3.4: Antatt rapporteringsgrad i offisiell personskadestatistikk, som blir brukt for korrigering.

	Motpartulykke			Ulykke uten motpart		
	Dødsfall	Hard skade	Lettere skade	Dødsfall	Hard skade	Lettere skade
Fotgjenger	100 %	75 %	20 %	100 %	(5 %)	(0,4 %)
Sykkel / el-sparke-sykkel	100 %	75 %	5 %	100 %	5 %	0,4 %
MC / moped / ATV	100 %	85 %	65 %	100 %	38 %	7,5 %
Personbil / campingbil	100 %	75 %	65 %	100 %	20 %	15 %
Buss / lastebil	100 %	95 %	85 %	100 %	60 %	50 %
Varebil	100 %	85 %	75 %	100 %	40 %	33 %
Annet, veg / traktor	100 %	75 %	50 %	100 %	20 %	2,0 %
Tog / t-bane / trikk	100 %	95 %	85 %	100 %	80 %	70 %
Passasjerskip / lasteskip / fiskefartøy	100 %	95 %	85 %	100 %	50 %	40 %
Fritidsfartøy	100 %	85 %	60 %	100 %	40 %	20 %

Merknad: For vegtrafikken er underrapporteringsgraden basert primært på Lund (2019). For øvrig følger vi stort sett anslagene i Rødseth et al. (2019, kap. 7). Se også Bickel et al. (2006), Trafikanalys (2014), Janstrup et al. (2016) og Olofsson et al. (2016).

Vi vil illustrere stegene i analysen med en del sammenslåtte kategorier, som MC/moped og alle lastebiler (nyttelast $\geq 3,5$ tonn), mens traktor vil inngå sammen med «Annet, veg». Estimert MEK vil bli vist for flere spesifiserte veg-transportmidler, f.eks. differensiert mellom moped, lett MC og tung MC, og for trekkbiler og andre lastebiler, i tillegg til det som er spesifisert i Tabell 3.1. Vi vil også oppgi MEK-estimer for ulike bilvektklasser, for delperioden 2020-2025, og vi vil sammenlikne MEK-estimer for vegtransportmidler basert på skadedata fra delperioden 2020-2025 versus 2013-2017 og 2006-2013.

3.2.2 Om tilgang til og bruk av offisielle/rapporterte personskadedata

Personskadedata vegtransport, 2006-2025

Vi har innhentet et nytt sett med offisielle personskadedata for vegtransporten, dvs. politirapporterte personskader som administreres av Vegdirektoratet (CGI/Aventi, 2022). Personskadedataene dekker perioden fra og med 2006 til og med 2025. Dataene er satt i en motpart-matrise, for tre skadegrader: dødsfall, harde skader, lettere skader. Disse personskadedataene inkluderer også personskader som har oppstått i kollisjoner mellom veg-transportmiddel og tog/trikk.

Personskadedata banetransport, 2006-2017 / 2006-2023

Rødseth et al. (2025, kap. 4) beskriver sammenstilling av personskadedata for tog fra Statens jernbanetilsyn (SJT) med personskadedataene fra Vegdirektoratet (personskader i kollisjoner mellom tog og vegtransportmidler), fra perioden 2006-2013. Vi har bygget videre på dette. Vi skiller ut «Annet, bane» (som f.eks. inkluderer arbeidstog i trafikkert spor til-fra avstengt arbeidsområde), i tillegg til godstog og persontog. Rødseth et al. (2017, kap. 7) gjorde en tilsvarende sammenstilling som også omfattet trikk/bybane og t-bane, fra perioden 2006-2017, som vi også benytter. Uten personskadedata i banetransport fra de siste årene fram til 2025, ut over det som finnes i kilden fra Vegdirektoratet, så legges det til grunn en implisitt antakelse om at det øvrige personskadeomfanget (f.eks. skadde personer om bord i eneulykker med banetransport) er forblitt konstant.

Personskadedata sjøtransport, 2006-2013 / 2006-2014

Vi bygger på ulike kilder for skadeantall i sjøtransporten. I tillegg til data fra Sjødirektoratet benyttet i Rødseth et al. (2019, kap. 7, tabell 7.9), har vi lagt til informasjon fra Statistisk sentralbyrå (SSB, «06720: Sjøulykker»), fra perioden 2006-2014, samt fra Nævestad et al. (2014), fra perioden 2006-2013. Vi tillegger de tre kildene lik vekt. For personskade med fritidsfartøy har vi benyttet Amundsen og Bjørnskau (2017) og KNBF (2023). Det er implisitt antatt at personskadeomfanget har forblitt på samme nivå fram til 2025.

Basert på bruken av nye kilder har vi (sammenliknet med Rødseth et al., 2019) også inkludert et skille mellom personskader i ulykker med motpart versus ulykker uten motpart, som er viktig for MEK-estimeringen. Men vi har ikke funnet fram til informasjon for å differensiere motparter, og derfor har vi som en forenkling antatt at alle kollisjoner skjer innenfor kategoriene (at «fritidsfartøy kolliderer med fritidsfartøy», osv.). Da kan vi generelt operere med 50-50 skadefordeling mellom motpartene. Med informasjon om motparter i motpartulykker på sjøen i hele perioden (2006-2025), så kunne vi ha estimert skadefordelingene i kollisjoner mellom f.eks. gods-fartøy/lasteskip og passasjerfartøy. Vi skiller også ut en gruppe «Annet, sjø» (som kan inkludere f.eks. slep- og redningsfartøy).

Det er opplagt svakheter i det datagrunnlaget vi har for sjøtransporten, f.eks. manglende rapportering/ differensiering av lettere personskader versus harde skader, samt manglende informasjon om motparter i kollisjoner/sammenstøt. Vi har ikke funnet mulighet innenfor dette prosjektet til å søke andre kilder for å estimere skadegradsandeler, etablere en full motpartmatrise, ei eller gå nærmere gjennom kildene for å skille ut transportulykkene fra et evt. større sett av sjøulykkestyper.¹³

¹³ Rødseth et al. (2019, kap. 7) inkluderte skader/dødsfall ved sjøulykker i norsk farvann som hadde skjedd «under avgang havn», «underveis», «under slep», «i drift», «ved ankomst havn», samt kategoriene «annet», «ukjent», «ikke-utfylt». Ulykker under «sportsutøvelse», «under fiske», «ved installasjon» og «langs kai» ble ikke inkludert.

Sammenstilte motpart-matriser for årlige personskade-antall i transport, 2006-2025

De følgende tre tabellene viser det skadetall-grunnlaget vi benytter, de årlige dødsfallene, harde personskadene og lettere personskadene, i perioden 2006-2025. Dette er presentert i forenklete/aggregerte motpart-matriser; antallet skadde/drepte i transportmiddel X (i radene) motpart-ulykke med transportmiddel(gruppe) Y (i kolonnene) samt i ulykker uten motpart.¹⁴

Tabell 3.5: Årlig antall rapporterte dødsfall i vegtransport, banetransport og sjøtransport; gjennomsnitt for perioden 2006-2025.

X \ Y	Fotgjenger	Vegkjøretøy (spesifiserte)	Annet, veg (uspesifisert)	Tog	Alle øvrige motparter	Uten motpart	Sum
Fotgjenger	0,1	15,0	0,9	1,7	0,7	2,7	20,8
Sykkel	0,1	4,8	0,4	0,1	0,1	2,7	8,0
MC/Moped	0,1	11,6	0,2	0,1	0,0	12,1	24,0
Personbil	0,0	48,6	1,3	0,2	0,1	29,3	79,5
Buss	0,0	0,9	0,0	0,1	0,0	1,1	2,0
Varebil	0,0	5,1	0,1	0,1	0,0	1,8	7,0
Lastebil (alle)	0,0	1,7	0,2	0,2	0,0	3,6	5,6
ATV	0,0	0,2	0,1	0,0	0,0	1,2	1,4
Campingbil	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,1	0,3
El-sparkesykkel	0,0	0,9	0,0	0,0	0,2	1,0	2,1
Annet, veg	0,0	1,3	0,2	0,3	0,0	1,9	3,6
Trikk/bybane	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0
T-bane	0,0	0,0	0,0		0,0	0,1	0,1
Godstog	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Persontog	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
Annet, bane	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1
Lasteskip					0,1	1,2	1,3
Fiskefartøy					0,4	1,8	2,2
Passasjerskip					0,0	0,4	0,5
Fritidsfartøy					0,3	10,2	10,5
Annet, sjø					0,0	0,1	0,1

¹⁴ Vi kan på forespørsel oppgi estimerte tall for antallet skadde, skadefordeling, risiko og MEK, for alle enkeltmotparter (for lettere skader, harde skader og dødsfall).

Tabell 3.6: Årlig antall rapporterte/utledede harde personskader i vegtransport, banetransport og sjøtransport; gjennomsnitt for perioden 2006-2025.

X \ Y	Fotgjenger	Vegkjøretøy (spesifiserte)	Annet, veg (uspesifisert)	Tog	Alle øvrige motparter	Uten motpart	Sum
Fotgjenger	0,0	81,1	2,2	0,5	1,6	13,3	98,5
Sykkel	0,8	54,4	0,7	0,1	0,2	13,3	69,3
MC/Moped	0,4	72,1	2,1	0,1	0,1	68,6	143,4
Personbil	0,4	186,6	3,5	0,3	0,6	132,8	324,0
Buss	0,0	2,4	0,1	0,0	0,0	2,8	5,2
Varebil	0,1	12,6	0,5	0,0	0,0	9,2	22,4
Lastebil (alle)	0,0	4,9	0,3	0,0	0,0	7,9	13,1
ATV	0,0	1,1	0,1	0,0	0,0	6,5	7,7
Campingbil	0,0	1,1	0,0	0,0	0,1	0,6	1,7
El-sparkesykkel	0,0	9,0	0,1	0,0	0,2	5,3	14,6
Annet, veg	0,1	4,7	0,4	0,3	0,1	7,3	12,8
Trikk/bybane	0,0	0,0	0,0		0,0	0,7	0,7
T-bane	0,0	0,0	0,0		0,0	0,3	0,3
Godstog	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Persontog	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,5
Annet, bane	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
Lasteskip					0,6	4,6	5,3
Fiskefartøy					0,6	3,7	4,3
Passasjerskip					0,6	3,8	4,4
Fritidsfartøy					0,5	20,1	20,6
Annet, sjø					0,0	0,3	0,3

Tabell 3.7: Årlig antall rapporterte/utledede lettere personskader i vegtransport, banetransport og sjøtransport; gjennomsnitt for perioden 2006-2025.

X \ Y	Fotgjenger	Vegkjøretøy (spesifiserte)	Annet, veg (uspesifisert)	Tog	Alle øvrige motparter	Uten motpart	Sum
Fotgjenger	0,9	395,0	9,6	0,9	4,8	35,5	446,5
Sykkel	5,5	367,5	4,2	0,0	1,0	35,5	413,6
MC/Moped	3,9	388,6	8,3	0,0	0,2	274,2	675,0
Personbil	5,3	2388,1	31,1	0,8	9,6	1200,4	3635,2
Buss	0,8	40,5	1,6	0,1	1,3	33,2	77,3
Varebil	0,4	153,7	3,0	0,2	0,7	87,4	245,2
Lastebil (alle)	0,1	37,7	1,6	0,1	0,1	63,2	102,8
ATV	0,1	5,7	0,3	0,0	0,0	17,9	23,9
Campingbil	0,1	6,3	0,1	0,0	0,1	3,5	9,9
El-sparkesykkel	1,1	66,4	0,3	0,0	0,6	16,3	84,8
Annet, veg	0,2	34,5	1,9	0,1	0,2	28,6	65,5
Trikk/bybane	0,0	0,0	0,0		0,0	2,0	2,0
T-bane	0,0	0,0	0,0		0,0	1,0	1,0
Godstog	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Persontog	0,6	0,0	0,0	0,4	0,0	4,6	5,7
Annet, bane	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2
Lasteskip					1,9	46,0	47,9
Fiskefartøy					2,1	38,7	40,8
Passasjerskip					1,5	39,4	40,9
Fritidsfartøy					2,5	100,1	102,6
Annet, sjø					0,0	6,0	6,0

Vi vil benytte antallet dødsfall direkte inn i estimeringen av risiko (r). For de harde personskadene og de lettere personskadene vil vi bruke de antatte rapporteringsgradene oppgitt i Tabell 3.4 til å korrigere/oppjustere skadeantallene i Tabell 3.6 og Tabell 3.7.

3.2.3 Underrapporteringskorrigerte antall harde skader og lettere skader

Tabell 3.8: Årlig antall harde personskader i vegtransport, banetransport og sjøtransport; gjennomsnitt for perioden 2006-2025, justert for antatt underrapportering.

TX \ Y	Fotgjenger	Vegkjøretøy (spesifiserte)	Annet, veg (uspesifisert)	Tog	Alle øvrige motparter	Uten motpart	Sum
Fotgjenger	0,0	108,1	2,9	0,6	2,1	265,0	378,7
Sykkel	1,1	72,5	0,9	0,1	0,2	265,0	339,8
MC/Moped	0,5	84,8	2,4	0,1	0,1	180,5	268,5
Personbil	0,5	248,8	4,6	0,3	0,7	664,0	919,0
Buss	0,0	2,5	0,1	0,0	0,0	4,6	7,1
Varebil	0,1	14,8	0,6	0,0	0,0	23,0	38,5
Lastebil (alle)	0,0	5,2	0,3	0,0	0,0	13,2	18,7
ATV	0,0	1,3	0,1	0,0	0,0	17,1	18,5
Campingbil	0,0	1,2	0,0	0,0	0,1	0,9	2,1
El-sparkesykkel	0,0	12,0	0,2	0,0	0,2	105,7	118,1
Annet, veg	0,1	6,3	0,5	0,4	0,1	36,5	43,9
Trikk/bybane	0,0	0,0	0,0		0,0	0,8	0,8
T-bane	0,0	0,0	0,0		0,0	0,4	0,4
Godstog	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Persontog	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,6
Annet, bane	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
Lasteskip						0,7	9,9
Fiskefartøy						0,6	8,1
Passasjerskip						0,6	8,2
Fritidsfartøy						0,6	50,8
Annet, sjø						0,0	0,6

Tabell 3.9: Årlig antall lettere personskader i vegtransport, banetransport og sjøtransport; gjennomsnitt for perioden 2006-2025, justert for antatt underrapportering.

X \ Y	Fotgjenger	Vegkjøretøy (spesifiserte)	Annet, veg (uspesifisert)	Tog	Alle øvrige motparter	Uten motpart	Sum
Fotgjenger	4,3	1975	47,8	4,5	23,8	8875	10 930
Sykkel	109,0	7350	84,0	0,1	19,8	8875	16 438
MC/Moped	5,9	597,8	12,7	0,0	0,3	3656	4273
Personbil	8,1	3674	47,8	1,2	14,8	8002	11 748
Buss	0,9	47,6	1,8	0,1	1,5	66,4	118,3
Varebil	0,5	204,9	4,0	0,2	0,9	264,8	475,3
Lastebil (alle)	0,1	44,4	1,9	0,1	0,1	126,4	172,9
ATV	0,1	8,7	0,5	0,0	0,0	238,7	247,9
Campingbil	0,1	7,4	0,1	0,0	0,1	6,9	14,5
El-sparkesykkel	22,9	1329	5,7	0,2	12,6	4071	5441
Annet, veg	0,4	69,0	3,8	0,3	0,3	1430	1504
Trikk/bybane	0,0	0,0	0,0		0,0	2,9	2,9
T-bane	0,0	0,0	0,0		0,0	1,4	1,4
Godstog	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Persontog	0,7	0,0	0,0	0,5	0,0	6,6	7,8
Annet, bane	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2
Lasteskip						2,2	115,2
Fiskefartøy						2,5	99,1
Passasjerskip						1,8	100,2
Fritidsfartøy						4,1	504,7
Annet, sjø						0,0	15,0

Vi gjentar at det årlige antallet personskader i transport er en ukjent størrelse. Vi vil likevel anta at de underrapporteringskorrigerede estimatene i Tabell 3.8 og Tabell 3.9 er nærmere de sanne størrelsene enn de ikke-korrigerede tallene i Tabell 3.6 og Tabell 3.7. Vi understreker usikkerheten i personskadetallene.

3.3 Risikoestimer og estimert skadefordeling

3.3.1 Estimert samlet risiko for ulike transportmidler, i 2016 (perioden 2006–2025) og i 2025

Den følgende tabellen viser risikoestimer per million kjøretøykilometer for de ulike transportmidlene. Vi oppgir samlet risiko per skadegrad per transportmiddel, for et «gjennomsnittså» i perioden 2006–2025, satt til 2016, og for året 2025. Estimatenes er basert på skadetall korrigeret for antatt underrapportering.

Estimatet for 2016 er det som følger av datasettet for tidsperioden 2006–2025. Som nevnt har risikonivået endret seg gjennom denne perioden, så vi kan ikke gå ut ifra at dette gjennomsnittet også gjelder i 2025 (og at det var det samme i 2006). Det er dokumentert en nedadgående trend i risikoen innenfor denne tidsperioden (Elvik, 2019; Høye, 2016). Estimatenes i 2025 er basert på at risikonivået i dette året ville være ca. 60 % av nivået i 2016, i vegtransporten; i underkant av 60 % for dødsfall og litt i overkant for de andre skadegradene. For jernbanetransporten er nivået satt til ca. 66 % og for sjøtransporten ca. 83 %.

Tabell 3.10: Estimert samlet risiko for dødsfall og personskade i motpartulykker og ulykker uten motpart, per million kjøretøykm, i 2016 og i 2025.

	Dødsfall		Harde personskader		Lettere personskader	
	2016	2025	2016	2025	2016	2025
Fotgjenger	0,0057	0,0034	0,1562	0,0932	4,8203	3,0574
Sykkel	0,0056	0,0033	0,3057	0,1823	12,8644	8,1594
MC/Moped	0,0134	0,0080	0,1678	0,1027	3,0003	1,9252
Personbil	0,0022	0,0014	0,0295	0,0205	0,4794	0,3440
Buss	0,0074	0,0043	0,0311	0,0185	0,5059	0,3209
Varebil	0,0012	0,0007	0,0088	0,0052	0,1478	0,0938
Lastebil (alle)	0,0102	0,0059	0,0231	0,0138	0,2167	0,1373
ATV	0,0310	0,0180	0,4377	0,2609	6,0173	3,8164
Campingbil	0,0037	0,0022	0,0228	0,0136	0,1743	0,1106
El-sparkesykkel	0,0068	0,0040	0,4920	0,2934	20,8687	13,2364
Annet, veg	0,0025	0,0019	0,0269	0,0207	0,9102	0,7396
Trikk/bybane	0,0731	0,0483	0,3939	0,2603	5,8646	3,8750
T-bane	0,0173	0,0114	0,0743	0,0491	0,6066	0,4008
Godstog	0,0109	0,0072	0,0068	0,0045	0,0238	0,0157
Persontog	0,0288	0,0190	0,0271	0,0179	0,2691	0,1778
Annet, bane	0,0552	0,0364	0,0694	0,0458	0,1540	0,1017
Lasteskip	0,0390	0,0325	0,2892	0,2411	3,4101	2,8432
Fiskefartøy	0,1729	0,1441	0,6302	0,5254	7,7322	6,4467
Passasjerskip	0,0282	0,0235	0,4896	0,4082	5,9754	4,9820
Fritidsfartøy	0,0282	0,0235	0,1363	0,1136	1,3541	1,1290
Annet, sjø	0,0217	0,0181	0,0864	0,0721	2,1831	1,8201

Som allerede indikert så er risikoen for lavere skadegrader høyere enn for dødsfall. Videre er det betydelig variasjon i risiko mht. trafikkarbeidet mellom transportmidlene (Tabell 3.10), og risikonivået vil påvirke MEK-estimatene.

3.3.2 Estimert skadefordeling mellom transportmiddel i motpartulykker

Skadefordelingen angir andelen av skadde/drepte tilknyttet transportmiddel X i motpartulykker med transportmiddel Y. For ulykker uten motpart er skadefordelingsparameteren 1, per definisjon, og den er 0,5 i motpartulykker mellom samme type transportmiddel.¹⁵

I tabellen nedenfor viser vi de vektete skadefordelingene per transportmiddel, per skadegrad, utledet fra det datagrunnlaget vi har. Vi oppgir både den risiko-vektede skadeandelen i motpartulykker og den risiko-vektede skadeandelen i alle ulykker, dvs. inkludert ulykkene uten motpart (eneulykker).

Tabell 3.11: Estimert risikovektet skadefordeling i tidsperioden 2006-2025, alle transportulykker og kun motpartulykker.

	Dødsfall		Harde personskader		Lettere personskader	
	alle	m/motpart	alle	m/motpart	alle	m/motpart
Fotgjenger	98,7 %	98,3 %	99,6 %	97,9 %	99,2 %	93,1 %
Sykkel	94,2 %	89,2 %	98,5 %	89,2 %	98,1 %	93,8 %
MC/Moped	96,6 %	92,5 %	96,8 %	88,2 %	97,1 %	72,8 %
Personbil	64,5 %	46,5 %	80,2 %	37,4 %	61,2 %	22,8 %
Buss	36,4 %	14,7 %	33,8 %	10,0 %	32,9 %	12,1 %
Varebil	56,5 %	43,8 %	52,6 %	21,8 %	37,5 %	14,6 %
Lastebil (alle)	22,2 %	5,8 %	33,8 %	7,4 %	34,6 %	6,9 %
ATV	99,7 %	97,3 %	98,4 %	71,4 %	97,8 %	45,5 %
Campingbil	30,8 %	18,3 %	38,1 %	19,7 %	34,9 %	16,0 %
El-sparkesykkel	99,4 %	98,2 %	98,7 %	81,2 %	98,9 %	93,0 %
Annet, veg	62,3 %	17,7 %	85,4 %	14,0 %	95,2 %	14,0 %
Trikk/bybane	0,5 %	0,3 %	33,8 %	0,1 %	7,8 %	0,02 %
T-bane	43,4 %	1,2 %	74,9 %	0,7 %	31,4 %	0,1 %
Godstog	2,3 %	1,3 %	7,1 %	3,0 %	4,8 %	2,7 %
Persontog	2,7 %	2,6 %	44,8 %	17,1 %	70,0 %	16,8 %
Annet, bane	36,3 %	1,4 %	16,8 %	15,7 %	37,0 %	19,6 %
Lasteskip	94,5 %	50,0 %	96,7 %	50,0 %	99,0 %	50,0 %
Fiskefartøy	90,2 %	50,0 %	96,1 %	50,0 %	98,8 %	50,0 %
Passasjerskip	97,0 %	50,0 %	96,2 %	50,0 %	99,1 %	50,0 %
Fritidsfartøy	98,6 %	50,0 %	99,4 %	50,0 %	99,6 %	50,0 %
Annet, sjø	99,8 %	50,0 %	99,9 %	50,0 %	100,0 %	50,0 %

For ulykker med motpart har skadeandelen et relativt forventet mønster, f.eks. at de som reiser til fots og på tohjulinger, samt på el-sparkesykler og ATV, har de høyeste andelen av skadene, for alle skadegrader. Banetransportmiddel og tunge vegkjøretøy har de laveste andelen av skadene i motpartulykker (tabell 3.11). Den estimerte skadeandelen til X, så vel som motpartens skadeandel, inngår i estimeringen av MEK.

¹⁵ Et lite regneeksempel: Sett at transportmiddel X hadde tre lettere skader som årlig gjennomsnitt, én i eneulykke, én i motpartulykke med samme transportmiddel, og én motpartulykke med annet transportmiddel der skadefordelingen mht. lettere skadde var 0,33 for X og 0,67 for Y (én lettere skadd i transportmiddel X og to lettere skadde i transportmiddel Y). Da ville transportmiddel X få en skadefordelingsparameter på $(1+0,5+0,33)/3 \approx 0,61$ for alle ulykker.

3.4 Verdsetting i kroner av personskade og personskaderisiko

Mens verdsettingen av systemeksternalitet baseres kun på ex-post-kostnaden (c), vil verdsettingen av den fysiske eksternaliteten (og evt. trafikkvolumeksternaliteten) baseres på summen av ex-ante verdsetting av risikoendring og ex-post-kostnad ($a+c$). Disse ulike eksternalitetene er nærmere forklart i kapittel 3.1.2.

Følgende tabell viser de monetære verdsettingene av personskade som brukes som grunnlag i våre beregninger.

Tabell 3.12: Personskadeverdsetting (per tilfelle), 2025-kr.

	Dødsfall	Hard skade	Lettere skade
VSL/VSS, ex-ante verdsetting av risikoendring (a)	47 700 000	9 336 723	835 049
Ex-post-kostnader – samfunnet (c)	6 670 000	4 365 312	94 039
Totalkostnad per drepte/skadde ($a+c$)	54 370 000	13 702 035	929 087

Merknad: Verdsettingen er beskrevet i Rødseth et al. (2025, kap. 4). Se også Statens vegvesen (2021). For 2026-priser oppdateres 2025-kr-estimatene med en indeks lik 1,01 (basert på vekst i nominelt BNP per innbygger).

Verdsettingen av **risikoreduksjon**, i forkant av en eventuell ulykke (ex-ante), VSL og VSS (a_i), så er denne antatt å omfatte alle velferdsvirkninger for gjennomsnittsindividet. Dette er den konvensjonell **verdsettingen av statistisk liv** (VSL) som Rundskriv 109/21 anbefaler å bruke i samfunnsøkonomiske analyser. (Finansdepartementet, 2021b). Ex-post-kostnadene (c_i) er ment å representere de eksterne **kostnadene for helsesektoren, politiet, osv.**, når ulykker inntreffer (Tabell 3.12).

3.5 Oppdaterte estimater for 2026

I dette kapitlet presenteres de resultatene for de estimerte marginale kostnader knyttet til personskader i transport

3.5.1 Den estimerte fysiske eksternaliteten

De følgende tabellen viser den estimerte fysiske eksternaliteten, i 2025-kr per kjøretøykm, tilknyttet dødsfall, harde skader og lettere skader, for året 2025.

Tabell 3.13: Estimert fysisk eksternalitet tilknyttet ulike skadegrader, tilordnet transportmiddel (X), kr per kjøretøykm, for året 2025 (i 2025-kr).

	dødsfall	harde personskader	lettere personskader
Fotgjenger	0,00	0,00	0,02
Sykkel	0,01	0,04	0,15
MC/Moped	0,01	0,03	0,06
Personbil	0,03	0,06	0,12
Buss	0,15	0,17	0,20
Varebil	0,02	0,03	0,05
Lastebil (alle)	0,26	0,13	0,09
ATV	0,00	0,06	0,08
Campingbil	0,08	0,12	0,07
El-sparkesykkkel	0,00	0,05	0,13
Annet, veg	0,04	0,04	0,04
Trikk/bybane	2,61	2,36	3,32
T-bane	0,35	0,17	0,26
Godstog	0,35	0,06	0,01
Persontog	1,00	0,14	0,05
Annet, bane	1,26	0,52	0,06
Lasteskip	0,10	0,11	0,03
Fiskefartøy	0,77	0,28	0,07
Passasjerskip	0,04	0,21	0,04
Fritidsfartøy	0,02	0,01	0,00
Annet, sjø	0,00	0,00	0,00

Det er trikk/bybane som gjennomgående får tilordnet høyest fysisk eksternalitet per kjøretøykm. I vegtransporten er det de tunge kjøretøyene som har de høyeste estimatene (tabell 3.13).

3.5.2 Den estimerte systemeksternaliteten

Den følgende tabellen viser den estimerte systemeksternaliteten, i 2025-kr per kjøretøykm, tilknyttet dødsfall, harde skader og lettere skader, for året 2025.

Tabell 3.14: Estimert systemeksternalitet tilknyttet ulike skadegrader, tilordnet transportmiddel (X), kr per kjøretøykm, for året 2025 (i 2025-kr).

	dødsfall	harde personskader	lettere personskader
Fotgjenger	0,02	0,41	0,29
Sykkel	0,02	0,78	0,75
MC/Moped	0,05	0,44	0,18
Personbil	0,01	0,07	0,02
Buss	0,01	0,03	0,01
Varebil	0,00	0,01	0,00
Lastebil (alle)	0,01	0,02	0,00
ATV	0,12	1,12	0,35
Campingbil	0,00	0,02	0,00
El-sparkesykkel	0,03	1,26	1,23
Annet, veg	0,01	0,08	0,07
Trikk/bybane	0,00	0,38	0,03
T-bane	0,03	0,16	0,01
Godstog	0,00	0,00	0,00
Persontog	0,00	0,04	0,01
Annet, bane	0,09	0,04	0,00
Lasteskip	0,20	1,02	0,26
Fiskefartøy	0,87	2,20	0,60
Passasjerskip	0,15	1,71	0,46
Fritidsfartøy	0,15	0,49	0,11
Annet, sjø	0,12	0,31	0,17

For systemeksternaliteten er mer variasjon mht. skadegrad hvilke transportmiddel som har de høyeste estimatene, per kjøretøykm. El-sparkesykkel og sykkel har høye relativt estimater for harde skader og lettere skader (tabell 3.14).

3.5.3 Summen av marginale eksterne kostnader (MEK)

Den følgende tabellen viser summen (over skadegrader) av hhv. fysisk eksternalitet og systemeksternalitet, og summen av den marginale eksterne kostnaden (MEK), i 2025-kr per kjøretøykm, for året 2025. I siste kolonne oppgis hovedresultatene i 2026-kr som kommer til å inngå i estimatene av samlede marginale eksterne kostnader. De er markert i fet skrift (i senere tabeller hvil også hovedresultatene være markert med fet skrift).

Tabell 3.15: Estimert marginal ekstern kostnad (MEK), summert over skadegrader, tilordnet transportmiddel (X), kr per kjøretøykm, for året 2025, i 2025-kr og 2026-kr.

	fysisk eksternalitet	systemeksternalitet	MEK	MEK, 2026-kr
Fotgjenger	0,03	0,71	0,74	0,75
Sykkel	0,19	1,55	1,75	1,76
MC/Moped	0,11	0,67	0,77	0,78
Personbil	0,20	0,10	0,30	0,30
Buss	0,52	0,05	0,57	0,57
Varebil	0,10	0,02	0,12	0,12
Lastebil (alle)	0,47	0,03	0,50	0,51
ATV	0,14	1,59	1,73	1,75
Campingbil	0,26	0,03	0,30	0,30
El-sparkesykkel	0,19	2,52	2,70	2,73
Annet, veg	0,12	0,15	0,27	0,28
Trikk/bybane	8,29	0,41	8,70	8,79
T-bane	0,77	0,21	0,98	0,99
Godstog	0,42	0,01	0,43	0,43
Persontog	1,18	0,06	1,24	1,25
Annet, bane	1,85	0,13	1,98	2,00
Lasteskip	0,23	1,49	1,72	1,74
Fiskefartøy	1,13	3,67	4,80	4,85
Passasjerskip	0,29	2,33	2,62	2,65
Fritidsfartøy	0,03	0,75	0,78	0,79
Annet, sjø	0,00	0,61	0,61	0,62

Det gjennomgående mønsteret er at tyngre transportmiddel har relativt høyere fysisk eksternalitet, mens de lettere har relativt høyere systemeksternalitet (tabell 3.15), et mønster som primært er styrt av skadefordelingen. Vi understreker at disse MEK-estimatene er basert på korrigering av antatt underrapportering av personskader i transport.

Det er variasjoner innenfor sammenslåtte grupper, f.eks. MC/moped. Samlet (eksponeringsvektet) MEK (i 2025, i 2026-kr) er 0,78, men varierer fra 0,41 for moped, til 0,85 for tung MC, og så mye som 2,53 for lett MC. For personbiler i ulike vektklasser, så sammenlikner vi deres MEK-estimer i avsnitt 3.7.

3.6 Følsomhetsanalyser

Vi presenterer tre spesifiserte følsomhetsanalyser, to tilknyttet personskaderapporteringen og én tilknyttet risikoelastisitet/trafikkvolumelastisitet:

- risikoelastisiteter, vegtransport, basert på ÅDT-koeffisienter i skadetallsmodeller (Høye, 2016),
- overrapportering av dødsfall i offisielle data (at statistikken kunne inkludere selvvalg, som dermed innebærer at den reelle ulykkesrisikoen kan nedjusteres i forhold til hovedforutsetningene) og
- Ingen underrapportering i offisielle data (standardforutsetning i Rødseth et al., 2017, kap. 7).

Tabell 3.16 viser de tre ovenfor-nevnte alternativforutsetningene opp mot hovedforutsetningene.

Tabell 3.16: Følsomhetsanalyse – alternative forutsetninger vs. hovedforutsetningene

	Hovedforutsetninger	Alternative forutsetninger
Risikoelastisitet, vegtransport		
dødsfall	0,00	-0,19
hard skade	0,00	-0,16
lettere skade	0,00	-0,04
Overrapportering, dødsfall		
én motpart er lastebil/buss el. tog	ingen overrapportering: 100 %	overrapportering: 110 %
Underrapportering, lettere/harde skader		
alle transporttyper	underrapportering, < 100 %	ingen underrapportering: 100 %

Den følgende tabellen oppsummerer estimert MEK, samlet, for alle de tre følsomhetsanalysene.

Tabell 3.17: Følsomhetsanalyser, MEK-estimer under alternative forutsetninger, kr per kjøretøykm, for året 2025 (i 2025-kr).

	Negativ risikoelastisitet	Overrapportering av dødsfall	Ingen underrapportering	Hoved-forutsetninger
Fotgjenger	0,67	0,74	0,11	0,74
Sykkel	1,58	1,74	0,19	1,75
MC/Moped	0,69	0,77	0,33	0,77
Personbil	0,27	0,30	0,13	0,30
Buss	0,49	0,55	0,27	0,57
Varebil	0,11	0,12	0,07	0,12
Lastebil (alle)	0,43	0,48	0,42	0,50
Trikk/bybane		8,47	5,55	8,70
T-bane		0,95	0,71	0,98
Godstog		0,40	0,41	0,43
Persontog		1,15	1,16	1,24
Lasteskip			1,06	1,72
Fiskefartøy			3,36	4,80
Passasjerskip			1,50	2,62
Fritidsfartøy			0,40	0,78

Dersom vi skulle antatt en risikoelastisitet betydelig lavere enn 0 ved økt trafikkvolum i vegtransporten, vil MEK-estimatene kunne nedjusteres i størrelsesorden ca. 10%. Hypotesen om overrapportering av dødsfall, nedjustering av antallet drepte i transport, vil spesielt påvirke MEK-estimatene for tyngre vegkjøretøy og banetransport, slik dette er implementert i analysen. Gitt at vi kunne anta full rapportering (100%) for alle skadegrader, så ville MEK-estimatene gå betydelig ned, og selvsagt med størst reduksjon for de transportmidlene der det er antatt (under hoved-forutsetningene) at rapporteringsgraden er lavest (tabell 3.17).

3.7 Sammenlikning av MEK estimert med data fra ulike delperioder – 2006–2013, 2014–2019, 2020–2025

Vi har splittet personskade-datasettet for vegtransporten i tre deler, 2006-2013, 2014-2019 og 2020-2025, og estimert MEK (i 2025-kr) for hver av disse tre periodene. Vi har altså brukt risikogrunnlaget fra dataene direkte, uten trendjusteringer. Men vi har brukt skadefordelingsparameterne som er estimert for hele dataperioden (2006-2025). Følgende tabell viser MEK-estimatene, både med og uten korrigering for underrapportering.

Tabell 3.18: MEK-estimer (per kjøretøykm) for vegtransportmidler i ulike delperioder (i 2025-kr); ikke-korrigerede og korrigerede estimer for underrapportering av personskader.

	2006-2013		2014-2019		2020-2025		2006-2025			
	(gj.sn.år 2009/2010)		(gj.sn.år 2016/2017)		(gj.sn.år 2022/2023)		(gj.sn.år satt til 2016)		(framskrevet til 2025)	
	ikke korr.	korr.	ikke korr.	korr.	ikke korr.	korr.	ikke korr.	korr.	ikke korr.	korr.
Fotgjenger	0,76	2,68	0,50	1,72	0,39	1,23	0,29	1,91	0,11	0,74
Sykkel	0,94	8,63	0,72	4,96	0,71	4,07	0,50	4,46	0,19	1,75
El-sparkesykkel			0,04	1,41	2,10	20,40	0,53	6,91	0,20	2,70
Moped	0,82	1,60	0,46	0,88	0,31	0,59	0,38	1,04	0,15	0,41
Lett MC	3,65	6,20	3,20	5,53	3,90	7,25	2,80	6,50	1,08	2,53
Tung MC	1,48	2,43	1,11	1,86	1,12	1,96	1,00	2,19	0,38	0,85
ATV	1,15	2,67	1,91	4,41	0,95	2,41	1,74	4,49	0,66	1,73
Personbil	0,32	0,66	0,18	0,37	0,14	0,30	0,28	0,64	0,13	0,30
Campingbil	0,39	0,50	0,76	0,95	0,93	1,18	0,56	0,74	0,22	0,30
Buss	1,24	1,74	0,68	0,96	0,57	0,81	0,93	1,40	0,37	0,57
Varebil	0,23	0,35	0,12	0,19	0,17	0,27	0,17	0,30	0,07	0,12
Lastebil	1,70	1,97	1,00	1,17	0,63	0,75	1,05	1,26	0,42	0,50
Trekkbil	1,79	2,06	0,90	1,03	0,93	1,06	1,11	1,28	0,44	0,51
Traktor	4,39	9,05	2,73	5,05	4,59	9,60	4,26	10,18	1,71	4,05
Annet, veg	0,09	0,20	0,16	0,28	0,16	0,33	0,11	0,28	0,05	0,11

For flere vegtransportmidler er MEK synkende over tidsperioden. Det gjelder for personbiler, for moped, sykkel, gange, og det gjelder for tyngre kjøretøy. For de øvrige transportmidlene er bildet mer variert; MEK-nivået for MC er forblitt noenlunde uendret (og relativt høyt, spesielt lett MC), og noe tilsvarende gjelder for ATV (om enn trafikkarbeid-estimatet er mer usikkert). For campingbiler har MEK økt over tidsperioden. Det er skilt mellom trekkbiler og (andre) lastebiler i personskadedataene, og vi har forsøkt å tilpasse dette til trafikkarbeid-data. Vi finner svært små forskjeller i MEK mellom disse to undergruppene av tyngre godskjøretøy (alle typer lastebiler). Den høyre kolonnen i tabell 3.18 er lik hovedestimatene, gjennomsnittet for hele tidsperioden (2006-2025) med framskriving til 2025 basert på en avtakende risikotrend. For personbiler stemmer dette godt overens med estimatet basert på kun 2020-2025, mens for andre vegtransportmidler, f.eks. MC, kan den risikotrenden som ligger inne i våre MEK-estimer for 2025 være for «optimistisk».

I delperioden 2020-2025 har vi også personskadedata for personbiler splittet mht. vektclasser. Tabell 3.19 viser MEK-estimer for fire ulike bilvektclasser. Våre estimer er også sammenholdt med estimer fra Rødseth et al. (2019, kap. 7), som hadde en litt annen bilvekt-inndeling.

Tabell 3.19: Marginale eksterne kostnadsestimater (MEK) per kjøretøykm for ulike bilvektklasser, våre estimater sammenliknet med estimater fra 2019-rapport (2026-kroner); ikke-korrigerede og korrigerede estimater for underrapportering av harde personskader og lettere personskader.

Våre estimater (2026-rapport) delperioden 2020-2025			2019-rapport delperioden 2006-2017		
bilvekt-klasser	korr.	ikke korr.	ikke korr.	korr.	bilvekt-klasser
<1300 kg (22%)	0,37	0,14	0,24	0,95	<1200 kg (21%)
13-1500 kg (30%)	0,23	0,10	0,17	0,63	12-1400 kg (29%)
15-1800 kg (36%)	0,24	0,11	0,13	0,41	14-1600 kg (30%)
> 1800 kg (12%)	0,45	0,21	0,14	0,41	> 1600 kg (20%)
Personbil (alle)	0,30	0,14	0,16	0,55	

Vi bruker nyere personskadedata enn i tilsvarende bilvekt-sammenlikning i Rødseth et al. (2019, kap. 7). Et felles funn er at den laveste vektclassen får litt høyere MEK enn de påfølgende vektclassene. Det som er nytt i våre estimater, er at den tyngste bilgruppen får tilordnet høyest estimert MEK (Tabell 3.19). Utviklingen over tid har vært en økning i vekten på biler. Den letteste klassen har fått stadig mindre andel, og den tyngste klassen øker sin andel – i de siste årene er denne økningen dominert av den økte andelen SUVer, ofte batterielektriske.

3.8 Oppsummering

3.8.1 Sammenlikning med MEK-estimater fra tidligere studier

Vi har estimert MEK for personskade i transportulykker basert på et datasett fra perioden 2006-2025. Følgende tabell sammenlikner våre estimater med MEK-estimaterne fra 2019 (Rødseth et al., 2019, kap. 7) og Rødseth et al. (2025, kap. 4). Vi oppgir alle MEK-estimaterne i 2026-kroner. Fra vår egen rapportering oppgir vi MEK-estimaterne for året 2025 med den videre framskrivningen til 2050, basert på tidligere risikotrend-estimater (Elvik, 2019; Høye, 2016).

Tabell 3.20: Marginale eksterne kostnadsestimater (MEK) per kjøretøykm pga. personskade i ulykker fra 2019-rapport og 2025-rapport, sammenliknet med 2026-rapport (2026-kroner).

	Ikke korrigeret for underrapportering				Korrigeret for underrapportering			
	2019-rapport	2025-rapport	2026-rapport 2025	2026-rapport 2050	2019-rapport	2025-rapport	2026-rapport 2025	2026-rapport 2050
Fotgjenger	0,16	0,11	0,11	0,03	1,15	0,54	0,75	0,20
Sykkel	0,28	0,21	0,19	0,05	1,90	1,44	1,76	0,48
MC/moped	0,47	0,31	0,33	0,09	3,29	0,69	0,78	0,21
Personbil	0,16	0,11	0,13	0,04	0,55	0,24	0,30	0,09
Buss	0,50	0,34	0,37	0,19	1,19	0,53	0,57	0,28
Varebil (lett godskjøretøy)	0,07	0,05	0,07	0,02	0,18	0,08	0,12	0,04
Lastebil (tungt godskjøretøy)	0,69	0,43	0,43	0,22	1,37	0,52	0,51	0,26
Trikk	8,62		5,61	2,07	17,62		8,79	3,27
T-bane	1,43		0,72	0,26	3,68		0,99	0,36
Persontog	1,47	1,02	1,17	0,44	2,22	1,09	1,25	0,47
Godstog	1,90	0,45	0,41	0,16	2,96	0,48	0,43	0,16
Fritidsfartøy	0,05		0,41	0,25	0,36		0,79	0,48
Passasjerskip	3,03		1,52	0,94	12,22		2,65	1,63
Lasteskip	0,42		1,07	0,67	1,79		1,74	1,07
Fiskefartøy	1,13		3,39	2,17	7,56		4,85	3,05

Merknad: 2019-rapporten er Rødseth et al. (2019, kap. 7), 2025-rapporten er Rødseth et al. (2025, kap. 4), og 2026-rapporten er denne rapporten.

Hvorvidt vi ser på MEK-estimatene med eller uten korrigering for underrapportering av personskader, så er det en synkende trend fra MEK-estimatene i 2019-rapporten til MEK-estimatene i 2025-rapporten og denne 2026-rapporten (tabell 3.20). Det er ikke mulig å vurdere trend-enderinger fra 2025 til 2026 – her er endringene primært et resultat av en utvidet tidsperiode for personskadeskadedata (fra 2006-2017 til 2006-2025). Den utvidede tidsperioden har medført lavere effekt av risikotrendjusteringen (fra 2012 som midtpunkt-år til 2016). Vi brukte samme korrigering for underrapportering i 2025-rapporten som i denne rapporten.

Oppdaterte personskadedata i vegtransporten vil delvis også påvirke MEK-estimatene for banetransporten siden det utvidede personskadedatasettet for veg-transportmiddel inkluderer personskader i kollisjoner med trikk eller tog. For sjøtransporten har vi brukt flere sammenstilte kilder, sammenliknet med 2019-rapporten, som gjennomgående har gitt høyere MEK-estimer i denne 2026-rapporten.

Det er gitt, med bruken av de nedadgående risikotrendene rapportert i Høye (2016) og Elvik (2019), at MEK-framskrivingene for 2050 er forventet å ligge lavere (i 2026-kr) enn MEK-nivåene vi estimerer for 2025 (eller 2025/2026). De analysene vi har gjort med splittet tidsperiode for vegtransportmidlene (2006-2013, 2014-2019, 2020-2025, i avsnitt 3.7, kan indikere at den nedadgående trenden kan flate ut, og at det for noen transportmidler ikke opplagt er en nedadgående trend. I så fall er våre framskrivninger for MEK i 2050 relativt optimistiske.

3.8.2 Sluttkommentarer

Vegtransport

Vi har gjennomført nye analyser med oppdaterte/utvidede personskadedata, for tidsperioden 2006-2025, og vi har inkludert nye transportmidler og sammenliknet delperioder. I personskadedataene og i MEK-estimeringen over tid observerer vi en **nedadgående risikotrend for de fleste vegtransportmidlene**. En nedadgående risikotrend ligger inne i våre beregninger (Høye, 2016; Elvik, 2019), når vi estimerer MEK for 2025 basert på skadedata fra perioden 2006-2025 (og ditto for 2050-estimatene). Men i denne rapporten (og i rapporten fra 2025) **la vi inn nye estimer for underrapportering av personskader for private veg-transportmiddel**. Lund (2019) presenterte rapporteringsgrader som generelt lå lavere enn de antatte rapporteringsgradene vi hadde med i 2019-rapporten (Rødseth et al., 2019, kap. 7). Isolert sett er denne korrigeringen for underrapportering med på å trekke estimatene for marginale eksterne ulykkeskostnader oppover.

Av følsomhetsanalysene vil vi spesielt påpeke den mulige effekten av risikoelastisitet/trafikkvolumelastisitet som kan forventes å være slik at økt trafikk (økt ÅDT, eller én ekstra km) kan bidra til personskade-risikonedgang i trafikken (Elvik & Goel, 2019). Med bruk av estimatene fra Høye (2016) vil MEK-estimatene for veg-transportmiddel gå ned med ca. 10%. Det finnes flere nasjonale og internasjonale studier av trafikkvolumelastisitet, men vi vurderer at det mangler en sammenstilling som gjør det mulig å generalisere til hele settet av transportmiddel på et nasjonalt nivå.

Vi har gjennomført ny sammenlikning av MEK pga. personskader for ulike bil-vektklasser. Som tidligere har den letteste vektclassen relativt høyere MEK enn de midtre vektclassene, men med nye data og litt endret vektclasser-inndeling så finner vi at det er den tyngste bilvektclassen som får høyest estimert MEK tilknyttet ulykker. En betydelig og økende andel av de tyngste personbilene er el-biler. Vi har også estimert MEK for personskade i vegtransportulykker med datasettet splittet i tre tidsperioder, som synliggjør den nedadgående trenden i risiko og MEK. Men, nedgangen er mindre fra andre til tredje tidsperiode, og ikke alle transportmiddel viser nedadgående MEK.

Det kan altså være at noen utviklingstrender kan arbeide imot den trenden som har vedvart med avtakende personskaderisiko og MEK. Nye transportmidler, om enn med fortsatt begrenset bruk, kan ha relativt høy MEK. For den store gruppen med personbiler, så kan utviklingen mot tyngre kjøretøy muligens bidra til å dempe trenden med synkende MEK.

Banetransport

Vi har stort sett benyttet grunnlaget fra tidligere rapporter (Rødseth et al., 2019, 2025). Vi har valgt å spesifisere kategorien «Annet tog», ikke inkludere denne i kategoriene «persontog» og «godstog» – i 2019-rapporten ble personskadene tilknyttet «Annet tog» lagt til godstog. Dette forklarer det meste av forskjellen i MEK-estimatene for tog etter 2019-rapporten.

Sjøtransport

Vi har inkludert flere kilder mht. personskade-registrering, men uten å utvide registreringsperiode. Det er denne delen av MEK-estimatene vi regner som de mest usikre. Det er behov for nye analyser med nyere data, som også inkluderer det å få estimert «lettere skader» og få avgrenset hvilke av ulykkene som er å regne som transportulykker. Vi ser fortsatt et behov for å gjøre det enklere å sammenstille personskadedata på tvers av sektorer, dvs. sammenlikninger mellom sjøtransport, banetransport og vegtransport.

4 Støykostnader

Støy knyttet til transport er spesielt utfordrende i tettbygde strøk, der det er stor transportaktivitet og mange personer som er bosatt i nærheten av veier, jernbaner, havner eller flyplasser. Støy forbindes gjerne med lyder som man forstyrres og irriteres av, men det er også flere helseeffekter knyttet til støy som den enkelte ofte ikke er bevisst. I denne rapporten fokuserer vi på de marginale eksterne kostnadene (skadekostnadene) fra støy som er knyttet til helseutfall hos eksponerte mennesker. Eventuell betalingsvillighet for å redusere støy utover det som bidrar til helseutfall, eller de negative effektene støy kan ha på flora og fauna, er ikke tatt med i denne rapporten.

Kapitlet er organisert som følger:

I **kapittel 4.1** forklarer vi leseren hvordan vi går fram for å **oppdatere harmonisere beregningen av støykostnader** i denne rapporten med metodikken brukt for å beregne marginale støykostnader fra jernbanetransport i TØI-rapport 2126/2025.

I **kapittel 4.2** gjennomgår vi det **analytiske rammeverket** for beregning av marginale støykostnader utfra a) helsekostnaden knyttet til en enhets endring i støy og b) endringen i støy ved en enhets endring i trafikk. Videre gjennomgår vi **anvendelsen og beregningene av marginale støykostnader** for vegtransport, jernbanetransport og luftfart.

Det som er nytt i denne rapporten sammenlignet med tidligere rapporter på marginale eksterne kostnader er særlig knyttet til at:

- Slag og diabetes er blant helseutfallene som nå verdsettes, i tillegg til søvnforstyrrelse, sterk støyplage og iskemisk hjertesykdom.
- Dette kombinert med en litt annen verdsettingsmetodikk gjør at marginal støykostnad er estimert til å være noe høyere enn i TØI-rapport 1794/2019, selv etter realprisjustering.
- Dette skjer til tross for at betalingsvillighet for å redusere svak støyplage ikke er medregnet (som det var i TØI-rapport 1704/2019) for å sikre konsistens med Folkehelseinstituttets pågående verdsettingsstudie.

4.1 Oppdatering og harmonisering av støykostnader

I studier av eksterne kostnader har verdsetting av støy tradisjonelt vært knyttet til plage og irritasjon ved støy. Rødseth mfl. (2019) var den første offisielle norske studien av eksterne kostnader ved transport som utredet verdsetting av støy basert på et faglig faktagrunnlag om helseutfall knyttet til støyplage. Denne studien omfatter iskemisk hjertesykdom, søvnforstyrrelse og sterk støyplage ved vegtrafikk og søvnforstyrrelse og sterk støyplage ved transport på jernbanen.

I den siste utredningen av eksterne kostnader ved transport på jernbanen (Rødseth mfl., 2025) ble verdsettingen av støy utført av Folkehelseinstituttet (FHI). Et sentralt mål var å harmonisere beregningene av støykostnader ved jernbanetransport med FHIs egen pågående verdsettingsstudie av helseutfall ved støy.

For å sikre konsistens med beregningene for bane fra Rødseth mfl. (2025), har vi i denne rapporten oppdatert verdsettingene av støykostnader ved vegtrafikk i henhold til FHIs verdsettingsstudie. Dette innebærer at antallet helseutfall som vurderes for veitrafikk har økt fra tre (iskemisk hjertesykdom, søvnforstyrrelse og sterk støyplage i Rødseth mfl., (2019)) til fem, ettersom helseutfallene slag og diabetes nå også verdsettes for veitrafikk i denne studien.

Samtidig har vi – i henhold til FHIs metodikk, dokumentert i Rødseth mfl. (2025) – utelatt verdsetting av svak støyplage ved veitrafikk i denne rapporten, noe som innebærer en endring i forhold til utredningen

til Rødseth mfl. (2019). Svak støyplage ble av Rødseth mfl. (2019) vurdert til å være langt mindre betydningsfull for støykostnadene enn helseutfallene iskemisk hjertesykdom, søvnforstyrrelse og sterk støyplage. Følgelig vil utelatelsen av svak støyplage være av liten betydning for resultatene.

Utenom oppdateringene av verdsettingene av støykostnader ved vegtrafikk, er det ikke gjort større endringer i beregningene av marginale støykostnader. Både for jernbanetransport og luftfart er estimatene fra tidligere utredninger videreført.

4.2 Marginale støykostnader - oppdaterte estimater for 2026

Andersson og Ögren (2013) har utviklet et analytisk rammeverk til beregning av marginale eksterne støykostnader, som ligger til grunn for denne studien samt studiene til Rødseth mfl. (2019;2025). Rammeverket tar utgangspunkt i at vi har informasjon om antall personer som utsettes for ulike støy-nivåer langs en veg, jernbane eller terminal.

Vi må introdusere litt matematisk notasjon for å kunne gi et generelt uttrykk for de marginale kostnadene:

- La $\mathcal{L}$ være settet av aktuelle, diskret desibel-nivå (eks., hver desibel (dB) mellom 45 og 80), og L_i vise til de ulike elementene i settet (eks., 55 dB).
- La $r_m(L)$ vise til risikoen for et helseutfall m knyttet til eksponering for støy-nivå L (hvor L er en kontinuerlig variabel som kan tilsvare et diskret dB-nivå, L_i). I praksis kan $r_m(L)$ forstås som andelen av alle som eksponeres for støy som opplever et uønsket helseutfall.
- La $DALY_{i,m}$ vise til antall personer som eksponeres for desibel-nivå L_i , multiplisert med en tilhørende helsetapsvekt for tapte leveår (YLL) og år levd med helsetap (YLD) for helseutfall m .
- La w definere verdien av et tapt friskt leveår (1 DALY), verdsatt til 1,68 mNOK (2023-kroner) i henhold til Helsedirektoratet (2024).
- La $L(N)$ definere støy-nivået som en funksjon av trafikk-mengde (årsdøgntrafikk, ÅDT). I praksis vil vi ta utgangspunkt i støy-nivået ved kilden, dvs. veien som analyseres.

Vi kan da generelt uttrykke marginale støykostnader – endringer i kostnader ved helseutfall knyttet til en støyendring som skyldes en enhets endring i trafikk – ved likning 1

$$\frac{\partial Cost}{\partial N} = \sum_{m \in \mathcal{M}} \sum_{L_i \in \mathcal{L}} \left[w \times DALY_{i,m} \times \frac{\partial r_m}{\partial L} \right] \times \frac{\partial L}{\partial N} \quad [1]$$

Det er viktig å merke seg at $\partial L / \partial N$ viser til en støyendring ved kilden (dvs. veien som studeres) ved en endring i trafikk. I tråd med Andersson og Ögren (2013) antar at vi at det akustiske bidraget til ett ekstra kjøretøy er identisk i hele influensområdet (dvs. for alle støyutsatte personer langs veien). Siden det marginale støybidraget knyttet til en økning i trafikk ($\partial L / \partial N$) dermed antas å være identisk for alle person og dB-nivå, kan vi trekke sammen uttrykket for marginale støykostnader som likning 2.

$$\frac{\partial Cost}{\partial N} = \frac{\partial Cost}{\partial L} \times \frac{\partial L}{\partial N} \quad [2]$$

Støykostnadene består altså av to deler

- i. Helsekostnaden knyttet til *en enhets* endring i dB ($\partial Cost / \partial L$)
- ii. Endringen i dB ved en enhets endring i trafikk ($\partial L / \partial N$)

4.2.1 Vegtransport

Denne studien tar utgangspunkt i metodikk og grunnlagsdata fra Rødseth mfl. (2019), men oppdaterer verdsettingen av helseutfall iht. FHI sin pågående verdsettingsstudie. Som i Rødseth mfl. (2019) skilles det mellom støy fra tunge og lette biler, men det gjøres ingen differensiering mellom fossil- og null-utslippskjøretøy. Dette skyldes både at vi ikke har tilgang til støyberegningsverktøy som skiller mellom el- og fossilbiler, og fordi dekkstøy i hovedsak vil være dominerende ved fartsgrensene 30, 50 og 80 km/t, som er lagt til grunn for beregningene av marginale støykostnader¹⁶.

4.2.1.1 Oppdatert verdsetting av støy

Som i Rødseth mfl. (2019) benyttes Statistisk sentralbyrås forenklede beregningsverktøy for støykartlegging til å beregne endringen i dB ved en enhets endring i trafikk ($\partial L / \partial N$).

Beregningsverktøyet benytter en enkel funksjon for sammenhengen mellom skiltet hastighet, daglig trafikkmengde, tungtrafikkandel og gjennomsnittlig støy over døgnet ($L_{eq,24h}$); se Rødseth mfl. (2019) for en nærmere beskrivelse. Vi bruker omregningsfaktorer fra Brink mfl. (2018) til å henføre estimatene til andre relevante støymål (L_{den} og L_{night}) for våre analyser.

I likhet med Rødseth mfl. (2019) benytter vi informasjon om antall personer som er støyutsatt fra Statens vegvesens støykartlegginger. Vegvesenet har selv valgt representative områder og en klassifisering av gjennomsnittlig antall eksponerte per kilometer veg innenfor i) ulike tettstedsklasser (utenfor tettsted; tettsted med 200-100 000 innbyggere; tettsted med over 100 000 innbyggere), ii) veger med ulike fartsgrenser (30 km/t; 50 km/t; 80 km/t) og iii) ÅDT-klasser (0-2000; 2000-4000; 4000-8000; 8000-16000; 16000-32000; over 32000). Utvalget er hente fra Molde øst (spredtbygd strøk), Molde vest og Steinkjer (lite tettsted) og Trondheim (stort tettsted). Dataene beskriver antall støyutsatte personer i intervallet mellom 52 og 80 dB.

Med utgangspunkt i antall eksponerte personer og risikofunksjoner for de ulike helsevirkningene, kan vi beregne helsetapet $DALY_{i,m}$ knyttet til dB-nivå i for helseutfall m . Men både når det gjelder helsetapet og risiko for helsetap er det et viktig skille mellom helseutfallene som vurderes i denne studien:

- For *søvnforstyrrelse* og *sterk støyplage* beregnes tilskrivbar sykdomsbyrde basert på eksponerings-respons-sammenhenger uttrykt som **absolutt risiko**
- For *iskemisk hjertesykdom*, *slag* og *diabetes* beregnes tilskrivbar sykdomsbyrde basert på eksponerings-respons-sammenhenger uttrykt som **relativ risiko**

Forskjellen mellom disse er at **absolutt risiko** tar utgangspunkt i andelen av personer som er *utsatt* for støy og som opplever et helseutfall. Vi kaller dette tilskrivbar andel blant de som er eksponert for støy. Til sammenlikning ser relativ risiko på tilskrivbar andel for *hele* befolkningen (såkalt Population Attributable Fraction, PAF). Analysene under **relativ risiko** ser dermed både på de deler av befolkningen som er og som ikke er utsatt for støy, og beskriver andelen av alle sykdomstilfeller i befolkningen som kan knyttes til støy.

¹⁶ [Road Traffic Noise | Federal Environment Agency](#)

Absolutt risiko

Vi viser til kapittel 5.2.1 i Rødseth mfl. (2025) for en detaljert beskrivelse av stegene i verdsetting av støyplage under absolutt risiko, mens vi gir en kort og konsis sammenstilling av beregningene i dette kapitlet.

For sterk søvnforstyrrelse og støyplage ganger vi antall (sterkt søvnforstyrrede og støyplagede) personer med helsetapsvekter på hhv. 0,02 og 0,07 for å beregne $DALY_{i,m}$ (jf. likning 1). Helsetapsvekten er et tall mellom 0 (helt frisk) og 1 (død) som beskriver størrelsen av helsetapet knyttet til de to helseutfallene.

I Rødseth mfl. (2025) ble det argumentert for at det er stor overlapp mellom sterk støyplage og sterk grad av søvnforstyrrelse. Følgelig ble helsetapet ved sterk støyplage justert ned med en faktor på 0,7 for å unngå dobbelttelling av helseeffekter, noe som vi også har valgt å gjøre i denne studien. Merk at denne praksisen skiller seg fra Rødseth mfl. (2019), hvor det ikke ble korrigert for overlappet mellom de to helseutfallene.

For å beregne endring i risiko for helsetap ved en enhets endring i støynivået – $\partial r_m(L)/\partial L_i$, jf. likning 1 – bruker vi virkningskurver fra Basner og McGuire (2018) for søvnforstyrrelse og Guski mfl. (2017) for sterk støyplage. Virkningskurvene anslår andelen av støyutsatte personer som opplever et helsetap knyttet til støyen. Følgelig vil den deriverte av virkningskurvene med utgangspunkt i et dB-nivå L_i (dvs. $\partial r_m(L)/\partial L_i$ fra likning 1) vise endringen i andelen støyutsatte ved en enhets endring i støynivået. Vi beregner endringen i risiko for søvnforstyrrelse ved bruk av likning 3.

$$\frac{\partial r_{HSD}}{\partial L_i} = -0,9336 + 0,0252L_{i,night} \quad [3]$$

Tilsvarende beregnes marginal risiko for sterk støyplage ved likning 4.

$$\frac{\partial r_{HA}}{\partial L_i} = -3,1162 + 0,0684L_{i,den} \quad [4]$$

Relativ risiko

En detaljert beskrivelse av stegene for beregning av marginale kostnader under relativ risiko er gitt i Rødseth mfl. (2025); jf. kapittel 3.3. Vi vil derfor ikke gå i detalj når det gjelder beskrivelse av metoden, men vil fremheve de mest sentrale antakelsene knyttet til våre nye beregninger for vegtransport.

Husk at i motsetning til beregningene for søvnforstyrrelser og sterk støyplage – som tar utgangspunkt i andelen av personer som er *utsatt* for støy som opplever et helseutfall (dvs. tilskrivbar andel blant de eksponerte) – tar beregningene for iskemisk hjertesykdom, slag og diabetes utgangspunkt i tilskrivbar andel for *hele* befolkningen (dvs. PAF). Dette målet ser med andre ord både på de deler av befolkningen som er og som ikke er utsatt for støy, og beskriver andelen av alle sykdomstilfeller i befolkningen som kan knyttes til støy.

En utfordring for vår analyse er at beregningene av $DALY_{i,m}$ og den deriverte av PAF, $\partial r_m(L)/\partial L_i$, (jf. likning 1) krever kunnskap om *totalt antall eksponerte* og *samlet befolkningstall* for de tre casene som representerer støyplage i spredtbygde strøk, tettsted med 15 000–100 000 innbyggere og tettsted med over 100 000 innbyggere. Disse tallene inngår ikke i datagrunnlaget fra Statens vegvesens støyberegninger som vi tidligere har benyttet i Rødseth mfl. (2019). Det skyldes at datagrunnlaget gjelder for et delutvalg av veger i regionene. Datagrunnlaget har tidligere hatt som formål å vise et representativt

antall eksponerte personer per kilometer veg, heller enn å gi en fulltelling av antall støyutsatte per region. Denne informasjonen er essensiell for å kunne benytte FHI sin verdsettingsmetodikk. Vi har derfor så langt det er mulig hentet data om totalt befolkningstall og antall innbyggere per kilometer veg fra kommuneprofilen.no for referanseåret 2017. Denne fremgangsmåten kan imidlertid isolert sett føre til endringer i marginal støykostnadsestimatene sammenlignet med tidligere, med ulike endringer i ulike områdekategorier.

Vegvesenets beregninger av antall eksponerte personer utenfor tettsted omfatter Molde øst. Siden Vegvesenets datagrunnlag ikke spesifiserer hvilke grunnkretser som tilhører regionen Molde øst, legger vi til grunn at det representative antallet innbyggere for Molde øst er gitt ved befolkningstallet i Molde kommune fratrasket antallet innbyggere i Molde kommune som bor i tettsteder. For analysen for lite tettsted benytter vi kun data fra Steinkjer (og ikke Molde vest i tillegg, som i Rødseth mfl. 2019) for å gjøre det enkelt å knytte data om eksponerte til befolkningsdata på kommunenivået.

For Trondheim (stort tettsted) foreligger det en samlerapport for vegvesenets strategiske støykartlegging fra 2017. Den indikerer at det er 81 900 personer som eksponeres for 55 dB eller mer i Trondheim kommune. Til sammenlikning angir datagrunnlaget vårt at det er 51 920 personer som er eksponert for 55 dB eller mer og 57 594 personer som er eksponert for 52 dB eller mer i Trondheim kommune. Dette tyder på at dataene vi tidligere har mottatt fra Statens vegvesen kun dekker et delutvalg av veier i Trondheim kommune. Vi skalerer derfor antallet eksponerte per dB-gruppe i vårt datasett med forholdstallet mellom totalt antall eksponerte fra samlerapporten og vårt eget utvalg. Dette innebærer å gange antallet eksponerte per dB i datasettet vårt med en faktor på 1,58. Justeringen innebærer at 46 prosent av befolkningen i Trondheim kommune ansees som eksponert for 52 dB eller mer. Vi har ikke tilgang til samlerapporter for Molde og Steinkjer. Vi anslår en faktor på 1,5 for Steinkjer, noe som tilsvarer at 19 prosent av befolkningen i kommunen antas eksponert for 52 dB eller mer. For Molde øst gjør vi ingen korrigering av antallet eksponerte, noe som innebærer at vi antar at 11 prosent av befolkningen er utsatt for 52 dB eller mer.

For å beregne $DALY_{i,m}$, tar vi utgangspunkt i antall innbyggere per kilometer veg for de tre tettstedstypene. Tallene er hentet fra kommuneprofilen.no, og er justert med andelen av innbyggere som bor utenfor tettsted i Molde kommune. Antall innbyggere per km veg er hhv. 11, 29 og 217 utenfor tettsted, for lite tettsted og for stort tettsted. $DALY_{i,m}$ beregnes videre ved å gange innbyggertallene per km veg med nasjonale tall for sykdomsbyrde per innbygger for iskemisk hjertesykdom, slag og diabetes. Tallene er hentet fra det globale sykdomsbyrdeprosjektet (Global Burden of Disease, GBD) og tilsvarer 0,015, 0,009 og 0,007 DALY per person for hhv. iskemisk hjertesykdom, slag og diabetes.

Marginal endring i PAF ved en enhets endring i dB-nivået er gitt ved likning 5. Her viser $RR_m(L)$ til en funksjon for *relativ risiko* for helseutfall m ved dB-nivå L , mens PE_i er *andelen* av befolkningen (i et gitt område geografisk område; jf. beskrivelse av beregningen av innbyggertallene ovenfor) som er eksponert for et gitt dB-nivå L_i .

$$\frac{\partial r_m}{\partial} = \frac{\sum_{L_i \in \mathcal{L}} \left[\frac{\partial RR_m}{\partial L_i} \times PE_i \right]}{\sum_{L_i \in \mathcal{L}} [RR_m(L_i) \times PE_i]^2} \quad [5]$$

Vi benytter funksjoner for relativ risiko for iskemisk hjertesykdom, slag og diabetes fra Engelman (2023). Alle tre beskrives ved funksjonsformen gitt i likning 6.

$$RR_m(L_i) = \exp((\ln(\beta_m)/10) \times (L_i - cutoff)) \quad [6]$$

I likning 6 viser cut-off til terskelen for at man vurderer at støy bidrar til helseutfallene iskemisk hjertesykdom, slag og diabetes. For alle de tre utfallene benyttes 45 dB (L_{den}) som terskelverdi. Videre viser β_m til parametere, som er 1,041, 1,046 og 1,062 for hhv. iskemisk hjertesykdom, slag og diabetes.

Tabell 4.1 gir en oversikt over våre estimater av $\partial r_m / \partial L$ for de tre aktuelle helseutfallene og tettstedstypene. Endringen i PAF er beregnet iht. likning 5, og tar utgangspunkt i alle dB-nivå mellom 52 og 80 dB. Tabellen viser at støyendringen har mer betydning for tilskrivbar andel i områder med liten befolkning og få støyutsatte, sammenliknet med områder med mange innbyggere og et større omfang av trafikkstøy. En sentral driver bak dette resultatet er at våre tall peker på at andelen av befolkningen som utsettes for støy over 52 dB øker i takt med befolkningstettheten. Enkelt forklart innebærer det (alt annet likt) at nevneren i likning 5 øker med eksponeringsandelen og dermed befolkningstettheten. Når nevneren øker, blir også den deriverte mindre.

Tabell 4.1: Marginal endring i PAF ved én enhets endring i støynivået.

	Iskemisk hjertesykdom	Slag	Diabetes
Spredtbygd	0,035	0,039	0,050
Mellomstor by	0,020	0,022	0,029
Stor by	0,008	0,009	0,012

Ved å gange tallene i tabell 4.1 med $DALY_{i,m}$ – for deretter å dele på antallet innbyggere per km veg – kan vi beregne enhetspriser for støy *per innbygger*. Enhetsprisene angir her kostnaden av en dB-endring for en enkelt innbygger, og er rapportert i tabell 4.2. Siden tallene for marginal endring i PAF (jf. tabell 4.1) er avtakende med befolkningstettheten, er også enhetsprisene per person i tabell 4.2 avtakende med befolkningstettheten (vi viser til forklaringen for dette ovenfor).

Tabell 4.2: Enhetspriser for iskemisk hjertesykdom, slag og diabetes *per person*, gitt ved verdien av en dB-endring (NOK₂₀₂₆/person).

	Iskemisk hjertesykdom	Slag	Diabetes
Spredtbygd	914	612	586
Mellomstor by	525	352	336
Stor by	216	144	138

Merk at selv om enhetsprisene *per person* (jf. tabell 4.2) er avtakende i befolkningstetthet som følge av avtakende marginal endring i PAF ved én enhets endring i støynivået, betyr ikke det at de marginale kostnader per dB er fallende med befolkningstetthet: Ved å gange enhetsprisene med antall innbyggere per km veg, finner vi den marginale kostnaden ved en enhets endring i støynivået langs en vegstrekning på en kilometer. Siden det bor flere langs en km vei i tettbygde strøk enn i spredtbygde strøk, innebærer det at kostnaden for en dB-endring øker med befolkningstettheten.

4.2.1.2 Oppdaterte resultater

I henhold til likning 2 beregner vi verdien av en dB-endring for hvert av de 5 helseutfallene og summerer opp til en enhetlig verdi for dB-endringen. Denne ganges videre med støyendringene knyttet til et ekstra kjøretøy per vegstrekningsskategorier (differensiert etter skiltet hastighet og årsdøgntrafikk). Vi viser til Rødseth mfl. (2019), kapittel 9, for detaljer. En sammenstilling av marginale kostnader per fart-/årsdøgntrafikkategori, tettstedstype og etter tungt og lett kjøretøy er presentert av tabell 4.3.

Tabell 4.3: Kostnadsøkning grunnet en marginal kjøretøykilometer (2026 NOK/km).

Fart	Årsdøgntrafikk	Spredt bebyggelse		Mellomstor by		Stor by	
		Lett	Tung	Lett	Tung	Lett	Tung
0-30	0-2000	0,00	0,00	0,39	3,43	0,92	8,05
	2000-4000	0,00	0,00	0,22	1,91	0,55	4,80
	4000-8000	0,00	0,00	0,16	1,39	0,33	2,87
	8000-16000	0,00	0,00	0,10	0,89	0,18	1,54
	16000-32000	0,00	0,00	0,05	0,46	0,03	0,27
	32000 -	0,00	0,00	0,04	0,32	0,02	0,19
40-50	0-2000	0,24	1,19	0,58	2,92	0,83	4,17
	2000-4000	0,13	0,67	0,34	1,70	0,54	2,70
	4000-8000	0,08	0,39	0,21	1,05	0,33	1,64
	8000-16000	0,04	0,20	0,12	0,59	0,29	1,48
	16000-32000	0,02	0,10	0,06	0,31	0,17	0,83
	32000 -	0,01	0,07	0,04	0,22	0,03	0,13
60-	0-2000	0,16	1,00	0,25	1,61	0,66	4,18
	2000-4000	0,07	0,44	0,11	0,70	0,29	1,84
	4000-8000	0,03	0,22	0,06	0,35	0,14	0,89
	8000-16000	0,02	0,11	0,03	0,18	0,09	0,56
	16000-32000	0,01	0,06	0,01	0,09	0,07	0,42
	32000 -	0,01	0,04	0,01	0,06	0,09	0,59

Vi presenterer også vektete gjennomsnitt av marginalkostnadene (over fart- og årsdøgns kategorier), hvor vektene er satt lik andelen av eksponerte personer innen hver fart- og årsdøgns trafikk kategori i henhold til Statistisk sentralbyrås støykartlegging for 2011 (se Rødseth mfl. (2019) for detaljer). Vektete marginalkostnader er presentert i tabell 4.4.

Tabell 4.4: Gjennomsnittlig marginal kostnad per kjøretøykilometer (2026 NOK/ km).

	Lette kjøretøy	Tunge kjøretøy
Spredt bebyggelse	0,12	0,72
Mellomstor by	0,29	1,60
Stor by	0,53	3,68

De sammenlagt vektete marginalkostnadene er i snitt 30 % høyere enn de tilsvarende vektete marginalkostnadene fra Rødseth mfl. (2019), etter realprisjustering. Dette resultatet legger til grunn at resultatene fra Rødseth mfl. (2019) realprisjusteres med en faktor på 1,405 mellom 2019 og 2026. Dette skyldes både at vi legger til grunn en litt annen verdsettingsmetodikk enn i Rødseth mfl. (2019), og at vi i denne rapporten har inkludert slag og diabetes blant helseutfallene som verdsettes. Samtidig er svak støypilage ikke medregnet for å sikre konsistens med FHIs verdsettingsstudie. Dette avviker fra praksisen fra Rødseth mfl. (2019). Svak støypilage ble oppgitt med lav enhetspris i Rødseth mfl. (2019), og vi forventer derfor at svak støypilage er av liten betydning for de overordnede resultatene.

4.2.2 Jernbanetransport

4.2.2.1 Beregninger fra 2025

Støy fra jernbanetransport kan medføre både støypilage, søvnforstyrrelser og andre helsevirkninger. De best dokumenterte virkningene av jernbanestøy er sterk støypilage og søvnforstyrrelser (WHO, 2018), og det er disse som ligger til grunn for verdsettingen av marginale støykostnader. Støy om natten er særlig

viktig, både fordi nattlig støy kan forstyrre søvn og fordi godstog gjerne gir høye maksimale støynivåer. Det finnes også indikasjoner på sammenhenger mellom langvarig eksponering for jernbanestøy og blant annet hjerte- og karsykdom, men kun sterk støyplage og sterk grad av søvnforstyrrelse inngår i den monetære verdsettingen som ligger til grunn for kostnadsestimatene.

Metoden for beregning av marginale støykostnader ble vesentlig videreutviklet i TØI-rapport 2126/2025 sammenliknet med beregningene i Rødseth mfl. (2019). Prinsippet er fortsatt å beregne hvor mye ett ekstra tog øker støybelastningen langs en banestrekning, og deretter verdsette den tilhørende endringen i helsebelastning. Den tidligere metoden bygget imidlertid i stor grad på beregnet endring i utgangsstøy fra toget og forenklete antakelser om hvordan denne støyendringen slo ut for befolkningen langs banen. Blant annet ble alle husstander i praksis antatt å få den samme støyendringen, og endringer i antallet personer som ble eksponert for helseskadelig støy ble anslått ved hjelp av en tommelfingerregel.

I 2025-analysen ble dette erstattet med eksplisitte scenarioanalyser utført i samarbeid med Bane NOR. For hver utvalgt jernbanestrekning ble det beregnet et basisscenario som representerer dagens trafikk, samt seks alternative scenarier med henholdsvis ett ekstra person- eller godstog på dag, kveld og natt. Støyberegningene ble gjennomført i programvaren CadnaA med den nordiske beregningsmetoden Nord96, basert på kart- og trafikkgrunnlaget som lå til grunn for Bane NORs strategiske støykartlegging. Dermed beregnes den faktiske endringen i støynivå ved bygningenes fasader når det marginale toget legges til, samtidig som eksisterende togtrafikk og støy fra de aktuelle banestrekningene inngår i beregningen.

Verdsettingen ble også endret. Støyeksponeringen måles ved indikatorene L_{den} og L_{natt} . L_{den} er et gjennomsnittlig døgnnivå på støy, hvor støy på kveld og natt gis tillegg på henholdsvis 5 og 10 dB, mens L_{natt} beskriver det gjennomsnittlige støynivået i nattperioden. Beregnede fasadenivåer fra Bane NOR ble koblet til statistiske befolkningsdata fra SSB, slik at antallet personer som eksponeres ved ulike støynivåer kunne beregnes. For hver bygning ble fasadepunktet med høyest beregnet støynivå lagt til grunn.

Helsebelastningen beregnes ved hjelp av eksponerings-responsfunksjoner anbefalt av WHO (2018), som angir hvordan andelen sterkt støyplagede og sterkt søvnforstyrrede øker med støynivået. Helsetapet uttrykkes i **helsetapsjusterte leveår (DALY), med helsetapsvekter på 0,02 for sterk støyplage og 0,07 for sterk søvnforstyrrelse**. Ettersom det er betydelig overlapp mellom personer som er sterkt støyplaget og personer som er sterkt søvnforstyrret, korrigeres det for dette før helsetapene summeres. I motsetning til den tidligere beregningen inngår ikke lettere støyplage. Samtidig benyttes kontinuerlige eksponerings-responsfunksjoner framfor de tidligere stykkevis lineære enhetsprisene. Marginalkostnaden fremkommer som forskjellen i den verdsatte helsebelastningen mellom basisscenarioet og scenarioet med ett ekstra tog.

Ettersom det ikke var mulig å gjennomføre detaljerte støyberegninger for hele jernbanenettet, ble det lagt betydelig vekt på å velge representative strekninger. Trafikkdata for 529 stasjonspar ble analysert med utgangspunkt i samlet trafikkmengde og godsandel. Stasjonsparene ble gruppert i tre hovedgrupper: strekninger med høy trafikk og lav godsandel, strekninger med lav trafikk og høy godsandel, og strekninger med lav trafikk og lav godsandel. Disse ble videre kombinert i de sedvanlige tre områdekategoriene. Dette ga ni strata, og én representativ strekning ble valgt fra hvert stratum. Til sammen ble det dermed gjennomført 63 støyberegninger: et basisscenario og seks scenarier med marginal økning i togtrafikk for hver av de ni strekningene.

Resultatene fra casene ble aggregert til nasjonale marginalkostnader ved å vekte de tre trafikkgruppene etter deres andel av samlede togkilometer i Norge. Den beregnede årlige endringen i støykostnader ved ett ekstra tog ble deretter omregnet til kroner per togkilometer. Resultatene viser en tydelig variasjon både etter togtype, tidspunkt og områdetype. Marginalkostnaden for persontog er svært lav på dagtid og fortsatt relativt lav om kvelden. For godstog er kostnadene høyere, og særlig godstog om natten gir betydelige marginale støykostnader. Kostnadene ved nattlige godstog øker dessuten markant i

tettbygde områder, der flere personer eksponeres. Dette illustrerer at en gjennomsnittlig støykostnad per togkilometer uten differensiering etter tidspunkt og område vil kunne skjule store variasjoner.

De oppdaterte beregningene ga gjennomgående lavere marginale støykostnader enn i TØI-rapport 1704/2019, selv om forskjellen varierer mellom togtyper, tider på døgnet og områdetyper. Forskjellen skyldes en kombinasjon av mer representative case og aggregeringsvekter¹⁷, en endret verdsetting av støy og at den marginale støyendringen nå beregnes direkte ved fasadene i alternative trafikkscenarioer. Sensitivitetsberegninger med alternative vektorer basert på antall støyutsatte personer endret enkelte relative forskjeller mellom områdetyper, men ikke det overordnede kostnadsnivået vesentlig. De nye beregningene i 2025 ble derfor vurdert som et bedre og mer representativt grunnlag for marginale støykostnader fra norsk jernbanetransport. Disse estimatene blir derfor videreført og ligger til grunn for realprisjusteringen i 2026.

4.2.2.2 Marginale støykostnader for jernbane 2026

Som påpekt i forrige delkapittel vil vi i denne rapporten kun videreføre beregningsresultatene fra 2025 med prisjustering til 2026-nivå uten en ny empirisk analyse. Skadekostnadene realprisjusteres opp med veksten i BNP per innbygger mellom 2025 og 2026. Realprisjusterte estimater oppgis i tabell 4.5.

Tabell 4.5: Marginale skadekostnader knyttet til støy fra jernbane (2026-kr per togkilometer) for ulike togtyper og tider på døgnet.

Togtype	Områdetype	Tidsrom	Støykostnad
Persontog	Spredt bebyggelse	Dagtid (perioden 0700-1900 sett under ett)	0,00
Persontog	Mellomstor by	Dagtid (perioden 0700-1900 sett under ett)	0,00
Persontog	Storby	Dagtid (perioden 0700-1900 sett under ett)	0,00
Gjennomsnittlig kombitog (gods)	Spredt bebyggelse	Dagtid (perioden 0700-1900 sett under ett)	0,51
Gjennomsnittlig kombitog (gods)	Mellomstor by	Dagtid (perioden 0700-1900 sett under ett)	1,31
Gjennomsnittlig kombitog (gods)	Storby	Dagtid (perioden 0700-1900 sett under ett)	1,82
Persontog	Spredt bebyggelse	Kveld (perioden 1900-2300)	0,00
Persontog	Mellomstor by	Kveld (perioden 1900-2300)	0,10
Persontog	Storby	Kveld (perioden 1900-2300)	0,10
Gjennomsnittlig kombitog (gods)	Spredt bebyggelse	Kveld (perioden 1900-2300)	1,41
Gjennomsnittlig kombitog (gods)	Mellomstor by	Kveld (perioden 1900-2300)	4,24
Gjennomsnittlig kombitog (gods)	Storby	Kveld (perioden 1900-2300)	8,08
Persontog	Spredt bebyggelse	Natt (perioden 2300-0700)	1,62
Persontog	Mellomstor by	Natt (perioden 2300-0700)	1,01
Persontog	Storby	Natt (perioden 2300-0700)	2,73
Gjennomsnittlig kombitog (gods)	Spredt bebyggelse	Natt (perioden 2300-0700)	21,41
Gjennomsnittlig kombitog (gods)	Mellomstor by	Natt (perioden 2300-0700)	69,49
Gjennomsnittlig kombitog (gods)	Storby	Natt (perioden 2300-0700)	121,00

4.2.3 Luftfart

4.2.3.1 Bakgrunn og avgrensning

Støy fra luftfart kan påføre befolkningen rundt flyplasser kostnader i form av redusert trivsel, søvnforstyrrelser og andre helsevirkninger. I beregningene av marginale skadekostnader TØI-rapport

¹⁷ I noen tilfeller førte dette til at støykostnadsestimatene ble høyere for spredtbygde strøk enn for mellomstore byer.

1704/2019 ble det tatt utgangspunkt i hvordan én ekstra flybevegelse per årsdøgn påvirker støybelastningen for befolkningen rundt en flyplass. En marginal trafikkøkning ble dermed definert som én ekstra flyavgang per dag, tilsvarende 365 ekstra avganger i året. Beregningene omfattet både jetfly og turbopropfly, og skilte mellom avganger på dagtid og om natten.

Metoden bygger på at den marginale støykostnaden bestemmes av to forhold, nemlig hvor mye støynivået ved den enkelte bolig øker når flytrafikken øker marginalt, og hvor stor helsekostnad (og ev. andre velferdskostnader) en slik støyøkning medfører for personene som eksponeres. Verdsettingen av kostnaden omfatter de tre effektene sterk støyplage, lettere støyplage og sterke søvnforstyrrelser. Sterk støyplage og søvnforstyrrelser ble verdsatt som helsetap målt i DALY (Disability-Adjusted Life Years, eller helsetapsjusterte leveår), mens lettere støyplager ble verdsatt ved hjelp av betalingsvillighet for å unngå støyplage. Kostnader knyttet til hjerte- og karsykdommer ble ikke inkludert i den forrige rapporten. På tidspunktet for 2019-analysen ble det vurdert at kunnskapsgrunnlaget ikke var tilstrekkelig til å etablere en sikker årsakssammenheng mellom eksponering for flystøy og slike sykdommer (van Kempen mfl., 2018).

For sammenhengen mellom støynivå og sterk støyplage ble det benyttet eksponerings–responskurver fra Miedema og Oudshoorn (2001). Analysen vurderte også nyere studier, blant annet kunnskapsgrunnlaget bak WHO's retningslinjer for miljøstøy, men konkluderte med å videreføre de eldre kurvene. En begrunnelse var at de ga et metodisk konsistent grunnlag, basert på Andersson og Ögren (2013), på tvers av veg-, jernbane- og flystøy for TØI-rapport 1704. Videre ble forskjellene i de marginale helningene til kurvene i de relevante støyintervallene ble vurdert som relativt begrensede.

For sammenhengen mellom støy og søvnforstyrrelser ble det tatt utgangspunkt i Basner og McGuire (2018). Både for generell støyplage og søvnforstyrrelser ble 50 dB benyttet som nedre grense for beregning av kostnader. Verdsettingen per person og desibel var høyere for personer som også var utsatt for nattestøy enn for øvrige støyutsatte, fordi kostnader ved søvnforstyrrelser da kom i tillegg.

Den empiriske beregningen ble gjennomført for Oslo lufthavn Gardermoen, Bergen lufthavn Flesland, Stavanger lufthavn Sola, Trondheim lufthavn Værnes og Tromsø lufthavn Langnes. Flyplassene ble valgt for å dekke variasjon i trafikkmengde, antall støyeksponerte og avstand mellom flyplass og nærliggende byområder. Avinors støyberegninger i Nortim dannet grunnlaget. For hver flyplass ble basissituasjonen sammenlignet med åtte scenarioer med henholdsvis én og ti ekstra daglige avganger med et Boeing 737-800 og et DHC-8 turbopropfly, på dagtid og om natten. I de endelige marginalkostnadene ble én ekstra avgang per dag lagt til grunn. Beregningene tok utgangspunkt i avganger, som normalt gir høyere støynivå enn landinger, og i et fullt lastet fly ved maksimal avgangsvekt.

For hver berørt bolig ble endringen i beregnet støyverdier L_{DEN} mellom basissituasjonen og scenarioet med økt trafikk koblet sammen med antall bosatte og den relevante enhetsprisen for støy. For boliger med nattestøyverdier L_{night} på minst 50 dB ble også kostnader ved søvnforstyrrelser inkludert. Kostnadene ble deretter summert over alle berørte boliger rundt den enkelte flyplass. Resultatene viste som ventet at marginalkostnadene varierer betydelig med lokale forhold. Kostnadene var gjennomgående høyere for jetfly enn for turbopropfly og vesentlig høyere for avganger om natten enn på dagtid. Sola og Langnes skilte seg ut med relativt høye beregnede kostnader, noe som blant annet må ses i sammenheng med hvor nær den omkringliggende befolkningen ligger flyplassen og de aktuelle utflygnings-traseene.

For bruk i videre analyser ble resultatene fra de fem flyplassene vektet med antall støyeksponerte personer. Resultatene viste særlig stor forskjell mellom dag- og nattavganger for jetfly, mens de beregnede marginalkostnadene for turbopropfly på dagtid var svært lave ved de fleste flyplassene.

Det er samtidig viktig å understreke usikkerheten i beregningene. Det mest sentrale problemet i datagrunnlaget var at Avinors beregnede støynivåer ble rapportert med maksimalt to desimaler. Ved en så liten trafikkendring som én ekstra daglig avgang kan den reelle endringen i støynivå ved den enkelte bolig være betydelig mindre enn 0,01 dB. Avrunding medførte derfor at den beregnede marginale

støyendringen ble lik null for et stort flertall av boligene. Dette kan ha gitt en vesentlig undervurdering av de marginale støykostnadene. Det ble også observert enkelte resultater som tydet på at beregnings-scenarioene ikke nødvendigvis var fullt ut sammenlignbare. I 2019-arbeidet ble det derfor anbefalt at beregningene på et senere tidspunkt ble gjentatt med et mer detaljert og kvalitetssikret datagrunnlag.

4.2.3.2 Oppdaterte estimater

I oppdateringen til 2026 er det ikke gjennomført nye støyberegninger eller en ny vurdering av eksponerings-responsforholdene. De marginale skadekostnadene fra 2019 videreføres derfor metodisk og realprisjusteres til nytt prisnivå. De realprisjusterte tallene må følgelig forstås som en oppdatering av verdsettingsnivået, ikke som nye estimater basert på dagens trafikk, bosettingsmønster, flyflåte eller kunnskapsgrunnlag om helsevirkninger av flystøy. Usikkerhetene i det opprinnelige beregningsgrunnlaget gjelder dermed også for 2026-tallene.

De opprinnelige beregningene var oppgitt per avgang, men vi ønsker estimater på støykostnader per LTO som kan sammenstilles med utslippskostnadene. For å inkludere støykostnadene fra landingsfasen, dobler vi for enkelhets skyld støykostnadene fra avgangsfasen (take-off). Isolert sett gir dette sannsynligvis noe overdrivelse av støyeffekten fra landing, men som vi argumenterer for nedenfor er sannsynligvis utgangspunktet et underestimat. Vi oppgir marginale støykostnader per LTO vektet for de fem analyserte flyplassene i 2019, fordelt på avgangstid (dag og natt) og flytype (jet og turboprop). Dette vises i tabell 4.6.

Tabell 4.6: Vektete marginale støykostnader for en ekstra LTO (2026-kr). LTO = Landing & Take-Off.

Tid på døgnet	Flytype	Skadekostnad per LTO
Dagtid	Jetfly	8,37
Dagtid	Turboprop	1,55
Natt	Jetfly	74,30
Natt	Turboprop	2,83

Også i denne rapporten oppfordrer vi om at støyberegning og verdsetting bør gjentas på et senere tidspunkt med et mer detaljert og kvalitetssikret datagrunnlag. Videre er det ønskelig at verdsetting av støy gjøres med oppdaterte metodikk for verdsetting av helsekonsekvenser fra støy, slik som ble gjort i TØI-rapport 2126/2025. Bemerkningen om at avrundingen hindret 2019-analysen om å fange opp økningen i eksponerte kan peke mot noe underestimering av støykostnadene. Sett opp mot gjennomsnittlige støykostnader per flyavgang i den europeiske *Handbook on the external costs of transport* (van Essen mfl., 2019) ser vi at estimatene i Tabell 4.6 er svært lave. I den europeiske håndboka, hvor metodikk og datagrunnlag er gjengitt på et temmelig overordnet nivå og derfor vanskelige å sammenligne med, er det estimert en marginal støykostnad på mellom 77 og 154 Euro₂₀₁₆ per LTO.

5 Skadekostnader knyttet til infrastrukturedbrytning

Både vegtrafikk og togtrafikk medfører fysisk nedbrytning på sin respektive infrastruktur. Hensikten med infrastrukturen er at den skal brukes, men hver bruker påfører dermed infrastruktureier en kostnad i form av en marginal framskynding av vedlikehold/fornyning og/eller reaktive vedlikeholdstiltak. Økt trafikk kan dermed gi høyere kostnader til både løpende vedlikehold og fornying av infrastrukturen. Dette bidraget til økte vedlikeholds- og fornyingskostnader kan i prinsipielt også inkludere kostnadene som påføres andre trafikanter i form av f.eks. forsinkelser som følge av vedlikeholdsarbeid.

Vi vil understreke at det er flere datamessige, metodiske og prinsipielle usikkerheter knyttet til disse skadekostnadsestimatene. En viktig prinsipiell usikkerhet er knyttet til forskjellen mellom vedlikeholdskostnader og vedlikeholdet som er nødvendig for å opprettholde en viss standard på infrastrukturen. La oss si at man f.eks. bruker for lite ressurser på effektivt vedlikehold i nåsituasjonen, og det bygger seg opp et etterslep. Dette kan medføre lave vedlikeholdskostnader nå, men høyere samlede vedlikeholdskostnader i et livsløpsperspektiv (se Halse mfl., 2026). Hvis man estimerer marginale skadekostnader basert på vedlikeholdskostnadene i nåsituasjonen kan det hende man undervurderer de faktiske skadekostnadene. Vi får ikke adressert denne utfordringen i denne rapporten, men det vil være viktig i forbedringsarbeidet framover.

Kapitlet er organisert som følger:

I **kapittel 5.1** presenterer vi de realprisjusterte estimatene for marginale eksterne kostnader knyttet til **infrastrukturedbrytning fra veitransport** for 2026. I denne rapporten vil vi kun videreføre beregningsresultatene fra 2019 med realprisjustering til 2026-nivå uten en ny empirisk analyse.

I **kapittel 5.2** presenterer vi de realprisjusterte estimatene marginale eksterne kostnader knyttet til **infrastrukturedbrytning fra jernbanetransport** for 2026. I denne rapporten vil vi kun videreføre beregningsresultatene fra 2025 med realprisjustering til 2026-nivå uten en ny empirisk analyse.

I **kapittel 5.3** (og vedlegg A) blir grunnlaget og metode brukt for å beregne marginale skadekostnader knyttet til infrastrukturedbrytning på vei gjennomgått kritisk. Her gjennomgås sentrale svakheter med estimatene, og det skisseres et forslag for hvordan gå fram for å oppnå bedre estimater i framtiden.

5.1 Veitransport: Oppdaterte estimater for 2026

I denne rapporten vil vi kun videreføre beregningsresultatene fra TØI-rapport 1953/2023 med prisjustering til 2026-nivå uten en ny empirisk analyse. Realprisjusterte estimater oppgis i Tabell 5.1. Skadekostnadene realprisjusteres opp i henhold til indeksen fra Statistisk Sentralbyrås Tabell 08660: Kostnadsindeks for drift og vedlikehold av veger. Den eneste endringen utover dette er at nedbrytningskostnadene for personbiler og varebiler beregnes nå etter samme formel som tyngre kjøretøy, som innebærer verdsetting utfra deres ESAL (Equivalent Standard Axle Load), motsetning til gjennomsnittverdiene beregnet i TØI-rapport 1704/2019. Utgangspunktet er en personbil med totalvekt på 2,5 tonn og en varebil på 3,5 tonn, og estimert marginal skadekostnad blir noe lavere i 2026 enn i 2019. Metodikken brukt er beheftet med stor usikkerhet og har flere svakheter. Dette gjennomgås nærmere i kapittel 5.3.

Leseren kan legge merke til at den beregnede marginale infrastrukturslitasjekostnaden ikke entydig stiger med størrelseskategori. Dette er fordi antall akslinger å fordele vekten på gjerne også øker ettersom man øker vektclassene, noe som reduserer belastningen.

Tabell 5.1: Marginale infrastrukturslitasjekostnader for veitransport (NOK₂₀₂₆ per kjøretøykilometer)

Kjøretøytype	Tillatt totalvekt lastebil	Marginal infrastrukturslitasjekostnad
Lastebil	≤7,5t	0,01
Lastebil	>7,5-14t	0,10
Lastebil	>14-20t	0,27
Lastebil	>20-28t	0,39
Lastebil	>28-40t	0,16
Lastebil	>40-50t	0,69
Lastebil	>50-60t	0,47
Personbil		0,01
Varebil		0,01
Buss		0,10

Vi vurderer disse skadekostnadsestimatene som svært usikre. I kapittel 5.3 forklarer vi denne usikkerheten og gjennomgår både datagrunnlag og metode, samt skisserer en vei videre for å kunne komme fram til mer robuste og presise estimater.

5.2 Jernbanetransport: Oppdaterte estimater for 2026

5.2.1 Beregningsgrunnlag og estimater fra 2025

I TØI-rapport 2126/2025 ble marginale infrastrukturslitasjekostnader for vedlikehold og fornying beregnet separat. Vedlikehold omfatter i denne sammenhengen forebyggende og korrektivt vedlikehold, mens fornying omfatter tiltak der eksisterende anlegg eller komponenter erstattes med nye for å opprettholde eller forbedre funksjonalitet og sikkerhet. De marginale kostnadene uttrykker hvor mye kostnadene forventes å øke som følge av en marginal økning i togtrafikken.

Det er en nær sammenheng mellom vedlikehold og fornying. Et lavere vedlikeholdsnivå kan føre til raskere nedbrytning av infrastrukturen og dermed fremskynde behovet for fornying, mens mer intensivt vedlikehold kan forlenge komponentenes levetid. De to kostnadskomponentene bør derfor ikke nødvendigvis betraktes som fullstendig uavhengige. I 2025-rapporten ble de likevel estimert separat, blant annet fordi tilgjengelig datagrunnlag og aktuelle metoder er forskjellige for de to komponentene.

5.2.1.1 Marginale skadekostnader knyttet til vedlikehold

For vedlikehold ble det i 2025 gjennomført en vesentlig metodeoppdatering sammenlignet med tidligere beregninger. I TØI-rapport 1704/2019 var anslagene i stor grad basert på tilpasning av resultater fra svenske studier. I 2025-rapporten ble marginalkostnadene i stedet estimert direkte på norske data gjennom økonometrisk estimering av en kostnadsfunksjon for jernbaneinfrastrukturen.

Datagrunnlaget ble stilt til rådighet av Bane NOR og dekker perioden 2017–2024. Det består av et ubalansert panel med 27 baner og totalt 208 observasjoner. Kostnadsdataene omfatter forebyggende og korrektivt vedlikehold fra Bane NORs regnskapssystem, mens tekniske data er hentet fra TRASÉ. Trafikkdata omfatter blant annet togkilometer, bruttotonnkilometer og gjennomsnittlig togvekt, fordelt på person-, gods- og øvrige tog. I tillegg forelå informasjon om faktisk aksellast. Kostnadene ble korrigert for prisutvikling ved hjelp av SSBs prisindeks for drift og vedlikehold av veger.

En rekke alternative modellspesifikasjoner ble undersøkt. Et sentralt kriterium var at den estimerte sammenhengen mellom trafikk og kostnader skulle være økonomisk og fysisk plausibel: mer trafikk skal ikke i seg selv gi lavere forventede vedlikeholdskostnader. Flere spesifikasjoner som er vanlige i den internasjonale litteraturen, blant annet fleksible translogfunksjoner og modeller med bruttotonnkilometer som trafikkmål, ga i de norske dataene negative kostnadselastisiteter eller andre lite plausible

resultater. Togkilometer ble derfor vurdert som et mer egnet mål på trafikkarbeidet enn bruttotonn-kilometer.

Samtidig tilsier den fysiske slitasjen at det ikke bare er antall tog som er relevant. Togets aksellast og hastighet har også betydning, og person- og godstog har ulike karakteristika langs disse dimensjonene. Den anbefalte modellen kontrollerer derfor for sammenhengen mellom samlet trafikkarbeid og henholdsvis aksellast og hastighet for person- og godstog. Sensitivitetsanalyser viste at modellen ga robuste resultater og en forventet sammenheng der marginalkostnadene øker når godstrafikkens andel av samlet togtrafikk øker. Til sammenligning ble tekniske egenskaper ved selve infrastrukturen, som antall sporveksler, bruer og tunneler, ikke funnet å ha statistisk signifikant betydning for kostnadsnivået når øvrige forhold var kontrollert for.

Analysene viste også at det er vanskelig å estimere robuste, separate marginalkostnader for henholdsvis et person- og et godstog. Modeller som skilte direkte mellom trafikkarbeidet til de to togtypene ga svært høye og ustabile estimater, særlig på baner hvor enten gods- eller persontrafikken utgjør en svært liten andel. Det ble derfor anbefalt én felles marginalkostnad per togkilometer i de nasjonale oppsummeringstabellene. Modellen tar likevel hensyn til trafikksammensetningen: godsandel, aksellast og hastighet påvirker den beregnede marginalkostnaden på den enkelte bane.

Det uvektede gjennomsnittet av de predikerte marginale vedlikeholdskostnadene var 27,9 kroner per togkilometer i 2021-priser. Når banene vektet etter deres andel av samlede togkilometer, ble gjennomsnittet 18,7 kroner per togkilometer. **Etter prisjustering til 2025 ble den anbefalte nasjonale enhetskostnaden 24,01 kroner per togkilometer.** Det er denne verdien som inngår i sammenstillingen av marginale skadekostnader i 2025-rapporten. Den vektete gjennomsnittskostnaden ligger om lag på nivå med den tidligere TØI-beregningen, men er høyere enn estimatene Bane NOR benytter som grunnlag for kjøreveisavgiften. For analyser av konkrete banestrekninger anbefalte 2025-rapporten at relevante verdier for blant annet trafikksammensetning, aksellast og hastighet settes inn i den estimerte kostnadsfunksjonen fremfor å bruke landsgjennomsnittet.

5.2.1.2 Marginale skadekostnader knyttet til fornying

Marginale fornyingskostnader beskriver hvordan økt trafikk kan fremskynde tidspunktet for utskifting eller reinvestering i infrastrukturkomponenter. Prinsipielt kan en komponent antas å ha en planlagt levetid ved et gitt trafikknivå. Dersom trafikkb belastningen øker, kan levetiden reduseres og neste fornying måtte gjennomføres tidligere. Den marginale fornyingskostnaden er dermed knyttet til kostnaden ved at framtidige reinvesteringer fremskyndes.

Datagrunnlaget i Norge er imidlertid svakere for fornying enn for løpende vedlikehold. Svenske analyser har kunnet bygge på omfattende paneldata for enkeltkomponenter, med informasjon om levetid og tidspunkt og kostnad for fornying. Et tilsvarende datasett er ikke etablert for Norge. I arbeidet med 2025-rapporten ble det undersøkt om Bane NORs InfraStatus kunne benyttes til å estimere en direkte sammenheng mellom trafikkb belastning og levetid. I InfraStatus er imidlertid trafikkb belastningen inndelt i relativt brede kategorier. Dette ble såpass grovmasket at det ikke ga en tilstrekkelig kontinuerlig sammenheng mellom trafikkmengde og levetid til å beregne marginalkostnader.

Beregningene måtte derfor i hovedsak videreføre metoden fra 2019. Kostnadselastisiteter basert på svenske analyser ble overført til norske forhold, mens kostnadsgrunnlaget ble oppdatert med nye norske data. Bane NOR leverte fornyingskostnader og trafikkdata for perioden 2020–2024, aggregert til jernbaneregioner. For kostnader som ikke kunne knyttes direkte til den enkelte bane, ble fordelingen blant annet basert på sporkilometer. To organisatoriske omlegginger i Bane NOR i løpet av perioden innebærer samtidig at regnskapsdataene ikke er fullt konsistente over tid.

Den anbefalte beregningen vektet¹⁸ fornyingskostnadene med togkilometer, slik at mye trafikkerte deler av jernbanesystemet får større betydning for landsgjennomsnittet. Dette ga en marginal fornyingskostnad på 30,10 kroner per togkilometer i 2024-priser, tilsvarende **30,95 kroner per togkilometer i 2025-priser**.

Dette anslaget er betydelig lavere enn tilsvarende resultat i den tidligere studien; forskjellen utgjør om lag 15 kroner per togkilometer når tallene sammenlignes i samme prisnivå. Dette bør imidlertid ikke tolkes som dokumentasjon på at den underliggende marginale fornyingskostnaden faktisk har falt. Både de tidligere og de nye beregningene bygger på korte tidsserier, samtidig som de årlige fornyingsutgiftene varierer betydelig. Resultatene kan derfor være følsomme for hvilken tidsperiode som tilfeldigvis inngår i analysen. Forskjeller i hvordan kostnader er registrert, aggregert og fordelt mellom regioner kan også bidra. Her anbefalte rapporten videre arbeid med å etablere lengre og mer konsistente dataserier.

Usikkerheten for fornyingskostnadene vurderes derfor som vesentlig større enn for vedlikeholdskostnadene. Et særlig problem er samspillet mellom vedlikeholdsetterslep og fornying. Dersom vedlikehold utsettes, kan behovet for senere fornying øke eller fremskyndes. Da vil observerte fornyingsutgifter ikke nødvendigvis gjenspeile den slitasjen som trafikken i samme periode har forårsaket. 2025-rapporten anbefaler derfor videre metodeutvikling basert på norske data, blant annet ved å utnytte informasjonen i InfraStatus bedre og kontrollere eksplisitt for vedlikeholdsetterslep. På lengre sikt bør dette kunne gjøre det mulig å erstatte de svenske elastisitetene med en helnorsk modell for sammenhengen mellom trafikk, levetid og fornyingsbehov.

For 2026-oppdateringen videreføres metodikken, datagrunnlaget og beregningsresultatene fra 2025-rapporten. Oppdateringen består dermed av en realprisjustering av de anbefalte enhetskostnadene for henholdsvis vedlikehold og fornying. Det er samtidig viktig å videreføre forbeholdet om at særlig estimatet for marginale fornyingskostnader er beheftet med betydelig usikkerhet.

5.2.2 Realprisjusterte estimater for 2026

Som påpekt i forrige delkapittel vil vi i denne rapporten kun videreføre beregningsresultatene fra 2025 med prisjustering til 2026-nivå uten en ny empirisk analyse. Som i 2025 benyttes kostnadsindeksen for vegvedlikehold¹⁹. Denne indeksen hadde en liten nedgang i løpet av året 2025, og er dermed noe lavere enn estimatene oppgitt i TØI-rapport 2126/2025. Realprisjusterte estimater oppgis i tabell 5.2.

Tabell 5.2: Marginale infrastrukturslitasjekostnader for togtransport (NOK₂₀₂₆ per togkilometer) knyttet til både vedlikehold og fornying

Kategori	Marginal infrastrukturslitasjekostnad for togtransport
Marginal infrastrukturslitasjekostnad – vedlikehold	23,90
Marginal infrastrukturslitasjekostnad – fornying	30,86

¹⁸ Gjennomsnittlig marginal slitasjekostnad per togkilometer varierte mellom 14 kr/togkm til 54 kr/togkm mellom de ulike regionene

¹⁹ Statistisk Sentralbyrå, Statistikkbanken Tabell 08660: Kostnadsindeks for drift og vedlikehold av veger (4. kv. 2024=100), etter vegvedlikehold og år

5.3 Vurdering av grunnlag og metode for framtidige beregninger av marginale skadekostnader ved nedbrytning av veginfrastruktur

5.3.1 Innledning

I dette kapitlet gjøres en vurdering av grunnlag og metode for estimering av marginale skadekostnader ved trafikkindusert nedbrytning av veginfrastruktur. Formålet har vært å skissere hvordan framtidige beregninger kan gjennomføres med utgangspunkt i best mulig kvalitet på både datagrunnlag og metodikk. En mer detaljert beskrivelse av vurderingen og konklusjonene er gitt i Vedlegg A.

5.3.2 Bakgrunn

Det eksisterende grunnlaget for estimering av marginale skadekostnader ved trafikkindusert nedbrytning av veginfrastruktur ble utviklet av TØI i 2019 og er beskrevet i TØI-rapport 1704/2019. TØIs beregninger av skadekostnad ble bygget på resultater fra svenske studier utført av Nilsson mfl. (2020) ved VTI (Statens väg- og transportforskningsinstitut) og Trafikverket.²⁰

I 2021 gjennomførte SINTEF, med bistand fra ViaNova, en rimelighetsvurdering av TØIs metode ved å gjennomgå beregningene fra 2019 og vurdere bruken av estimatene.²¹ I TØI-rapport 1953/2023 ble flere av innspillene fra SINTEF og ViaNova fulgt opp, og det ble laget nye estimater for marginale skadekostnader for vegslitasje fra lastebiler.²² Dette ga et bedre utgangspunkt enn estimatene fra 2019, men forfatterne understreket at det fortsatt var rom for forbedringer.

5.3.3 Vurdering av beregnede marginale skadekostnader for norske forhold

Nilsson mfl. beregner marginale skadekostnader med to metoder som gir vesentlig forskjellige skadekostnader:

1. Detaljert analyse av vegseksjoner i det svenske vegnettet med data fra svensk vegdatabank og Trafikverkets PM-system (Pavement Management System) for vegdekkealder, vegdekketype, vedlikeholdskostnader og trafikk. Analysen muliggjorde estimering av skadekostnader slik de varierer over vegnettet for både lette og tunge kjøretøy.
Resulterende skadekostnad for tunge kjøretøy: 0,32 SEK/ESAL²³-km
2. Forenklet beregning av midlere nasjonale skadekostnader basert på nasjonale middelerverdier for vegdekkekostnad, vegbredde, vegdekkelevetid og trafikk.
Resulterende skadekostnad for tunge kjøretøy: 0,066 SEK/ESAL-km

På grunn av manglende tilgang på grunnlagsdata for en detaljert analyse, valgte de i TØI-rapport 1704/2019 å gjennomføre en beregning etter Nilssons forenklede metode (2). TØI tok utgangspunkt i norske inngangsdata og oppjusterte resultatet med en faktor fastsatt etter forholdet mellom resultatene fra Nilssons detaljerte beregning og forenklede beregning. Resultatet ble en ESAL-faktor på

²⁰ TØIs arbeid i 2019 var basert på en upublisert tidlig utgave av artikkelen.

²¹ Gjennomgang av slitasjekostnader for godstransport på veg og jernbane. SINTEF Rapport nr. 2021:00476

²² Eksterne kostnader fra godstransport på veg og til sjøs - Oppdaterte estimater av marginale skadekostnader i 2022-priser. TØI rapport 1953/2023

²³ ESAL står for Equivalent Standard Axle Load og er et mål på belastningen kjøretøyet påfører vegoverbygningen

($0,32/0,066=$) 4,8 for tunge kjøretøy. I beregningen fra 2023 ga det en skadekostnad på 0,63 NOK/ESAL-km i 2022-kroner.

Den detaljerte basisberegningen av skadekostnader hos Nilsson mfl. er basert på en rekke forutsetninger, forenklinger og valg som er situasjonsbestemte, gitt av rammebetingelsene for Nilssons utredning, og prinsipielt diskuterbare med tanke på metode for estimering av skadekostnader. Disse bør drøftes ut fra et prinsipielt og metodisk ståsted, både som en kritisk gjennomgang av Nilssons beregninger og som en del av grunnlaget for videre arbeid med estimering av skadekostnader. Dette gjelder forhold som:

- *Kostnadsdata*: Kun kostnader for utvalgte typer dekkevedlikeholdstiltak inkluderes, ikke kostnader for driftstiltak eller utbedringstiltak.
- *Vedlikeholdsetterslep*: Analysen drøfter ikke virkningen av et eventuelt vedlikeholdsetterslep.
- *Nedbrytende effekt av kjøretøy*: Analysen benytter en erfaringsbasert tommelfingerregel, som ikke lenger er i bruk i Sverige, for omregning av ÅDT for tunge kjøretøy til ESAL.
- *Vegdekkelevetid*: Analysen benytter reasfalteringsfrekvens for fastlegging av dekkelevetid. Reasfalteringsfrekvensen er i tillegg til vegtilstanden også styrt av vedlikeholdsbudsjettet.
- *Tidsperiode for datafangst*: Datagrunnlaget stammer fra en lang periode, 1960-tallet fram til 2012. Store endringer har skjedd innen vedlikehold, trafikk, organisering av vegsektoren og andre områder i den perioden.

Det kan stilles to spørsmål knyttet til beregningsprinsipp og beregningsmetode for TØIs beregning.

1. I hvilken grad gir forenklet beregningsmetode, basert på nasjonale gjennomsnitt (riksveg og fylkesveg samlet) for vegdekkekostnad, vegbredde, vegdekkelevetid og trafikk et riktig nivå for skadekostnaden?

Bruk av nasjonale gjennomsnitt kan skjule den store variasjonen som kjennetegner det norske vegnettet. I tillegg er systemet som analyseres preget av flere ikke-lineære sammenhenger. Dette er en av årsakene til at forenklete beregninger av skadekostnad med gjennomsnittlige inngangsparametere ikke gir samme resultat som ved detaljert beregning av skadekostnader for ulike størrelseskategorier av inngangsparametere.

Et annet aspekt dreier seg om hvor stor variasjonen i skadekostnader er når man ser på ulike deler av vegnettet. Nilsson mfl. finner i sin detaljerte analyse et variasjonsområde på mellom 0,14 og 1,14 rundt den nasjonale verdien på 0,32 SEK/ESAL-km. Når gjennomsnitt benyttes for inngangsparametere for riksveger og fylkesveger er de beregnede skadekostnadene på 0,18 for riksveger og 1,15 for fylkesveger, mot det nasjonale middelet på 0,63 NOK/ESAL-km (2022-kroner).

2. I hvilken grad kan svenske forhold brukes som utgangspunkt for å beregne marginale skadekostnader i Norge?

Det er ikke grunnlag for å anta at forholdet mellom detaljert og forenklet beregning av skadekostnad vil være det samme for Norge som for Sverige. Dette forholdet, beregnet for Sverige, kan derfor ikke nyttes for å beregne marginal skadekostnad for Norge ved oppjustering av skadekostnaden beregnet med forenklet metode. Denne påstanden bygger på en rekke forhold:

- Vegnormaler og standardkrav for vegbygging er ulike i Norge og Sverige, dette gjelder både byggespesifikasjoner og utførelseskrav.²⁴

²⁴ VegDim Vegoverbygging: Krav, byggemåter, materialer: Norge – Sverige, ViaNova, 2022-05-13

- Vegstandard på vegnettet og geometrisk utforming, for eksempel vegbredde, er ulik i Norge og Sverige.²⁵
- Standard for drift og vedlikehold av vegdekker er ulik i Norge og Sverige.²⁶
- Vedlikeholdspolicy for vegdekker er ulik i Norge og Sverige, med ulik bruk av vegdekketyper.
- Trafikkforholdene er ulike i Norge og Sverige, dette gjelder for eksempel regelverk for kjøretøyvekt og -dimensjoner samt piggdekkandeler.²⁷
- Klimaforholdene er ulike i Norge og Sverige.²⁸ Sverige har nordlige regioner med innlandsklima, mens de nordlige regionene i Norge i stor grad har kystklima. Videre har Sverige en stor region med mildt klima i sør.
- Konkurranse- og leverandørsituasjonen er til tider ulik i Norge og Sverige. I tillegg kan nasjonale prisnivåer være ulike.

I sum gir dette vesentlige forskjeller mellom Norge og Sverige knyttet til dekkelevetider, vedlikeholdskostnader, vegbredder og trafikk, både med hensyn til nivå og til variasjon over vegnettet. Dette innebærer en betydelig svekkelse av grunnlaget for å benytte det svenske forholdet mellom detaljert og forenklet beregning for å estimere norske skadekostnader ved oppjustering av skadekostnaden beregnet med forenklet metode.

5.3.4 Marginale skadekostnader av infrastrukturslitasje på vei: Konklusjon og anbefaling

De foreliggende estimatene for marginale slitajeskadekostnader estimert for norske forhold er med stor sannsynlighet ikke representative for reelle skadekostnader for transport på norske veger, hverken med hensyn til nivå, variasjon eller differensiering på kjøretøytyper. Det er hovedsakelig fordi det ikke foreligger differensiering av ulike parametere, hvor vegtilstand antas å være den viktigste. De nasjonale skadekostnadene per ESAL-km skjuler viktig variasjon.

Det er ikke gjennomført noen form for verifisering av nivået for de foreliggende skadekostnadene. Konsekvensen er at samfunnsøkonomiske analyser eller andre analyser, basert på de eksisterende sjablongverdiene for skadekostnader, kan gi feil grunnlag for vurderinger og beslutninger.

Det anbefales å gjøre en selvstendig estimering av skadekostnader for transport for norske forhold som ivaretar både nivå og variasjon for kostnadene og differensiering med relevante parametere. Dette utdypes både i neste delkapittel og i Vedlegg A.

Ikke alle forutsetninger for et vellykket resultat vil være til stede ved oppstart av et slikt arbeid. Analysegrunnlaget og estimeringsmetoden vil ha svakheter i en første versjon. Derfor bør ambisjonen for arbeidet være å **skape et metodisk rammeverk og et modellapparat for skadekostnader som kan videreutvikles og kompletteres** kontinuerlig etter hvert som kompetanseutvikling og metodeutvikling, samt datatilgjengelighet, tillater det.

Arbeidet må baseres på en presisering av formål, definisjon og anvendelsesområder for skadekostnader og marginale skadekostnader. Deretter må det gjennomføres en utredning for valg av tilnærming og

²⁵ VegDim Levetid for vegdekker Norge og Sverige, ViaNova 2023-12-19

²⁶ Norge: Håndbok R610 Standard for drift og vedlikehold av riksveger, Statens vegvesen. Sverige: Underhållsstandard belagd väg 2011, Trafikverket Publ. 2012:049

²⁷ VegDim Levetid for vegdekker Norge og Sverige, ViaNova 2023-12-19

²⁸ VegDim Levetid for vegdekker Norge og Sverige, ViaNova 2023-12-19

metode. Basert på dette kan arbeidet bygges opp med arbeidspakker for de enkelte komponentene som er nødvendige for estimering av skadekostnader.

Arbeidspakkene må omfatte arbeid innenfor to hovedområder:

Datagrunnlag: Det må tas fram mer komplett datagrunnlag for analysene. Dette omfatter i første rekke data for vegstandard (vegbredde, m.m.), vegtilstand (dekketilstand, drenstilstand, bæreevne, m.m.), infrastrukturtiltak (drift, vedlikehold, utbedring) med tilhørende kostnadsdata samt detaljerte trafikkdata for lette og tunge kjøretøy. Avhengig av analysens innretning og detaljeringsgrad kan det også bli behov for andre datatyper, eksempelvis klimadata.

Analysemodeller: Det må utvikles analysemodeller innen flere områder, som tilstandsmodeller, kostnadsmodeller for infrastrukturtiltak (drift, vedlikehold, utbedring) og trafikkmodeller og disse må settes sammen til beregningsmodeller for skadekostnader. Analysemodellene må tilpasses det ønskede detaljeringsnivået og differensieringen for skadekostnadene.

Videre bør det inkluderes en arbeidspakke som kan gjennomføre **verifisering av de beregnede skadekostnadene** ved å se på hvor godt modellene klarer å predikere faktiske vegholderkostnader. Sannsynligvis må det her inkluderes en metode for korrigering for utvikling i vedlikeholdsetterslep.

Estimering av skadekostnader for norske forhold innebærer et omfattende arbeid som må gjennomføres i samarbeid mellom flere fagmiljøer. Det er som minimum behov for kompetanse innen fagområder som samfunnsøkonomisk analyse og vegteknologi samt kunnskap om drift, vedlikehold og utbedring av veg, bru og tunnel. Kompetanse innenfor trafikk, meteorologi og klima, økonomi og regnskap samt statistikk er også viktig. Det brede kompetansebehovet som arbeidet innebærer, tilsier at organiseringen må inkludere flere institusjoner/organisasjoner, blant annet fra virksomheter som vegmyndigheter, forskningsinstitusjoner, og konsulentvirksomheter.

5.3.5 Veien videre: Forbedringsområder for estimer av marginale skadekostnader ved infrastrukturnedbrytning

5.3.5.1 Metode for estimering av marginale skadekostnader

Estimering av marginale skadekostnader kan gjøres på flere måter. En hovedinndeling kan være å skille mellom «top down»-metoder, som tar utgangspunkt i vegholders kostnader og relaterer disse til trafikkarbeid, og «bottom up»-metoder som baserer seg på vegenes tilstandsutvikling og de tilhørende vegholderkostnadene. Beregning av marginale skadekostnader utført med ulike metoder kan gi store variasjoner i estimatene. Dette skyldes prinsipielle forskjeller i metodene, samt at analysegrunnlaget (f.eks. vegnett) og datagrunnlaget er ulikt for de ulike undersøkelsene.

Noen aktuelle tilnærminger og metoder for å fastlegge kostnadene ved vegbruk eller estimering av skadekostnader, kan være:

- **Direkte tilnærming** innebærer bruk av systemer for vedlikehold av veg, primært Pavement Management System (PMS) i kombinasjon med systemer for dimensjonering av vegoverbygning.
- **Indirekte tilnærming** estimerer marginale kostnader definert som nåverdi av kostnader knyttet til ekstra kjøretøy som bruker vegen basert på prediksjon før endringen inntreffer.
- **Kostnadsallokering** fokuserer på vegkapital samt aggregering av variable og faste kostnader for vegarbeid.
- **Økonometriske teknikker** kan benyttes for estimering av marginale kostnader basert på utvikling av en kostnadsfunksjon som angir den samlede kostnad for bygging og ivaretagelse av vegen over levetiden.

En mulig variant av disse modellene er å ta utgangspunkt i noen representative vegstrekninger med fastlegging av kostnader og trafikk i stedet for et reelt vegnett, og på det grunnlaget etablere estimater for marginale skadekostnader.

Det er ikke mulig å komme med en entydig anbefaling av metode. **Valg av metode må baseres på en grundig utredning knyttet til definisjon, formål og anvendelsesområde for skadekostnadene.** Valget må også gjøres ut fra tilgjengelig datagrunnlag, tilgjengelig kompetanse for modellutvikling samt avsatte ressurser for arbeidet.

5.3.5.2 Nødvendige avklaringer

Som grunnlag for estimering av marginale skadekostnader ved infrastrukturedbrytning for norske forhold, må prinsipper, forutsetninger og datagrunnlag kompletteres, drøftes og avklares ut fra definisjon, formål og anvendelse for skadekostnadene. Dette omfatter blant annet forhold som:

- **Kostnader:** Hva skal inkluderes i kostnadskomponenten som inngår i estimeringen? Veg i dagen, bru og tunnel? Drifts-, vedlikeholds- og utbedringstiltak? Trafikantkostnader, for eksempel forsinkelseskostnader knyttet til vegarbeid?
- **Trafikk og trafikklast:** Fastlegging av ÅDT for lette og tunge kjøretøy, basert på lengdekategorisering av kjøretøy og WIM-registreringer (vektregistrering av kjøretøy i fart).
- **Nedbrytningsmekanismer for veg – ESAL e.a.:** Dominerende nedbrytningsmekanismer knyttet til ulike kjøretøy på veger med ulik styrke, som piggdekkslitasje på slitelag, deformasjon og utmatting av vegoverbygning, spesielle skadeutviklinger fra tunge kjøretøy, avhengigheter av aksellast, antall aksler og akselkonfigurasjoner, klima, m.m. Avklaringer knyttet til lette og tunge kjøretøyers relative innvirkning på dekkelevetid er et sentralt tema som må utredes.
- **Vegtilstand – konstruktivt og funksjonelt:** Trafikklastens nedbrytning av vegen er kritisk avhengig av vegens tilstand. Tilstanden må derfor gis en relevant og egnet beskrivelse gjennom veggeometri, vegens styrke og vedlikeholdstilstanden.
- **Dekkelevetid:** Definisjon og metode for fastlegging av dekkelevetid. Dekkelevetid har vesentlig betydning for tiltakskostnadene for vegen.
- **Vedlikeholdsetterslep:** Fastlegging og håndtering av eksisterende etterslep samt eventuell endring i etterslepet over tid.
- **Bru:** Bruer er spesielle stedfestede objekter på vegnettet som kan innebære absolutte brudd i framkommelighet dersom de må stenges. I hvilken grad og på hvilken måte kostnader knyttet til bruene skal inngå i skadekostnader for trafikk, må utredes spesielt.
- **Tunnel:** Håndtering av vegoverbygning og trafikk som adskiller seg noe fra veg i dagen, med bedre undergrunn, men med mer konsentrerte kjørespor for trafikken.

5.3.5.3 Datagrunnlag

Datagrunnlaget for analyse og estimering av marginale skadekostnader ved infrastrukturedbrytning må forbedres og kompletteres. I tillegg må tilgjengeligheten økes i forhold til dagens situasjon, som minimum for riks- og fylkesveger. Dette gjelder særlig følgende datatyper:

- **Vegtilstand:** Vegstandard (vegbredde), bæreevne, vedlikeholdstilstand/utvikling over tid (spor, jevnhet, dekkeskader og drenstilstand).
- **Infrastrukturtiltak:** Tiltakstype (drift, vedlikehold og utbedringer) med tilhørende utførelsestidspunkt og kostnader.
- **Kostnader:** Enhetspriser for infrastrukturtiltak i kostnadsbanker, historiske kostnadsdata fra regnskap og plansystemer.

- **Trafikk:** ÅDT for tunge kjøretøy, vektdata for tunge kjøretøy (totalvekt, aksellast, akselkonfigurasjon og dekk/hjultype), piggdekkandeler for lette og tunge kjøretøy, kjørefart for lette og tunge kjøretøy.

5.3.5.4 Avsluttende bemerkninger

Arbeid med estimering av marginale skadekostnader ved infrastrukturedbrytning for norske forhold vil sannsynligvis måtte foregå over en relativ lang tidsperiode.

I mellomperioden har man ikke annet valg enn å benytte de foreliggende sjablongverdier for skadekostnader. Ved alle analyser bør det gjøres spesielle vurderinger av hvorvidt usikkerheter knyttet til nivå, variasjon og differensiering av skadekostnadene medfører konsekvenser for den aktuelle analysen eller utredningen, og om alternativ metode skal benyttes.

Det bør umiddelbart settes i gang et arbeid for å verifisere nivået på de foreliggende skadekostnadene for norske forhold. Det inkluderer også å vurdere variasjon med relevante parametere (tiltakskostnader, dekkelevetid, vegbredde og trafikk) samt vurdere en foreløpig differensiering av marginale skadekostnader utfra av vegtilstand (spesielt vegbredde og vegens styrke), i tillegg til den foreliggende differensieringen for kjøretøytype (bruttovekt).

6 Køkostnader

Kø oppstår når trafikkmengden nærmer seg eller overstiger kapasiteten på en vei, slik at hastigheten reduseres og reisetiden øker. I TØI-rapport 1704/2019 tok beregningene av eksterne køkostnader utgangspunkt i forventet eller tilbakevendende kø som følger av trafikkmengden. Uventede forsinkelser som skyldes blant annet vegarbeid, værforhold eller trafikkuhell, ble ikke inkludert. Begrunnelsen er at slike hendelser i mindre grad kan knyttes til den enkelte trafikants beslutning om å benytte vegen, selv om slike hendelser gjerne får større konsekvenser i form av kø ved større trafikkvolumer (se f.eks. Halse mfl., 2024).

Køkostnader gir i hovedsak økt reisetid. En trafikanter som kjører inn på en belastet veg, bruker selv lengre tid på reisen, men bidrar samtidig til å øke reisetiden for andre trafikanter. Den reisendes eget tidstap er en privat kostnad, mens forsinkelsen som påføres andre, utgjør en ekstern kostnad. Den marginale eksterne køkostnaden er dermed den samlede ekstra tidskostnaden som ett ytterligere kjøretøy påfører de øvrige trafikantene.

Kapitlet er organisert som følger:

I **kapittel 6.1** forklarer vi leseren **hvordan beregningene av marginale eksterne køkostnader ble gjort i forbindelse med TØI-rapport 1704/2019**. Vi gjennomgår kort den analytiske modellen, datagrunnlaget og de anvendte køfunksjonene og resultatene fra 2019. Videre legger vi til et delkapittel som gir leseren innblikk i variasjonen i de marginale eksterne køkostnadene og gir et regneeksempel.

I **kapittel 6.2** presenterer vi de realprisjusterte estimatene for marginale eksterne køkostnader for 2026. I denne rapporten vil vi kun videreføre beregningsresultatene fra 2019 med realprisjustering til 2026-nivå uten en ny empirisk analyse.

6.1 Beregningsgrunnlag og estimater fra 2019

Ifølge Maibach et al. (2008) utgjør økt reisetid om lag 90 prosent av de samlede kostnadene som oppstår som følger av kø. I tillegg kan trengsel og kø medføre økte kjøretøy- og personalkostnader, for eksempel gjennom redusert komfort, økt drivstofforbruk og mindre forutsigbare reisetider.²⁹ I beregningene fra 2019 ble tidsverdiene justert for å fange opp at tid i moderat og sterk kø oppleves som mer belastende enn tid ved fri trafikkflyt, i henhold til den norske Verdsettingsstudien (Flügel et al., 2019). Kostnaden ved at reisetida blir mer usikker ble ikke inkludert, ettersom en ikke hadde køfunksjoner som fanger opp dette. Det kan også tenkes at denne kostnaden helt eller delvis fanges opp av tidsverdifaktorene for kø.

6.1.1 Analytisk modell

Våre analyser av marginale eksterne køkostnader, med tydelig skille mellom private kostnader og eksterne kostnader, bygger på det analytiske modellrammeverket fra Li (2002). Beregningene tar utgangspunkt i en representativ vegstrekning på én kilometer og undersøker hvordan reisetiden endres når trafikken øker med ett kjøretøy i et femminuttersintervall. Endringen tilsvarer dermed én ekstra kjøretøykilometer på den aktuelle strekningen. Den marginale eksterne kostnaden avhenger hovedsakelig av tre forhold:

²⁹ Effekten køkjøring har på økte drivstoffkostnader er ikke inkludert i våre beregninger. Dette forventes å være en relativt liten kostnadskomponent sammenlignet med de økte tidskostnadene.

- trafikkmengden på vegen
- hvor følsom reisetiden er for endringer i trafikkmengden
- trafikantenes tidsverdier

Sammenhengen mellom trafikkvolum, hastighet og reisetid beskrives ved hjelp av køfunksjoner. Når trafikken er liten i forhold til kapasiteten, vil et ekstra kjøretøy normalt ha liten eller ingen innvirkning på hastigheten. Når kapasitetsgrensen nærmer seg, kan selv en liten trafikkøkning gi en betydelig økning i reisetiden. Den marginale køkostnaden kan derfor variere kraftig mellom ulike tidspunkter og vegstrekninger.

Vi beregner kostnadene på kort sikt, ettersom vi antar at kapasiteten i vegnettet holdes konstant. I tillegg benytter vi kontinuerlige, «glatte» køfunksjoner, i beregningene. En stor fordel ved det, er at kostnadene derfor også kan tolkes som den omtrentlige besparelsen ved å fjerne ett kjøretøy fra trafikken. Ved mer sprangvise sammenhenger mellom trafikk og reisetid vil kostnaden ved en trafikkøkning ikke nødvendigvis være lik gevinsten ved en tilsvarende reduksjon.

Ettersom køkostnadene varierer mye mellom tid og sted, skiller beregningene mellom ulike veger og timer over døgnet. Skillet mellom veier avhenger av fartsgrense og antall kjørefelt. En gjennomsnittlig kostnad per kjøretøykilometer må følgelig forstås som et trafikk-vektet gjennomsnitt av situasjoner med svært forskjellige kostnader.

6.1.2 Datagrunnlag og køfunksjoner

Den empiriske analysen fra 2019 var basert på trafikkdata fra elleve tellepunkter på købelastede strekninger i Oslo, Bergensområdet, Stavanger og Trondheim. Beregningene tar utgangspunkt i data fra fire uker våren 2018, og inkluderer i overkant av 100 000 observasjoner av trafikkmengde og hastighet. Tellepunktene ble valgt for å fange opp variasjoner iblant annet fartsgrense, antall kjørefelt og vegkategorier.

Det ble vurdert flere alternative køfunksjoner:

1. En køfunksjon utviklet av SINTEF (Hjelkrem et al., 2017) i forbindelse med deres arbeid med ny fartsmodell for kjøretøy.
2. En egenutviklet køfunksjon som søkte å fange opp eventuelle køeffekter forårsaket av tungtrafikk, ettersom dette ikke fanges opp i SINTEFs modell
3. En modifisert BPR-funksjon³⁰ som tar hensyn til tungtrafikk, basert på Yun et al. (2005) og Mtoi og Moses (2014)
4. En modifisering av SINTEFs køfunksjon som inkorporerer tungtrafikk

De egenutviklede funksjonene (alternativ 2) viste gjennomgående mindre signifikante sammenhenger mellom trafikkøkning og redusert hastighet enn SINTEFs funksjoner (alternativ 1). Fordi SINTEFs modell var basert på et bredere datagrunnlag og differensiert etter vegtype og fartsgrense og ga mer generelle sammenhenger mellom trafikk og hastighet, ble denne anbefalt som hovedgrunnlag for kostnadsestimatene.

Samtidig ga ikke analysene et tilstrekkelig grunnlag for å fastsette separate køkostnader for lette og tunge kjøretøy. Erfaringsvis kan tunge kjøretøy redusere trafikkavviklingen, blant annet på grunn av at de tar opp større plass på veien, har lavere hastighet i motbakker, større avstand til forankjørende kjøretøy og fartsbegrensninger på veger med høy skiltet hastighet. Til tross for dette fant forfatterne ingen statistisk signifikante forskjeller i kødannelse mellom ulike tungtrafikkandeler. Derfor ble det ikke anbefalt å fordele køkostnadene mellom lette og tunge kjøretøy.

³⁰ Bureau of Public Roads Volume-Delay Function

6.1.3 Resultater og tolkning

Beregningene illustrerer at de marginale køkostnadene varierer betydelig over døgnet. Kostnadene er tilnærmet null om natten og på tidspunkter der trafikkmengden ligger klart under vegens kapasitet. De øker i morgen- og ettermiddagsrushet, når en ekstra bil påvirker reisetiden til mange andre trafikanter.

Med SINTEFs køfunksjoner kunne de marginale kostnadene på enkelte købelastede tofeltsveger komme opp mot fem kroner per kjøretøykilometer, målt i 2019-kroner. For firefeltsveger var de beregnede maksimumskostnadene normalt lavere, rundt to kroner per kjøretøykilometer. Den gjennomsnittlige køkostnaden, døgnet sett under ett, var om lag to kroner per kilometer for tofeltsvegene i datamaterialet, mens den var svært lav for de fleste firefeltsvegene. Forskjellen reflekterer først og fremst at veger med flere kjørefelt har større kapasitet.

For å beregne et mer representativt gjennomsnitt ble resultatene vektet etter mengden personbiltrafikk i tettsteder på de ulike vegtypene og fartsgrensene. Dette ga en gjennomsnittlig marginal ekstern køkostnad på om lag 1,48 kroner per kjøretøykilometer i 2019-priser. Gjennomsnittet varierte fra nær null om natten til rundt 3,65 kroner per kilometer i ettermiddagsrushet.

Tallene må *ikke* tolkes som en kostnad som er representativ for alle veger og tidspunkter. Beregningene viste stor kostnadsvariasjon mellom tid og sted, og en gjennomsnittssats skjuler denne variasjonen. Det illustrerer samtidig hvorfor kjøprising bør differensieres etter tidspunkt og sted: Den eksterne kostnaden oppstår hovedsakelig på vegstrekninger og tidspunkter der kapasiteten er presset.

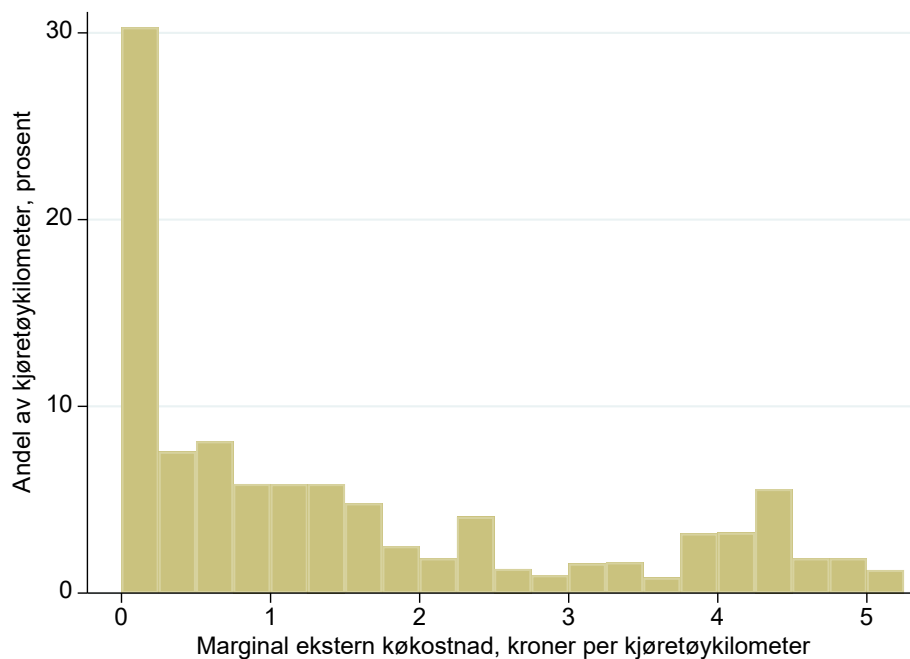
I rapporten for 2026 videreføres beregningsresultatene fra 2019 uten en ny empirisk analyse av trafikkforhold, kapasitet eller køfunksjoner. De rapporterte enhetskostnadene realprisjusteres til 2026-prisnivå. Justeringen oppdaterer den monetære verdien av de beregnede kostnadene, men innebærer ikke at det underliggende trafikkgrunnlaget eller sammenhengen mellom trafikkmengde og reisetid er oppdatert. Resultatene bør derfor fortsatt betraktes som representative, gjennomsnittlige anslag basert på veg- og trafikkforholdene som lå til grunn for analysen fra 2019.

6.1.4 Mer om variasjonen i eksterne køkostnader

Som påpekt over, er det stor variasjon i de marginale eksterne køkostnadene. Ulik trafikkbelastning på ulike deler av døgnet er en naturlig driver av køkostnadene, men denne effekten av trafikkbelastningen avhenger også av vegstrekningens kapasitet, altså antall felt, og fartsgrense.

Vi har beregnet omtrent 32 000 estimater på marginale eksterne køkostnader fra de elleve strekningene i datamaterialet. De gjennomsnittlige marginale eksterne køkostnadene som er estimert er basert på en fordeling som SSB har brukt på å anslå hvor mye kjøring som finner sted på ulike veityper (Holmgren and Fedoryshyn, 2015). De samme vektene har vi brukt til post-stratifisering (korrigering av skjevhetene i datasettet vårt) av de ca. 32 000 estimatene av eksterne køkostnader.

Basert på dette kan vi se følgende fordeling av marginale eksterne køkostnader basert på datamaterialet vårt:



Figur 6.1: Fordeling av estimerte fordeling av marginale eksterne køkostnader i det post-stratifiserte datasettet, NOK₂₀₁₉ per kjøretøykilometer

Vi ser at over køkostnadene knyttet til 30 prosent av kjøretøykilometerne i (det post-stratifiserte) datasettet er estimert til å være mellom 0 og 25 øre, og ca. 50 prosent er mellom 0 og 1 krone. Videre er det en lang hale ut til høyre med estimerte marginale eksterne køkostnader, hvor en ekstra kjøretøykilometer genererer mer og mer forsinkelse for flere og flere bilister. For eksempel ble den anbefalte verdien for marginale køkostnader i storbyer satt lik gjennomsnittsverdien i ettermiddagsrushet på 3,65 kr₂₀₁₉, et tall som er et godt stykke til høyre i fordelingen. Figuren illustrerer et viktig poeng: den vanligste marginale eksterne kostnaden av kø er mellom null og 1 krone, men kostnaden varierer mye mellom tid og sted.

For å gi leseren videre innsikt i beregningene av marginale eksterne køkostnader, gir vi et lite regneeksempel i den grønne tekstboksen:

Eksempelberegning: Hva skjer med marginale eksterne køkostnader ved en 10 prosent reduksjon i ettermiddagsrushet?

Vi tar utgangspunkt i den høyeste gjennomsnittsverdien som er observert i ettermiddagsrushet på 3,65 kr₂₀₁₉ i TØI-rapport 1704/2019. Denne gjennomsnittsverdien kan eksemplifiseres med en 2-feltsvei med fartsgrense på 60 km/t hvor det kjøres 102 kjøretøy i løpet av en 5-minuttersperiode. Basert på køfunksjonene anvendt i TØI-rapport 1704/2019 gir dette en gjennomsnittsfart på 45 km/t, altså vesentlige forsinkelser påføres alle bilister.

Sett at trafikkvolumet ble redusert med 10 prosent og antall kjøretøy per 5-minuttersintervall faller ned til 92. Med de anvendte køfunksjonene gir denne reduksjonen i trafikkvolumet en økning i gjennomsnittsfarten til 47 km/t, og de marginale kostnadene faller til 3,05 kr. I dette eksemplet gir 10 prosent reduksjon i trafikkvolum en reduksjon på 16 prosent i marginale kostnader.

Trafikkreduksjoner på omtrent 10 prosent var for øvrig det som var modellberegnet for Konsept 3 i *Konseptvalg for et nytt system for veibruksavgift og bompenger*, som sammen med bompengesystemet skulle tilnærme seg prising i tråd med marginale eksterne kostnader (Steinsland mfl., 2022). Eksempelberegningen i denne tekstboksen gir en pekepinn på hvordan marginale eksterne køkostnader henger sammen med redusert trafikkvolum. Det vil være viktig å hensynta i et samfunnsøkonomisk effektivt veiprissingsystem.

6.2 Oppdaterte estimater for 2026

Som påpekt i delkapittel 6.1.3 vil vi i denne rapporten kun videreføre beregningsresultatene fra 2019 med realprisjustering til 2026-nivå uten en ny empirisk analyse. Vi oppgir estimater for de tre tettsteds-kategoriene, og vi skiller mellom estimatene for døgnet sett under ett, og i rushtiden.³¹ For kjøring i spredtbygde strøk antas det såpass mye ledig veikapasitet at for alle praktiske formål er det fri-flyt-kjøring og ingen eksterne køkostnader.³² Dersom man i framtidige analyser ser på områder (også i byer) hvor analytikeren vet at det er mye ledig veikapasitet i forhold til trafikkvolum og man kan legge til grunn fri-flyt-kjøring, kan de marginale eksterne køkostnadene settes til null. Realprisjusterte estimater oppgis i tabell 6.1.

Tabell 6.1: Marginale eksterne køkostnader (NOK₂₀₂₆ per kjøretøykilometer) fordelt på ulike område- og tidspunktkategorier

Kategori område – tidspunkt	Marginal ekstern køkostnad
Køkostnad per km gjennomsnitt, Tettsted (>100 000 innb.)	2,08
Køkostnad per km gjennomsnitt, Tettsted (15 000–100 000 innb.)	0,30
Køkostnad per km gjennomsnitt, spredtbygde strøk	0,00
Køkostnad per km rushtid, Tettsted (>100 000 innb.)	5,13
Køkostnad per km rushtid, Tettsted (15 000–100 000 innb.)	0,74
Køkostnad per km rushtid, spredtbygde strøk	0,00

³¹ Estimeringsarbeidet er basert på data fra storbyområder. For kjøring i mellomstore tettsteder er estimatene skalert med den relative gjennomsnittlige befolkningsforskjellen mellom de to tettstedskategoriene, på samme måte som i TØI-rapport 1704/2019. Per 2026 kan områdetypen Tettsted med over 100 000 innbyggere tolkes som en by med 231 000 innbyggere, mens områdetypen Tettsted med mellom 15 000 og 100 000 innbyggere tolkes som en by med 34 000 innbyggere. Dette gir et forholdstall på 15 %.

³² På spesifikke analyser av kø på veier i spredtbygde strøk, f.eks. ved utfartsdager, vil det det være hensiktsmessig med egne analyser. For å kunne gjøre raske rimelighetsvurderinger, kunne man lagt til grunn estimatene for marginale eksterne køkostnader i mellomstore byer.

7 Akutte utslipp fra skip til vann

Akutte utslipp til vann er i denne rapporten avgrenset til uhellsutslipp av olje fra skip. Slike utslipp kan gi betydelige skader på naturmiljøet og økosystemtjenestene langs kysten. De samfunnsøkonomiske konsekvensene omfatter særlig tap av rekreasjonsverdier og ikke-bruksverdier, men også kostnader ved oljevernaksjoner, person- og materiellskader og økonomiske tap for hav- og kystbaserte næringer.

I motsetning til flere andre eksterne virkninger av transport, som luftforurensning og støy, oppstår akutte oljeutslipp sjelden. De marginale kostnadene kan derfor ikke beregnes ut fra en skade som oppstår ved hver enkelt skipskilometer, men må uttrykkes som en forventet kostnad. Denne beregnes ved å kombinere sannsynligheten for at en skipsulykke inntreffer, sannsynligheten for at ulykken fører til utslipp, og den samfunnsøkonomiske skadekostnaden dersom utslippet skjer.

Kapitlet er organisert som følger:

I **kapittel 7.1** forklarer vi leseren **hvordan beregningene av marginale eksterne kostnader knyttet til akutte utslipp fra skip til vann ble gjort i forbindelse med TØI-rapport 1704/2019**. Vi gjennomgår kort den analysemodell, datagrunnlaget og resultatene fra 2019.

I **kapittel 7.2** presenterer vi de realprisjusterte estimatene for marginale eksterne kostnader knyttet til akutte utslipp fra skip til vann for 2026. I denne rapporten vil vi kun videreføre beregningsresultatene fra 2019 med realprisjustering til 2026-nivå uten en ny empirisk analyse.

7.1 Beregningsgrunnlag og estimater fra 2019

Metoden som ble benyttet i 2019, bygger på DNV GLs analyse av ulykkes- og utslippsrisiko i norske farvann (DNV GL, 2014). Det skilles mellom fire ulykkestyper, nemlig grunnstøting, kollisjon, strukturfeil og brann eller eksplosjon. Ulykkesfrekvensene for godsskip er basert på Sjøfartsdirektoratets ulykkes-database for perioden 2004–2013 og uttrykkes per kilometer utseilt distanse. Hendelser ved eller nært land, som sammenstøt med kaikant, er ikke inkludert fordi de normalt ikke fører til omfattende miljøskader.

Dersom en ulykke inntreffer, skilles det mellom intet utslipp, et lite eller stort utslipp fra én tank og utslipp av hele oljebeholdningen om bord. Utslippspotensialet avhenger av skipstype og størrelse, og omfatter både drivstoff og eventuell oljelast. Opplysninger om tankkapasitet, antall tanker og drivstoffkapasitet ble hentet fra Kystverkets Havbase. Det ble lagt til grunn at bare tankskip fører oljelast, mens øvrige godsskip bare kan slippe ut bunkersolje. For tankskip ble gjennomsnittlig kapasitetsutnyttelse satt til 50 prosent, blant annet fordi skipene antas å gå i ballast på deler av den utseilte distansen. Drivstoff-tankene ble antatt å være 65 prosent fulle. Videre ble det forutsatt at 25 prosent av et realisert utslipp uskadeliggjøres gjennom oljevernberedskap, slik at 75 prosent av utslippsvolumet har skadepotensial.

Skadekostnaden avhenger ikke bare av utslippsvolumet, men også av oljetypen og miljørørbarheten i området som rammes. Det skilles mellom råolje, tungolje og destillater, som har ulikt skadepotensial. Med utgangspunkt i verdsettingsstudien til Lindhjem mfl. (2016) kategoriseres utslippene etter de fire skadegradene liten, middels, stor og svært stor miljøskade. Beregningene forutsetter at utslippet skjer i et område med høy miljørørbarhet (på en skala fra liten til svært høy miljørørbarhet). Enhetsprisene fra studien til Lindhjem mfl. (2016) målt i 2018-priser varierte fra om lag 307 millioner kroner for en hendelse med liten miljøskade til om lag 1,8 milliarder kroner for en svært stor miljøskade.

Den marginale kostnaden per skipskilometer beregnes ved å summere sannsynlighetsvektede skade-kostnader for alle kombinasjoner av ulykkestype, utslippsomfang og skadegrad. Resultatene varierer betydelig mellom skips- og størrelseskategorier. I 2018-priser lå kostnadene for godsskip fra om lag 7 kroner per kilometer for de minste stykkgodsskipene til om lag 107 kroner per kilometer for de største

oljetankerne. Tankskip og kjemikalie- og produkttankere har gjennomgående de høyeste kostnadene fordi et uhell kan omfatte både drivstoff og oljelast. For andre godsskip øker kostnadene i hovedsak med skipets drivstoffkapasitet.

7.2 Oppdaterte estimater for 2026

I oppdateringen for 2026 videreføres metodegrunnlaget og de underliggende forutsetningene fra 2019. Dette innebærer at ulykkesfrekvenser, utslippssannsynligheter, flåtekarakteristika, antatt oljevernvirking og miljøfølsomhet ikke er beregnet på nytt. Kostnadstallene er kun realprisjustert til rapportens prisnivå. Resultatene må derfor forstås som realprisjusterte anslag basert på risikobildet og datagrunnlaget som lå til grunn for beregningene i 2019.

Vi oppgir forventede marginale skadekostnader for åtte forskjellige skipstyper som er sentrale for beregninger i Nasjonal Godsmodell (Madslien mfl., 2015), i åtte forskjellige størrelseskategorier (etter dødvektstonn) i tabell 7.1.

Tabell 7.1: Marginale skadekostnader (i forventning) knyttet til akutte utslipp til vann per fartøykm, etter dødvekt

Skipstype	<1'	1'–5'	5'–15'	15'–25'	25'–35'	35'–45'	45'–55'	>55'
Breakbulk	9,9	23,4	47,2	61,9	61,9	64,0	64,0	64,0
Container Lo/Lo	N/A	23,4	49,5	64,0	64,0	80,6	80,6	83,2
Kjemi/Produkt tanker	44,8	69,4	84,5	92,4	105,6	107,4	107,4	111,7
LPG/LNG	23,4	47,2	49,5	61,9	64,0	64,0	64,0	80,6
Ro-Ro cargo	9,9	24,3	50,3	64,0	80,6	N/A	N/A	N/A
Ro-Ro vehicles	9,9	24,3	50,3	64,0	80,6	N/A	N/A	N/A
Tanker	53,3	68,4	111,2	128,7	130,9	142,5	142,5	150,7
Tørrbulk	25,3	47,2	49,5	50,3	61,9	61,9	64,0	64,0

8 Utslipp til jord og vann

Transport bidrar til forurensning av jord og vann gjennom utslipp av blant annet mikroplast, PAH-er (polysykliske aromatiske hydrokarboner), metaller som sink, kadmium, bly og kobber, nitrogenforbindelser og veisalt (Bratli m.fl., 2014; Ecoplan & INFRAS, 2024; Miljødirektoratet, 2024, Miljødirektoratet, 2025c, Statens vegvesen, 2024a; Statens vegvesen 2024b; Vogelsang m.fl., 2020). Eksosutslipp skjer til luft, men forurensningen kan senere avsettes på bakken og tilføres jord og vann, blant annet gjennom regn og overvann. Transport fører også til en rekke ikke-eksosrelaterte utslipp. Dekkslitasjepartikler dannes i kontaktflaten mellom dekket og veibanen og består av en blanding av materiale fra dekkets slitebane og selve veidekket (Vogelsang m.fl., 2020). Andre ikke-eksosutslipp omfatter blant annet partikler fra bremseslitasje og annen friksjon, som kobber fra slitasje på kontaktledningssystemer i jernbanen (Ecoplan & INFRAS, 2024).

En betydelig del av forurensningen avsettes på eller nær veien, og konsentrasjonen avtar med økende avstand fra veien (Vogelsang m.fl., 2020). Det er målt høye konsentrasjoner av bildekkpartikler i jord også langs veier med relativt lite trafikk (Miljødirektoratet, 2025c). Dette tyder på at partiklene kan akkumuleres over tid, og at også områder med lav trafikkbelastning kan være betydelig påvirket (Miljødirektoratet, 2025c). Partikler og andre forurensende stoffer kan transporteres videre med regn og overvann (NIVA, 2025). Om vinteren kan forurensning akkumuleres i snø og senere transporteres videre med smeltevannet (Miljødirektoratet, 2024). Utslippene kan påvirke økosystemer og organismer, og enkelte stoffer kan tas opp i organismer og føres videre i næringskjeden.

Utslipp til jord og vann har tidligere vært vurdert i arbeidet med marginale eksterne kostnader ved transport, men ble ikke inkludert på grunn av manglende estimerer for Norge (Thune-Larsen m.fl., 2014). **I dette kapittelet gjennomgår vi kunnskapsstatus for utvalgte utslipp fra transport til jord og vann.** Formålet er å vurdere om kunnskapsgrunnlaget er tilstrekkelig til å verdsette slike utslipp som marginale eksterne kostnader ved transport.

I **kapittel 8.1** gjennomgår vi kunnskapsgrunnlaget for **utslipp og miljøpåvirkning** for ulike typer utslipp fra transportvirksomhet som bidrar til forurensning av jord og vann.

I **kapittel 8.2** gjennomgår vi kunnskapsgrunnlaget for hvordan å verdsette denne miljøpåvirkningen og hvordan dette kan være relevant for norske forhold. Vi vurderer at det er et tilstrekkelig grunnlag for å behandle utslipp av mikroplast, metaller og PAH til jord og vann som en relevant miljøbelastning fra transport, men det er ikke tilstrekkelig til å verdsette skadevirkningene direkte. I **kapittel 8.3** kommer vi med noen anbefalinger for hvordan man kan gå fram for å få til en slik verdsetting.

8.1 Utslipp og miljøpåvirkning

8.1.1 Kildegrunnlag og avgrensninger

De senere årene er det publisert et stort antall vitenskapelige artikler om utslipp fra dekkslitasje som ved første øyekast framstår som svært relevante for denne rapporten. For å sikre et mest mulig robust kunnskapsgrunnlag har vi valgt en konservativ tilnærming til hvilke publiseringskanaler vi inkluderer. Vi har ikke benyttet artikler publisert i tidsskrifter som ikke er godkjent i Kanalregisteret til Direktoratet for høyere utdanning og kompetanse (nivå 0). For tematikk knyttet til dekkslitasje, gjelder dette blant annet *Sustainability*. Vi har i tillegg valgt å utelate artikler fra tidsskrifter der det er registrert bekymringsmeldinger i Kanalregisteret. Dette gjelder blant annet *Science of the Total Environment*, *Journal of Hazardous Materials*, *Journal of Environmental Management* og *Environmental Research*. Denne avgrensningen innebærer ikke at enkeltartikler publisert i disse tidsskriftene nødvendigvis er av lav vitenskapelig kvalitet, og den er heller ikke basert på en vurdering av kvaliteten på hver enkelt artikkel.

Vi har likevel valgt å utelate disse publikasjonene for å redusere risikoen for at kunnskapsgrunnlaget bygger på forskning av utilstrekkelig kvalitet. I stedet har vi valgt å i hovedsak bruke kunnskapsoppsummeringer fra Miljødirektoratet, FHI, Statens vegvesen og NIVA, samt det sveitsiske beregningsgrunnlaget for eksterne kostnader ved transport (Ecoplan & INFRAS, 2024).

8.1.2 Mikroplast

Dekkslitasje antas å være den største kilden til utslipp av mikroplast fra landbaserte kilder i Norge. Dekkslitasje og veistøv, inkludert avflassing av veimaling og asfalt, står samlet for rundt 40 prosent av de landbaserte utslippene av mikroplast, og utslippene er anslått til om lag 8 000 tonn per år (Miljødirektoratet, 2024; Miljødirektoratet, 2025c).

En sentral egenskap ved mikroplast er at partiklene brytes svært langsomt ned (Miljødirektoratet, 2024). De kan derfor bli værende i miljøet over lang tid, og er svært vanskelige å fjerne etter at de først er spredd. Vedvarende utslipp fører til gradvis akkumulering av mikroplast i jord, vann og sedimenter (NIVA, 2025). Dette innebærer at også relativt små årlige utslipp kan bidra til en økende miljøbelastning over tid (Miljødirektoratet, 2024; FHI, 2026).

Mikro- og nanoplast kan tas opp av organismer og inngå i næringskjeder. Mikroplast er blant annet påvist i en rekke akvatiske organismer, inkludert fisk (Miljødirektoratet, 2024). Mulige skadevirkninger kan være knyttet både til selve partiklene og til kjemiske stoffer som finnes i eller på partiklene. Plast kan inneholde en lang rekke kjemiske tilsetningsstoffer, samtidig som kjemiske forbindelser i miljøet kan feste seg til partiklenes overflate. Mikroplast kan dermed påvirke organismers eksponering for kjemiske stoffer. For partikler fra dekkslitasje er dette særlig relevant fordi dekk inneholder en kompleks blanding av polymerer, metaller og organiske kjemikalier (Miljødirektoratet, 2024; FHI, 2026). Det er også betydelig usikkerhet knyttet til hvilke skadevirkninger kjemikaliene i og på plastpartiklene kan ha. Mange av stoffene er utilstrekkelig undersøkt, og eksponering for komplekse kjemikalieblandinger gjør det vanskelig å fastslå årsakssammenhenger og samlet risiko (FHI, 2026).

Miljødirektoratets overvåking har vist høye konsentrasjoner av 6PPD-kinon og andre stoffer fra bildekk i områder nær høytrafikkerte veier, kunstgressbaner og anlegg for brukte dekk (Miljødirektoratet, 2023b). 6PPD tilsettes dekk for å øke holdbarheten og kan omdannes til 6PPD-kinon, som kan være skadelig for vannlevende organismer. Stoffet er blant annet knyttet til massedød hos enkelte arter av stillehavslaks i USA, mens atlantisk laks og ørret ser ut til å være mindre følsomme (Miljødirektoratet, 2023b). Det er fortsatt usikkert hvor mye av stoffene som lekker ut fra gummipartikler til miljøet, og hvor store miljøeffektene er for ulike arter (Miljødirektoratet, 2023b). Funnene indikerer likevel at stoffer fra bildekk kan utgjøre en risiko for vannmiljøet, og Miljødirektoratet peker på behov for videre undersøkelser (Miljødirektoratet, 2023b).

Det er også et spørsmål om mikroplast-partiklene i seg selv kan gi biologiske effekter uavhengig av kjemikaliene de inneholder. En mulig mekanisme er betennelsesreaksjoner som oppstår når immunsystemet reagerer på fremmede partikler i vev og organer. For dyr kan inntak av plast i tillegg gi fysiske virkninger, blant annet gjennom påvirkning på fordøyelsessystemet og næringsopptaket. Laboratoriestudier har vist effekter på blant annet vekst, utvikling og reproduksjon hos enkelte arter, men resultatene varierer betydelig med art, partikkeltype og eksponeringsnivå (Miljødirektoratet, 2024; FHI, 2026).

Det er betydelige kunnskapshull. For mennesker er det fortsatt uklart om eksponeringen for mikro- og nanoplast på dagens nivåer medfører helseskade. Det mangler også standardiserte og pålitelige metoder for å måle eksponering, særlig for de minste partiklene. Dette gjør det vanskelig å gjennomføre robuste risikovurderinger og å fastsette nivåer som kan anses som trygge (FHI, 2026). Laboratoriestudier gir økende dokumentasjon på at mikro- og nanoplast kan påvirke celler og biologiske prosesser, men det er usikkert i hvilken grad resultatene kan overføres til de eksponeringsnivåene mennesker og økosystemer faktisk utsettes for (FHI, 2026).

På bakgrunn av persistensen og usikkerheten om langsiktige effekter anbefaler FHI (2026) tiltak for å redusere utslipp og eksponering for plastpartikler og helse- og miljøfarlige kjemikalier. FHI (2026) peker også på behovet for å utvikle tryggere og mer bærekraftige materialer.

8.1.3 PAH

PAH (polysykliske aromatiske hydrokarboner) er en gruppe organiske forbindelser som blant annet dannes ved ufullstendig forbrenning av drivstoff. I veitrafikken kan PAH stamme fra eksos, men PAH finnes også i bildekk, asfalt og oljeprodukter og kan frigjøres ved dekkslitasje. PAH i veistøv og overvann kan derfor ikke tilskrives én enkelt kilde, men inngår i en blanding av forurensning fra blant annet eksos, dekk, veidekke, oljeprodukter og oppvirvlet støv (Miljødirektoratet, 2025a).

Veitrafikk er én av flere kilder til utslipp av PAH, sammen med blant annet industri og vedfyring. Flere PAH-forbindelser står på norske myndigheters prioritetsliste over miljøgifter som skal fases ut. Enkelte av stoffene er giftige, kan skade arvestoffet og er kreftfremkallende (Miljødirektoratet, 2025a). PAH kan bindes til partikler og organisk materiale og transporteres fra vei til jord og vann gjennom avrenning og avsetning fra luft. Stoffene kan også akkumuleres i jord og sedimenter og dermed bidra til langvarig miljøbelastning.

Vi har ikke funnet oppdaterte nasjonale anslag for utslipp av PAH fra veitrafikk til jord og vann i Norge. Statens vegvesen (2004) beregnet utslippsfaktorer for PAH fra vei, mens Vogelsang mfl. (2020) sammenstiller data om PAH-innhold i dekk, dekkslitasjepartikler og veistøv. Disse kildene gir ikke et oppdatert nasjonalt anslag for dagens utslipp til jord og vann. Et samlet utslippstall gir dessuten begrenset informasjon om miljøskaden fra PAH. Risikoen avhenger blant annet av hvilke PAH-forbindelser som utslippet består av, lokale konsentrasjoner, resipientens sårbarhet og akkumulering i jord og sedimenter.

8.1.4 Metaller

Veitrafikk bidrar til utslipp av en rekke metaller og sporelementer gjennom slitasje på dekk, bremses, veidekke og andre kjøretøykomponenter. Sink er et viktig stoff i bildekk, mens kobber blant annet kan frigjøres ved bremseslitasje. Miljødirektoratet peker på bly, kobber og sink, og til dels nikkel og krom, som viktige bidragsyttere til metallforurensning i overvann fra vei. Også blant annet antimon og molybden, wolfram fra piggdekk og palladium og platina fra katalysatorer er knyttet til veitrafikk (Miljødirektoratet, 2025c).

Metaller brytes ikke ned i miljøet på samme måte som mange organiske forbindelser og kan derfor akkumuleres i jord og sedimenter over tid. Ved tilstrekkelig høye konsentrasjoner kan enkelte metaller være giftige for planter og dyr og påvirke biologiske prosesser. Miljøeffekten avhenger imidlertid ikke bare av den totale mengden metall, men også av blant annet kjemisk form, konsentrasjon, jord- og vannkjemi og hvilke organismer som eksponeres. Det finnes enkelte anslag for metallutslipp gjennom overvann i Norge, men datagrunnlaget gjør det vanskelig å isolere bidraget fra trafikken (Miljødirektoratet, 2025c).

Jernbanetransport kan også bidra til metallforurensning. Kobber kan blant annet frigjøres gjennom slitasje på kontaktledningssystemet og avsettes langs jernbanen. De sveitsiske beregningene av jordforurensning viser at for veitrafikk er det utslipp av sink som utløser behovet for tiltak (se kapittel 8.2.1), mens kobber er utløsende for jernbane (Ecoplan & INFRAS, 2024).

8.1.5 Nitrogenforbindelser

Utslipp av nitrogenoksider (NO_x) til luft fra veitrafikk kan føre til at nitrogen senere avsettes på jord og i vann (Bratli m.fl., 2014). Dette kan bidra til eutrofiering og forsuring og dermed til tap av biologisk mangfold. Eutrofiering innebærer at et økosystem tilføres mer næringsstoffer enn det tåler. I vann kan økt næringstilførsel føre til økt alge- og plantevekst, mindre lys og oksygenmangel, og dermed dårligere leveforhold for fisk og andre organismer. På land kan for mye nitrogen endre plantesammensetningen

og favorisere enkelte arter på bekostning av andre. Det er vanskelig å kvantifisere omfanget av nitrogenforbindelser fra transport som avsettes i jord og vann. Hvor stor påvirkningen er, avhenger blant annet av vegetasjonstype, avstand til veien og trafikkmengde (Bratli m.fl., 2014). Bratli m.fl. (2014) vurderte det som sannsynlig at den samlede nitrogenavsetningen langs enkelte veier kan overstige tålegrensene for flere naturtyper. Samtidig har utslippene av NO_x fra veitrafikken gått ned (se Figur 2.4), til tross for økt trafikk, som følge av strengere utslippskrav til kjøretøy og elektrifisering av kjøretøyparken (Miljødirektoratet, 2025b). Det er derfor behov for en oppdatert kunnskapsstatus for å vurdere om nitrogenforurensning i jord og vann bør inkluderes i marginale eksterne kostnader.

8.1.6 Veisalt

Veisalt gir betydelig miljøbelastning for innsjøer langs veier (Statens vegvesen, 2024a). I vintersesongen 2023-2024 ble det brukt 109 600 tonn veisalt på 10 500 km med riksveier (Statens vegvesen, 2024a), som tilsvarer 10 tonn per kilometer riksvei. I en undersøkelse av veinære innsjøer i 2023, fant Statens vegvesen av 10 av 37 innsjøer langs hovedveier på Østlandet var sterkt forurenset av veisalt (Statens vegvesen, 2024b). Skader av veisalt er imidlertid ikke en marginal skadekostnad fra hver enkelt kjøretøy-kilometer, men en beslutning som offentlige veimyndigheter tar for å optimalisere kjøreforholdene for de bilene myndighetene antar er på veiene. Vi foreslår ikke å inkludere skader fra veisalt i marginal ekstern kostnad, men dette er et tema det er verdt å forfølge, blant annet i samfunnsøkonomiske analyser av nye veiutbygginger og vintervedlikehold.

8.2 Økonomisk verdsetting

Kunnskapen om skadevirkningene av utslipp til jord og vann er økende, men fortsatt ufullstendig, og det er betydelig usikkerhet knyttet til blant annet eksponering og langsiktige konsekvenser. Samtidig innebærer persistente forurensninger, som tungmetaller, PAH og mikroplast, en utfordring når det gjelder verdsetting av skade. Dersom verdsettingen først skjer når alle skadevirkningene er tilstrekkelig godt dokumentert, kan forurensningen allerede ha akkumulert i miljøet og påført skader som er vanskelige eller kostbare å reversere. Når det ikke er mulig å beregne skadekostnadene på en tilstrekkelig robust måte, kan derfor alternative tilnærminger, som reparasjonskostnadsmetoden (se kapittel 8.2.1) eller skyggeprismetoden, være relevante.

8.2.1 Sveits: Reparasjonskostnader ved jordforurensning

I den sveitsiske utredningen om eksterne kostnader ved transport verdsettes jordforurensning fra tungmetaller og PAH ved hjelp av reparasjonskostnadsmetoden (Ecoplan & INFRAS, 2024). Utslipp til vann inngår ikke i verdsettingen, og mikroplast er ikke omtalt. Metoden brukes som et alternativ til å beregne faktiske skadekostnader, fordi kunnskapsgrunnlaget om sammenhengen mellom utslipp og miljøskade er utilstrekkelig. Kostnadene ved å tilbakeføre forurenset jord til en tilfredsstillende tilstand brukes derfor som en tilnærming til verdien av skaden (Ecoplan & INFRAS, 2024).

Beregningen omfatter forurensning langs vei og jernbane fra sink, kadmium, bly, kobber og PAH. Effekter av blant annet veisalt og nitrogenforurensning inngår ikke. For veitrafikk beregnes utslippene ut fra kjøretøykilometer og utslippsfaktorer. Utslippsmengdene sammenholdes med grenseverdier for stoffene i jord for å beregne hvor stort jordvolum som i prinsippet kan forurennes opp til den aktuelle grenseverdien. Dette volumet multipliseres med kostnader til blant annet utgraving, erstatning av jord og deponering.

Beregningen er ikke et anslag på hvor mye jord som faktisk saneres. Ecoplan & INFRAS (2024) benytter en lavere vurderingsverdi enn terskelen som normalt utløser sanering. Begrunnelsen er at formålet er å verdsette miljøskaden, ikke faktiske saneringsutgifter. Jordas fruktbarhet kan være redusert, og det kan oppstå risiko for planter, dyr og mennesker, også ved lavere forurensningsnivåer.

Kostnadene for de enkelte stoffene summeres ikke, fordi stoffene i stor grad antas å belaste de samme arealene. I stedet tar en utgangspunkt i det stoffet som når mengden som utløser sanering først. For veitrafikk er sink utløsende, og kostnadsanslaget bestemmes dermed i praksis av sinkutslippene. Disse stammer hovedsakelig fra slitasje på dekk og bremses. De øvrige stoffene kan fortsatt være miljømessig relevante selv om de ikke bestemmer størrelsen på det monetære anslaget. For jernbane er kobber utløsende, hovedsakelig som følge av slitasje på kontaktledningssystemet (Ecoplan & INFRAS, 2024).

Rapporten legger til grunn en lineær sammenheng mellom transportomfang, utslipp og jordskader. De beregnede gjennomsnittskostnadene per kjøretøykilometer kan derfor også tolkes som marginalkostnader. For personbiler er kostnaden beregnet til 0,001 CHF per kjøretøykilometer i 2021, mens den for lastebiler er 0,024 CHF, se tabell 8.1.

Tabell 8.1: Jordreparasjonskostnad i Sveits. Gjennomsnittlig valutakurs for CHF til NOK i 2021 er 100 CHF = 940,55 NOK.³³

	Personbil (kjøretøykm)	Lastebil (kjøretøykm)	Jernbane (togkm)
Jordreparasjonskostnad (CHF, 2021-nivå)	0,001	0,024	0,152
Jordreparasjonskostnad (NOK, 2021-nivå)	0,009	0,226	1,430
Jordreparasjonskostnad (NOK, 2026-nivå)	0,012	0,276	1,750

8.2.2 Relevans for norske forhold

Kostnaden per kjøretøykilometer i Sveits er relativt lav for personbiler, mens den er mer betydelig for lastebiler. Hvorvidt kostnadene er i samme størrelsesorden under norske forhold, kan ikke vurderes uten beregninger basert på norske utslippsfaktorer og kostnadsforhold. Utslippsfaktorer, kostnader ved massehåndtering og deponering og faktiske spredningsforhold kan avvike mellom Sveits og Norge. En direkte overføring av de sveitsiske kostnadssatsene til norske forhold er derfor ikke tilrådelig. De sveitsiske beregningene dokumenterer likevel at jordforurensning fra slitasjerelaterte utslipp kan medføre eksterne kostnader. Beregningene omfatter imidlertid verken utslipp til vann eller mikroplast.

8.2.3 Kostnader ved tiltak for å redusere forurensning fra vei i Norge

Et norsk eksempel på kostnader ved tiltak for å begrense utslipp til jord og vann fra vei er drift, tømning og vedlikehold av sandfang eller lignende innretninger som samler opp partikler fra overvann fra veier. Miljødirektoratet (2025c) har foreslått krav til slike innretninger langs veier i tettsteder. Formålet er å redusere utslipp av partikkelbundet forurensning, som mikroplast, metaller og organiske miljøgifter, til avløpssystemer og resipienter. Dette vil ikke fjerne all forurensning, men kan redusere spredningen.

Kostnadene ved slike tiltak kan gi informasjon om hva det koster å forebygge eller begrense spredning av trafikkrelatert forurensning. Det foreligger imidlertid ikke tilstrekkelig kunnskap om hvor store utslippsreduksjoner tiltakene gir, eller hvordan kostnadene kan fordeles på ulike forurensningsstoffer og kjøretøykilometer. Kostnadene ved å begrense spredningen av trafikkrelatert forurensning til jord og vann kan være betydelige Miljødirektoratet (2025c). Slike kostnadsanslag kan være relevante som grunnlag for alternative verdsettingsmetoder, for eksempel skyggeprismetoden, når direkte skadekostnader er vanskelige å beregne.

³³ <https://www.norges-bank.no/tema/Statistikk/Valutakurser/?tab=currency&id=CHF&frequencyTab=3>

8.2.4 Differensiering mellom kjøretøy

Flere aktører har pekt på at elbiler kan ha høyere dekkslitasje enn biler med forbrenningsmotor, blant annet i intervjuer i Teknisk Ukeblad (Kvamme, 2021). Forskjellen ser imidlertid ikke ut til å skyldes at drivlinjen er elektrisk alene, men blant annet kjøretøyets vekt, høyt dreiemoment, kjørestil og dekktype (Kvamme, 2021; Vogelsang m.fl., 2020). Det kan derfor være stor variasjon i dekkslitasjen mellom biler med samme drivlinje (Kvamme, 2021).

Det framstår derfor som mer hensiktsmessig å differensiere etter kjøretøyets vekt enn etter drivlinje. Vekt inngår allerede som en komponent i engangsavgiften. En mulig tilnærming ved beregning av marginale eksterne kostnader kan være å differensiere mellom kjøretøy i ulike vektclasser. Noen faktorer vil i praksis være vanskelige å ta hensyn til i gjennomsnittsberegninger av marginale eksterne kostnader fra veitransport. Det kan også være grunnlag for å innføre en miljøavgift på bildekk, differensiert etter dekktype, men en nærmere vurdering av dette ligger utenfor rapportens tematikk og vil kreve videre utredning.

Lastebiler har vesentlig høyere vekt og større dekk enn personbiler, og utslippene fra dekk- og bremse- slitasje vil derfor kunne være betydelig høyere per kjøretøykilometer. Det er derfor grunn til å skille mellom personbiler og lastebiler. Dette gjenspeiles også i de sveitsiske beregningene, der den beregnede kostnaden ved jordforurensning er vesentlig høyere for lastebiler enn for personbiler. Hvor stor forskjellen er under norske forhold, kan imidlertid ikke fastslås uten beregninger basert på norske utslippsfaktorer og kostnadsforhold.

8.3 Anbefaling

Kunnskapsoppsummeringen i kapittel 8.1 gir etter vår vurdering et tilstrekkelig grunnlag for å behandle utslipp av mikroplast, metaller og PAH til jord og vann som en relevant miljøbelastning fra transport. Kunnskapsgrunnlaget er imidlertid ikke tilstrekkelig til å verdsette skadevirkningene direkte. Det bør derfor utredes om andre verdsettingsmetoder, som skyggeprismetoden eller reparasjonskostnads- metoden, kan benyttes til å anslå kostnadene. På sikt anbefaler vi at marginale eksterne kostnadene knyttet til utslipp til jord og vann verdsettes og inkluderes i beregningene av transportens marginale eksterne kostnader.

Vi anbefaler følgende:

- **Utslipp av mikroplast, metaller og PAH til jord og vann bør inngå som en komponent i marginale eksterne kostnader ved transport.** Før det kan fastsettes kalkulasjonspriser tilpasset norske forhold, må kostnadene knyttet til dem utredes nærmere. Med dagens kunnskapsgrunnlag er det trolig vanskelig å beregne marginale skadekostnader. Reparasjonskostnader eller skyggepriser kan derfor være mer aktuelle tilnærminger til økonomisk verdsetting.
- **Kunnskapsgrunnlaget og beregningsforutsetningene bør oppdateres jevnlig.** Utslippene kan endres som følge av blant annet ny teknologi og regulering. EUs Euro 7-forordning innfører for eksempel grenseverdier for dekkslitasje som fases inn for ulike dekk-klasser fra 2028 (Regulation (EU) 2024/1257, 2024). Kravene inngår i typegodkjenningen av dekk og skal bidra til å redusere utslipp av partikler og mikroplast fra dekkslitasje.
- **Vi anbefaler ikke å differensiere kostnadene etter drivlinje med dagens kunnskapsgrunnlag.** Et skille mellom lette og tunge kjøretøy vurderes derimot som relevant.
- **Kunnskapsgrunnlaget bør oppdateres før det vurderes om nitrogenforurensning i jord og vann skal inngå i beregningen av marginale eksterne kostnader.**
- **Skader fra veisalt foreslås ikke inkludert i marginale eksterne kostnader.** Miljøvirkningene av veisalt er likevel relevante å utrede videre, blant annet med tanke på samfunnsøkonomiske analyser av nye veiutbygginger og vintervedlikehold.

- **Det kan være relevant å utrede en miljøavgift på dekk som differensieres etter dekkenes utslippsegenskaper,** hvis det finnes grunnlag for en slik differensiering.
- **Eksponering for mikroplast fra dekkslitasje via luft bør vurderes nærmere.** Dekkslitasjepartikler kan forekomme i luft og bidra til eksponering gjennom inhalasjon (FHI, 2026). Dette kan være relevant for luftforurensningskomponenten i beregningen av marginale eksterne kostnader. Ved en eventuell verdsetting må det samtidig sikres at de samme utslippene ikke telles og verdsettes både som luftforurensning og som utslipp til jord og vann.

9 Konklusjon og diskusjon

I dette kapitlet konkluderes rapporten og det tas en overordnet diskusjon over de samlede resultatene og deres implikasjoner. **Oppsummeringstabeller for samlede estimater for marginale eksterne kostnader er plassert i sammendraget.** Framskrivninger for hvordan disse estimatene kan utvikle seg over tid for vegtransportsektoren er gitt i Vedlegg C.

9.1 Konklusjon

Denne rapporten dokumenterer og presenterer oppdaterte estimater anno 2026 for marginale skadekostnader for vegtransport, jernbanetransport, sjøtransport og lufttransport. Både person- og gods-transport er inkludert.

Dette er den første brede gjennomgangen av eksterne kostnader på tvers av transportformene siden TØI-rapport 1704/2019 (Rødseth m.fl., 2019). I mellomtiden har det vært oppdateringer av kunnskapsgrunnlaget for jernbane og for godstransport på veg og til sjøs. Vi gjennomgår skadekostnader knyttet til CO₂-utslipp, lokal luftforurensing, støy, ulykkesrisiko, infrastrukturedybrytning, og akutte utslipp til vann på lik linje med TØI-rapport 1704. Rapporten viderefører i hovedsak strukturen og beregningsopplegget fra TØI-rapport 1704/2019, men innarbeider nyere rapporter, oppdaterte data og enkelte målrettede metodeforbedringer. Eksisterende estimater harmoniseres til et felles pris- og verdiår, slik at resultatene kan sammenlignes på tvers av transportformer og kostnadskomponenter.

Et hovedresultat på tvers av transportformene er at det i liten grad finnes én representativ marginal skadekostnad som kan knyttes til en kjøretøy-, tog-, fartøy- eller flykilometer uavhengig av kontekst. Kostnadene varierer med egenskaper ved transportmidlet, men også betydelig med hvor og når transporten foregår. Dette gjelder særlig lokal luftforurensning, støy og kø. Befolkningseksposering gjør at utslipp og støy gjennomgående medfører høyere skadekostnader i tettbygde områder, mens køkostnader kan øke kraftig når trafikken nærmer seg kapasitetsgrensen. For jernbanestøy har tidspunktet på døgnet stor betydning. Resultatene indikerer derfor betydningen av å bruke mest mulig situasjons-spesifikke estimater når informasjon om område, tidspunkt og transportmiddel er tilgjengelig.

For **vegtransport** er kunnskapsgrunnlaget oppdatert på flere sentrale områder. Beregningene av lokal luftforurensning tar hensyn til endringer i kjøretøyparken og nyere kunnskap om utslipp fra både eksos, bremses, dekk og vegstøv. Samtidig er verdsettingen av helseeffekter oppdatert av Folkehelseinstituttet. Sammenlignet med 2019 trekker en nyere og renere kjøretøypark ned eksosutslippene, mens beregnede utslipp fra enkelte ikke-eksosrelaterte kilder er høyere. Den oppdaterte verdsettingen per utslippsenhet trekker imidlertid de beregnede skadekostnadene ned. Ulykkesberegningene bygger på et bredere datagrunnlag og nye anslag for underrapportering, mens beregningene av støy nå inkluderer flere helseutfall. For infrastrukturslitasje og kø har hovedestimatene i større grad blitt videreført fra tidligere beregninger.

For **personbiler** er forskjellene mellom områdetyper i mange situasjoner større enn forskjellene mellom drivlinjer. I storby og særlig i rushtiden kan kø utgjøre en stor del av marginalkostnaden også for null-utslippsbiler. Dette illustrerer at elektrifisering er viktig for å redusere enkelte eksternaliteter, men ikke løser alle eksterne kostnader knyttet til vegtransport.

Viser samme mønster i skadekostnadsestimatene for **tunge godsbiler**. Her ser vi også at skadekostnadene per kjøretøykilometer ikke nødvendigvis entydig med kjøretøyets vekt for alle kostnadskomponenter. Sammensetningen av Euro-klasser påvirker lokale utslipp, mens antall akslinger har betydning for infrastrukturslitasjen.

For **jernbanetransport** bygger resultatene i hovedsak på det oppdaterte kunnskapsgrunnlaget fra TØI-rapport 2126/2025. Beregningene viser at kostnadsbildet varierer betydelig mellom elektriske og

dieseldrevne tog, mellom områdekategorier og særlig mellom ulike tider på døgnet. For både elektriske tog og dieseltog utgjør infrastrukturslitasje en stor del av de beregnede marginalkostnadene i mange situasjoner. For dieseltog kan i tillegg lokal luftforurensning være betydelig i tett befolkede områder. Støykostnadene varierer særlig mye for godstog og kan bli høye ved kjøring om natten i tettbygde områder.

For **sjøtransport** er beregningene differensiert etter blant annet skipstype, størrelse og områdetype. Lokal luftforurensning kan utgjøre en vesentlig del av skadekostnadene når utslippene skjer nær tett befolkede områder, mens kostnadene er betydelig lavere når de er langt fra tettsteder. Ulykkesberegningene er oppdatert med et bredere datagrunnlag, men vurderes som særlig usikre. Kostnadene ved akutte utslipp til vann er i hovedsak videreført fra 2019 og oppdatert til dagens prisnivå.

For **lufttransport** er beregningene av utslipp til luft oppdatert og tydeligere differensiert mellom ulike flytyper og mellom LTO-fasen, som omfatter landing og avgang, og CCD-fasen, som omfatter stigning, marsjart og nedstigning. Dette gir et mer detaljert bilde av hvordan skadekostnadene oppstår gjennom en flygning. Beregningene viser også betydelige forskjeller mellom turbopropfly og jetfly. For jetfly inngår i tillegg til CO₂ også øvrige klimaeffekter (som kondensstriper (såkalte contrails) og etterfølgende cirruskyer) i beregningene for CCD-fasen. Støyberegningene bygger i større grad på tidligere eksponeringsdata.

En ny problemstilling i rapporten er **utslipp fra transport til jord og vann**, med særlig oppmerksomhet på mikroplast fra vegtrafikk. Litteraturgjennomgangen viser at slike utslipp representerer en miljøbelastning, men kunnskapsgrunnlaget om sammenhengen mellom utslippsmengder, spredning, skadevirkninger og økonomisk verdsetting er foreløpig ikke tilstrekkelig til å etablere robuste estimater på marginale skadekostnader. Dette er derfor ikke inkludert i de sammenstilte hovedestimatene.

Rapportens resultater bør tolkes i lys av **betydelig usikkerhet**. Estimaten er representative beregningsverdier innenfor relativt grove kategorier og kan ikke forventes å beskrive kostnaden på en bestemt strekning eller i en bestemt situasjon med stor presisjon. Usikkerheten varierer dessuten mellom kostnadskomponentene. Det tilsier at sensitivitetsanalyser bør gjennomføres når skadekostnadene har stor betydning for resultatene av en samfunnsøkonomisk analyse.

På samme måte som TØI-rapport 1704/2019 er denne rapporten først og fremst en **dokumentasjonsrapport og et oppslagsverk** for en stor mengde skadekostnadsestimater som kan brukes i samfunnsøkonomiske analyser i Norge. Sentrale forutsetninger, datakilder og usikkerheter er dokumentert for å gjøre resultatene transparente og etterprøvbare. Hensikten er at rapporten og de tilhørende regneark-tabellene som oppdragsgiver har fått overlevert skal kunne brukes direkte i samfunnsøkonomiske analyser, utredninger og vurderinger av transportpolitiske virkemidler.

Samlet sett gir rapporten et mer oppdatert og konsistent grunnlag for å inkludere eksterne virkninger av transport i samfunnsøkonomiske analyser. Den viktigste anvendelsen er å gi analytikeren et sett med differensierte kalkulasjonsverdier som kan tilpasses den konkrete transportendringen som analyseres.

9.2 Diskusjon

Som påpekt gjennom rapporten er flere av estimatene for marginale skadekostnader beheftet med betydelig usikkerhet. **Usikkerheten gjelder både omfanget av de fysiske skadevirkningene og den monetære verdsettingen av disse.** Skadekostnadsestimatene er dessuten tilpasset tre grove områdekategorier, noe som gjør det enklere å jobbe med, men samtidig reduserer presisjonen. Det er heller ikke for alle skadekostnadskomponenter hvor det har vært mulig å differensiere mellom kategorier, f.eks. knyttet til ulykker og infrastrukturedybrytning. Estimaten må derfor forstås som representative marginale skadekostnader innenfor de angitte kategoriene, og ikke som presise anslag for den marginale

kostnaden på en bestemt strekning eller på et bestemt tidspunkt. For flere skadevirkninger kan den faktiske marginkostnaden variere betydelig med lokale forhold, trafikkmengde og tidspunkt.

Det anbefales derfor å gjennomføre **følsomhetsanalyser** med høyere så vel som lavere verdier for marginale skadekostnader i analyser hvor disse kan være utslagsgivende. Der det ikke foreligger mer spesifikke usikkerhetsintervaller, kan det være hensiktsmessig å illustrere betydningen av usikkerheten ved eksempelvis å variere kostnadssatsene med +/- 50 prosent.

Enkelte forhold trekker isolert sett i retning av at de beregnede skadekostnadene er undervurdert. Noen kategorier av skadekostnader er utelatt, og for enkelte inkluderte kategorier fanges ikke alle relevante skadevirkninger opp. Vi antar at disse utelatelsene samlet sett har begrenset betydning for resultatene, men de innebærer likevel en systematisk kilde til undervurdering. For lokal luftforurensning omfatter beregningene eksempelvis ikke alle relevante forurensningskomponenter eller helseutfall. Noen typer utslipp er ikke inkludert (f.eks. ozon O₃), og det er en del helseutfall som kan tilskrives luftforurensning som ikke er inkludert, samt at det ikke er inkludert noen betalingsvillighet for å redusere luftforurensning utover det som gir helseutfall. Grunnen til at disse ikke er inkludert, er at vi ikke har funnet tilstrekkelig robuste parametere som kan implementeres i dagens beregningsopplegg.

Andre forhold kan trekke i retning av overvurdering av noen av skadekostnadene. Det kan f.eks. ikke utelukkes at det kan være noe overlapp mellom de estimerte helseutfallene fra NOx og partikler. Videre kan det tenkes at det å bruke døgngjennomsnittlige marginale støykostnader fra vegkjøretøy kan være innebære overvurdering når man fokuserer på kjøring i rushtiden. Dette fordi kjøring i rushtiden gjerne innebærer lavere hastigheter og større trafikkvolumer, som trekker i retning av lavere marginalstøy fra det enkelte kjøretøy.

Verdsetting knyttet til helseeffekter er sentralt for estimeringen av flere av komponentene i marginale skadekostnader. Disse er avledet fra verdien av et statistisk liv (VSL). Concept-rapport 66 (Halse et al., 2021) peker på behovet for å revurdere verdien av VSL. Endringer i VSL vil påvirke verdsettingen av marginale skadekostnader knyttet til ulykkesrisiko, støy og lokal luftforurensning, ettersom alle disse har helseeffekter. Halse et al. (2021) viser at det er faglige argumenter for å oppjustere VSL i Norge, selv med utgangspunkt i foreliggende datagrunnlag. I Verdsettingsstudien fra 2010 (Samstad et al., 2010), fremstår den nåværende kalkulasjonsverdien som lav. Den er også som lav sammenlignet med andre land i Europa, justert for inntekt. Dette drar også i retning av at noen av de marginale skadekostnadene kan være undervurdert.

Ettersom VSL-estimerer anvendes på tvers av sektorer bør eventuelle endringer fastsettes sentralt for å sikre konsistent bruk i alle sektorer (eller at sektorforskjeller er avklart eksplisitt). Det er derfor grunn til å gjennomgå disse verdiene ved neste større revisjon av retningslinjene for samfunnsøkonomiske analyser.

Kunnskapsgrunnlaget utvikler seg kontinuerlig, både når det gjelder sammenhengen mellom transportaktivitet og skadevirkninger, og verdsettingen av disse. Denne rapporten oppdaterer og på flere områder forbedrer beregningsgrunnlaget sammenlignet med tidligere norske studier, men flere metodiske og empiriske spørsmål gjenstår.

Gode estimer av marginale skadekostnader er viktige både i samfunnsøkonomiske analyser og som grunnlag for utforming av virkemidler i transportsektoren. Videre forskning bør særlig rettes mot de skadevirkningene og parameterne der usikkerheten er stor, samt mot bedre kontekstuell differensiering av skadekostnadsestimatene for å øke presisjonen.

9.3 Videre forskning

Det er potensiale for å forbedre kunnskapsgrunnlaget for samtlige typer skadekostnader i denne rapporten. I både denne rapporten og TØI-rapport 2126 legger vi vekt på at særlig **marginal skadekostnad**

knyttet til infrastrukturenbrytning har behov for et oppdatert kunnskapsgrunnlag med forbedrede metoder og data. Dette behovet gjelder for både vegtransport og jernbanetransport.

Et nært beslektet forskningsområde er den samfunnsøkonomiske avveiningen mellom trafikkbelastning, vedlikeholdsfrekvens og infrastrukturens levetid. Økt trafikk gir nytte gjennom transportaktiviteten, men bidrar samtidig til økt slitasje og kan redusere mulighetene for effektiv gjennomføring av vedlikehold. Et bedre kunnskapsgrunnlag om disse sammenhengene kan blant annet være relevant for optimal dimensjonering av vedlikeholdsinnsatsen og for prising av bruk av infrastrukturen.

I TØI-rapport 1953 ble det poengtert at det har vært behov for en oppdatering av datagrunnlag og metodikk på verdsetting av **lokal luftforurensing**. Dette pågår nå i forbindelse med FHI sitt Verdssettingsprosjekt. Når dette prosjektet er komplett vil det være behov for en prosess for å oppdatere skadekostnadsestimatene knyttet til lokal luftforurensing for alle transportformer, for å sikre konsistens.

Estimatene av **marginale køkostnader** er basert på et relativt lite datasett av veilenker. En interessant vei videre vil være å estimere marginale køkostnader for hele (eller en stor del) nettverket, basert på Regional Transportmodell. Dette kan samtidig gi bedre konsistens mellom transportmodelleringen og kalkulasjonsprisene som benyttes i samfunnsøkonomiske analyser. Køkostnader i spredtbygde områder på utfartsdager kunne også vært en nyttig utvidelse av kunnskapsgrunnlaget. Det er også behov for mer robust kunnskap om verdsettingen i kroner av tid i kø, eventuelt usikkerhet i reisetida.

Datagrunnlaget for beregningene av **støy fra veitrafikk** bør oppdateres. I denne rapporten ble det, i samråd med Statens vegvesen, ikke hentet inn nye data om antall eksponerte langs ulike vegstrekninger. Dette skapte utfordringer ved beregning av helseeffekter basert på relativ risiko. I framtidige beregninger bør det derfor hentes inn nye data, med særlig vekt på å etablere et datagrunnlag basert på representative veglenker, etter samme prinsipp som TØI benyttet i samarbeid med Bane NOR i TØI-rapport 2126/2025.

En annen relevant videreutvikling er å analysere **sesongvariasjoner i de marginale skadekostnadene**. For lokal luftforurensning kan både utslipp, veistøv og meteorologiske forhold gi betydelige variasjoner gjennom året. Piggdekkbruk bidrar eksempelvis til økt veistøv om vinteren, samtidig som den også påvirker slitasjen på veginfrastrukturen. Sesongdifferensierte estimater kan derfor gi et mer presist bilde av marginalkostnadene enn årlige gjennomsnittsverdier.

Et annet område med behov for videre forskning og utredning er **utslipp fra transport til jord og vann**. Det er behov for et bedre norsk kunnskapsgrunnlag om både utslippsmengder, spredning og økonomisk verdsetting av blant annet mikroplast, tungmetaller og PAH fra dekk-, bremse- og veislitasje. Særlig bør det undersøkes om reparasjonskostnader, skyggepriser eller andre tilnærminger kan benyttes når kunnskapen om faktiske skadekostnader er utilstrekkelig. Det bør også utredes hvordan disse spesifikke utslippene varierer mellom kjøretøygrupper, blant annet etter kjøretøys vekt, og om et skille mellom lette og tunge kjøretøy gir et tilstrekkelig presist grunnlag. I tillegg bør utslipp av mikroplast til luft (ikke kun jord og vann) utredes som en delkomponent i luftforurensningskomponenten. Videre kan miljøkostnader ved bruk av veisalt være relevant å undersøke, særlig i samfunnsøkonomiske analyser av nye veiutbygginger. Det kan også være relevant å utrede om det bør innføres en miljøavgift som differensieres etter dekktype.

Vi vil også påpeke at det ikke bare er de eksterne kostnadene fra trafikkarbeidet som er relevant for samfunnsøkonomiske analyser i transportsektoren. Også analyser av infrastrukturen selv, for eksempel knyttet til hvordan **arealbeslag og barrierene det legger i landskapet påvirker nivået og kvaliteten på økosystemtjenester** (for eksempel forsyvende tjenester, regulerende og vedlikeholdstjenester, opplevelser). Internasjonale og nasjonale mål for natur kan dessuten reise spørsmål om hvorvidt arealbeslag og naturtap bør gis en tydeligere samfunnsøkonomisk kalkulasjonspris. Det kan være relevant å undersøke om slike forpliktelser kan danne grunnlag for skyggepriser eller andre kalkulasjonsverdier for naturinngrep for ulike naturtyper. En slik tilnærming er imidlertid mer komplisert enn for klimagass-

utslipp, blant annet fordi det er mange forskjellige naturtyper, og ulike arealer vil være av ulik økologisk kvalitet.

Avslutningsvis vil vi trekke fram poenget fra kapittel 1.4 om at rapportens estimer av marginale skadekostnader ikke uten videre kan multipliseres med samlet trafikkarbeid for å beregne totale skadekostnader fra transport. Blant annet innebærer ikke-lineariteter og geografisk variasjon at en slik framgangsmåte kan gi misvisende resultater. Samtidig har flere beslutningstakere etterspurt anslag på de **samlede skadekostnadene fra transport**. Å utvikle en egen metodikk for å beregne slike kostnader og følge utviklingen over tid vil derfor være et relevant forskningsområde. Et beslektet, men analytisk forskjellig spørsmål, er i hvilken grad de eksterne kostnadene allerede er internalisert gjennom skatter, avgifter og andre virkemidler, og dermed hvor stor den gjenværende markedssvikten er.

Referanser

- Andersson, H., & Ogren, M. (2013). Charging the polluters: A pricing model for road and railway noise. *Journal of Transport Economics and Policy*, 47, 313–333.
- Basner, M., & McGuire, S. (2018). WHO environmental noise guidelines for the European region: A systematic review on environmental noise and effects on sleep. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15, 45. <https://doi.org/10.3390/ijerph15030519>
- Bertelsen, D., Landmark, A. D., Kroksæter, A., & Johansen, J. M. (2021). Gjennomgang av slitasjekostnader for godstransport på veg og jernbane. SINTEF-rapport 2021:00476. SINTEF Community.
- Bickel, P., Friedrich, R., Burgess, A., Fagiani, P., Hunt, A., De Jong, G., Laird, J., Lieb, C., Lindberg, G., Mackie, P., Navrud, S., Odgaard, T., Ricci, A., Shires, J., & Tavasszy, L. (2006). Proposal for harmonised guidelines. Deliverable 5, Developing Harmonised European Approaches for Transport Costing and Project Assessment (HEATCO). Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER), Universität Stuttgart.
- Bjørnskau, T. (2017). Sykkel i Oslo – eksponering, ulykker og risiko. TØI arbeidsdokument 51154/2017. Transportøkonomisk institutt.
- Bjørnskau, T., & Ingebrigtsen, R. (2015). Alternative forståelser av risiko og eksponering. TØI-rapport 1449/2015. Transportøkonomisk institutt.
- Borger, A., Fosser, S., Ingebrigtsen, S., & Sætermo, I.-A. F. (1995). Underrapportering av trafikkulykker. TØI-rapport 318/1995. Transportøkonomisk institutt.
- Bratli, H., Stabbetorp, O. E., & Aarrestad, P. A. (2014). Effekter av nitrogenutslipp fra vegtrafikk på vegetasjon (Statens vegvesens rapporter nr. 272). Statens vegvesen, Region sør.
- Brink, M., Schäffer, B., Pieren, R., & Wunderli, J. M. (2018). Conversion between noise exposure indicators Leq24h, LDay, LEvening, LNight, LDn and LDen: Principles and practical guidance. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 221, 54–63.
- Chen, A., Jacobsen, K. H., Deshmukh, A. A., & Cantor, S. B. (2015). The evolution of the disability-adjusted life year (DALY). *Socio-Economic Planning Sciences*, 49, 10–15. <https://doi.org/10.1016/J.SEPS.2014.12.002>
- Cowi. (2004). Total external costs of road and rail transport in Denmark. External costs of transport, 3rd report. Cowi.
- Denby, B. R., Aas, E. R., Wærsted, E. G., & Gauss, M. (2025). National non-exhaust emission trends using gridded NORTRIP (G-NORTRIP). MET report No. 21/2025. Meteorologisk institutt.
- DNV GL. (2014). Analyse av sannsynligheten for ulykker med tap av menneskeliv og akutt forurensning fra skipstrafikk i norske farvann. Vedlegg. DNV GL Report No. 2014-1060, Rev. B.
- Econ. (2003). Eksterne marginale kostnader ved transport. Rapport 2003-054. Econ.
- Ecoplan, & INFRAS. (2024). Externe Effekte des Verkehrs 2021: Umwelt-, Unfall- und Gesundheitseffekte des Strassen-, Schienen-, Luft- und Schiffsverkehrs. https://www.infras.ch/media/filer_public/4b/3d/4b3daad5-4d43-46f5-aa26-0cf3737db47c/3773a_externe_effekte_verkehr_schlussbericht.pdf
- EEA. (2025). Environmental noise in Europe (EEA Report 05/2025). <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/publications/environmental-noise-in-europe-2025>

- Elvik, R. (1994). The external costs of traffic injury: Definition, estimation, and possibilities for internalization. *Accident Analysis & Prevention*, 26(6), 719–732.
- Elvik, R. (2009). Revisjon av realøkonomiske ulykkeskostnader. TØI-arbeidsdokument SM/2063. Transportøkonomisk institutt.
- Elvik, R. (2019). Framskriving av antall skadde personer i ulykker der tunge kjøretøy er innblandet og av antall jernbaneulykker og drepte i jernbaneulykker. TØI arbeidsdokument 51416/2019. Transportøkonomisk institutt.
- Elvik, R. & Bjørnskau, T. (2019). Risk of pedestrian falls in Oslo, Norway: relation to age, gender and walking surface condition. *Journal of Transport & Health*, 2019, 12, 359-370.
- Elvik, R., & Goel, R. (2019). Safety-in-numbers: An updated meta-analysis of estimates. *Accident Analysis & Prevention*, 129, 136–147.
- Engelman, N., Blanes Guàrdia, N. B., Fons-Esteve, J., Vienneau, D., Peris, E., & Röösli, M. (2023). Environmental noise health risk assessment: Methodology for assessing health risks using data reported under the Environmental Noise Directive. Eionet Report – ETC HE 2023/11, version 3. European Topic Centre on Human Health and the Environment.
- Eriksen, K. S., Markussen, T. E., & Pütz, K. (1999). Marginale kostnader ved transportvirksomhet. TØI-rapport 464/1999. Transportøkonomisk institutt.
- European Environment Agency. (2023). EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2023 (EEA Report No. 06/2023). <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/publications/emep-eea-guidebook-2023>
- Farstad, E. (2018). Transportytelser i Norge 1946–2016. TØI-rapport 1613/2018. Transportøkonomisk institutt.
- FHI. (2026). Micro- and nanoplastics from a human health perspective. Report from a seminar jointly organized by the Norwegian Environment Agency and the Norwegian Institute of Public Health.
- Finansdepartementet. (2021a). Hvordan ta hensyn til klimagassutslipp i samfunnsøkonomiske analyser. Finansdepartementet.
- Finansdepartementet. (2021b). Rundskriv R-109/21: Prinsipper og krav ved utarbeidelse av samfunnsøkonomiske analyser. https://www.regjeringen.no/globalassets/upload/fin/vedlegg/okstyring/rundskriv/faste/r_109_2021.pdf
- Finansdepartementet. (2024). Perspektivmeldingen 2024 (Meld. St. 31 (2023–2024)). <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-31-20232024/id3049290/>
- Finansdepartementet. (2025). Karbonprisbaner for bruk i samfunnsøkonomiske analyser i 2026. Publisert 19. desember 2025. Finansdepartementet.
- Forastiere, F., Spadaro, J. V., Ancona, C., Jovanovic Andersen, Z., Cozzi, I., Gumy, S., Loncar, D., Mudu, P., Medina, S., Perez Velasco, R., Walton, H., Zhang, J., & Krzyzanowski, M. (2024). Choices of morbidity outcomes and concentration–response functions for health risk assessment of long-term exposure to air pollution. *Environmental Epidemiology*, 8(4), e314. <https://doi.org/10.1097/EE9.0000000000000314>
- Flügel, S., Halse, A. H., Hulleberg, N., Jordbakke, J. N., Veisten, K., & Magnussen, K. (2019). Foreløpige enhetsverdier fra verdsettingsstudien 2018–2019 til bruk i NTP. TØI arbeidsdokument 51445. Transportøkonomisk institutt.

- Flügel, S., Veisten, K., & Navrud, S. (2017). Applying a probe question in the identification of safety-paternalistic and non-paternalistic motives in stated preference of public road safety measures. TØI Working Paper ØL/51186/2017. Institute of Transport Economics.
- Fridstrøm, L. (1999). Econometric models of road use, accidents, and road investment decisions – Volume II. TØI-rapport 457/1999. Transportøkonomisk institutt.
- Fridstrøm, L. (2011). A framework for assessing the marginal external accident cost of road use and its implications for insurance ratemaking. Discussion Paper No. 2011-22. OECD-ITF Joint Transport Research Centre, International Transport Forum.
- GBD 2023 Disease and Injury and Risk Factor Collaborators. (2025). Burden of 375 diseases and injuries, risk-attributable burden of 88 risk factors, and healthy life expectancy in 204 countries and territories, including 660 subnational locations, 1990–2023: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2023. The Lancet. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(25\)01637-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(25)01637-X)
- Grue, B., Landa Mata, I., & Flotve, B. L. (2021). Den nasjonale reisevaneundersøkelsen 2018/19 – nøkkelrapport. TØI-rapport 1835/2021. Transportøkonomisk institutt.
- Guski, R., Schreckenberg, D., & Schuemer, R. (2017). WHO environmental noise guidelines for the European region: A systematic review on environmental noise and annoyance. International Journal of Environmental Research and Public Health, 14, 1593.
- Halse, A. H., Wangsness, P. B., & Minken, H. (2021). Endringer i beregningsforutsetninger og betydning for samfunnsøkonomisk lønnsomhet i samferdselsprosjekter (Concept-rapport nr. 66). Forskningsprogrammet Concept. <https://www.ntnu.no/documents/1261860271/1262010703/Concept-rapport+nr.+66.pdf/ae4c94be-a5de-f60e-7024-5be0d7b7b126?t=1639661795286>
- Halse, A. H., Weber, C., & Rostoft, M. S. (2024). Trafikkhendelser på vei, forsinkelser og nytte av raskere varsling (TØI-rapport 2020/2024). Transportøkonomisk institutt. <https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=77761>
- Halse, A. H., Wangsness, P. B., Babri, S., Tveter, E., Bråthen, S., & Olsen, S. (2026). *Veivalg for en realistisk og målrettet transportplan: Svar på første utredningsoppgave fra forskningssenteret TRANSPLAN* (TØI-rapport 2172/2026). Transportøkonomisk institutt. <https://doi.org/10.21380/sdcc-j870>
- HBEFA. (2025). Handbook of Emission Factors for Road Transport, version 5.1. INFRAS og HBEFA-samarbeidet.
- Helsedirektoratet. (2024). Nasjonal veileder om virkninger på helse og livskvalitet i utredninger og samfunnsøkonomiske analyser – temaveileder til utredningsinstruksen [Nettdokument]. <https://www.helsedirektoratet.no/nyheter/helsedirektoratet-utgir-temaveileder-til-utredningsinstruksen>
- Hjelkrem, O. A., Arnesen, P., Rennemo, O., Dahl, E., Thorenfeldt, U. K., Kroksæter, A., Kristensen, T., & Malmin, O. K. (2017). Kjøretøybasert beregning av fart, energi og utslipp. Rapport 2017:00031. SINTEF Teknologi og samfunn.
- Hjorthol, R., Engebretsen, Ø., & Uteng, T. P. (2014). Den nasjonale reisevaneundersøkelsen 2013/14 – nøkkelrapport. TØI-rapport 1383/2014. Transportøkonomisk institutt.
- Holmengen, N., & Fedoryshyn, N. (2015). Utslipp fra veitrafikken i Norge: Dokumentasjon av beregningsmetoder, data og resultater. Notater 2015/22. Statistisk sentralbyrå.
- Hovi, I.B., Madslien, A., Hansen, W., Johansen, B.G. & Lysø, T. (2026). Framskrivinger for godstransport til NTP 2029-2040. TØI rapport 2185/2026, Transportøkonomisk institutt (TØI), Oslo.

- Hulleberg, N., & Flügel, S. (2025). Travellers' valuation of sitting and standing positions in crowded metros and trains. *Transportation*, 1-38.
- Høye, A. (2016). Utvikling av ulykkesmodeller for ulykker på riks- og fylkesvegnettet i Norge (2010–2015). TØI-rapport 1522/2016. Transportøkonomisk institutt.
- Høye, A. K., Hesjevoll, I. S., Nævestad, T.-O., Elvik, R., Brunstad, Ø. L., Uhlving, V. M., & Blom, J. (2025). Bus accidents in Europe: Factors influencing injury risk and severity. TØI-rapport 2111/2025. Transportøkonomisk institutt.
- Høye, A., & Elvik, R. (2019). Trafikksikkerhetshåndboken: Bakgrunn om ulykker, risiko og metaanalyse. TØI-rapport 1692/2019. Transportøkonomisk institutt.
- Jansson, J. O. (1994). Accident externality charges. *Journal of Transport Economics and Policy*, 28(1), 31–43.
- Janstrup, K. H., Kaplan, S., Hels, T., Lauritsen, J., & Prato, C. G. (2016). Understanding traffic crash under-reporting: Linking police and medical records to individual and crash characteristics. *Traffic Injury Prevention*, 17(6), 580–584.
- Jernbanedirektoratet. (2025). Kunnskapsgrunnlag eksterne kostnader ved transport på jernbane. Rammeavtale om konsulentbistand til utredninger, analyser og metodeutvikling innen fagområde 6, saksnr. 2025/241. Jernbanedirektoratet.
- Kasdagli M-I, Orellano P, Pérez Velasco R and Samoli E (2024) Long-Term Exposure to Nitrogen Dioxide and Ozone and Mortality: Update of the WHO Air Quality Guidelines Systematic Review and Meta-Analysis. *Int J Public Health* 69:1607676. doi: 10.3389/ijph.2024.1607676
- Kjeldsen, M. H. (2013). Dokumentation af state-of-the-art eksterne ulykkesomkostninger udregninger. Notat til Arbejdspapir 2013:2. De Økonomiske Råd.
- KNBF. (2023). Båtlivsundersøkelsen 2022. Kongelig Norsk Båtforbund.
- Kristensen, N. B., Ydersbond, I. M., Denstadli, J. M., & Thune-Larsen, H. (2026). Fly til lavutslippssamfunnet: Kunnskapsgrunnlag om klimavennlig luftfart i Norge (TØI-rapport 2073/2025, rev. 1). Transportøkonomisk institutt. <https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=80820>
- Kvamme. (2021). Miljøproblemet elbileierne ikke snakker om. *Teknisk Ukeblad*. Hentet 20. august 2026 fra <https://www.tu.no/artikler/miljoproblemet-elbileierne-ikke-snakker-om/510191>
- Kystverket. (2024). Status 2024. Kystverket.
- Lee, D. S., Fahey, D. W., Skowron, A., Allen, M. R., Burkhardt, U., Chen, Q., Doherty, S. J., Freeman, S., Forster, P. M., Fuglestvedt, J., Gettelman, A., De León, R. R., Lim, L. L., Lund, M. T., Millar, R. J., Owen, B., Penner, J. E., Pitari, G., Prather, M. J., Sausen, R., & Wilcox, L. J. (2021). The contribution of global aviation to anthropogenic climate forcing for 2000 to 2018. *Atmospheric Environment*, 244, 117834. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2020.117834>
- Li, M. Z. F. (2002). The role of speed–flow relationship in congestion pricing implementation with an application to Singapore. *Transportation Research Part B: Methodological*, 36(8), 731–754.
- Lindberg, G. (2001). Traffic insurance and accident externality charges. *Journal of Transport Economics and Policy*, 35(3), 399–416.
- Lindberg, G. (2005). Measuring the marginal social cost of transport: Accidents. *Research in Transportation Economics*, 14, 155–183.
- Lindhjem, H., Magnussen, K., Navrud, S., Skjeflo, S., & Brude, O. W. (2016). Verdssetting av miljørelatert velferdstap ved oljeutslipp fra skip. Rapport 2016/22. Vista Analyse AS.

- Lund, J. (2019). Helsevesenbasert skaderegistrering som verktøy for å forebygge trafikkulykker – status på feltet og forslag til hvordan trafikkulykkesdata kan registreres. Trygg Trafikk.
- Madslie, A. & Steinsland, C. (2026). Framskrivinger for persontransport til NTP 2029-2040. TØI rapport 2184/2026, Transportøkonomisk institutt (TØI), Oslo.
- Madslie, A., Steinsland, C., & Grønland, S. E. (2015). Nasjonal godstransportmodell: En innføring i bruk av modellen (TØI-rapport 1429/2015). Transportøkonomisk institutt.
<https://www.toi.no/publikasjoner/nasjonal-godstransportmodell-en-innforing-i-bruk-av-modellen-article33855-8.html>
- 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.
- Maibach, M., Schreyer, C., Sutter, D., van Essen, H. P., Boon, B. H., Smokers, R., Schrotten, A., Doll, C., Pawlowska, B., & Bak, M. (2008). Handbook on estimation of external costs in the transport sector. Version 1.1, Internalisation Measures and Policies for All External Cost of Transport (IMPACT), publication number 07.4288.52. CE Delft.
- Melhuus, K., Siverts, H., Enger, M., & Schmidt, M. (2015). Sykkelskader i Oslo 2014 – Oslo skadelegevakten. Oslo universitetssykehus, Helsedirektoratet og Statens vegvesen.
- Methorst, R., Schepers, P., Christie, N., Dijst, M., Risser, R., Sauter, D., & Van Wee, B. (2017). 'Pedestrian falls' as necessary addition to the current definition of traffic crashes for improved public health policies. *Journal of Transport & Health*, 6, 10–12.
- Miedema, H. M. E., & Oudshoorn, C. G. M. (2001). Annoyance from transportation noise: Relationships with exposure metrics DNL and DENL and their confidence intervals. *Environmental Health Perspectives*, 109, 409–416.
- Miljødirektoratet. (2020). Grenseverdier for svevestøv: Forslag til reviderte grenseverdier for PM10 og PM2,5. <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/m1669/m1669.pdf>
- Miljødirektoratet. (2023a). Klimatiltak i Norge mot 2030: Oppdatert kunnskapsgrunnlag om utslippsreduksjonspotensial, barrierer og mulige virkemidler – 2023.
<https://www.miljodirektoratet.no/publikasjoner/2023/juni-2023/klimatiltak-i-norge-mot-2030/>
- Miljødirektoratet. (2023b). Stoffer fra bildekk kan skade vannmiljøet.
<https://www.miljodirektoratet.no/aktuelt/fagmeldinger/2023/desember-2023/stoffer-fra-bildekk-kan-skade-vannmiljoet/>
- Miljødirektoratet. (2024). Mikroplast. <https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/avfall/plast-i-havet/mikroplast/>
- Miljødirektoratet. (2025a). Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH).
<https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/kjemikalier/den-norske-prioritetslista/polysukliske-aromatiske-hydrokarboner-pah/polysykliske-aromatiske-hydrokarboner-pah/>
- Miljødirektoratet. (2025b). NOx.
<https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/forurensning/luftkvalitet/lokal-luftkvalitet/nox/>

- Miljødirektoratet. (2025c). Forslag til endringer i forurensningsforskriften om krav til drift, tømming og vedlikehold av innretning for oppsamling av grus, sand, jord, partikler mv. fra vei: Oppfølging av NOU 2015: 16 Overvann i byer og tettsteder [Høringsnotat, saksnr. 2025/11710]. Hentet 31. august 2026 fra <https://www.miljodirektoratet.no/hoeringer/2025/juni-2025/nasjonal-horing---forslag-om-krav-til-tomming-drift-og-vedlikehold-av-sandfang-/>
- Mtoi, E., & Moses, R. (2014). Calibration and evaluation of link congestion functions: Applying intrinsic sensitivity of link speed as a practical consideration to heterogeneous facility types within urban network. *Journal of Transportation Technologies*, 4, 141–149.
- 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.
- NIVA. (2025). Monitoring of microplastics and tyre wear particles in the Norwegian environment (Mikronor): 2024. <https://www.miljodirektoratet.no/publikasjoner/2025/oktober-2025/mikronor-2024-monitoring-of-microplastics-and-tyre-wear-particles-in-the-norwegian-environment/>
- NOU. (2012). Samfunnsøkonomiske analyser (NOU 2012:16). Norges offentlige utredninger, Finansdepartementet.
- Nævestad, T.-O., Caspersen, E., Hovi, I. B., Bjørnskau, T., & Steinsland, C. (2014). Ulykkesrisikoen til norskopererte godsskip i norske farvann. TØI-rapport 1333/2014. Transportøkonomisk institutt.
- Olofsson, S., Gralén, K., Macheridis, K., Welin, K.-O., Persson, U., & Hultkrantz, L. (2016). Personskadekostnader och livskvalitetsförlust till följd av vägtrafikolyckor och fotgängarolyckor singel – fullständig rapport. IHE Rapport 2016:5. Institutet för Hälso- och Sjukvårdsekonomi.
- Orellano P, Kasdagli M-I, Pérez Velasco R and Samoli E (2024) Long-Term Exposure to Particulate Matter and Mortality: An Update of the WHO Global Air Quality Guidelines Systematic Review and Meta-Analysis. *Int J Public Health* 69:1607683. doi: 10.3389/ijph.2024.1607683
- Plass, D., Hilderink, H., Lehtomäki, H., Øverland, S., Eikemo, T. A., Lai, T., Gorasso, V., & Devleesschauwer, B. (2022). Estimating risk factor attributable burden – challenges and potential solutions when using the comparative risk assessment methodology. *Archives of Public Health*, 80(1), 148.
- Regulation (EU) 2024/1257 of the European Parliament and of the Council of 24 April 2024 on type-approval of motor vehicles and engines and of systems, components and separate technical units intended for such vehicles, with respect to their emissions and battery durability (Euro 7). (2024). <http://data.europa.eu/eli/reg/2024/1257/oj>
- Rødseth, K. L., Wangsness, P. B., Veisten, K., Elvik, R., Høy, A. K., Klæboe, R., Thune-Larsen, H., Fridstrøm, L., Lindstad, E., Rialland, A., Odolinski, K., & Nilsson, J.-E. (2019). Eksterne kostnader ved transport i Norge: Estimer av marginale skadekostnader for person- og godstransport. TØI-rapport 1704/2019. Transportøkonomisk institutt.
- Rødseth, K. L., Wangsness, P. B., Veisten, K., Krehic, L., Høy, A. K., Landmark, A. D., Aasvang, G. M., & Nhat, P. M. (2025). Eksterne kostnader ved jernbanetransport: Oppdaterte estimer av marginale skadekostnader – 2025. TØI-rapport 2126/2025. Transportøkonomisk institutt.
- Samstad, H., Ramjerdi, F., Veisten, K., Navrud, S., Magnussen, K., Flügel, S., Killi, M., Halse, A., Elvik, R., & Martin, O. (2010). Den norske verdsettingsstudien: Sammendragsrapport. TØI-rapport 1053/2010. Transportøkonomisk institutt.
- SFT. (2005). Marginale miljøkostnader ved luftforurensning – skadekostnader og tiltakskostnader. <http://www.miljodirektoratet.no/old/klif/publikasjoner/luft/2100/ta2100.pdf>

- Statens vegvesen. (2004). Utslippsfaktorer fra veg til vann og jord i Norge: Beregning og verifisering av utslippsfaktorer. <https://www.vegvesen.no/globalassets/fag/fokusomrader/klima-miljo-og-omgivelser/klima/forurensing/rap-utslippsfakt-sept-04.pdf?v=49931b>
- Statens vegvesen. (2021). Håndbok V712: Konsekvensanalyser. Statens vegvesen, Vegdirektoratet.
- Statens vegvesen. (2024a). Veisalt forurensar vannmiljøet i mange innsjøer. <https://www.vegvesen.no/om-oss/presse/aktuelt/2025/05/veisalt-forurensar-vannmiljoet-i-mange-innsjoer/>
- Statens vegvesen. (2024b). Flere innsjøer er påvirket av veisalt. <https://www.vegvesen.no/om-oss/presse/aktuelt/2024/05/flere-innsjoer-er-pavirket-av-veisalt/>
- Steinsland, C., Madslien, A., Johansen, K. W., & Wangsness, P. B. (2022). Konseptvalgutredning veibruksavgift og bompenger, vedlegg 6-3: Transportmodellberegninger. <https://www.toi.no/publikasjoner/konseptvalgutredning-veibruksavgift-og-bompenger-vedlegg-6-3-transportmodellberegninger-article37880-8.html>
- Sundfør, H. B., & Bjørnskau, T. (2017). Fotgjengerskader i Oslo i 2016: En analyse av skadedata fra Oslo legevakt. TØI-rapport 1609/2017. Transportøkonomisk institutt.
- Thune-Larsen, H., Veisten, K., Rødseth, K. L., & Klæboe, R. (2014). Marginale eksterne kostnader ved vegtrafikk. Revidert 2016. TØI-rapport 1307/2014. Transportøkonomisk institutt.
- Trafikanalys. (2014). Vägtrafikskador 2013. Statistik 2014:8. Trafikanalys.
- Trafikverket. (2024). Analysmetod och samhällsekonomiska kalkylvärden för transportsektorn: ASEK 8.0. Trafikverket. <https://bransch.trafikverket.se/contentassets/0e5777a6301e4134a6e8365fc20c0e0e/asek%208.0-2-april-2024.pdf>
- 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. <https://www.cedelft.eu/en/publications/2311/handbook-on-the-external-costs-of-transport-version-2019>
- van Kempen, E., Casas, M., Pershagen, G., & Foraster, M. (2018). WHO environmental noise guidelines for the European region: A systematic review on environmental noise and cardiovascular and metabolic effects: A summary. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15, 379.
- Veisten, K., Flügel, S., & Elvik, R. (2010). Den norske verdsettingsstudien – ulykker. TØI-rapport 1053C/2010. Transportøkonomisk institutt.
- Veisten, K., Sælensminde, K., Alvær, K., Bjørnskau, T., Elvik, R., Schistad, T., & Ytterstad, B. (2007). Total costs of bicycle injuries in Norway: Correcting injury figures and indicating data needs. *Accident Analysis & Prevention*, 39(6), 1162–1169.
- Vickrey, W. (1968). Automobile accidents, tort law, externalities, and insurance. *Law and Contemporary Problems*, 33(3), 464–487.
- Vogelsang, C., Lusher, A. L., Dadkhah, M. E., Sundvor, I., Umar, M., Rannekleiv, S. B., Eidsvoll, D., & Meland, S. (2020). Microplastics in road dust – characteristics, pathways and measures (NIVA-rapport 7526-2020; Miljødirektoratet rapport M-959|2018). Norsk institutt for vannforskning. <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/m959/m959.pdf>
- Wangsness, P. B. & Andreassen, G. L. (2025). Eksterne kostnader ved transportinfrastruktur: Natur- og habitatskader. TØI-rapport 2131/2025. Transportøkonomisk institutt. <https://www.toi.no/publikasjoner/eksterne-kostnader-ved-transportinfrastruktur-natur-og-habitatskader>

- Wangsness, P. B., Rødseth, K. L., Thune-Larsen, H., & Ellingsen, L. A.-W. (2023). Eksterne kostnader fra godstransport på veg og til sjøs: Oppdaterte estimater av marginale skadekostnader i 2022-priser. TØI-rapport 1953/2023. Transportøkonomisk institutt.
- WHO. (2011). Burden of disease from environmental noise: Quantification of healthy life years lost in Europe. World Health Organization.
- WHO. (2018). Environmental noise guidelines for the European region. World Health Organization Regional Office for Europe.
- WHO. (2025). Health risks of air pollution in Europe: HRAPIE-2 project: Updated guidance on concentration–response functions for health risk assessment of air pollution in the WHO European Region. <https://www.who.int/publications/i/item/9789289062633>
- Yun, S., White, W. W., Lamb, D. R., & Wu, Y. (2005). Accounting for the impact of heavy truck traffic in volume–delay functions in transportation planning models. *Transportation Research Record*, 1931(1), 8–17.

Vedlegg A: Vurdering av grunnlag og metode for estimering av marginale skadekostnader ved trafikkindusert nedbrytning av veginfrastruktur

Utarbeidet av: Johnny M. Johansen

Versjon 2026-08-25

A.1 Innledning

Det eksisterende grunnlaget for estimering av skadekostnader ved trafikkindusert nedbrytning av veginfrastruktur ble utviklet av TØI i 2019 og er beskrevet i TØI-rapport 1704/2019³⁴. Beregningene av skadekostnad ble bygd på resultater fra svenske studier³⁵ utført av Nilsson mfl. ved VTI (Statens väg- och transportforskningsinstitut) og Trafikverket.

I 2021 gjennomførte SINTEF med bistand fra ViaNova en rimelighetsvurdering av TØIs metode ved å gjennomgå beregningene fra 2019 kritisk og vurdere bruken av estimatene³⁶. I TØI-rapport 1953/2023 ble flere av innspillene fra SINTEF og ViaNova fulgt opp, og det ble laget nye estimater for marginale skadekostnader for vegslitasje fra lastebiler³⁷. Dette ga et bedre utgangspunkt enn estimatene fra 2019, men TØI anga at det var fortsatt rom for forbedringer.

I forbindelse med arbeidet med å oppdatere TØI-rapport 1704/2019 er det gjennomført en vurdering av grunnlag og metode for estimering av marginale skadekostnader ved trafikkindusert nedbrytning av veginfrastruktur. Formålet har vært å skissere hvordan senere arbeid på temaet kan gjennomføres for å sikre best mulig kvalitet på både datagrunnlag og metodikk og de resulterende estimatene på marginale skadekostnader.

A.2 TØIs utvikling av marginale skadekostnader for vegtransport

A.2.1 Svensk analyse av skadekostnader

Basis for de norske beregningene av skadekostnader er en analyse utført av VTI og Trafikverket i Sverige (Nilsson mfl.)³⁸.

Nilsson mfl. beregner skadekostnadene for transport basert på et datasett for vegseksjoner i svensk vegnett med data for vegdekkealder, vegdekketøy, vedlikeholdskostnader og trafikk. Arbeidet gir en disaggregert analyse av vegdekkelevetid og muliggjør estimering av skadekostnader slik de varierer over

³⁴ Eksterne kostnader ved transport i Norge: Estimerer av marginale skadekostnader for person- og godstransport. TØI rapport 1704/2019

³⁵ Estimating the marginal cost of road wear. Jan-Eric Nilsson, m.fl. Transportation Research Part A 139 (2020) 455-471. Merknad: TØI's arbeid i 2019 var basert på en upublisert tidlig utgave av artikkelen.

³⁶ Gjennomgang av slitasjekostnader for godstransport på veg og jernbane. SINTEF Rapport nr. 2021:00476

³⁷ Eksterne kostnader fra godstransport på veg og til sjøs. Oppdaterte estimater av marginale skadekostnader i 2022-priser. TØI rapport 1953/2023

³⁸ Estimating the marginal cost of road wear. Jan-Eric Nilsson, mfl. Transportation Research Part A 139 (2020) 455-471

vegnettet for både lette og tunge kjøretøy. Analysen baseres på data fra svensk vegdatabank og Trafikkverkets PM-system (Pavement Management System).

Det er verdt å merke seg at Nilsson mfl. velger å benytte «resurfacing costs», dvs. kostnad for vegdekkevedlikehold, som kostnad i analysen av skadekostnader. Dette er et prinsipielt valg, som innebærer at driftskostnader og utbedringskostnader for vegdekke og vegoverbygning ikke inkluderes og at eventuelle endringer i vedlikeholdsetterslep ikke hensyntas.

Resultatet fra denne analysen (detaljert beregning) ga følgende skadekostnader på nasjonalt nivå for Sverige:

Tunge kjøretøy:	0,32 SEK/ESAL-km ³⁹
Lette kjøretøy:	0,03 SEK/personbil-km

Analysen gir differensierte skadekostnader for geografiske regioner i Sverige og for ulike vedlikeholdsmetoder for vegdekket. I tillegg er skadekostnadene differensiert for ulike kjøretøytyper etter kjøretøytypenes ESAL-verdier.

Nilsson mfl. beregner også i et illustrasjonseksempel midlere nasjonale skadekostnader for Sverige med en forenklet beregningsmetode, basert på nasjonale middelverdier for vegdekkekostnad, vegbredde, vegdekkelevetid og trafikk. Her er det grunn til å merke seg at Nilsson mfl. benytter antall standardaksler som trafikkmengdeindikator for tunge kjøretøy, i stedet for ÅDT for tunge kjøretøy (som TØI benytter i sine beregninger). Dette forholdet gjennomgås seinere.

Resultatet fra denne forenklete beregningen ga følgende skadekostnader på nasjonalt nivå for Sverige:

Tunge kjøretøy:	0,066 SEK/ESAL-km
Lette kjøretøy:	0,0052 SEK/personbil-km

Resultatene fra de to tilnærmingene avviker vesentlig fra hverandre.

A.2.2 TØI-rapport 1704/2019 og TØI-rapport 1953/2023

TØIs arbeid i 2019 tok utgangspunkt i beregningene utført av VTI og Trafikverket i Sverige (Nilsson mfl.). På grunn av manglende tilgang på grunnlagsdata for en detaljert beregning, valgte TØI å gjennomføre en beregning etter Nilssons forenklete metode og deretter oppjustere resultatet med en faktor fastsatt etter forholdet mellom resultatene fra Nilssons detaljerte beregning og forenklete beregning, dvs. en faktor på 4,8 for tunge kjøretøy (ESAL) og 5,8 for personbiler. 2019-beregningen benyttet imidlertid ved en feil en faktor på 4,1 for tunge kjøretøy (ESAL).

Resultatet fra denne forenklete beregningen ga følgende skadekostnader på nasjonalt nivå for Norge:

Tunge kjøretøy:	0,23 NOK/ESAL-km
Lette kjøretøy:	0,03 NOK/personbil-km

Skadekostnaden for personbiler er korrigert for lavere piggdekkandel i Norge enn i Sverige.

SINTEF og ViaNova gjennomførte i 2021 en rimelighetsvurdering av TØI-rapport 1704/2019. I tillegg til å påpeke en rekke metodiske utfordringer knyttet til estimering av skadekostnader etter den valgte metoden, ga rimelighetsvurderingen input på oppretting av skaleringsfaktoren samt justering av

³⁹ ESAL = Equivalent Standard Axle Load, benyttes som mål på aksellastens relative nedbrytende effekt på vegoverbygning, relativt til en aksellast på 10 tonn (eller annen referanselast). ESAL beregnes vanligvis etter den såkalte 4. potensregelen. Se f.eks. Statens vegvesen rapporter nr. 1092 VegDim - Analyse av data fra

WIM (Weigh-In-Motion)

vegdekkelevetid for Norge. Vegdekkelevetid ble foreslått fastlagt til 12,5 år basert på vektet middel av normerte vegdekkelevetider i Norge^{40 41} (mot 17 år for Sverige).

Disse endringene ble, sammen med en revisjon av trafikkmengde, $\dot{A}DT_T$, og indeksjustering av priser, lagt til grunn i beregningene dokumentert i TØI-rapport 1953/2023.

Resultatet for tunge kjøretøy (ESAL) er vist nedenfor, sammen med opprinnelige beregninger for Sverige og TØI's beregninger i 2019 (TØI-rapport 1953/2023, Tabell 4.1).

Tabell 4.1: Variabelverdier og resultat fra tre beregninger av marginale slitastjekostnader 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
$\dot{A}DT_T$	125	196	186
$\int_0^{\infty} e^{-rv-yv^\alpha} dv$	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

Basert på nasjonale marginale skadekostnader utarbeidet TØI skadekostnader per kjøretøykilometer for 7 vanlige vektclasser for tunge kjøretøy, basert på kjøretøyenes ESAL-verdier ved tomkjøring og ved typisk lastvekt, se nedenfor (TØI-rapport 1953/2023, Tabell 4.3):

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

Vektclass	ESAL ved tomkjøring	ESAL ved typisk lastvekt	Gjennomsnittlig ESAL	Slitastjekostnad per kjøretøykm
$\leq 7,5t$	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

Her kan det bemerkes at tunge kjøretøy med bruttovekt under 7,5 tonn får en beregnet skadekostnad som er lavere enn den som er beregnet for personbiler. Dette drøftes nærmere seinere.

TØI-rapport 1953/2023 behandlet ikke skadekostnader for personbiler.

A.2.3 Oppdatering av skadekostnader 2026

Som svar på oppdrag fra Samferdselsdepartementet og Finansdepartementet har TØI i 2026 gjennomført oppdatering av TØI-rapport 1704/2019 *Eksterne kostnader ved transport i Norge* med fokus

⁴⁰ Vegnormal N200 Vegbygging, Statens vegvesen

⁴¹ Normerte dekkelevetider for riksveg er under oppdatering av Statens vegvesen.

på veitransport. Dette har omfattet en prisjustering av skadekostnadene i henhold til prisindeks for «Asfaltering av veier» fra SSB-tabell 08660 *Kostnadsindeks for drift og vedlikehold av veier (4. kv. 2024=100), etter vegvedlikehold og år.*

A.3 Vurdering av beregnede skadekostnader for Norge

A.3.1 Beregningsprinsipp

Estimatet av skadekostnader er basert på følgende beregningsprinsipp:

1. Forenklet beregning av skadekostnad basert på nasjonale middelveier for inputparameterne vegdekkekostnader, vegbredde, vegdekkelevetid og trafikk (ÅDT_T).
2. Oppjustering av skadekostnad beregnet med forenklet metode med en faktor (4,8) gitt av forholdet mellom detaljert og forenklet beregning av skadekostnad for svenske forhold.

A.3.2 Forenklet beregning av skadekostnad

Forenklet beregning av skadekostnad gjøres med følgende nasjonale middelveier:

Vegdekkekostnad: 126,3 NOK/m²

Vegbredde: 6,2 m

Vegdekkelevetid: 12,5 år

Trafikk ÅDT_T : 186 (TØI nytter her ÅDT_T , mens Nilsson mfl. benytter antall ESAL)

Det sier seg selv at bruk av slike middelveier dekker over mye relevant og stor variasjon over det norske vegnettet. Systemet som analyseres, er preget av flere ikke-lineære sammenhenger. Dette er en av årsakene til at beregning av skadekostnad med midlere inngangsparametere ikke gir samme resultat som midling av skadekostnader beregnet for ulike størrelseskategorier av inngangsparametere.

Dette illustreres av den store forskjellen i skadekostnad mellom forenklet beregning og detaljert beregning, 0,066 mot 0,32 SEK/ESAL-km, som Nilsson mfl. fant i sine beregninger, dvs. en forskjell med en faktor på 4,8.

Nilsson mfl. klarer i sin detaljerte analyse å fange noe av denne relevante variasjonen gjennom å differensiere den detaljerte analysen mht. geografiske regioner, tiltakstyper og trafikkvolum. Dermed kan analysen til Nilsson mfl. i sin detaljerte beregning framvise et variasjonsområde på 0,14 – 1,14 SEK/ESAL-km rundt den nasjonale verdien på 0,32 SEK/ESAL-km. Tilsvarende store variasjoner bekreftes av andre undersøkelser⁴².

Variasjon i skadekostnader med vegkategori kan illustreres ved å gjennomføre den forenklede beregningen av skadekostnader for Norge med middelveier for inngangsparametere for hhv riksveg og fylkesveg, skalere resultatet opp med faktoren 4,8 fra svenske beregninger og sammenholde resultatet med den nasjonale verdien for riks- og fylkesveg samlet, som vist nedenfor.

⁴² Marginal Infrastructure Costs and Pricing in Road and Rail Transport. Ajsuna Ragipi Rushid. FiF-avhandling No. 139, 2026. Linköpings universitet

Inngangsparameter	Norge Riks- og fylkesveger	Riksveger	Fylkesveger
Vedlikeholdskostnad (NOK/m ² , 2019-kr)	126	131	123
Vegbredde (m)	6,2	6,6	6,0
Dekkelevetid (år)	12,5	12,5	12,5
ÅDT _T	186	710	97
Skadekostnad (NOK/ESAL-km, 2022-kr)	0,63	0,18	1,15

I denne beregningen er dekkelevetid ikke differensiert for riksveger og fylkesveger pga. manglende datagrunnlag. Det er grunn til å anta at dekkelevetid for fylkesveger er kortere enn for riksveger, dette innebærer at forskjellen i skadekostnad mellom riksveger og fylkesveger blir større enn vist i eksempelet over.

A.3.3 Oppjustering av skadekostnad fra forenklet beregning

Det foreligger ikke belegg for å nytte analogi med Sverige for å beregne skadekostnad basert på oppjustering av forenklet beregning av skadekostnad. I TØI-rapport 1704/2019 uttrykkes dette slik:

Vi har lite belegg for å anta at beregninger av slitasjekostnader for Sverige kan overføres på Norge, men inntil SVV finner det hensiktsmessig å systematisere data på et detaljnivå som gir grunnlag for egne analyser, foreligger det ikke andre tilnærningsmåter enn å legge analyser fra andre land til grunn. Analyser av svenske data er da det mest nærliggende å ta utgangspunkt i.

Det er tvert imot grunnlag for å hevde at en analogi mellom Sverige og Norge ikke kan legges til grunn. Denne påstanden bygger på en rekke forhold:

- Vegnormaler/standardkrav for vegbygging er ulike i Norge og Sverige, dette gjelder både byggespesifikasjoner og utførelseskrav⁴³.
- Vegstandard på vegnettet, geometrisk utforming, bl.a. vegbredde⁴⁴, er ulik i Norge og Sverige.
- Standard for drift og vedlikehold av vegdekker er ulik i Norge og Sverige⁴⁵.
- Vedlikeholdspolicy for vegdekker er ulik i Norge og Sverige (blant annet nyttes overflatebehandling (surface dressing) omtrent ikke i Norge, mens metoden er i utstrakt bruk i Sverige).
- Trafikkforhold er ulike i Norge og Sverige, dette gjelder f.eks. regelverk for kjøretøyvekt og dimensjoner samt piggdekkandeler. Sverige har ikke informasjon om piggdekkbruk på tunge kjøretøy, og synes i de fleste tilfellene å se bort fra piggdekkslitasje fra tunge kjøretøy.

⁴³ VegDim Vegoverbygning: Krav, byggemåter, materialer: Norge – Sverige, ViaNova, 2022-05-13

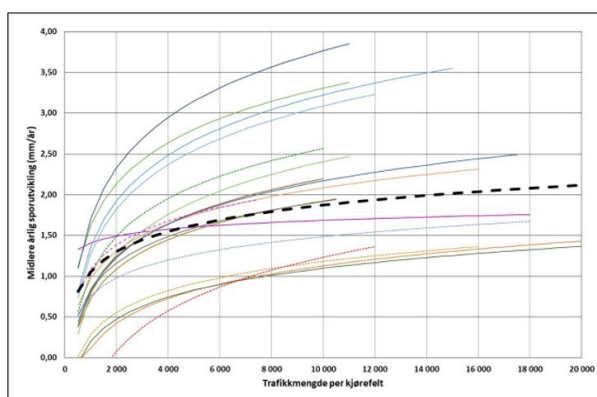
⁴⁴ VegDim Levetid for vegdekker Norge og Sverige, ViaNova 2023-12-19

⁴⁵ Norge: Håndbok R610 Standard for drift og vedlikehold av riksveger, Statens vegvesen

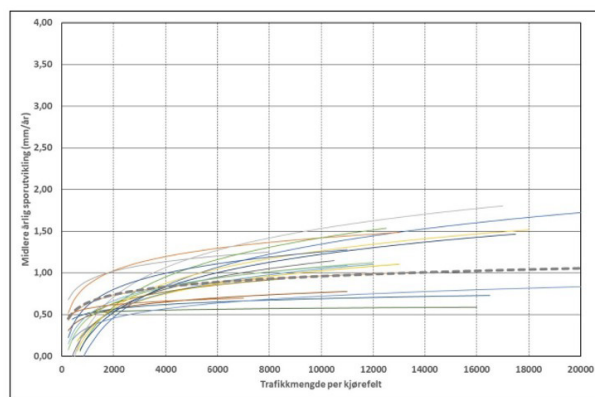
Sverige: Underhållsstandard belagd väg 2011, Trafikverket Publ. 2012:049

- Klimaforhold er ulike i Norge og Sverige⁴⁶. Sverige har nordre regioner med innlandsklima, men de nordlige regionene i Norge i stor grad har kystklima. Videre har Sverige en stor region med mildt klima i sør.
- Konkurransesituasjonen og leverandørsituasjonen er til tider ulik i Norge og Sverige. I tillegg kan nasjonale prisnivåer være ulike (jf. OECDs Price level indices).

En viktig faktor i beregningen av skadekostnad er vegdekkenes levetid. På grunn av ulikheter i vedlikeholdsstandard og vegdekkepolicy, og i tillegg muligens på grunn av praktisk utførelse av vedlikeholdet, har Sverige vesentlig lengre vegdekkelevetider enn Norge. Dette er dokumentert gjennom undersøkelse av årlig sporutvikling (mm/år) på riksveger i Norge og Sverige⁴⁷, som illustrert i figurene nedenfor. Årlig sporutvikling i Sverige har et lavere nivå og en mindre spredning enn i Norge.



Figur 10.2a Norge: Midlere årlig sporutvikling for delstrekninger 2009–2019 for alle fylker samt Norge samlet (stiplet tykk kurve).



Figur 10.2b Sverige: Midlere årlig sporutvikling for delstrekninger 2009–2019 for alle län samt Sverige samlet (stiplet tykk kurve).

Årlig sporutvikling har direkte betydning for resulterende funksjonell dekkelevetid.

A.3.4 Nilsson mfl.: Beregning av skadekostnader for Sverige

Detaljert beregning av skadekostnader hos Nilsson mfl. er basert på en rekke forutsetninger, forenklinger og valg som er situasjonsbestemte, gitt av rammebetingelsene for Nilssons utredning, og prinsipielt diskuterbare med tanke på metode for estimering av skadekostnader. Disse bør drøftes ut fra et prinsipielt og metodisk ståsted både som en kritisk gjennomgang av Nilssons beregninger og som en del av grunnlaget for videre arbeid med estimering av skadekostnader. Dette gjelder i første rekke forhold som beskrevet nedenfor (disse forholdene drøftes også generelt seinere):

Kostnadsdata

Nilsson mfl. velger å inkludere kun (et utvalg) vedlikeholdstiltak, ikke driftstiltak og utbedringstiltak. Men analysen etablerer ikke et klart skille mot utbedringstiltak, fordi tiltaket «Asfaltering-kald» antas å inneholde et element av forsterkning av vegen.

Analysen drøfter ikke forholdet til et eventuelt vedlikeholdsetterslep.

Nedbrytende effekt fra kjøretøy

⁴⁶ VegDim Levetid for vegdekker Norge og Sverige, ViaNova 2023-12-19

⁴⁷ VegDim Levetid for vegdekker Norge og Sverige, ViaNova 2023-12-19

Nilsson mfl. henviser til ESAL-representasjon for tunge kjøretøy, basert på 4. potensregelen. Beregningene i Nilsson mfl. tyder på at det benyttes 10 tonn aksellast som standardaksel (referanseaksel), men teksten i artikkelen angir at det benyttes referanseaksel på 18 000 pund (18 kips, 8,2 tonn). Det synes imidlertid som dette ikke benyttes i den konkrete beregningen av skadekostnad, kun for differensiering for ulike tunge kjøretøytyper.

Nilsson mfl. benytter en erfaringsbasert tommelfingerregel for omregning av ÅDT_T til ESAL. Denne metoden bygger på Trafikverkets gamle bestemmelse for fastlegging av trafikkmengde for dimensjonering av vegoverbygninger. Ny kunnskap og informasjon om trafikksammensetningen for tunge kjøretøy har medført at det i dag benyttes andre framgangsmåter for fastlegging av ESAL for tungtrafikken⁴⁸.

Vegdekkelevetid

Nilsson mfl. benytter vegdekkets levealder (dekkelevetid registrert fra et dekke er nylagt og fram til det legges et nytt dekke, reasfaltering) som indikator på vegdekkelevetid. Vegdekkealder er ikke bare styrt av vegtilstand, men også i stor grad av tilgjengelige midler i de årlige budsjettene.

Nilsson mfl. adresserer ikke problemstillinger knyttet til vedlikeholdsetterslepet, hverken i tilknytning til vegdekkelevetid eller i forbindelse med identifisering og fastlegging av kostnader.

Tidsperiode for datafangst for analysen

Det synes som om deler av datagrunnlaget hos Nilsson mfl. stammer fra perioden 1960-2012. Dette er i så fall en periode med store endringer i kjøretøyparken, vedlikeholdsmetoder, strategiske forhold, organisering av vegsektoren, m.m.

A.3.5 Konklusjon og anbefaling

De foreliggende skadekostnadene estimert for norske forhold er med stor sannsynlighet ikke representative for reelle skadekostnader fra transport på norske veger, hverken med hensyn til nivå eller differensiering på kjøretøytyper. Differensiering mht. andre parametere, hvor vegtilstand antas å være den viktigste, foreligger ikke. De nasjonale skadekostnadene per ESAL-km dekker derfor over mye relevant variasjon.

Det er ikke gjennomført noen form for verifisering av nivået for de foreliggende skadekostnadene.

TØI-rapport 1953/2023 uttrykker dette slik:

Vi understreker at dette representerer et estimat på gjennomsnittlig slitasjekostnad per ESAL-kilometer i Norge, basert på en rekke forenklete 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 estimater på marginale slitasjekostnader ut fra slike dimensjoner, men det har vi dessverre ikke tilstrekkelig data-grunnlag for. Som påpekt i Bertelsen et al. (2021)⁴⁹ 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.

Dette innebærer at analyser, samfunnsøkonomiske analyser eller andre analyser, basert på de eksisterende sjablongverdiene for skadekostnader, kan gi feil grunnlag for vurderinger og beslutninger.

⁴⁸ Vägöverbbyggnad: Överbbyggnad väg, Dimensionering och utformning. KRAV TRVINFRA-00224 Version 1.0 Publiceringsdatum 2020-10-01. Trafikverket

⁴⁹ Gjennomgang av slitasjekostnader for godstransport på veg og jernbane. SINTEF Rapport nr. 2021:00476

Det anbefales å gjøre en selvstendig estimering av skadekostnader for transport for norske forhold som ivaretar både nivå og variasjon for kostnadene og differensiering med relevante parametere.

Estimeringen vil kreve betydelig ressursbruk med modellutvikling og med å tilrettelegge det norske datagrunnlaget for å kunne gjøre en tilfredsstillende analyse. Arbeidet vil kreve et bredt tverrfaglig samarbeid.

A.4 Forbedringsområder

A.4.1 Innledning

Som grunnlag for en norskbasert estimering av skadekostnader for vegtransport er det en del forhold, forutsetninger og datagrunnlag som må kompletteres, drøftes, avklares og besluttes ut fra definisjon, formål og anvendelse av marginale skadekostnader. I tillegg må tilnærming og metode for beregningene utredes og besluttes. I dette avsnittet gis det en oversikt over forbedringsområder som må behandles.

Utgangspunktet for estimering av skadekostnad er en beregning hvor forholdet mellom infrastrukturkostnader og trafikkarbeid inngår sammen med en rekke andre komponenter:

$$\text{Marginal skadekostnad} = f\left(\frac{\text{Kostnad for tiltak på infrastrukturen i gitt tidsperiode}}{\text{Trafikkarbeid i gitt tidsperiode}}\right)$$

Hovedutfordringene er å fastlegge:

- Hvilke kostnader skal inngå, drift/vedlikehold/utbedring, inkludert håndtering av vedlikeholdsetterslep, samt formatet for kostnadene (tiltakskostnader, levetidskostnader, e.a.)
- Volum for trafikkarbeidet på det analyserte vegnettet, samt formatet for trafikkarbeidet (kjøretøykilometer, ESAL-kilometer, e.a.)

I tillegg må behovet for differensiering av skadekostnaden mot relevante parametere fastlegges.

Dette forbedringsarbeidet krever at det er formulert klare formål, definisjoner og anvendelsesområder for marginale skadekostnader.

A.4.2 Metode

Estimering av marginale skadekostnader kan gjøres på flere måter. En hovedinndeling kan være skille mellom «top down» metoder, som tar utgangspunkt i vegholders kostnader og relaterer disse til trafikkarbeid, og «bottom up» metoder som baserer seg på vegenes tilstandsutvikling og de tilhørende vegholderkostnadene. Beregning av marginale skadekostnader utført med ulike metoder kan gi store variasjoner i estimatene. Dette skyldes forskjeller i formål og anvendelse av estimert skadekostnad, prinsipielle forskjeller i metodene, samt at analysegrunnlaget (f.eks. vegnett) og datagrunnlaget er ulikt for de ulike undersøkelsene.

Nilsson mfl. referer flere aktuelle tilnærminger og metoder for å fastlegge kostnadene ved vegbruk eller estimering av skadekostnader, disse oppsummeres kort nedenfor.

Direkte tilnærming innebærer bruk av systemer for vedlikehold av veg, primært Pavement Management System (PMS) i kombinasjon med systemer for dimensjonering av vegoverbygning iht. trafikk- og klimabelastning som et startpunkt for estimering av marginale kostnader. Som eksempel nevnes Verdensbankens HDM-4, Highway Development and Management System. Norge er i ferd med å

etablere en enkel versjon av slikt system med kombinasjon av Statens vegvesens VegDim⁵⁰ samt ulike PM-systemer.

Indirekte tilnærming estimerer marginale kostnader definert som nåverdi av kostnader knyttet til ekstra kjøretøy som bruker vegen basert på prediksjon før endringen inntreffer. Dette er metoden Nilsson mfl. benytter.

Kostnadsallokering fokuserer på vegkapital samt aggregering av variable og faste kostnader for vegarbeid. Selv om en tilnærming basert på vegkostnader mangler deler av grunnlaget for estimering av marginale kostnader, gir den informasjon som anses relevant for estimering av marginale kostnader.

Økonometriske teknikker kan benyttes for estimering av marginale kostnader basert på utvikling av en kostnadsfunksjon som angir den samlede kostnad for bygging og ivaretagelse av vegen over levetiden, med parametere som trafikk, geometri, vegbredde og opprinnelig strukturell tilstand for vegen.

Disse modellene har noen modelltekniske overlapp, i den forstand at hver av dem naturlig vil benytte elementer fra andre modeller for fastlegging av deler av eget modellgrunnlag.

En mulig variant av disse modellene er å arbeide med et sett av typiske vegstrekninger, i stedet for et reelt vegnett, med fastlegging av kostnader og trafikk og på det grunnlaget etablere estimater for marginale skadekostnader. Dette kan ivareta både nivå og variasjon for skadekostnadene, men matrisen for beregninger blir fort stor med mange dimensjoner.

Teknikker basert på geolokalisert informasjon om objekter, tilstand, tiltak, kostnader, klima og trafikk kan effektivisere analysearbeidet og muliggjøre vurdering av variasjoner i aktuelle parametere i større grad.

Det er ikke mulig å komme med en entydig anbefaling av metode: **Valg av metode må baseres på en grundig utredning knyttet til definisjon, formål og anvendelsesområde for skadekostnadene.** Valget må også gjøres ut fra tilgjengelig datagrunnlag, tilgjengelig kompetanse for modellutvikling samt avsatte ressurser for arbeidet.

A.4.3 Avklaringer

Som grunnlag for estimering av skadekostnader for norske forhold, må prinsipper, forutsetninger og datagrunnlag kompletteres, drøftes og avklares ut fra definisjon, formål og anvendelse for skadekostnadene. Nedenfor gis en oppsummering av de viktigste avklaringspunktene. Mange av forholdene som omtales, har gjensidige avhengigheter og påvirkninger, derfor er en stringent systematisering ikke mulig, og framstillingen nedenfor bærer preg av det.

Kostnader

Hva skal inkluderes i kostnadskomponenten i estimeringen?

Aktuelle vegelementer er veg i dagen, bru og tunnel. Hovedomtalen i dette avsnittet er rettet mot veg i dagen, de omtalte momenter vil også i stor grad gjelde bru og tunnel, men i tillegg er bru og tunnel omtalt spesielt.

Aktuelle aktiviteter er drift (som lapping av slaghull, tetting av sprekker, lokale reparasjoner av krakelering), vedlikehold (som ulike typer reasfaltering, fresing) og utbedring (som forsterkning av vegoverbygning, breddeutvidelse).

⁵⁰ <https://vegdim.atlas.vegvesen.no/>

<https://www.vegvesen.no/fag/fokusomrader/forskning-innovasjon-og-utvikling/pagaende-programmer-og-prosjekter/vegdim/>

Videre må det tas stilling til **hva aktivitetskostnaden skal omfatte**; entreprenørkostnad, byggherrekostnad, vegforvalterkostnad, o.a.

Disse kostnadene kan tas fram via beregning for standard tiltak med estimerte enhetskostnader, vegholders kostnadsregistrering (regnskap) eller ved en kombinasjon av disse. Representasjonen og aggregeringsnivå for kostnader må avklares og fastlegges ut fra analysens formål og datatilgjengelighet.

Det må også vurderes om trafikantkostnader knyttet til drifts-, vedlikeholds- og utbedringstiltak skal inkluderes (f.eks. forsinkelseskostnader).

Ulike nullalternativer og analysealternativer i analysen vil gi ulike generelle trafikantkostnader (ulykkeskostnader, tidskostnader, kjøretøykostnader, m.m.). Inkludering av slike kostnader vil innebære et omfattende arbeid i seg selv. I tillegg er eksisterende virkningsmodeller for trafikantkostnader som funksjon av vegtilstand ikke oppdatert de siste 30 årene og er dermed utdaterte.

En mulig retningslinje for avklaring med hensyn til kostnader er at en kostnad skal inkluderes hvis den påvirkes av den endringen (i trafikk, e.a.) som ønskes analysert. Dette gir imidlertid ikke fullgodt svar, fordi noen analyser omfatter ikke analyse av endring, men av den eksisterende situasjonen uten endring (f.eks. etablering av grunnlag for vegprising).

Kostnadsavklaringen må også ta hensyn til hvordan vedlikeholdsetterslep skal håndteres (se også nedenfor).

Trafikk og trafikklast

Trafikken omfatter både lette og tunge kjøretøy, og de tunge kjøretøyene har store variasjoner i vekt og dimensjoner. Kategorisering av kjøretøyene er derfor en viktig oppgave.

Den sentrale utgangsparameter er trafikkmengde i form av ÅDT, som splittes i ÅDT for lette kjøretøy og for lange kjøretøy.

I Norge foretas ikke almen registrering av ÅDT for tunge kjøretøy, ÅDT_T . Trafikkregistreringer foretas med lengdekategorisering av kjøretøy, og angis med samlet ÅDT, ÅDT for lette kjøretøy og ÅDT for lange kjøretøy, ÅDT_L . Lange kjøretøy er definert som kjøretøy med registrert total lengde, inkludert eventuell tilhenger, større enn 5,5 meter. ÅDT_L benyttes i de fleste tilfeller som uttrykk for ÅDT_T . Dette innebærer at en del lette biler (bobiler, varebiler, minibusser, personbil med henger eller campingvogn, etc.) klassifiseres som «tung». En bedre overensstemmelse med definisjonen av tunge kjøretøy (registrert/tillatt totalvekt over 3,5 tonn) kan oppnås dersom det i ÅDT_T bare inkluderes kjøretøy med lengde over 7,5 meter. I dag kreves det derfor bruk av lengdeklassifiseringsdata fra trafikktelepunktene for å kunne fastlegge reell tungtrafikk på en veg.

Informasjon om vektdata og tunge kjøretøy vil gradvis bedres etter hvert som stasjoner for automatiske WIM-registreringer (Weigh-In-Motion) tas i bruk på vegnettet. Dette vil gi mer komplett informasjon om kjøretøyenes lengde, vekt, aksellast, akselkonfigurasjon og akselavstander, og dermed forbedre grunnlaget for vurdering av nedbrytningseffekten for vegoverbygningen.

Med tanke på nedbrytning av veg er trafikdens fordeling over kjørefelt avgjørende. Dette innebærer at informasjon om trafikkmengde per kjørefelt er viktig for veger med mer enn to kjørefelt.

Informasjon om piggdekkandeler er også en viktig trafikkinformasjon. For lette kjøretøy er denne informasjonen tilgjengelig i dag, men data for tunge kjøretøy mangler.

Nedbrytningsmekanismer for veg – ESAL

For lette kjøretøy er piggdekkslitasje den dominerende nedbrytningsmekanismen for vegdekket. Piggdekkslitasjen er avhengig av piggdekkandel, kjørehastighet, klima (gjennom andel tørr/våt/snødekt vegbane og påvirkningen fra vinterdrift) og vegdekketype/kvalitet. Piggdekkslitasje fra tungekjøretøy har samme avhengigheter, men pga. større aksellast, større bildekk med flere og større pigger enn for lette

kjøretøy blir slitasjen per hjul/aksel større enn for lette kjøretøy. Tunge kjøretøy har imidlertid ofte bare piggdekk på utvalgte aksler og samlet effekt for slitasje fra tunge kjøretøy er i stor grad ukjent.

For tunge kjøretøy vil deformasjon i asfaltlag og underliggende granulære lag (spordannelse) og utmatting av asfaltlaget (sprekkdannelse) være vanlige nedbrytningsmekanismer på alle veger. I tillegg vil tunge kjøretøy forårsake spesielle skadeutviklinger (deformasjon, sprekker, hull, kantskader, m.m.) på veger med svakere vegoverbygninger eller på svak undergrunn.

Analyser av nedbrytning av vegoverbygning benytter som regel ESAL for å beskrive aksellastens nedbrytende effekt i forhold til nedbrytende effekt av en fast aksellastreferanse. Vanlig benyttes 4. potensregelen for å sammenligne effekten av ulike aksellaster P mot en referanselast P_{ref} :

$$ESAL = \left(\frac{P}{P_{ref}}\right)^4$$

Referanselasten som nyttes er vanligvis 10 tonn, men også 18 kips (18 000 pounds, 8,2 tonn) finnes i land med andre målesystemer enn SI-systemet, f.eks. USA som historisk har benyttet målesystem med tomme, fot og pund og som fremdeles i stor grad bruker dette systemet i hverdagslivet selv om vitenskapelig aktiviteter har innført SI-systemet.

Bildet er imidlertid mer nyansert enn 4. potensregelen tilsier. En eksponent lik 4 vil være gyldig for en normal sterk veg der deformasjon er dimensjonerende nedbrytningsmekanisme (spor og jevnhet). For vegoverbygninger der utmatting av asfaltlag (sprekker) er dimensjonerende nedbrytningsmekanisme, kan eksponenten være 1,5. For ulike vegoverbygninger/undergrunn med ulik styrke kan eksponenten variere mellom 1,5 og 6, og i spesielle tilfeller kanskje opp til 15 (men da dreier det seg om helt spesielle skadeutviklingsforløp). Eksponenten er altså en funksjon av vegens oppbygging, styrke, tilstand og de dimensjonerende nedbrytningsmekanismene.

For et komplett kjøretøy med flere aksler/akselgrupper vil også andre forhold enn aksellast spille en rolle for nedbrytningen av vegoverbygningen. For dette formålet kan ESAL utvikles til LEF (Load Equivalency Factor, lastekvivalensfaktor). Ekvivalensfaktoren for en akse/akselgruppe er:

$$LEF_x = \frac{N_{ref}}{N_x}$$

Her er N_x antall passeringer av den aktuelle aksellast, som gir en bestemt nedbrytning av vegen og N_{ref} antall passeringer av referanseaksellasten, som gir den samme nedbrytning av vegen.

Kjøretøyets ekvivalensfaktor er definert som summen av ekvivalensfaktorene til kjøretøyets aksler:

$$LEF = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \frac{k_{at} \times k_{wt} \times k_f \times k_{tp} \times \left(\frac{P_{ij}}{P_0}\right)^y}{a_i}$$

Her er

j	= akse
i	= aksegruppe
k_{at}	= koeffisient for innvirkningen av akselavstand innen en aksegruppe.
k_{wt}	= koeffisient for innvirkningen av dekktype, inkl. innvirkningen av enkelthjul i forhold til tvillinghjul.
k_f	= koeffisient for innvirkningen av fjæringssystemet.
k_{tp}	= koeffisient for innvirkningen av dekktrykket.
a_i	= antall aksler i aksegruppe "i".
P_{ij}	= lasten på akse "j" innen aksegruppe "i".

P_0	= lasten på referanseakselen.
m	= antall enkeltaksler innen akselgruppen.
n	= antall akselgrupper for vogntoget.
γ	= eksponenten for innvirkningen av aksellastens størrelse.

Eksponenten, γ , i formelen over, som kan avvike vesentlig fra 4, viser viktigheten av å inkludere vegoverbygningens styrke og tilstand når kjøretøyers nedbrytningseffekt skal fastlegges. I tillegg framgår det at det er mange forhold ved det enkelte kjøretøy som avgjør den samlede nedbrytende effekt.

Fastlegging av tunge kjøretøys nedbrytende effekt er gjort på ulik måte i estimeringer av skadekostnader. Nilsson mfl. benytter en enkel omregning fra ÅDT_T til ESAL, basert på en eldre rutine i Trafikverket for bestemmelse av trafikkmengde for dimensjonering av vegoverbygning:

Europaveger: $x_{1,1}$

Nasjonale veger: $x_{1,0}$

Länsveger $\text{ÅDT-T} < 13 \%$: $x_{0,8}$

Länsveger $\text{ÅDT-T} > 13 \%$: $x_{1,5}$

Tilsvarende rutine i Trafikverkets bestemmelser er i dag vesentlig forandret⁵¹.

TØI (2019 og 2023) benytter ÅDT_T uten omregning til ESAL. Dette kan forsvares ift. gjeldende norsk vegnormalregelverk som legger til grunn at gjennomsnittlig antall aksler per tungt kjøretøy er $C=2,4$ og gjennomsnittlig ekvivalensfaktor for akslene på tunge kjøretøy er $E=0,427$ ⁵². Dette gir samlet $C \cdot E = 2,4 \cdot 0,427 = 1,02$, altså nokså nær 1 som et nasjonalt middel. Disse verdiene er imidlertid fastlagt ut fra en trafikksamsetning som er utdatert i forhold til kjøretøyparken som nyttes i dag. Faktoren $C \cdot E$ (betegnet som tungbilfaktor eller B) varierer i dag fra 0,5 til 2 over vegnettet, basert på analyser av vektregistreringer på WIM-stasjoner⁵³. Igjen ser vi altså betydningen av å inkludere parametervariasjon i estimeringen, her for trafikkmengde.

En viktig føring for framtidige estimeringer av skadekostnad er å erkjenne at parametere av typen ESAL og LEF gir et uttrykk for trafikklaster og kjøretøyenes relative nedbrytende effekt, men den resulterende nedbrytningen av vegen også vil avhenge av vegens styrke og tilstand samt klima.

Det ble tidligere påpekt at tunge kjøretøy med bruttovekt under 7,5 tonn får en beregnet skadekostnad som er lavere enn den som er beregnet for personbiler. Det er ikke avklart i detalj hva som er årsaken til dette, men det antas å ha sammenheng med hvilke nedbrytningsmekanismer som er dimensjonerende for kjøretøytypen. Tunge kjøretøy tilordnes nedbrytningseffekt i form av deformasjoner og utmatting av vegoverbygningen iht. ESAL-verdi, som for kjøretøy med bruttovekt under 7,5 tonn blir svært liten og nær ubetydelig. Personbiler tilordnes nedbrytningseffekt i form av piggdekkslitasje med en viss standard størrelse og kostnad per kjøretøy i beregningen. Lette lastebiler er i større grad enn tyngre lastebiler utstyrt med piggdekk og burde nok vært tilordnet nedbrytningseffekter også i form av piggdekkslitasje. Rydding i dette forholdet har også sammenheng med problematikken om forskjellen mellom ÅDT_T (tunge) og ÅDT_L (lange) som ble omtalt i avsnittet over om trafikk og trafikklaster (definisjon av tunge kjøretøy basert på lengdekategorisering).

⁵¹ Vägöverbbyggnad: Överbbyggnad väg, Dimensionering och utformning. KRAV TRVINFRA-00224 Version 1.0
Publiceringsdatum 2020-10-01. Trafikverket

⁵² Vegnormal N200 Vegbygging, Statens vegvesen

⁵³ VegDim - Analyse av data fra WIM (Weigh-In-Motion). Statens vegvesen rapport Nr. 1092, 30.10.2025

Avklaringer knyttet til lette og tunge kjøretøyers relative innvirkning på dekkelevetid er et sentralt tema som må utredes ut fra ÅDT, ÅDT_T, piggdekkandeler og vegtilstand.

Et moment som i tillegg må vurderes framover, er effekten av el-bil-andelen i Norge. El-biler har større vekt enn biler med forbrenningsmotor, dette gjelder både personbiler og tunge kjøretøy. Tillatt totalvekt for utslippsfrie tunge kjøretøy er økt i 2026. Dette forandrer lastpåkjenningen på vegnettet fra både personbiler og tunge kjøretøy. I tillegg er det tegn som tyder på at person-el-biler pga. raske akselerasjoner og vekt, også medfører slitasje på vegdekket, selv med dekk uten pigger.

Vegtilstand: Konstruktivt og funksjonelt

Fordi trafikklastens nedbrytning av vegen er kritisk avhengig av vegens tilstand, blir parametere som beskriver denne tilstanden av avgjørende betydning for resultatene fra en estimering av skadekostnad.

Det analyserte vegnettet må beskrives med parametere som angir vegens tilstand både konstruktivt og funksjonelt. Dette vil omfatte parametere som:

- **Veggeometri:** Spesielt vegbredde, men også kurvatur, stigning, sidehinder, etc., avhengig av analysens formål.
- **Vegens styrke:** Egnet definisjon på styrke må etableres og anvendes ut fra analysens formål. Dette kan omfatte parametere som bæreevne, dekkelevetid, drenstilstand, undergrunn, m.m. I noen tilfeller vil også klima (frost og tele) kunne inngå.
- **Vedlikeholdstilstand:** Spordybde, jevnhet, dekkeskader, drenstilstand, m.m.

Tilstandsutvikling – dekkelevetid

Tilstandsutviklingen for vegen vil sammen med gjeldende vedlikeholdsstandard avgjøre behovet for vedlikeholdstiltak på vegen (og eventuelt utbedringstiltak). Dekkelevetid er ofte en viktig parameter for fastsetting av vegholderkostnader. Indikator for dekkelevetid må utredes og avklares. **Dekkelevetiden kan fastsettes ut fra funksjonell dekkelevetid, reasfalteringsfrekvens (dekkelevealder), eller på annen måte.**

Fastlegging av funksjonell dekkelevetid krever godt datagrunnlag for tidspunkt for vedlikehold samt jevnlig tilstandsregistreringer. Fastsetting av funksjonell dekkelevetid er basert på en prognose, og innebærer som alle prognoser en usikkerhet. Reasfalteringsfrekvens (dekkelevealder) er, i tillegg til vegtilstand, også avhengig av tilgjengelige budsjettmidler og gjeldende vedlikeholdspolicy.

Hvis det analyserte vegnettet har et vedlikeholdsetterslep, vil bruk av historiske dekkelevetider gi vegholderkostnader som vil påvirke etterslepet framover i tid. Spørsmålet er derfor om det bør benyttes vedlikeholdskostnader som ikke gir etterslep eller ikke gir økning i etterslepet. Se også under Vedlikeholdsetterslep nedenfor.

Vedlikeholdsetterslep

Fastlegging og håndtering av vedlikeholdsetterslep samt eventuell endring av etterslepet må utredes og avklares. Etterslepet er blant annet en følge av mangler ved tidligere vedlikehold. Det er ikke gitt at utbedring av etterslepet, hele eller deler, skal tilordnes som kostnad ved fastlegging av skadekostnader eller ved analyse av konsekvenser for et utredningstiltak.

Men **etterslepet er av betydning** for vegens faktiske tilstand og spiller derfor en stor rolle ved fastlegging av kjøretøyenes nedbrytende effekt og dermed på resulterende faktiske dekkelevetid.

Tidsperiode for datafangst

Tidsperioden for datafangst, for kostnader, vegtilstand og trafikk må vurderes nøye.

Perioden må være lang nok til å kunne etablere et datagrunnlag med faglig forsvarlig tyngde, men samtidig så kort at store endringer knyttet til datagrunnlaget i forhold til dagens og framtidig situasjon

unngås. Endringer som må tillegges vekt i denne sammenhengen er f.eks. endringer knyttet til trafikk og kjøretøy (vekt og dimensjoner) samt vedlikeholdspolicy og vedlikeholdsmetoder. Organisatoriske endringer hos vegmyndigheter og offentlige reguleringer kan også medføre endringer av betydning for skadekostnader.

Klima

Innvirkningen av klima på nedbrytning av veg og dermed kostnader bør klarlegges, aktuelle parametere er temperatur, nedbør, frost/tele, m.m.

Andre parametere

Vegkategori (riksveg inkludert europaveg, fylkesveg, kommunal veg) og inndeling i geografiske regioner er ikke primærparametere for estimering av skadekostnader, men de kan benyttes som samle kategorier for aggregering av kostnadsresultater.

Bru

Trafikkbelastning fra tunge kjøretøy er, ved siden av andre typer laster (egenvekt, brann, snølast, vindlast, termisk påvirkning, ulykkeslast) den viktigste parameteren for dimensjonering av bruens styrke og bæreevne. Dimensjonerende trafikklast for prosjektering av bruer i det offentlige vegnettet er gitt av Vegdirektoratet i lastforskrifter fram til 2010 og deretter av Eurokoder gitt som NS-EN-standarder fra Standard Norge⁵⁴. Eldre bruer er dimensjonert etter lastforskrifter med dimensjonerende trafikklast som har endret seg over tid, fra 32 tonn i 1920 til 92,4 tonn i 2010, med tilsvarende aksellast endret fra 10 tonn til 13 tonn.

For bruer i driftsfasen gjøres bæreevneklassifisering for å fastsette tillatte trafikklast. Trafikklast som skal benyttes ved bæreevneklassifisering av eksisterende bruer og ferjekaier i det offentlige vegnettet, er gitt av vegnormal N400⁵⁵ og veiledning V412⁵⁶.

Vurdering av kostnader for bru vil omfatte to hovedelementer: drifts- og vedlikeholdskostnader og eventuelle endringer i disse samt kostnader knyttet til forsterkning eller utskifting av bru som ikke tåler eksisterende eller endret trafikkbelastning.

Bruer er spesielle stedfestede objekter på vegnettet som kan innebære absolutte brudd i framkommelighet dersom de må stenges. I hvilken grad og på hvilken måte kostnader knyttet til bruene (drift, vedlikehold og utbedring) skal inngå i skadekostnader for trafikk, må utredes spesielt. Fram til nå synes det som om dette temaet ikke er behandlet i særlig grad.

Tunnel

Med tanke på skadekostnader for vegoverbygning framstår ikke tunnel som vesentlig forskjellig fra veg i dagen. En forskjell ligger i at vegoverbygningen ofte er av bedre kvalitet med større styrke enn for veg i dagen pga. normalt bedre undergrunn og drensforhold. På den annen side er trafikken i tunnel i større grad kanalisert enn på veg i dagen (dvs. mer konsentrerte kjørespor), noe som kan øke nedbrytningshastigheten.

⁵⁴ <https://standard.no/fagomrader/eurokoder/>

⁵⁵ Vegnormal N400 Bruprosjektering, kap. 13 Bruer i driftsfasen, Statens vegvesen

⁵⁶ Veiledning V412 Bæreevneklassifisering av bruer, laster, Statens vegvesen

A.4.4 Datagrunnlag

Datagrunnlaget for estimering av skadekostnad framstår i dag som mangelfullt, delvis fordi informasjonen har mangler og delvis fordi det er ressurskrevende å tilrettelegge informasjonen for spesifikke formål. Datagrunnlaget for analyse og estimering av skadekostnader må forbedres og kompletteres og tilgjengeligheten må økes i forhold til dagens situasjon, som minimum for riks- og fylkesveger.

Men utviklingen går gradvis i riktig retning. Informasjonen kompletteres, tilgjengeliggjøres og stadig ny informasjon legges til. En oversikt over status for de viktigste informasjonskildene er vist nedenfor.

Vegtilstand

Vegstandarddata som f.eks. vegbredde har rimelig god dekning i NVDB for riks- og fylkesveger.

Bæreevne har god dekning på riksveg og for enkelte fylkeskommuner, men er mangelfullt for øvrig.

Vedlikeholdstilstand har god dekning for spor og jevnhet, men er ressurskrevende å tilrettelegge for analyse (data er ikke lagret i NVDB). Dekkeskader mangler datagrunnlag, men metoder for registrering er under utvikling. Drenstilstand mangler datagrunnlag, men også her er metoder for registrering under utvikling.

På overordnet nivå vil utviklingen av tilstandsindikatorer gi grove oversikt over flere parametere for vegtilstand⁵⁷.

Infrastrukturtiltak

Data for vedlikeholdstiltak er tilgjengelig i NVDB, men er mangelfulle, spesielt for visse historiske perioder. Oversikt over driftstiltak og utbedringstiltak er mangelfulle.

Dekkelevetider kan estimeres fra dette datagrunnlaget for vedlikeholdstiltak, eventuelt med samtidig bruk av tilstandsdata.

Kostnader

Standard tiltakskostnader kan beregnes med enhetspriser fra kostnadsbanker.

Historiske kostnadsdata (regnskapsdata og data fra plansystemer) er tilgjengelige, både for riksveger og fylkesveger, men er ressurskrevende å tilrettelegge for analyse.

Trafikk

ÅDT for lette og lange kjøretøy er tilgjengelige med god dekning i NVDB og fra trafikktelepunkt. Videre har vektdata for tunge kjøretøy (totalvekt, aksellast, akselkonfigurasjon og dekk/hjultype) dårlig datagrunnlag, men blir sakte bedre gjennom registreringer ved WIM-stasjoner.

Informasjon om piggdekkandeler for lette kjøretøy foreligger på grovt nivå for byer og regioner, og blir jevnlig oppdatert gjennom Reisevaneundersøkelsene. Data for tunge kjøretøy er meget mangelfulle.

Kjørefart har god dekning på trafikktelepunkt.

Bru

Informasjon om dimensjonering og bæreevneklassifisering er normalt godt tilgjengelig. Det kan imidlertid i noen sammenhenger være nødvendig å gjennomføre nye bæreevneklassifiseringer.

⁵⁷ Tilstandsindikatorer for vegnettet, Statens vegvesen rapporter Nr. 1070, 09.07.2025

A.5 Innspill til prosess for estimering av norske skadekostnader

Ikke alle forutsetninger for et vellykket resultat vil være til stede ved oppstart av et slikt arbeid. Analysegrunnlaget og estimeringsmetoden vil ha svakheter i en første versjon. Derfor bør ambisjonen for arbeidet være å **skape et metodisk rammeverk og et modellapparat for skadekostnader som kan videreutvikles og kompletteres** kontinuerlig etter hvert som kompetanseutvikling og metodeutvikling samt datatilgjengelighet tillater det.

Arbeidet må baseres på en presisering av formål, definisjon og anvendelsesområder for skadekostnader og marginale skadekostnader. Deretter må det gjennomføres en utredning for valg av tilnærming og metode.

Basert på dette kan arbeidet bygges opp med arbeidspakker for de enkelte komponentene som er nødvendig for estimering av skadekostnader. Det må gjøres et grundig arbeid med å utvikle en prosjektplan for arbeidet.

Arbeidspakkene må omfatte arbeid innenfor to hovedområder; datagrunnlag og analysemodeller. Oversikten og beskrivelsen av håndteringen er ikke komplett og fullstendig, den gir bare en indikasjon på hvilket arbeid som kreves.

Datagrunnlag: Det må tas fram mer komplett datagrunnlag for analysene. Dette omfatter i første rekke data som:

- Vegstandard: Spesielt vegbredde som har en del mangler i Vegdatabanken dels pga. ulike definisjoner av vegbredde, dels pga. ulike metoder for registrering av vegbredde. Fastlegging av en definisjon av parameteren vegbredde som er relevant for estimering av skadekostnader, er en nødvendig del av oppgaven.
Øvrige geometriske parametere, som kurvatur og stigning, vil bare være aktuelt ved hvis man ønsker en estimering av skadekostnad med meget stor oppløsning. Terrengforhold, som flatt, sidebratt, fylling og skjæring har også betydning i en slik finmasket analyse.
- Vegtilstand (dekketilstand, drenstilstand, bæreevne, m.m.):
For dekketilstand dreier det seg i hovedsak å gjøre eksisterende data fra databasen Rosita tilgjengelig, samt koble disse til en rekke andre parametere som vegelement (veg i dagen, bru, tunnel), vegbredde, ÅDT, sidehindre, kjørefart, m.m.
- Infrastrukturtiltak (drift, vedlikehold og utbedring) med tilhørende kostnadsdata:
Informasjon om vedlikeholdstiltak foreligger i rimelig grad, samt noe om driftstiltak. For utbedringstiltak finnes ikke noen samlet oversikt, disse må tas fram fra ulike prosjektoversikter eller identifiseres på vegbilder. Kostnadsdata er mangelfullt, disse må søkes i regnskapsdata, kostnadsbanker inkludert PM-systemer eller estimeres med standard enhetspriser.
- Detaljerte trafikkdata for lette og tunge kjøretøy:
Hovedoppgaven er å ta fram oversikter over vektdata for tunge kjøretøy, basert på beslutning om definisjon av «tunge kjøretøy». Arbeidet må omfatte analyser av data fra WIM-stasjoner for å kunne definere typisk trafikksammensetning for ulike vegtyper på det norske vegnettet.
Piggdekkandeler må analyseres fra eksisterende kilder for fastlegging på ønsket detaljerings- og differensieringsnivå (vegtyper, geografisk region, kjøretøytype, m.m.).
Kjørefart må analyseres ut fra data fra trafikktelepunktene og andre kilder eller metoder.

Avhengig av analysens innretting og detaljeringsgrad kan det også bli behov for andre datatyper som klimadata for inndeling av vegnettet i klimasoner basert på nedbør, temperatur, frost, m.m. rettet mot analysene av kjøretøyers nedbrytning av vegene gjennom de ulike nedbrytningsmekanismene.

Analysemodeller: Det må utvikles analysemodeller innen flere områder som:

- Tilstandsmodeller for å fastlegge tiltaksbehov inkludert tiltakstype og tiltaksfrekvenser.
- Kostnadsmodeller for å fastlegge kostnadene for de inkluderte infrastruktureltakene (drift, vedlikehold og utbedring).
- Trafikkmodeller som presenterer trafikk med kategorisering og nøyaktighet som er egnet for estimeringen av skadekostnadene.

Disse analysene, sammen med annet definert analysebehov må settes sammen til beregningsmodeller for skadekostnader. Analysemodellene må tilpasses det ønskede detaljeringsnivået og den ønskede differensieringen for skadekostnadene.

Videre bør det inkluderes en arbeidspakke som kan gjennomføre **verifisering av de beregnede skadekostnadene** ved å se på hvor godt modellene klarer å predikere faktiske vegholderkostnader, sannsynligvis må det her inkluderes en metode for korrigering for utvikling i vedlikeholdsetterslep.

Estimering av skadekostnader for norske forhold innebærer et omfattende arbeid som må gjennomføres i samarbeid mellom flere fagmiljøer. Det er som minimum behov for kompetanse innen fagområder som samfunnsøkonomisk analyse, vegteknologi, drift/vedlikehold/utbedring av veg/bru/tunnel, trafikk, meteorologi/klima, økonomi/regnskap og statistikk.

Det brede kompetansebehovet som arbeidet innebærer, tilsier at organiseringen må inkludere flere institusjoner/organisasjoner, fra virksomheter som vegmyndigheter, forskningsinstitusjoner, konsulentvirksomheter, m.fl.

A.6 Avslutning

Arbeid med estimering av skadekostnader for norske forhold vil sannsynligvis måtte foregå over en relativ lang tidsperiode.

I mellomperioden har man ikke annet valg enn å benytte foreliggende sjablongverdier for skadekostnader. Men ved alle analyser bør det gjøres spesielle vurderinger av om usikkerheter knyttet til nivå, variasjon og differensiering av skadekostnadene (jf. tidligere illustrasjon av spennet mellom skadekostnad for riksveger og fylkesveger på hhv. 0,18 og 1,15 NOK/ESAL-km) medfører konsekvenser for aktuell analyse/utredning og om alternativ analysemetode skal benyttes.

Det bør umiddelbart settes i gang et arbeid for å verifisere nivået på de foreliggende skadekostnadene for norske forhold, vurdere variasjon med relevante parametere (tiltakskostnader, dekkelevetid, vegbredde og trafikk) samt vurdere en foreløpig differensiering mht. vegtilstand (spesielt vegbredde og vegens styrke) i tillegg til den foreliggende differensieringen for kjøretøytype (bruttovekt).

Vedlegg B: 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 0.1: 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 benyttet gjennomsnittlig lastvekt som i TØI-rapport 1953 for hver av de åtte utvalgte skipstypene kombinert med størrelseskategori. Det gir oss følgende gjennomsnittlig lastvekt:

Tabell 0.2: Gjennomsnittlig lastvekt (tonn) for åtte skipstyper av ulike størrelseskategorier

Skipstype	1'-5'	5'-15'	15'-25'	25'-35'	35'-45'	45'-55'	>55'
Breakbulk	456,53	4 074,31	8 612,59		17 279,06	19 671,11	
Container Lo/Lo		4 389,02	6 595,95				
Kjemi/Produkt tanker	1 472,93	4 525,01	7 733,10		15 906,75		
LPG/LNG	1 243,87	2 698,47	5 117,91	10 129,36	14 396,56		33 223,90
Ro-Ro cargo	922,60	3 412,88	5 565,68				
Ro-Ro vehicles	854,67	1 618,17					
Tanker		5 075,38	8 301,58		11 180,03		47 059,89
Tørrbulk		4 373,04	9 085,24	14 864,54	17 625,52		32 867,43

Vedlegg C: Samlede marginale eksterne kostnader for vegtransport med framskrivninger

Når kalkulasjonsverdier som skadekostnadsestimater skal brukes i analyser, er det ofte viktig å gjøre forutsetninger om hvordan disse marginalkostnadene kommer til å utvikle seg i årene fremover. Tiltaket som analyseres blir for eksempel igangsatt om fem år og har en levetid på 40 år. På samme måte er det nyttig i vurderinger av prising og avgifter fremover å ha en formening om utviklingen.

I praksis innebærer dette en realprisjustering av verdiene over tid i tråd med Rundskriv 109/21, med ytterligere justeringer. Kjerneantagelsen er at verdien av disse kalkulasjonsprisene vil vokse i takt med inntekt, og rundskrivet anbefaler justeringer i tråd med forventet vekst i BNP per innbygger, slik presentert i Perspektivmeldingen (Finansdepartementet, 2024). Videre trengs det å gjøre justeringer utfra forventet utslipp per kilometer fra biler med forbrenningsmotor og for ulykker.

For utslipp er de sentrale forutsetningene om når det er tilnærmet ingen gjenværende biler som er kategorisert som Euro IV eller tidligere. For nyregistrerte lastebiler var dette pålagt fra 2013, mens for personbiler var det pålagt fra 2014. Vi legger følgende forutsetninger til grunn:

- For diesel-lastebiler er dette oppnådd innen 2030
- For personbiler drevet av diesel og bensin er dette oppnådd i 2038. Da har det gått 16 år siden nye personbiler måtte være Euro VI. Dette betyr fortsatt kraftige reduksjoner i NOX og PM2.5-utslipp per kjøretøykilometer fra

Dette betyr at særlig utslipp av NOX og PM2.5 vil falle raskt over tid.

For ulykker innebærer trendframskrivingen en gjennomsnittlig årlig reduksjon i marginale ulykkeskostnader på 4,7% for personbiler og 2,7% årlig reduksjon for lastebiler. Dette er tidligere gjennomgått i kapittel 3.8.

Oppsummert gir dette følgende prisbaner for marginale skadekostnader (utenom CO2) for både lastebiler og personbiler fra 2026 til 2050.

Tabell 0.3: Framskrevet utvikling i marginale skadekostnader (NOK₂₀₂₆ per kjøretøykilometer) for personbiler og dieseldrevne lastebiler (utenom CO₂)

Områdekategori	Kjøretøytype	2026	2030	2035	2040	2045	2050
Spredt bebyggelse	Personbil diesel	0,45	0,40	0,35	0,32	0,29	0,27
Mellomstor by	Personbil diesel	0,97	0,94	0,91	0,90	0,89	0,90
Storby	Personbil diesel	3,28	3,31	3,37	3,45	3,54	3,65
Spredt bebyggelse	Personbil bensin	0,44	0,39	0,34	0,30	0,28	0,26
Mellomstor by	Personbil bensin	0,92	0,89	0,86	0,85	0,85	0,86
Storby	Personbil bensin	3,00	3,04	3,10	3,19	3,29	3,41
Spredt bebyggelse	Personbil nullutslipp	0,43	0,38	0,34	0,30	0,28	0,26
Mellomstor by	Personbil nullutslipp	0,91	0,88	0,85	0,84	0,84	0,84
Storby	Personbil nullutslipp	2,96	2,99	3,06	3,14	3,24	3,35
Spredt bebyggelse	Lastebil ≤7,5t	1,29	1,24	1,21	1,20	1,19	1,19
Mellomstor by	Lastebil ≤7,5t	2,60	2,53	2,55	2,59	2,65	2,72
Storby	Lastebil ≤7,5t	7,14	6,83	6,92	7,15	7,41	7,70
Spredt bebyggelse	Lastebil >7,5–14t	1,39	1,34	1,31	1,30	1,30	1,30
Mellomstor by	Lastebil >7,5–14t	2,72	2,65	2,65	2,69	2,76	2,83
Storby	Lastebil >7,5–14t	7,42	7,02	7,05	7,26	7,52	7,81
Spredt bebyggelse	Lastebil >14–20t	1,54	1,53	1,52	1,51	1,52	1,54
Mellomstor by	Lastebil >14–20t	2,87	2,86	2,91	2,98	3,06	3,14
Storby	Lastebil >14–20t	7,49	7,45	7,71	8,01	8,33	8,66
Spredt bebyggelse	Lastebil >20–28t	1,66	1,64	1,63	1,63	1,64	1,66
Mellomstor by	Lastebil >20–28t	2,96	2,96	2,99	3,04	3,11	3,19
Storby	Lastebil >20–28t	7,41	7,39	7,49	7,68	7,92	8,20
Spredt bebyggelse	Lastebil >28–40t	1,43	1,40	1,38	1,37	1,37	1,38
Mellomstor by	Lastebil >28–40t	2,71	2,72	2,74	2,79	2,84	2,91
Storby	Lastebil >28–40t	7,10	7,15	7,28	7,46	7,69	7,95
Spredt bebyggelse	Lastebil >40–50t	1,95	1,95	1,96	1,97	2,00	2,04
Mellomstor by	Lastebil >40–50t	3,23	3,26	3,32	3,39	3,48	3,58
Storby	Lastebil >40–50t	7,53	7,66	7,85	8,08	8,35	8,64
Spredt bebyggelse	Lastebil >50–60t	1,75	1,73	1,72	1,72	1,74	1,76
Mellomstor by	Lastebil >50–60t	3,10	3,06	3,08	3,13	3,20	3,29
Storby	Lastebil >50–60t	7,85	7,62	7,61	7,77	8,00	8,29

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 70 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 dekker alle transportmidler og temaområder innen samferdsel, inkludert trafiksikkerhet, kollektivtransport, klima og miljø, reisevaner og reiseetterspørsel, arealplanlegging, ITS, offentlige beslutningsprosesser, næringslivets transportbehov og generell transportøkonomi. Instituttet deltar aktivt i internasjonalt forskningssamarbeid, med særlig vekt på EUs rammeprogrammer.

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
Postboks 8600 Majorstua
0349 Oslo
Norge

Kontoradresse:

Forskningsparken
Gaustadalléen 21

E-post: toi@toi.no

Hjemmeside: www.toi.no

