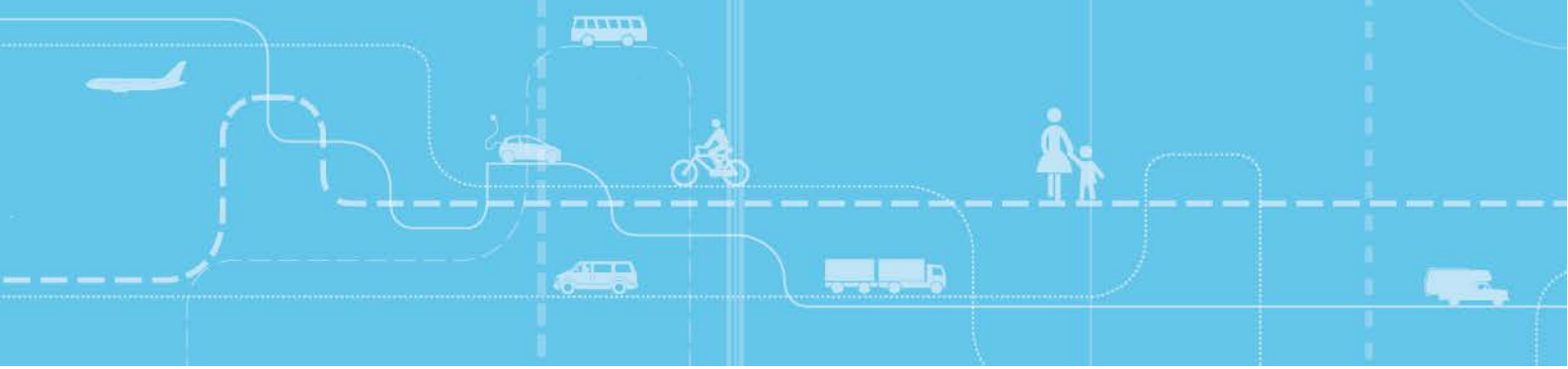


Marginale eksterne kostnader ved vegtrafikk



Marginale eksterne kostnader ved vegtrafikk

Harald Thune-Larsen

Knut Veisten

Kenneth Løvold Rødseth

Ronny Klæboe

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.

ISSN 0808-1190

ISBN 978-82-480-1508-6 Papirversjon

ISBN 978-82-480-1507-9 Elektronisk versjon

Oslo, oktober 2014

Tittel: Marginale eksterne kostander ved vegtrafikk

Title: External Marginal Costs of Road Traffic

Forfattere: Harald Thune-Larsen
Knut Veisten
Kenneth Løvold Rødseth
Ronny Klæboe

Author(s): Harald Thune-Larsen
Knut Veisten
Kenneth Løvold Rødseth
Ronny Klæboe

Dato: 10.2014

Date: 10.2014

TØI rapport: 1307/2014

TØI report: 1307/2014

Sider 126

Pages 126

ISBN Papir: 978-82-480-1508-6

ISBN Paper: 978-82-480-1508-6

ISBN Elektronisk: 978-82-480-1507-9

ISBN Electronic: 978-82-480-1507-9

ISSN 0808-1190

ISSN 0808-1190

Finansieringskilde: Finansdepartementet
Klima- og miljødepartementet
Samferdselsdepartementet

Financed by: Ministry of Climate and Environment
Ministry of Finance
Ministry of Transport and Communications

Prosjekt: 3944 - Marginale eksterne kostnader ved vegtrafikk

Project: 3944 - Marginale eksterne kostnader ved vegtrafikk

Prosjektleder: Harald Thune-Larsen

Project manager: Harald Thune-Larsen

Kvalitetsansvarlig: Gunnar Lindberg

Quality manager: Gunnar Lindberg

Emneord: Eksterne Kostnader
Marginale transportkostnader
Miljø
Vegtrafikk

Key words: Environment
External costs
Marginal cost
Vehicles

Sammendrag:

TØI har oppdatert beregningene av marginale eksterne kostnader knyttet til vegtrafikken i Norge. Eksterne kostnader knyttet til klimaeffekter er ikke beregnet. Vegtrafikken påfører samfunnet 0,78 kr/km i eksterne marginale kostnader, fordelt med 1,92 kr/km i store tettsteder, 1,01 kr/km i mindre tettsteder og 0,39 kr/km utenfor tettsted. Fordelt på drivstofftyper tilsvarer kostnadene 7,36 kr/liter bensin og 9,16 kr/liter diesel, men i de største tettstedene er kostnadene per liter over dobbelt så høye. Generelt står ulykker for de største kostnadene, men i de største tettstedene har også lokale utslipp og kø stor betydning. Siden utslipp utenom klimagasser bare står for en mindre del av kostnadene og også elbiler forårsaker svevestøv, så blir kostnadsforskjellene mellom elbiler og bensin personbiler svært beskjedne.

Summary:

TØI has revised the estimates of the marginal external costs of road transport in Norway. External costs related to greenhouse gas emissions have not been included. Road transport is estimated to produce external costs of approximately 0.78 NOK/km. The estimates vary from 1.92 NOK/km in large urban areas to 1.01 NOK/km in small urban areas and 0.39 NOK/km in rural areas. The average external cost is 7.36 NOK/litre for vehicles using petrol and 9.16 NOK/litre for vehicles using diesel. The costs caused by accidents constitute the largest proportion of the total external costs, but external costs related to local air pollutants and congestion also play a significant role, especially in large urban areas. The estimates indicate that there are only minor differences in the marginal external costs of electric and other zero emission cars compared to cars which runs on petrol as long as the effects of greenhouse gas emissions are not included. This result follows because the local effects of exhaust gas emissions contribute to a very small share of total external cost for petrol cars.

Language of report: Norwegian

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

Institute of Transport Economics
Gaustadalleen 21, 0349 Oslo, Norway
Telefon 22 57 38 00 - www.toi.no

Forord

Vegtrafikk påfører samfunnet eksterne kostnader i form av ulemper og kostnader som ikke dekkes direkte av trafikantene. Eksempler på dette er ulemper og skader knyttet til lokale utslipp, støy, ulykker, kø, barriereeffekter, helseeffekter, drift og slitasje på infrastruktur.

Samferdselsdepartementet, Klima- og miljødepartementet og Finansdepartementet har gitt TØI i oppdrag å beregne og oppdatere de eksterne marginale kostnadene ved vegtransport med utgangspunkt i anbefalingene i NOU 2012:16. Eksterne kostnader knyttet til klimagassutslipp er likevel holdt utenfor.

Prosjektarbeidet har vært ledet av Harald Thune-Larsen. Kenneth Løvold Rødseth har beregnet kostnadene ved kø og støy, Knut Veisten har beregnet kostnadene ved ulykker og ellers hatt hovedansvaret for vurderingene av barriereeffekter, helseeffekter (stillesittingseffekter) og natureffekter, og Ronny Klæboe har hatt hovedansvaret for vurderingene av lokal luftforurensing. Ståle Navrud og Kristin Magnussen har bidratt med nyttig informasjon om verdsettingsgrunnlaget for lokal luftforurensing, Rolf Hagman og Erik Figenbaum har bidratt med nyttige innspill knyttet til utslipp fra kjøretøy, og Rune Elvik, Lasse Fridstrøm og Fridulv Sagberg har bidratt med god veiledning og viktig bearbeiding av input til ulykkeskostnadsberegningen. Trude Rømming har hatt ansvaret for endelig redigering og korrektur av rapporten. Rapporten er kvalitetssikret av direktør Gunnar Lindberg.

Oslo, oktober 2014
Transportøkonomisk
institutt

Gunnar Lindberg
Direktør

Kjell Werner Johansen
Avdelingsleder

Innholdsfortegnelse

Sammendrag

Summary

1 Innledning	1
1.1 Bakgrunn	1
1.2 Eksterne kostnader	1
1.2.1 Grunnleggende teori.....	1
2 Grunnlaget for beregningen av eksterne kostnader.....	4
2.1 Praktisk implementering av eksterne kostnader	4
2.2 Kjøretøykilometer og totalt drivstofforbruk	5
3 Gjennomføring	7
3.1 Lokal luftforurensing	7
3.1.1 Innledende betraktninger.....	7
3.1.2 Verdsetting av utslipp.....	8
3.1.3 Verdsetting av NO ₂ gitt verdsetting av NO _x	10
3.1.4 Skadekostnader og tiltakskostnader for NO _x	10
3.1.5 Relativ verdsetting av PM ₁₀ og PM _{10-2,5}	11
3.1.6 Trivselseffekter av lokal luftforurensning (utelatt i verdsettingen)	12
3.1.7 Utslipp fra vegtransport	13
3.1.8 Totale og marginale utslippskostnader	14
3.2 Støy.....	19
3.3 Ulykker.....	25
3.3.1 Teorigrunnlag for beregning av marginale eksterne ulykkeskostnader	25
3.3.2 Tidligere beregninger av marginale eksterne ulykkeskostnader i Norge	27
3.3.3 Valgt hovedtilnærming i vår analyse	29
3.3.4 Differensiering av den marginale eksterne ulykkeskostnaden for personbiler mht bilens vekt	32
3.3.5 Alternativ tilnærming mht skadeforårsaking - systemeksternalitetsleddet	33
3.3.6 Effekten av differensiert risikovillighet på de marginale eksterne kostnadene	33
3.3.7 Effekten av ulykkesreducerende- og skadereducerende tiltak på de marginale eksterne kostnadene.....	34
3.3.8 Beregninger	34
3.3.9 Oppsummering.....	51
3.4 Kø	52
3.4.1 Beregning av køkostnader	52
3.4.2 Sammenligning med andre beregninger	56
3.4.3 Supplerende diskusjon.....	57
3.5 Slitasje på infrastruktur	59
3.6 Vinterdrift.....	61
3.7 Barriereeffekter	63
3.8 Andre helseeffekter.....	64
3.9 Natur- og landskapseffekter	65
4 Resultater.....	66
4.1 Enhetspriser	66
4.2 Marginale eksterne kostnader – hovedresultater	68
4.3 Utslippskostnader for alternative drivstoff.....	71
4.4 Sammenligning med tidligere beregninger.....	73

5 Referanser.....	75
VEDLEGG 1. Tabeller for drivstofforbruk og utslipp	88
VEDLEGG 2. Resultattabeller.....	91
VEDLEGG 3. Forhold som er vurdert men ikke tatt med i beregningene av eksterne marginale kostnader	106
V.3.1 Barriereeffekter	106
V.3.1.1 Tidligere beregninger av marginale eksterne barrierekostnader	106
V.3.1.2 Barriereeffekter i form av utrygghet for syklende/gående	108
V.3.1.3 En eksempelberegning basert på verdsetting av tidstap for gående/syklende ved kryssing av veger med motorisert trafikk.....	108
V.3.1.4 En alternativ eksempelberegning basert på verdsetting av barriereeffekter/utrygghet for syklende/gående.....	112
V.3.1.5 Oppsummering.....	118
V.3.2 Andre helseeffekter	118
V.3.2.1 Ingen tidligere beregninger av marginale eksterne stillesittingskostnader....	118
V.3.2.2 Beregning av marginale eksterne stillesittingskostnader gitt en totalkostnad beregnet fra all motorisert persontransport.....	119
V.3.2.3 Beregning av marginale eksterne stillesittingskostnader gitt en totalkostnad beregnet fra vurderinger om overføringspotensialet fra motorisert persontransport til fysisk aktiv persontransport	119
V.3.2.4 Oppsummering.....	121
V.3.3 Natur- og landskapseffekter.....	121
V.3.3.1 Habitattap og naturfragmentering.....	121
V.3.3.2 Vann- og jordforurensing	126

Sammendrag:

Marginale eksterne kostnader ved vegtrafikk

TOI rapport 1307/2014
Forfatter(e): Harald Thune-Larsen, Knut Veisten, Kenneth Løvold Rødseth, Ronny Klæboe
Oslo 2014 126 sider

TOI har oppdatert beregningene av marginale eksterne kostnader knyttet til vegtrafikken i Norge. Eksterne kostnader knyttet til klimaeffekter er ikke beregnet. Vegtrafikken påfører samfunnet 0,78 kr/km i eksterne marginale kostnader, fordelt med 1,92 kr/km i store tettsteder, 1,01 kr/km i mindre tettsteder og 0,39 kr/km utenfor tettsted. Fordelt på drivstofftyper tilsvarer kostnadene 7,36 kr/liter bensin og 9,16 kr/liter diesel, men i de største tettstedene er kostnadene per liter nesten dobbelt så høye. Generelt står ulykker for de største kostnadene, men i de største tettstedene har også lokale utslipp og kø stor betydning. I kø er de marginale tidskostnadene som personbiler påfører andre trafikanter beregnet til 5,35 kr/km. Siden utslipp utenom klimagasser bare står for en mindre del av kostnadene og også elbiler forårsaker svestøv, så blir kostnadsforskjellene mellom elbiler og bensin personbiler svært beskjedne.

Innledning

Eksterne kostnader - også kalt negative eksternaliteter - oppstår i det en aktørs aktiviteter påvirker andre aktører på en negativ måte, altså når aktørens handlinger påfører andre kostnader. Veitransport gir opphav til en rekke eksterne kostnader, blant annet støyplage, kø, slitasje på infrastruktur og helse- og miljøskade.

Samfunnsøkonomiske beregninger legges til grunn for vurderingen av transportrelaterte tiltak og virkemidler. Det er derfor et behov for gode beregninger av de samlede kostnadene ved vegtrafikk, inklusiv eksterne kostnader. Eksisterende beregninger av eksterne kostnader ved veitransport i Norge begynner å bli gamle, og det er derfor tvilsomt at de gjenspeiler de gjeldende eksterne kostnadene ved veitransport. Formålet med denne rapporten er derfor å presentere nye beregninger av eksterne kostnader som i større grad reflekterer dagens situasjon enn de foreliggende beregningene.

Det svært komplisert å fange opp eksterne kostnader ved transport. Dette skyldes blant annet at kostnadene varierer i) mellom ulike kjøretøy, ii) ut fra hvor og når transporten finner sted og iii) ut fra kontekstuelle faktorer slik som klimatiske forhold. Det ligger utenfor dette prosjektets rammer å analysere i detalj hvordan disse faktorene påvirker størrelsen på eksterne kostnader. I hovedsak differensierer vi mellom tre regionale dimensjoner (utenfor tettsted, små tettsted og store tettsted) og mellom tidspunkt på døgnet hvor dette er hensiktsmessig (spesielt knyttet til kø og støy).

Prosjektet er utført på oppdrag fra Finansdepartementet, Klima- og miljødepartementet og Samferdselsdepartementet.

. De eksterne effektene som vurderes er:

- Lokale utslipp til luft (NO_x og PM10)
- Støy
- Ulykker
- Kø
- Slitasje på infrastruktur
- Vinterdrift
- Barriereeffekter
- Andre helseeffekter
- Natureffekter

I denne oversikten står barriereeffekter, andre helseeffekter og natureffekter i grått fordi vi ikke beregner disse miljøkostnadene, men i stedet inkluderer en grundig drøfting av effektene.

Prosjektet omfatter **ikke** vurdering av eksterne kostnader ved **klimagassutslipp**

Metode

Lokal luftforurensing

Trafikken forurensar gjennom forbrenning (eksosutslipp) og gjennom vegslitasje, dekkslitasje, og slitasje på bremsebånd. Fartsvinden fra kjøretøyene bidrar til å virvle opp støv og skitt avsatt langs vegkanten uansett om forurensningskomponentene stammer fra trafikken, vedfyring eller kommer langveis fra. De eksterne virkningene av luftforurensning er trivsels- og helseeffekter, påvirkning av planteliv, virkninger på bygninger, veger og annen infrastruktur og resulterende forurensing av vann. Standard tilnærming til estimering av marginale eksterne kostnader av luftforurensing har vært basert på skadefunksjons- / konsekvenstilnærming.

Metodikken er basert på et tidligere arbeid med å verdsette helseeffekter fra luftforurensning. Verdien for tidlig død pga sykdom forårsaket av luftforurensing er her satt til 30 mill (2012-kroner).

Verdsetting av helsekostnadene er knyttet til NO_x mens det er NO₂ som anses å være helseskadelig. Utviklingen av motorteknologi innebærer imidlertid at andelen NO₂ i en gitt mengde NO_x ikke er stabil. Vi har derfor vurdert å bruke andelen NO₂ i forhold til NO_x i bymiljøundersøkelser til spesifikt å verdsette NO₂, men har i beregningene likevel benyttet verdsetting knyttet til NO_x.

Også tiltakskostnader beregnet ut fra internasjonale forpliktelser er medregnet i verdsettingen av NO_x.

Skadekostnader for PM₁₀ er enkelt fordelt på fin- (PM_{2.5}) og grovfraksjon (PM_{10-2.5}). Ettersom det er mye som tyder på at finfraksjonen utgjør et større helseproblem enn grovfraksjonen ville det vært fristende å vekte opp verdsettingen av finfraksjonen og vekte ned verdsetting av grovfraksjonen for bedre å ta hensyn til farlighetsgrad. En nyere undersøkelse i Stockholm hvor grovfraksjonen teller like sterkt som finfraksjonen, og noen indikasjoner på at inndelingen i fin og grovfraksjon kan være lite presis, gjør at vi foreløpig avstår fra dette.

Generelt foreligger få nyere undersøkelser av befolkningens eksponering. Spesielt er det uklart hva utslipp langs vegene i byområdene fører til av endringer når det gjelder befolkningens eksponering. Dette er en svakhet.

En rekke nasjonale og internasjonale undersøkelser viser at befolkningen i europeiske byområder plages av luftforurensning. Det er lite i miljøundersøkelsene som tyder på at trivselseffektene av luftforurensning skulle telle mindre enn de fra støy. Vi har her brukt virkningskurver til å «oversette» en plagereduksjon fra støy til en tilsvarende plagereduksjon fra luftforurensning. Derved kan vi få et første tentativt anslag på trivselseffekten av endret luftforurensning. Imidlertid bør det sjekkes empirisk hvilken verdi befolkningen setter på å unngå luftforurensningsplager samtidig som det foreligger forholdsvis få internasjonale studier på området. Vi har derfor foreløpig valgt å ikke ta trivselseffektene med i resultatene.

Støy

Eksterne kostnader ved støyplage er beregnet med utgangspunkt i Statistisk Sentralbyrås kartlegging av personer som er utsatt for veitrafikkstøy, internasjonale virkningskurver (Miedema 2002, Miedema og Oudshoorn 2001) og en enhetspris per plaget fra den norske verdsettingsstudien (Magnussen mfl. 2010b). Marginale støykostnader er beregnet på bakgrunn av Statistisk Sentralbyrås forenklete støyberegninger og Andersson og Ögrens (2013) metode.

Støykostnadene fordeles ut fra om trafikken foregår utenfor tettsted, i et lite tettsted, eller i et stort tettsted, og ut fra kjøretøyskategorier. Marginale støykostnader fordeles kun på tunge eller lette kjøretøy, ettersom det er denne inndelingen som gjøres i Statistisk Sentralbyrås forenklete støyberegninger. De marginale støykostnadene anslås til å være 2 øre/km for lette kjøretøy og 11 øre/km og 13 øre/km for tunge kjøretøy i henholdsvis små og store tettsteder. I rapportens gjennomføringsdel presenteres også tilleggsberegninger som belyser variasjoner i marginale støykostnader knyttet til trafikk om natten og til dekkstøy (lave hastigheter).

Ulykker

Vår estimering av eksterne marginale kostnader for ulykker bygger på metodikk fra EU-prosjektet UNITE (Lindberg 2001, se også Kjeldsen mfl. 2013). Denne metodikken summerer bidrag fra alle partskombinasjoner, dvs. en trafikantgruppes kollisjoner innenfor trafikantgruppen (for eksempel personbil mot personbil), kollisjoner med andre trafikantgrupper (for eksempel personbil mot tungt kjøretøy, mot MC, osv.), og eneulykker (personbilers utforkjøringer eller kollisjoner med objekter utenfor vegen). For alle disse tre kollisjonstypene inngår to ledd, ett som omfatter *fysisk eksternalitet* og *trafikkvolumeksternalitet*, bestemt av skadefordelingen mellom ulike trafikantgrupper, skaderisikoen, risikoelastisiteten, og ulykkeskostnaden (dvs. ex ante-risikoverdsetting og ex post-kostnader), mens det andre leddet omfatter *systemeksternalitet*, bestemt av skaderisikoen og ex post-kostnader (medisinske kostnader, administrative kostnader, etc.). I vår hovedberegning summerer vi marginale eksterne kostnader for tre skadegrader: lettere skade, hard skade, og dødsfall. Vi baserer våre beregninger på skadedata fordelt på spesifiserte parter i kollisjoner i perioden 1998-2012, og trafikantgruppene er personbiler, varebiler, busser, tyngre kjøretøy (lastebiler og vogntog), MC (lette/tunge motorsykler og mopeder), sykler, og fotgjengere. Disse skadedataene gir også estimater på skadefordelingen mellom partene, for alle tre skadegrader. Risikoelastisitetene er differensiert mht partskombinasjoner (Fridstrøm 1999, 2000, 2011), men ikke på skadegrader. Ex ante-risikoverdsetting og ex post-kostnader er basert på verdsettingsstudien for transportetatene (Samstad mfl. 2010, Veisten mfl. 2010a),

men oppjustert mht en ex ante-dødsrisikoverdsetting (VSL) lik 30 mill kr (NOU 2012).

Våre estimerte marginale kostnader for ulykker er i noenlunde samme størrelsesorden som tidligere estimater for Norge (Eriksen mfl. 1999, ECON 2003, Maibach mfl. 2008). Tidligere studier har ikke tatt med estimater for sykkel og gange, som vi finner blir negative, noe som kan henge sammen med at økt sykling/gange kan bidra til redusert risiko for andre trafikanter, samt det faktum at syklende/gående i svært liten grad påfører andre trafikantgrupper skade. For MC ble vårt hovedestimat nær null, og lavere enn estimater fra tidligere studier, mens vi for tyngre kjøretøy får høyere estimerte eksterne marginale kostnader enn i tidligere studier. Dette kan ha sammenheng med faktiske endringer på de norske vegene – en økning i tungtrafikkandelen og en betydelig redusert ulykkesrisiko for MC. For tyngre kjøretøy, busser, varebiler og personbiler er det trafikkvolumeksternaliteter og fysiske eksternaliteter som dominerer i den eksterne marginale kostnaden, mens det er systemeksternaliteter som dominerer for MC, sykkel og fotgjengere. Marginalkostnadsestimatene for de ”myke trafikantene” er svært følsomme for endringer i inputverdiene, og dette gjelder særlig for sykkel. Det er videre spesielt endringer i risikoelastisitetsnivåene som påvirker fortegnet til marginalkostnadsestimatet for MC, sykkel og fotgjengere, men for MC er også verdsettingene/kostnadsbesparelsene av skadeforhindring avgjørende. De estimerte eksterne marginalkostnadene for personbiler, varebiler, busser og tyngre kjøretøy er noe mer robuste mht endringer i inputverdiene.

Kø

Vår beregning av marginale køkostnader bygger på en metode foreslått av Mayeres mfl. (1996), hvor en eksponentialfunksjon benyttes til å knytte opp trafikkvolum mot forsinkelser. Modellen implementeres ved å innhente data om kjøretider og trafikkvolumer fra PROSAMs Fremkommelighetsundersøkelse for bil i Oslo og Akershus 2011-2012 og fra Bygrensetellingen, samt tidsverdier fra den norske verdsettingsstudien og Statens Vegvesens håndbok 140.

Køkostnadene antas kun å være av relevant størrelse for store tettsteder, og deles kun inn etter lette og tunge kjøretøy. Vi ser det ikke som hensiktsmessig å gjøre beregninger av køkostnader for ulike kjøretøytyper, og vi har heller ikke tilgang til data som tillater å gjøre dette. De marginale køkostnadene i store tettsteder anslås til å være henholdsvis 5.35 kroner og 10.71 kroner per km for lette og tunge kjøretøy.

Slitasje på infrastruktur

Kostnadene ved slitasje på infrastruktur er beregnet med utgangspunkt i Statens Vegvesens utgifter til vedlikehold i perioden 2000-2008. Regnet per kjøretøykm anslås det at vedlikehold knyttet til slitasje kostet Statens vegvesen (SVV) 3,6 øre/km regnet i 2012-verdi.

Slitasjekostnaden er fordelt på kjøretøygrupper på samme måte som i Eriksen mfl. (1999) der det er lagt til grunn at slitasjen for vegtrafikk er proporsjonal med aksellasten opphøyet i en eksponent på 2,5. Dette gir en anslått slitasjekostnad på 0,1 øre/km for personbiler og 76,4 øre/km for de tyngste godsbilene. Forsøk i regi av et pågående VTI-prosjekt kan gi grunnlag for revisjon av disse anslagene.

Vinterdrift

Eksterne marginale kostnader ved drift er i Norge primært knyttet til effektene av salting. Saltingen påvirker både naturmiljø, infrastruktur og kjøretøy pga korrosjon. VTI anslår kostnadene ved korrosjon på grunn av vegsalting til 1500 kr per kjøretøy per år i Sverige. Overført på norske forhold tilsvarer det en kostnad på ca 10 øre/km. Det er lagt til grunn at ca halvparten av saltingen kan knyttes til trafikkvolum og at den marginale eksterne kostnaden dermed utgjør 5 øre/km.

Barriereeffekter

Marginale eksterne barriereeffekter/-kostnader er, så langt vi kjenner til, ikke tidligere blitt beregnet for norsk vegtransport. Det finnes kostnadsestimater fra europeiske studier, benevnt som "tilleggs-kostnader i urbane områder", som ble estimert ved å sette sammen to kostnadskomponenter: i) en "separasjonskostnad" for fotgjengere pga økt ventetid ved kryssing av veger; og ii) en "kompensasjonskostnad" for tilrettelegginger for sykling (Schreyer mfl. 2004, ARE 2006, Maibach mfl. 2008). For denne typen marginale effekter i vegtransport kan det hevdes at det fortsatt mangler et velutviklet og utprøvd metodegrunnlag. Videre er det fortsatt et mye svakere datagrunnlag for sykling/gange og motorkjøretøyenes effekt på tidsbruk og mer følte barrierer (utrygghet) for syklende/gående. En beregningsmetode basert på tidstaps-kostnader (separasjonskostnader) kan synes å være det enkleste, rent operativt.

Beregninger av eksterne barrierekostnader basert på tiltakskostnader (kompensasjons-kostnader) for utbygging av g/s-fasiliteter har et svakere teoretisk fundament, og selv om sykling/gange er ulike transportformer, så er det heller ikke opplagt å bruke en slik differensiering – både syklende og gående påføres (store) tidskostnader som følge av barrieren vegtrafikken skaper. Både syklende og gående kan også oppleve utrygghet, en følt barriere pga den motoriserte vegtrafikken. Men samtidig mangler vi data for å måle hvor mange potensielt syklende/gående som avstår fra å sykle/gå, eller hvor mange gange- og sykkelreiser som blir kansellert pga utrygghet/barrierevirkning som den motoriserte vegtrafikken skaper. Det er da enklere å basere beregningene på det vi har av data og/eller litteratur om den sykling/gange som faktisk foregår selv om vi da ikke favner hele barriereeffekten. Om en fokuserer på faktisk sykling/gange, kan en kanskje anta at tidstap (manglende framkommelighet) og utrygghet (subjektiv barrierevirkning) utgjør to ulike barriereeffekter som syklende/gående påføres av motorkjøretøyene (og infrastrukturen som er bygget for motorkjøretøy).

I et vedlegg viser vi et par eksempel-beregninger, der én er basert på beregning av tidstapet ("separasjonskostnaden") for syklende/gående, og der den andre er basert på estimering av utrygghetskostnad for syklende/gående ved både kryssing av veg med motorisert trafikk og ferdsel langs veg med motorisert trafikk. Imidlertid, som antydnet, så kan det hevdes at det for denne typen marginale effekter i vegtransport fortsatt mangler et velutviklet og utprøvd metodegrunnlag. Vi har dermed ikke inkludert disse estimatene i de endelige resultattabellene for marginale eksterne kostnader. Selv om det å sette den marginale eksterne barrierekostnaden lik 0 kr med stor sannsynlighet vil være en underestimering/undervurdering av den sanne kostnaden, så finner vi ikke et godt nok faglig grunnlag for å foreslå et annet tallanslag.

Andre helseeffekter

Marginale eksterne ved å sitte stille pga motorisert transport i stedet for sykling/gange er heller ikke tidligere beregnet, verken for norsk vegtransport eller internasjonalt. Selv om vi for denne typen eksterne effekter i transport mangler et utviklet metode- og beregningsgrunnlag, så finner vi det relevant å anta at folk gjennom sitt valg av transportmiddel potensielt påfører samfunnet eksterne helsekostnader ved at noen av bil-, buss- og MC-reisene bidrar til at en ikke oppnår den potensielt positive helseeffekten knyttet til redusert risiko for alvorlig sykdom og for tidlig død som en hadde oppnådd ved å sykle eller gå. Generelt kan en her ta utgangspunkt i en verdsetting av positive helseeffekter for syklende/gående i transport.

Det er dog en betydelig utfordring knyttet til det å skulle anslå hvilken andel av den motorkjøretøybaserte persontransporten som faktisk innebærer kostnader ved å sitte stille. For eksempel vil noen veksle mellom g/s og bil eller kollektivtransport og få tilstrekkelig fysisk aktivitet gjennom andelen g/s, og noen som bare bruker motorisert persontransport vil kunne få nok fysisk aktivitet gjennom annen mosjon/trening.

Vi viser i et vedlegg et par eksempelberegninger som nettopp tar utgangspunkt i en verdsetting av positive helseeffekter for syklende/gående i transport, som en speilvending av stillesittingskostnaden. Vi viser hvordan den estimerte marginale stillesittingskostnaden varierer med omfanget på overføringen fra motorisert til fysisk aktiv transport (hvorvidt omfanget skulle være gitt fra vurdering om hva som gir helseforbedringspotensial eller gitt fra politiske målsettinger). Men, som antydnet, så er det behov for videre metodeutvikling og empirisk utprøving for estimering av marginale eksterne stillesittingskostnader. Vi har dermed ikke inkludert disse estimatene i de endelige resultattabellene for marginale eksterne kostnader. Selv om det å sette den marginale eksterne stillesittingskostnaden lik 0 kr er en underestimering/undervurdering av den sanne kostnaden, så finner vi likevel ikke et godt nok faglig grunnlag for å foreslå et annet tallanslag.

Natureffekter

Miljøproblemer forårsaket av infrastruktur og trafikk er ikke kun knyttet til lokal luftforurensing og drift. Drift-/vedlikehold, men også vegbruken generelt kan medføre avrenninger til omliggende grunn og vann, og infrastruktur/trafikk vil legge beslag på areal og dermed påvirke naturområdet der vegen går. Effekter av vegtransport på natur, dvs. habitattap, habitatfragmentering, og habitatforringelse (pga forurensing) er ikke tidligere blitt beregnet for Norge. Det finnes kostnadsestimater fra europeiske studier (ARE 2003, Maibach mfl. 2008), og i et appendiks gjennomgår vi slike beregninger og diskuterer metodeutvikling rundt dette.

Resultater

Beregningene er oppsummert i tabell S.1 - S.3 som gjengir eksterne marginalkostnader i sum og per km og liter drivstoff for hele Norge i 2011 etter kjøretøyklasse, drivstofftype og vektklasse regnet i 2012-kr.

Tabell S.4 viser hva dette tilsvarer per tonnkm for de tre tyngste vektclassene.

Tabell S.5 oppsummerer eksterne marginalkostnader etter tettstedstype og for trafikk i kø i tettsteder med over 100 000 innbyggere. Her er også beregnede eksterne marginale kostnader for elbiler gjengitt

Tabell S.1 Marginale eksterne kostnader ved vegtrafikk i Norge 2011 etter kjøretøyklasse, drivstoff og vektklasse. Klimaeffekter kommer i tillegg. Mill 2012-kr.

Klasse	Drivstoff	Vektklasse	Utslipp	Støy	Kø	Ulykker	Slitasje	Drift	Sum
SUM									
Personbil	Bensin		1060	124	1335	6341	13	837	9709
Personbil	Diesel		1676	120	1291	6132	12	810	10041
Personbil	LPG		0	0	0	0	0	0	0
Andre lette	Bensin		55	5	51	255	2	32	399
Andre lette	Diesel		1139	50	536	2683	20	336	4765
MC/moped	Bensin		13	58	52	0	0	65	188
Buss	Diesel		619	37	130	140	117	27	1069
Buss	CNG		7	1	4	4	2	1	18
Tunge	Bensin		39	3	11	175	1	5	234
Tunge	Diesel	<= 7,5 tonn	127	12	42	725	4	19	929
Tunge	Diesel	7,5 - 14 t	34	2	9	158	8	4	216
Tunge	Diesel	14 - 20 t	102	6	22	434	83	10	656
Tunge	Diesel	> 20 tonn	1276	53	187	3849	1297	85	6747
SUM			6149	471	3668	20895	1559	2230	34972
Sum	Bensin		1129	187	1437	6595	15	934	10531
Sum	Diesel		4974	280	2216	14121	1541	1291	24423
Sum	LPG		0	0	0	0	0	0	0
Sum	CNG		7	1	4	3	2	1	18

De totale beregnede marginale eksterne kostnadene utgjør 35 milliarder kr i 2011, regnet i 2012-kr.

Tabellene viser blant annet at personbilene står for 57 prosent av alle kostnadene og til sammen står personbiler, lette biler og de tyngste lastebilene for 89 prosent. Dieselskjøretøy står for 70 prosent av samlede kostnader.

Den enkeltfaktoren som slår ut mest er marginalkostnadene knyttet til trafikkulykker, som står for 60 prosent av kostnadene, mens den nest viktige kostnaden er skader og tiltakskostnader knyttet til utslipp. Utslipp står for nesten 18 prosent av samlet kostnad, fordelt med 14 prosent fra dieselskjøretøy og 3 prosent fra bensinkjøretøy.

I tabell S.2 presenteres tilsvarende tall fordelt på km. Fordelt på km er kostnadene beregnet til 78 øre/km, fordelt med 55 øre/km for bensinkjøretøy og 95 øre/km for dieselskjøretøy. Forskjellen mellom diesel og bensin skyldes i første rekke innslaget av tunge dieslbiler, der kostnaden nærmer seg 4 kr per km. Gjennomsnitt for alle kjøretøy er vektet mht trafikkarbeidet, dvs. antallet kjøretøykm per kjøretøytype (klasse, drivstoff, og evt. vekt).

Tabell S.2 Marginale eksterne kostnader ved vegtrafikk i Norge uten klimaeffekter etter kjøretøyklasse, drivstofftype og vektklasse. Kr/ km.

Klasse	Drivstoff	Vektklasse	Utslipp	Støy	Kø	Ulykker	Slitasje	Drift	Sum
SUM									
Personbil	Bensin		0,06	0,01	0,08	0,38	0,00	0,05	0,58
Personbil	Diesel		0,10	0,01	0,08	0,38	0,00	0,05	0,62
Personbil	LPG		0,05	0,01	0,08	0,38	0,00	0,05	0,56
Andre lette	Bensin		0,09	0,01	0,08	0,40	0,00	0,05	0,63
Andre lette	Diesel		0,17	0,01	0,08	0,40	0,00	0,05	0,71
MC/moped	Bensin		0,01	0,05	0,04	0,00	0,00	0,05	0,15
Buss	Diesel		1,15	0,07	0,24	0,26	0,22	0,05	1,98
Buss	CNG		0,61	0,10	0,37	0,35	0,22	0,05	1,70
Tunge	Bensin		0,42	0,03	0,11	1,75	0,01	0,05	2,34
Tunge	Diesel	<= 7,5 t	0,33	0,03	0,11	1,90	0,01	0,05	2,44
Tunge	Diesel	7,5 - 14 t	0,44	0,03	0,11	2,04	0,10	0,05	2,78
Tunge	Diesel	14 - 20 t	0,52	0,03	0,11	2,21	0,42	0,05	3,34
Tunge	Diesel	> 20 tonn	0,75	0,03	0,11	2,27	0,76	0,05	3,97
Gjennomsnitt (alle motorkjøretøy)			0,14	0,01	0,08	0,47	0,03	0,05	0,78
SUM	Bensin		0,06	0,01	0,08	0,35	0,00	0,05	0,55
SUM	Diesel		0,19	0,01	0,09	0,55	0,06	0,05	0,95
SUM	LPG		0,05	0,01	0,08	0,38	0,00	0,05	0,56
SUM	CNG		0,61	0,10	0,37	0,35	0,22	0,05	1,70

Per liter drivstoff blir forskjellene mellom drivstofftypene noe mindre. Med 7,36 kr/liter for bensin og 9,16 kr/liter for diesel ligger beregnet marginalkostnad en del høyere enn dagens veibruksavgifter for disse drivstofftypene (4,87 kr/liter for bensin og 3,82 kr/liter for diesel i 2014).

Tabell S.3 Marginale eksterne kostnader ved vegtrafikk i Norge uten klimaeffekter etter kjøretøyklasse, drivstofftype og vektklasse. Kr/ liter drivstoff.

Klasse	Drivstoff	Vektklasse	Utslipp	Støy	Kø	Ulykker	Slitasje	Drift	Sum
SUM									
Personbil	Bensin		0,83	0,10	1,04	4,94	0,01	0,65	7,57
Personbil	Diesel		1,74	0,12	1,34	6,35	0,01	0,84	10,39
Personbil	LPG		0,50	0,08	0,85	4,02	0,01	0,53	5,98
Andre lette	Bensin		1,12	0,10	1,03	5,15	0,04	0,65	8,08
Andre lette	Diesel		2,05	0,09	0,96	4,83	0,04	0,61	8,58
MC/moped	Bensin		0,27	1,19	1,05	0,00	0,00	1,32	3,83
Buss	Diesel		3,20	0,19	0,67	0,72	0,60	0,14	5,53
Buss	CNG		1,22	0,21	0,73	0,71	0,43	0,10	3,40
Tunge	Bensin		1,76	0,14	0,49	7,82	0,02	0,22	10,47
Tunge	Diesel	<= 7,5 t	2,34	0,22	0,77	13,34	0,08	0,35	17,09
Tunge	Diesel	7,5 - 14 t	2,14	0,15	0,53	9,88	0,51	0,24	13,46
Tunge	Diesel	14 - 20 t	2,02	0,12	0,43	8,62	1,65	0,19	13,03
Tunge	Diesel	> 20 tonn	1,53	0,06	0,23	4,63	1,56	0,10	8,11
Gjennomsnitt			1,51	0,12	0,90	5,13	0,38	0,55	8,58
SUM	Bensin		0,83	0,13	1,02	4,70	0,01	0,67	7,36
SUM	Diesel		1,86	0,10	0,83	5,29	0,58	0,48	9,16
SUM	LPG		0,50	0,08	0,85	4,02	0,01	0,53	5,98
SUM	CNG		1,22	0,21	0,73	0,71	0,43	0,10	3,40

For persontransport kan en beregne kostnader per personkm ved å dele kostnadene per kjøretøykm på antall personer i kjøretøyet.

Tilsvarende kan en for godstransport beregne kostnadene per tonnkm ved å dele kostnadene per kjøretøykm med antall tonn nyttelast. For hele Norge er det gjort i tabell S.4.

Tabell S.4 Marginale eksterne kostnader per kjøretøykm og tonnkm for godstransport på veg i Norge uten klimaeffekter etter vektklasse.

Vektklasse	Kr/km	Lastvekt	Kr/tonnkm
7,5 - 14 tonn	2,79	1,9	1,45
14 - 20 tonn	3,33	4,2	0,79
> 20 tonn	3,98	10,7	0,37
Gjennomsnitt	3,87	9,7	0,40

De eksterne kostnadene varierer sterkt etter tettstedstype, og i tabell 4.2.6 er kostnadene per kjørt km fordelt etter tettstedstype og dessuten spesifisert for kø i store tettsteder.

Landsgjennomsnittet er vektet mht trafikkarbeidet i de ulike tettstedstypene.

Tabell S.5 Eksterne marginalkostnader på veg i Norge uten klimaeffekter etter drivstofftype, kjøretøyklasse, vektklasse og tettstedstype og køsituasjon. Kr/ km.

Klasse	Drivstoff	Vektklasse	Store Tettsteder	Kø i store tettsteder	Mindre tettsteder	Spredt bygd	Norge
Personbil	Bensin		1,45	6,65	0,80	0,26	0,58
Personbil	Diesel		1,62	6,95	0,83	0,26	0,62
Personbil	LPG		1,39	6,37	0,78	0,25	0,56
Andre lette	Bensin		1,52	6,55	0,79	0,31	0,63
Andre lette	Diesel		1,86	7,08	0,85	0,33	0,71
MC/moped	Bensin		0,43	3,32	0,17	0,05	0,15
Buss	Diesel		4,86	17,30	1,48	0,46	1,98
Buss	CNG		2,87	13,04	0,98	0,37	1,70
Tunge	Bensin		6,57	16,47	4,17	1,29	2,34
Tunge	Diesel	<= 7,5 t	6,77	17,41	4,40	1,35	2,44
Tunge	Diesel	7,5 - 14 t	7,72	18,76	4,92	1,56	2,78
Tunge	Diesel	14 - 20 t	8,78	19,83	5,68	2,00	3,34
Tunge	Diesel	> 20 tonn	10,44	22,30	6,44	2,42	3,97
Gjennomsnitt			1,92	7,48	1,01	0,39	0,78
	Bensin		1,40	6,40	0,77	0,25	0,55
	Diesel		2,30	8,23	1,19	0,49	0,95
	LPG		1,39	6,37	0,78	0,25	0,56
	CNG		2,87	13,04	0,98	0,37	1,70
	Elbil		1,34	6,30	0,78	0,25	

I store tettsteder ligger de beregnede eksterne marginale kostnadene generelt på over det dobbelte av gjennomsnittet og langt høyere i store tettsteder sammenlignet med spredtbygde områder. I kø er det beregnet køkostnad som dominerer, og total ekstern marginalkostnad per km er omtrent 4 ganger høyere i kø enn ellers i store tettsteder selv om ekstra drivstofforbruk ikke er medregnet her.

I tabell S.5 er også beregnede kostnader knyttet til elbiler spesifisert. Fordi antatt effekt helsekostnad knyttet til svevestøv inngår i kostnadene, så får også elbiler en beregnet utslippskostnad i tettsteder.

I store tettsteder ligger utslippskostnaden for elbiler på 17 øre/km. Dette er betydelig mindre enn for bensin personbiler på 28 øre/km. Forskjellen er likevel betydelig mindre når en sammenligner med nye bensin personbiler (euroklasse 4 og utover) som tilsvarende ligger på 19 øre/km. Diesel personbiler ligger på 45 øre/km, men diesel personbiler som tilfredsstillere euroklasse 6 ligger på 23 øre/km i beregnet utslippskostnad i store tettsteder.

I tabell S.6 har vi sammenlignet de eksterne kostnadene for elbiler med både gjennomsnittet av bensin og dieslbiler og med de nyeste bensin/diesel/LPG personbilene.

Tabell S.6 Utslippskostnader inkludert svevestøv men uten klimaeffekter i kr/km for personbiler i store tettsteder.

	Kr/km
Gjennomsnitt diesel	0,44
Gjennomsnitt bensin	0,27
Diesel Euro 1	0,86
Diesel Euro 6	0,23
LPG Euro 3-4	0,19
Bensin Euro 4-6	0,19
El/hydrogen-bil	0,17

Det fremgår av tabellen at en ny bensinbil bare har 2 øre/km høyere beregnet ekstern kostnad enn en elbil i store tettsteder mens en ny LPG- eller diesebil ikke er langt unna. I mindre tettsteder og spredtbygde strøk blir forskjellen mindre fordi utslipp har mindre betydning.

Andre drivstofftyper benyttes en del i bybusser og er ikke dekket av beregningene til SSB.

For å illustrere nivået på utslippskostnadene ved bruk av alternative drivstoff for busser har vi tatt utgangspunkt i tall fra kollektivselskapet Ruter.

Tabell S.7 Utslippskostnader inkludert svevestøv men uten klimaeffekter i kr/km for busser i store tettsteder og anslag ut fra opplysninger fra Ruter.

Drivstoff/Euroklasse	kr/km
Diesel gjennomsnitt	3,20
CNG	1,21
EL/hydrogen	0,65

Utslippskostnader basert på Ruters opplysninger sammenlignet med vanlige diesibusser:	Prosent
Biodiesel	+ 10 %
Bioetanol	- 20 %
Hybrid	- 24 %
Biogass	- 38 %

Av Ruters busser kommer biogass best ut, mens bruk av biodiesel ser ut til å gi høyere kostnader enn vanlig diesel. Også bruk av bioetanol og hybriddrift reduserer utslippskostnadene i forhold til vanlig diesel. Med Euro VI teknologi ender tunge dieselkjøretøy likevel opp med såpass lave utslippskostnader at bare el/hydrogen gir nevneverdig lavere utslippskostnader når en holder klimaeffekter utenfor.

Summary:

Marginal external costs of road transport

TØI Report 1307/2014

*Author(s): Harald Thune-Larsen, Knut Veisten, Kenneth Løvold Rodseth, Ronny Klæboe
Oslo 2014, 126 pages Norwegian language*

TØI has revised the estimates of the marginal external costs of road transport in Norway. External costs related to greenhouse gas emissions have not been included. Road transport is estimated to produce external costs of approximately 0.78 NOK/km. The estimates vary from 1.92 NOK/km in large urban areas to 1.01 NOK/km in small urban areas and 0.39 NOK/km in rural areas. The average external cost is 7.36 NOK/litre for vehicles using petrol and 9.16 NOK/litre for vehicles using diesel. The costs caused by accidents constitute the largest proportion of the total external costs, but external costs related to local air pollutants and congestion also play a significant role, especially in large urban areas. The marginal congestion cost for private cars is estimated to 5.35 NOK/km. The estimates indicate that there are only minor differences in the marginal external costs of electric cars compared to cars which runs on petrol as long as the effects of greenhouse gas emissions are not included. This result follows because the local effects of exhaust gas emissions contribute to a very small share of total external cost for petrol cars.

Introduction

The concept external costs – or negative externalities – refers to cases where one agent's actions affect other agents negatively, i.e., the agent's actions inflict costs upon others. Road transportation is associated with a number of external costs such as noise, congestion, infrastructure damages, and health and environmental damages.

Economic appraisals make up the foundation for critically evaluating policy-actions and instruments in the transport sector. Hence, there is a need for representative estimates of the full costs of road transport, including the external costs. Many of the existing estimates of external costs of road transportation in Norway are outdated, and it is doubtful whether they still are representative for the present day's costs. The purpose of this report is therefore to present new estimates of the external costs that better reflect the current situation.

It is difficult to quantify the external costs of transportation. This is because the costs vary i) among different vehicles, ii) depending on where and when the transport occurs and iii) depending on contextual factors such as climatic conditions. A detailed analysis on how all these factors affect the magnitude of the external costs is beyond the scope of this current project. We will therefore consider three regional dimensions (large urban, small urban and rural areas), and will only consider the temporal dimension whenever it is appropriate (in particular related to congestion and noise).

The external costs that are being estimated are related to:

- Local air pollutants (NO_x and PM₁₀)
- Noise
- Accidents
- Congestion
- Infrastructure damage
- Winter operation
- Barrier effects
- Health
- Nature impacts

Barrier effects, health, and nature impacts are in grey print because we do not estimate these costs, but instead include a thorough discussion on each of them.

This project is commissioned by the Ministry of Finance, the Ministry of Climate and Environment, and the Ministry of Transport and Communications.

Methodology

Local pollutants

Road traffic pollution is caused by fuel combustion (exhaust gas emissions), road and tyre damages, and wear and tear on brake bands. The vehicles contribute to raising dust and dirt deposited along the road, irrespective of whether the particles are attributed to the road transport itself, to wood-burning, or are transported across vast distances. Air pollution affects peoples' well-being and health. It also negatively influences the flora, buildings, and roads and other types of infrastructure, in addition to contributing to water pollution. The conventional approach to estimating marginal external costs of air pollution is the damage function approach.

Our approach is based on a previous study on appraising health implications due to air pollution. The value of premature death due to diseases caused by air pollution is set equal to 30 million (2012-NOK). The available valuations of health costs are related to NO_x, whereas it is NO₂ that is considered to be the primary cause of health damages. With new technology and development of new engines over time, the share of NO₂ in NO_x has also changed. It would therefore be best to use the share of NO₂ relative to NO_x reported in urban environment studies to appraise NO₂, but because of lack of sufficient data we had to relate costs to NO_x. Calculated abatement costs related to international agreements regarding reduced emissions of NO_x was added to the health cost of NO_x.

Damage costs for PM₁₀ are separated into the costs for small (PM_{2.5}) and large particles (PM_{10-2.5}). Since much of the available information suggests that small particles cause more severe health damages than large particles, it is tempting to weigh the damage costs for PM₁₀ to allow the damage costs for small particles to be higher than the damage costs for large particles. Based on the results of a new study undertaken in Stockholm (which suggest that small and large particles contribute equally to damage), and indications suggesting that separation between small and large particles may be inaccurate, we decided not to weigh the damage costs for small and large particles differently.

There are few recent studies on the population's exposure to air pollution. In particular, there is little information about exposure in urban areas.

Several national and international studies show that the population in urban areas in Europe suffer from air pollution. There is no information in the urban environment studies which indicates that the implications of air pollution for peoples well-being are less important than the implications of noise emissions. We have applied dose-response functions to "translate" a reduction in damage due to noise pollution into a reduction in damage due to air pollution. There should, however, be carried out empirical studies to identify the willingness to pay for avoiding air pollution as there are only a few international studies on this subject. As a consequence of these uncertainties, we have chosen to emit costs due to reduced well-being in the main results.

Noise

External costs due to road traffic noise are estimated on the basis of *i*) Statistics Norway's mapping of persons who are exposed to road traffic noise in Norway, *ii*) international dose-response relationships (Miedema, 2002; Miedema and Oudshoorn, 2001), and *iii*) the unit value per annoyed person from the "Values of Time, Safety and Environment in Norwegian passenger transport" study (Magnussen et al., 2010b). Marginal external costs are calculated on the basis of Statistics Norway's simplified noise emission model and Andersson and Ögren's (2013) method.

Noise costs are calculated dependent on whether the transport takes place in large urban areas or small urban areas and dependent on vehicle categories. The marginal external costs are only assumed to differ across the aggregate categories light and heavy vehicles. The reason being that this vehicle classification is consistent with Statistics Norway's simplified noise emission model. The marginal external costs are estimated to 0,02 NOK/km for light vehicles, and 0,11 NOK/km and 0,13 NOK/km for heavy vehicles in small and large urban areas, respectively. The report presents additional calculations that emphasize variations in marginal noise costs between night and day and across speed categories.

Accidents

Our estimation of external marginal costs of road accidents is based on the methodology developed within the EU project UNITE (Lindberg 2001, see also Kjeldsen et al. 2013). This methodology sums traffic volumes, physical externalities, and system externalities from collisions between different road user types (e.g., car against heavy vehicles, or against MC), as well as within road user types (e.g., car against car) and single accidents; it also sums over injury severities. The physical externality and traffic volume externality are determined by the injury distribution between different road user types, the risk of injury due to collision between road user types (for different injury severities), the risk elasticity, and the accident cost (i.e., ex ante risk valuation and ex post costs). The system externalities are determined by the risk of injury due to collision between road user types and the ex post costs (medical costs, administrative costs, etc.). In our main calculations we sum marginal external costs for three levels of injury: slight injuries, serious/severe injuries, and fatalities. The data comprises seven

road user types and distribution of injuries in collisions between them, during the period from 1998 to 2012; the road user types are cars, vans, buses, heavy vehicles (trucks and lorries), MC (light/heavy motorcycles and mopeds), bicycles and pedestrians. Risk elasticities are differentiated with respect to collisions between road user types (Fridstrøm 1999, 2000, 2011), but not with respect to injury severity. Ex ante risk valuation and ex post costs are based on the latest economic valuation study for the Norwegian transport agencies (Samstad et al. 2010, Veisten et al. 2010a), adjusted to the new official ex ante mortality risk valuation (VSL) equal to 30 million NOK (NOU 2012).

Our estimated marginal accident costs are more or less within the same order of magnitude as previous estimates for Norway (Eriksen et al. 1999, ECON 2003, Maibach et al. 2008). Previous studies have not included estimates for cycling and walking. Our results show that they are negative, which may be related to “safety in numbers”, i.e., that increased cycling/walking can help reduce the risk to other cyclists/pedestrians and possibly even other road users, as well as the fact that cycling/walking yield very low level of injury to other road user types. For MC our main estimate is close to zero, thus considerably lower than the comparable estimates in previous studies, while for heavy goods vehicles our estimates of external marginal costs are somewhat higher than in the previous studies. These differences may be due to changes in the traffic on Norwegian roads – an increase in the share of heavy goods vehicles and a significant reduction in accident risk for MC. For heavy goods vehicles, buses, vans and cars, the traffic volume externalities and physical externalities dominate the total marginal external costs, while system externalities dominate for MC, bicycle and pedestrians. Marginal cost estimates for the “vulnerable road users” (particularly for bicycle) are very sensitive to changes in the input values. Variations in the risk elasticities will affect the sign of the marginal cost estimate for MC, bicycle and pedestrian –for MC, also accident cost variations will affect the sign. The estimated marginal external costs for cars, vans, buses and heavy goods vehicles are more robust with respect to changes in the input values.

Congestion

Our estimates of marginal congestion costs are derived on the basis of a method by Mayeres et al. (1996), where an exponential function is used to represent the relationship between traffic volumes and delays. The congestion model is implemented using data on travel times and traffic volumes from PROSAM’s accessibility study (*Fremkommelighetsundersøkelse for bil i Oslo og Akershus*) and counting of vehicles at the Oslo city limit (Bygrensetellingen). Values of time collected from the “Values of Time, Safety and Environment in Norwegian passenger transport” study and the Norwegian Public Roads Administration’s Handbook 140 are further used to calculate the external congestion costs.

The congestion costs are assumed to be non-negligible for large urban areas only, and are assumed to vary across the aggregate categories light and heavy vehicles only. We do not consider detailed calculations for each vehicle type to be of major importance for the accuracy of the estimated congestion costs, and we do not have access to data which would allow us to undertake such estimations. The marginal external congestion costs in large densely populated areas are estimated to 5.35 NOK and 10.71 NOK for light and heavy vehicles, respectively.

Infrastructure damage

The costs of infrastructure wear and tear are calculated on the basis of The Norwegian Public Roads Administration's expenditures on maintenance in the period 2000-2008. The maintenance costs related to road transport are estimated to 3.6 cent/km (2012 NOK – cent referring to 1/100 NOK, one *øre*).

The infrastructure costs are distributed across vehicle categories in the same way as in Eriksen et al. (1999), where it is assumed that the vehicles' contributions to damage are proportional to their axle weights raised to the power of 2.5. The infrastructure costs are thereby estimated to 0.1 cent/km for private cars and 76.4 cent/km for heavy freight trucks. The results from an on-going project at VTI may provide the foundation for revising these estimates.

Winter operation

The marginal external costs related to winter operation are primarily related to the use of calcium chloride. It influences both the natural environment, the infrastructure, and the vehicles due to corrosion. VTI estimates that the costs due to corrosion caused by calcium chloride amount to 1500 NOK per vehicle per year in Sweden. Translated to Norwegian conditions, this implies a cost of approximately 10 cent/km. Our estimate is derived based on the assumption that about 50 percent of the calcium chloride usage can be attributed to the traffic volume. Hence, the marginal external cost is 5 cent/km.

Barrier effects

Marginal external barrier effect costs have not, to our knowledge, previously been estimated for Norwegian road transport. There exist cost estimates from European studies, termed as “additional costs in urban areas”; adding two cost components: i) a “separation cost” for pedestrians, due to (increased) delay (due to motorised traffic) when crossing roads, and ii) a “compensation cost” for (increased) requirements for infrastructure facilities for cycling (Schreyer et al. 2004, ARE 2006, Maibach et al. 2008). For this type of marginal external effects in road transport, there is still a lack of a well-developed methodology. Moreover, there is still a much weaker data fundament for the extent and distribution of cycling/walking on Norwegian roads than for motor vehicles, also including the motor vehicles' impact on pedestrians' and cyclists' time spent in crossings and their experiences of barriers (or insecurity) due to motorised traffic. A calculation based on time loss costs (separation costs) seems, operationally, to be the simplest approach to carry out. Estimates of external barrier costs based on the costs of measures (compensation costs) for cycling (and walking) facilities seem to have weaker theoretical foundation for marginal external cost estimation. Moreover, although cycling and walking represent quite different modes of transport, it seems not obvious to apply the differentiation of time loss for pedestrians and infrastructure facility needs for cyclists; both pedestrians and cyclists might face a time loss (in crossing) due to the barrier that the motorised traffic represents. Both cyclists and pedestrians may also experience insecurity, a psychologically felt barrier due to the motorised road traffic. There is lack of data measuring how

many potential cyclists/pedestrians are refrained from biking/walking due to barrier effects / insecurity, or how many cycling/walking journeys that are cancelled due to barrier effects / insecurity. Although lack of data also remains a problem for the actual cycling/walking taking place, it is easier to base calculations on the (published literature on) actual cycling/walking, although we might omit some of the barrier effects. If we focus on actual cycling/walking, we might assume that the time loss (mobility restraints on cycling/walking) and insecurity (subjectively experienced obstacles) constitute two different barrier effects on cycling/walking due to motorised traffic (and the infrastructure built for motor vehicles). In an appendix we show a few test calculations of marginal external barrier costs, where one is based on the estimation of the time loss (separation costs) for pedestrians/ cyclists, and the other is based on the estimation of insecurity costs for cyclists/ pedestrians due to crossings of roads with motorised traffic as well as due to sharing road space with motorised traffic. However, as indicated, as we find that we still lack a well-developed and validated methodology for this type of marginal external effects, we have not included the results from these test calculations in the final result tables on marginal external costs in Norwegian road transport. Although setting the marginal external barrier cost to zero most likely will be erroneous, underestimating true costs, we do not find a sufficiently strong fundament for proposing another positive cost estimate.

Health

Marginal external costs due to sedentary motorised transport, instead of physically active transport (cycling/walking), have not been calculated previously neither for Norwegian road transport nor internationally. Although we find that the calculation of such marginal external health costs lacks a developed methodology, we find it highly relevant to take the starting point that people through their choice of transport mode also potentially impact on society's health costs due to a sedentary lifestyle. Changing some of the car, bus and MC trips to cycle trips or walks could potentially yield a positive health effect associated with reduced risk of serious illness and premature death. One way of estimating marginal external sedentary costs takes the point of departure in the ex post health cost reduction due to cycling/walking for transport. There is however a significant challenge related to estimating the share of motor-vehicle based person kilometres that actually yield sedentary health costs, that is, the extent to which a switch of a person km from motorised to cycle/walk yields a net positive health effect and if the net effect (per km) remains the same for larger changes. Some cyclists/pedestrians might get sufficient physical activity from their transport, but some of those using motorised transport might also get enough physical activity from non-transport based exercise. In an appendix we show some test calculations that are based on the health cost reduction for cyclists/pedestrians, somewhat mirroring the sedentary costs of motorised transport. We show how the estimated marginal external sedentary costs vary with the extent of shift from motorised to physically active transport (whether the scope of the shift is given by an assessment of health improvement potential or given by political objectives). However, as indicated, there is a need for further methodological development and empirical testing for estimating the marginal external sedentary costs. We have therefore not included these estimates in the final result tables for the marginal external costs in Norwegian road transport. Although

setting the marginal external sedentary cost to zero is likely to underestimate true costs, we do not find a sufficiently strong fundament for proposing another positive cost estimate.

Nature impacts

Environmental problems caused by infrastructure and road traffic is not only related to local air pollution and road operations. Road operation and maintenance, as well as the road use, produce runoff of heavy metals and other pollutants to the surrounding soil and water. Moreover, infrastructure and traffic will seize land and thus affect the land-use and the areas surrounding roads or being traversed by roads. Thus, effects of road transport on nature comprise habitat loss, habitat fragmentation, and habitat degradation (due to pollution), none of which has been previously calculated for Norway. There are cost estimates from European studies (ARE 2003, Maibach et al. 2008), and in an appendix we review these types of calculations and discuss some methodological development.

Results

Our estimates are summarized by the tables S.1 and S.2, which report marginal external costs per km and litre fuel according to vehicle class, fuel type, and weight class (in 2012-NOK). The average for all vehicle types is weighted with respect to the estimated number of vehicle kilometres per vehicle type (and fuel and, for freight trucks, also weight class).

Table S.3 reports the marginal external costs in tonne kilometres for the three heaviest vehicle classes.

Table S.4 reports the marginal external costs according to population density and for rush-hour traffic in urban areas with more than 100 000 inhabitants. Marginal external costs for electric cars are also reported. The average for Norway is weighted with respect to the estimated number of vehicle kilometres in the different geographical areas.

Marginal external costs of road transport

Table S.1 Marginal external costs of road transport in Norway apart from greenhouse gas effects according to vehicle class, fuel type, and weight class. 2012-NOK/ km.

Vehicle type	Fuel	Weight class	Air pollution	Noise	Congestion	Accidents	Infrastructure damage	Operations	Sum
Private cars	Petrol		0.06	0.01	0.08	0.38	0.00	0.05	0.58
Private cars	Diesel		0.10	0.01	0.08	0.38	0.00	0.05	0.62
Private cars	LPG		0.05	0.01	0.08	0.38	0.00	0.05	0.56
Other light vehicles	Petrol		0.09	0.01	0.08	0.40	0.00	0.05	0.63
Other light vehicles	Diesel		0.17	0.01	0.08	0.40	0.00	0.05	0.71
Motor cycles, mopeds	Petrol		0.01	0.05	0.04	0.00	0.00	0.05	0.15
Bus	Diesel		1.15	0.07	0.24	0.26	0.22	0.05	1.98
Bus	CNG		0.61	0.10	0.37	0.35	0.22	0.05	1.70
Freight trucks	Petrol		0.42	0.03	0.11	1.75	0.01	0.05	2.34
Freight trucks	Diesel	<= 7.5 ton	0.33	0.03	0.11	1.90	0.01	0.05	2.44
Freight trucks	Diesel	7.5 - 14 ton	0.44	0.03	0.11	2.04	0.10	0.05	2.78
Freight trucks	Diesel	14 - 20 ton	0.52	0.03	0.11	2.21	0.42	0.05	3.34
Freight trucks	Diesel	> 20 ton	0.75	0.03	0.11	2.27	0.76	0.05	3.97
Average (all motor vehicles)			0.14	0.01	0.08	0.47	0.03	0.05	0.78
	Petrol		0.06	0.01	0.08	0.35	0.00	0.05	0.55
	Diesel		0.19	0.01	0.09	0.55	0.06	0.05	0.95
	LPG		0.05	0.01	0.08	0.38	0.00	0.05	0.56
	CNG		0.61	0.10	0.37	0.35	0.22	0.05	1.70

Table S.2 Marginal external costs of road transport in Norway apart from greenhouse gas effects according to vehicle class, fuel type, and weight class. 2012-NOK/ litre fuel

Vehicle type	Fuel	Weight class	Air pollution	Noise	Congestion	Accidents	Infrastructure damage	Operations	Sum
Private cars	Petrol		0.83	0.10	1.04	4.94	0.01	0.65	7.57
Private cars	Diesel		1.74	0.12	1.34	6.35	0.01	0.84	10.39
Private cars	LPG		0.50	0.08	0.85	4.02	0.01	0.53	5.98
Other light vehicles	Petrol		1.12	0.10	1.03	5.15	0.04	0.65	8.08
Other light vehicles	Diesel		2.05	0.09	0.96	4.83	0.04	0.61	8.58
Motor cycles, mopeds	Petrol		0.27	1.19	1.05	0.00	0.00	1.32	3.83
Bus	Diesel		3.20	0.19	0.67	0.72	0.60	0.14	5.53
Bus	CNG		1.22	0.21	0.73	0.71	0.43	0.10	3.40
Freight trucks	Petrol		1.76	0.14	0.49	7.82	0.02	0.22	10.47
Freight trucks	Diesel	<= 7.5 ton	2.34	0.22	0.77	13.34	0.08	0.35	17.09
Freight trucks	Diesel	7.5 - 14 ton	2.14	0.15	0.53	9.88	0.51	0.24	13.46
Freight trucks	Diesel	14 - 20 ton	2.02	0.12	0.43	8.62	1.65	0.19	13.03
Freight trucks	Diesel	> 20 ton	1.53	0.06	0.23	4.63	1.56	0.10	8.11
Average (all motor vehicles)			1.51	0.12	0.90	5.13	0.38	0.55	8.58
	Petrol		0.83	0.13	1.02	4.70	0.01	0.67	7.36
	Diesel		1.86	0.10	0.83	5.29	0.58	0.48	9.16
	LPG		0.50	0.08	0.85	4.02	0.01	0.53	5.98
	CNG		1.22	0.21	0.73	0.71	0.43	0.10	3.40

Table S.3 Marginal external costs per vehicle kilometre and tonne kilometre for freight transport in Norway apart from greenhouse gas effects according to weight class.

Weight class	NOK/km	Cargo	NOK/tonnekm
7.5 - 14 ton	2.79	1.9	1.45
14 - 20 ton	3.33	4.2	0.79
> 20 ton	3.98	10.7	0.37
Sum	3.87	9.7	0.40

Table S.4 Marginal external costs apart from greenhouse gas effects according to fuel type, vehicle type and population density. Kr/ km.

Vehicle type	Fuel	Weight class	Large urban areas (+100')	Congestion urban areas	Small urban areas	Rural areas	All Norway
Private cars	Petrol		1,45	6,65	0,80	0,26	0,58
Private cars	Diesel		1,62	6,95	0,83	0,26	0,62
Private cars	LPG		1,39	6,37	0,78	0,25	0,56
Other light vehicles	Petrol		1,52	6,55	0,79	0,31	0,63
Other light vehicles	Diesel		1,86	7,08	0,85	0,33	0,71
Motor cycles, mopeds	Petrol		0,43	3,32	0,17	0,05	0,15
Bus	Diesel		4,86	17,30	1,48	0,46	1,98
Bus	CNG		2,87	13,04	0,98	0,37	1,70
Freight trucks	Petrol		6,57	16,47	4,17	1,29	2,34
Freight trucks	Diesel	<= 7.5 ton	6,77	17,41	4,40	1,35	2,44
Freight trucks	Diesel	7.5 - 14 ton	7,72	18,76	4,92	1,56	2,78
Freight trucks	Diesel	14 - 20 ton	8,78	19,83	5,68	2,00	3,34
Freight trucks	Diesel	> 20 ton	10,44	22,30	6,44	2,42	3,97
Average (all motor vehicles)			1,92	7,48	1,01	0,39	0,78
	Petrol		1,40	6,40	0,77	0,25	0,55
	Diesel		2,30	8,23	1,19	0,49	0,95
	LPG		1,39	6,37	0,78	0,25	0,56
	CNG		2,87	13,04	0,98	0,37	1,70
	Electric		1,34	6,30	0,78	0,25	

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Eksisterende beregninger av eksterne kostnader ved veitransport i Norge begynner å bli utdatert.

Tidligere beregninger

- Transportmidlenes marginale kostnadsansvar ble beregnet av TØI i 1995 (Eriksen og Hovi 1995)
- Eksterne kostnader ved veitransport ble beregnet av TØI i 1999 (Eriksen, Markussen og Pütz 1999)
- En oppdatering av disse beregningene ble gjennomført av Econ i 2003 (Econ, 2003)
- En utredning av vegavgift for *tunge kjøretøy* i Norge ble gjennomført av Foss mfl (2010)

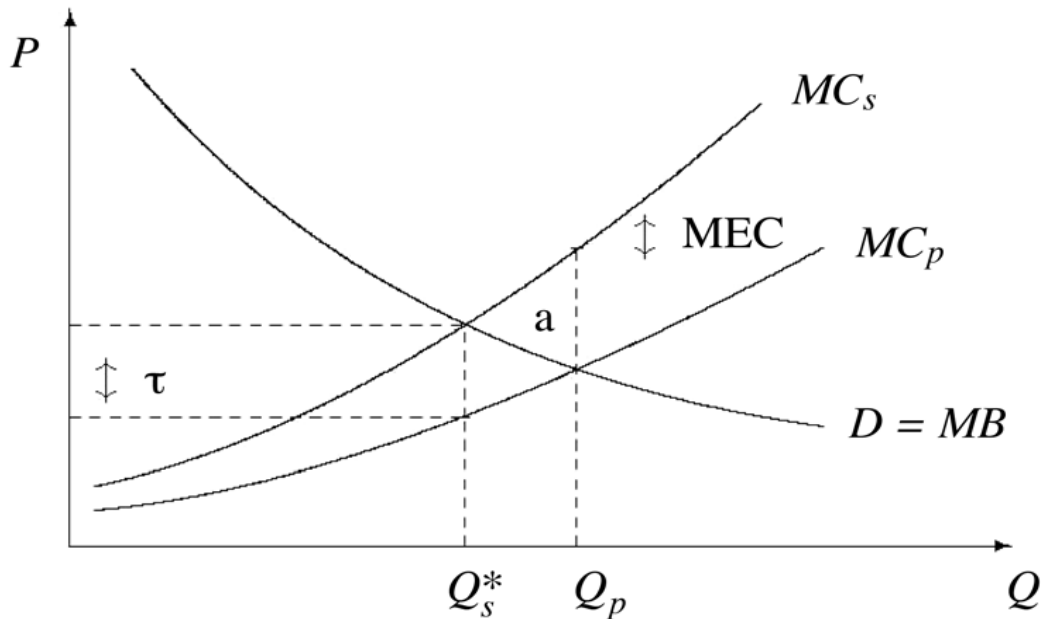
Samfunnsøkonomiske beregninger legges til grunn for vurderingen av transportrelaterte tiltak og virkemidler. Det er derfor behov for gode beregninger av de samlede kostnadene ved vegtrafikk. Blant annet bør kostnadsberegningene gjenspeile dagens kjøretøyteknologier og sammensetningen av trafikken og kjøretøyparken. Som en konsekvens av dette har Finansdepartementet, Klima- og miljødepartementet og Samferdselsdepartementet nå bedt om oppdaterte beregninger av marginale eksterne kostnader som vegtrafikken påfører samfunnet. Det ble spesifisert i konkurransegrunnlaget at kostnadene skulle framstilles i kroner per kjøretøykilometer og per liter drivstoff for ulike kjøretøyklasser.

1.2 Eksterne kostnader

1.2.1 Grunnleggende teori

Eksterne kostnader - også kalt negative eksternaliteter - oppstår i det en aktørs aktiviteter påvirker andre aktører på en negativ måte, altså når aktørens handlinger påfører andre kostnader. Vegtransport gir opphav til en rekke eksterne kostnader, blant annet støyplage, ulykker, kø, slitasje på infrastruktur og helse- og miljøskade.

Eksterne kostnader er et klassisk eksempel på markedssvikt. Dette betyr at samfunnsøkonomiske tap oppstår fordi trafikantene ikke tar inn over seg kostnadene de påfører resten av samfunnet. Vi sier gjerne at eksterne kostnader ikke er *internalisert* i bilistenes kostnader. Bilistenes kostnader blir dermed lavere enn samfunnets kostnader, noe som i henhold til økonomisk teori vil medføre at omfanget av negative eksternaliteter blir større enn hva som er samfunnsøkonomisk optimalt. Dette kan illustreres på følgende måte:



Figur 1.2.1: Eksterne kostnader (kilde: Andersson og Ögren (2013))

Figuren beskriver etterspørselen etter transporttjenester (D) og transportbrukernes marginale kostnader (MC), hvor MC_p illustrerer bilistenes private marginale kostnader og MC_s illustrerer summen av bilistenes og resten av samfunnets kostnader. Differansen mellom kurvene er dermed sammenfallende med de eksterne kostnadene som transporten medfører. P er prisen for transport mens Q er trafikkvolumet.

I henhold til figuren vil transportbrukerne tilpasse seg i punktet Q_p dersom de ikke tar hensyn til eksterne kostnader. De private marginale kostnadene (MC_p) vil da være langt lavere enn samfunnets marginale kostnader (MC_s). Differansen tilsvarer a i figur 1.2.1.

Den samfunnsøkonomisk optimale tilpassingen vil være i Q_s , hvor trafikkvolumet er lavere (og kostnadene er høyere) enn under den private tilpassingen.

Den tradisjonelle måten å fremme internalisering av eksterne kostnader – og dermed også samfunnsøkonomisk optimalitet – er gjennom bruken av økonomiske virkemidler¹. Spesielt er såkalt Pigou-beskatning et viktig virkemiddel til å fremme internalisering av eksterne kostnader knyttet til bilbruk. Denne skatten (τ) skal gi en økning i bilistenes kostnader som er slik at de tilpasser seg i punktet Q_s i figur 1.2.1.

Det er ikke den foreliggende rapportens mål å beregne den optimale Pigou-skatten (τ i figur 1.2.1) men derimot å gjøre beregninger av hvordan de eksterne kostnadene endrer seg dersom ett ekstra kjøretøy kommer inn i transportnettverket. Vi ser altså på hvordan en enhets endring i transportbruk påvirker differansen mellom MC_s og MC_p (a) i figur 1.2.1.

¹ Tanken om at offentlige intervensjoner kreves for å løse eksternalitetsproblemet har blitt kritisert av Coase (1960) som under visse forutsetninger viser at forhandlinger mellom de involverte agentene kan lede til en samfunnsøkonomisk optimal løsning.

De marginale eksterne kostnadene vil kun sammenfalle med Pigou-skatten dersom man allerede er samfunnsøkonomisk optimalt tilpasset (befinner seg i punktet Q_s i figur 1), noe som nødvendigvis ikke vil være tilfellet.

Den forutgående diskusjonen illustrerer at eksisterende miljøreguleringer, slik som skatter og avgifter på bilbruk, i stor grad vil være med å bestemme størrelsen på de eksterne kostnadene ved veitransport. Dette betyr at de marginale eksterne kostnadene som presenteres i denne rapporten ikke kan tolkes som konstante, men at de vil endre seg med offentlige inngrep og deres konsekvenser for trafikkmengder, bilparkens sammensetning og introduksjon av ny kjøretøyteknologi. Dette må det tas hensyn til ved bruk av rapportens kostnadsestimater. Det vil derfor være vanskelig å sammenligne våre resultater med andre studier som har som formål å beregne optimale miljøreguleringer. Videre kan forskjeller mellom studier med hensyn til aggregeringsnivå (spredt, tettbygd) spille en rolle for resultatene.

2 Grunnlaget for beregningen av eksterne kostnader

2.1 Praktisk implementering av eksterne kostnader

Figur 1 gir et enkelt bilde av problemet med marginale kostnader. I virkeligheten er det svært komplisert å fange opp eksterne kostnader ved transport. Dette skyldes blant annet at kostnadene varierer i) mellom ulike kjøretøy, ii) ut fra hvor og når transporten finner sted og iii) ut fra kontekstuelle faktorer slik som klimatiske forhold. Eksempelvis regnes gjerne skadevirkningene av veitrafikkstøy for å være større for trafikken som foregår om natten enn om dagen, siden nattestøy kan bidra til søvndeprivering. For støy og lokal luftforurensing vil størrelsen på de eksterne kostnadene avhenge av *hvor mange* som utsettes for disse plagene (for eksempel ut fra befolkningstetthet) og av forekomsten av støy og lokal luftforurensing fra *andre kilder* enn veitrafikk (eksempelvis industrien).

Som en konsekvens av dette vil en detaljert analyse av eksterne kostnader måtte ta inn over seg lokale og tidsmessige forhold. Disse aspektene tas det hensyn til i såkalte bottom-up analyser som er geografisk forankret og som detaljert beskriver ”den vertikale verdikjeden” fra kjøretøyene til reseptorene (se for eksempel Impact Pathway Approach (Friedrick og Bickel, 2001)). Ulempen med bottom-up analysen er at den er svært arbeidskrevende, og det går langt ut over rammene av prosjektet vårt å implementere denne metoden for hele Norge. Vi vil derfor anvende en forenklet tilnærming hvor vi skiller mellom eksterne kostnader innenfor tre geografiske dimensjoner; utenfor tettsted, lite tettsted og stort tettsted. Hensikten er å fange opp hvordan befolkningstettheten påvirker de eksterne kostnadene. Dette gir en grov forenkling som neglisjerer forskjeller i kostnader innenfor de tre kategoriene².

Videre er det også et spørsmål om de eksterne kostnadene skal relateres til *livsløpskostnader* eller til *driften* av kjøretøyet. Den første kategorien inkluderer både eksterne kostnader når kjøretøyet er i drift samt eksterne kostnader ved produksjon og destruering av kjøretøyet, mens den andre kategorien kun tar hensyn til eksterne kostnader som genereres når kjøretøyet er i drift. Vi fokuserer i denne rapporten på eksterne kostnader knyttet til driften av kjøretøyene uttrykt i kr/km og kr/liter drivstoff.

Det har **ikke** inngått i dette prosjektet å vurdere eksterne kostnader ved **klimagassutslipp**. De eksterne effektene som vurderes er:

- Lokale utslipp til luft (NO_x og PM₁₀)
- Støy

² Selv om det ligger utenfor denne rapportens formål å beregne en Pigou-skatt for veitransport bemerker vi i lyset av den forutgående diskusjonen at en optimal prising avhenger av lokale forhold, når transporten skjer, og andre kontekstuelle faktorer. Dette innebærer at innkrevingssystemer med god spatiotemporal innkreving bør tas i bruk, for eksempel basert på GPS-løsninger.

- Ulykker
- Kø
- Slitasje på infrastruktur
- Vinterdrift (salting)
- Barriereeffekter
- Andre helseeffekter
- Natureffekter

I denne oversikten står barriereeffekter, andre helseeffekter og natureffekter i grått fordi vi ikke beregner disse miljøkostnadene, men i stedet inkluderer en grundig drøfting av effektene. Årsaken til at vi ikke ønsker å ta med estimer for disse miljøkostnadene i de endelige resultattabellene, men kun presenterer en drøfting og eksempelberegninger, er at det etter vår vurdering foreligger for lite forskning rundt beregningen av effektene. Dette skaper stor usikkerhet rundt eventuelle nye estimer. Vi vil i stedet oppfordre til å opprette egne prosjekter rettet mot å skape mer kunnskap om størrelsen på disse effektene.

2.2 Kjøretøykilometer og totalt drivstofforbruk

Basisåret for beregningen av marginale eksterne kostnader for vegtransport er 2011.

I følge SSB (Statistikkbanken) utgjorde samlet innenlands kjørelengde for kjøretøy på veg i Norge 42 904 millioner km i 2011. I tillegg kommer motorsykel og moped. I Vågane (2013) anslås samlet innenlandsk trafikkarbeid på veg til 43 505 millioner kjøretøykilometer i 2011 inkludert 1296 millioner km med MC/moped. Ved å legge til grunn kjørelengder fra SSB og statistikk for MC/moped fra TØI blir total kjørelengde anslått til 44 200 millioner km.

For tunge godsbiler (store lastebiler) er total kjørelengde 1878 millioner km i statistikken for innenlands kjørelengde og 2 330 millioner km i SSBs beregninger ved hjelp av HBEFA (nærmere om dette i avsnitt 3.1.6). Forskjellen kan knyttes til trafikk til og fra utlandet som ikke er med i statistikken for innenlands kjørelengder. Korrigert for dette får vi en anslått kjørelengde på 44 651 millioner km i 2011.

I tabell 2.2.1 og 2.2.2 er utkjørte distanser fra SSBs beregninger ved hjelp av HBEFA avstemt mot SSBs fordeling av kjøretøykm på tettstedskategorier. Derfor vil tallene avvike noe fra andre kilder, men dette har liten betydning for beregninger per km og per liter drivstoff.

Tabell 2.2.1 Mill kjøretøykilometer 2011 etter kjøretøyklasse og drivstofftype. Kilde: SSB-tall bearbeidet av TØI.

Kjøretøyklasse	Drivstofftype				
	Bensin	Diesel	CNG/LPG	Øvrig	Sum
Personbiler i alt	16 747	16 197	1	29	32 974
Busser i alt		540	11	11	562
Små godsbiler i alt	638	6 727		4	7 369
Store lastebiler i alt	100	2 352			2 452
MC/Moped	1 294				1 294
Sum	18 807	25 787	14	44	44 651

I beregningene skilles det mellom tettsteder med mer enn 100 000 innbyggere, tettsteder med mindre enn 100 000 innbyggere og spredtbygde områder. I tabell 2.2.2 er forutsatt fordeling gjengitt.

Tabell 2.2.2 Kjøretøykm i Norge 2011 fordelt på kjøretøyklasser, drivstofftyper, vektclasser og tettstedstyper. Kilde: SSB-tall bearbeidet av TØI.

Klasse	Drivstoff	Vektklasse	Mill km			Sum
			Tettsteder over 100'	Tettsteder under 100'	Spredt bebyggelse	
Personbil	Bensin		3 116	3 116	10 516	16 747
Personbil	Diesel		3 013	3 013	10 170	16 197
Personbil	LPG		0	0	0	1
Andre lette	Bensin		119	119	401	638
Andre lette	Diesel		1 252	1 252	4 224	6 727
MC/moped	Bensin		241	241	812	1 294
Buss	Diesel		151	151	238	540
Buss	CNG		5	5	2	11
Tunge	Bensin		13	13	74	100
Tunge	Diesel	<= 7,5 tonn	49	49	283	381
Tunge	Diesel	7,5 - 14 tonn	10	10	57	77
Tunge	Diesel	14 - 20 tonn	25	25	146	196
Tunge	Diesel	> 20 tonn	219	219	1 261	1 698
SUM			8 212	8 212	28 184	44 608
SUM	Bensin		3 488	3 488	11 803	18 779
SUM	Diesel		4 719	4 719	16 379	25 817
SUM	LPG		0	0	0	1
SUM	CNG		5	5	2	11

I salgsstatistikken³ for 2011 oppgir SSB at forbruket av bilbensin var 1491 millioner liter. Det tilsvarer 1 103 000 tonn. Av dette anslår Ketil Flugsrud⁴ at 1 038 000 tonn ble brukt til vegformål. Det tilsvarende forbruket av diesel anslås til 2 245 000 tonn når en legger til grunn at 2 % av forbruket er avgiftsfri diesel. Det tilsvarer henholdsvis 1402,7 millioner liter bensin og 2672,6 millioner liter diesel. Det tilsvarer et forbruk på 0,076 l/km for bensinkjøretøy og 0,104 l/km for dieselskjøretøy. For bensin og diesel til sammen blir forbruket 0,093 l/km. Alle beregninger i rapporten er justert slik at totalt forbruk av bilbensin og diesel stemmer med disse anslagene.

³ <http://www.ssb.no/energi-og-industri/statistikker/petroleumsalg>

⁴ e-post 23.10.2013

3 Gjennomføring

3.1 Lokal luftforurensing

3.1.1 Innledende betraktninger

Lokal luftforurensing fra vegtrafikk knyttes til utslipp av miljøskadelige stoffer fra kjøretøy. Trafikken forurenses gjennom forbrenning (eksosutslipp) og gjennom vegslitasje, dekkslitasje, og slitasje på bremsebånd. Gjennom fartsvinden bidrar vegtrafikken til å virvle opp støv og skitt avsatt tidligere langs vegkanten (resuspensjon av partikler).

De viktigste komponentene i denne sammenheng er partikler og nitrogenoksider, som igjen deles opp i underkategorier avhengig av partikkelstørrelse (PM_{10} og $PM_{2,5}$) og gruppe nitrogenoksid (NO_x og NO_2). INFRAS (2010) angir utslipp for ulike kjøretøyklasser etter kjøretøyets alder for ulike trafikksituasjoner.

De eksterne kostnadene avhenger i grove trekk av mengden av utslipp per km og mengde drivstoff, eksponering og effekt og verdsetting per enhet utslipp. De eksterne virkningene av luftforurensning er trivsels- og helseeffekter, påvirkning av planteliv, virkninger på bygninger, veger og annen infrastruktur og resulterende forurensing av vann. Vi vil her drøfte helsevirkningene og trivselseffekter.

Grunnlaget for kunnskapen er hentet fra epidemiologiske kohort- og tverrsnittstudier, samt laboratoriestudier. I de epidemiologiske studiene ser en indikatorer på ulike luftforurensningskomponenter i sammenheng med direkte og indirekte indikatorer på trivsels og helseeffekter. I laboratoriestudier undersøker en ulike fysiologiske, biokjemiske og immunologiske effekter og ulike virkningsmekanismer. Beskrivelser av helseeffektene finnes blant annet i Totlandsdal mfl. (2007). En del av forurensningsvirkningene er beskrevet nærmere i Ackermann-Liebrich (2011, se også Nriagu 2011). Trivselsvirkninger mht lokal luftforurensning er beskrevet i Amundsen mfl. (2008), Forsberg mfl. (1997), Klæboe mfl. (2008) og Modig og Forsberg (2007).⁵

Forurensningen varierer over året. Spesielt ved temperaturinversjoner på kalde, vindstille dager som legger lokk på forurensningen kan konsentrasjonene bli relativt høye. I tillegg til temperaturforholdene avhenger dette av den geografiske fordelingen

⁵ Norske og internasjonale undersøkelser viser at lokal luftforurensning oppfattes som plagsomt ved nivåer som er vanlige i Norske byområder. Det store antallet som er berørt innebærer at de samfunnsøkonomiske kostnadene her, som for støy kan være betydelige. En måte å inkorporere disse kostnadene ville være å bruke eksponeringseffektsammenhenger sammen med en enhetskostnad for plage fra luftforurensing å la den som gjelder for støy. For å unngå dobbelttelling burde plagevirkningene evt. kun knyttes til utslipp av NO_2 . I EU-prosjektet ENNAH ble helsevirkningene av støy og luftforurensning vurdert. Problemstillingen var om og når helseskader kunne tilbakeføres til støyeksponering og/eller eksponering til luftforurensning. Ettersom støy og luftforurensning er korrelert gir dette grunnlag for såkalt feilattribusjoner – at en eksempelvis «tror» at hjertekarsykdommene skyldes aktiverings- eller stressvirkninger av kronisk trafikkstøy, mens de egentlig skyldes luftforurensing. Her er det behov for mer forskning før en kan gå inn og korrigere dose-responsammenhengene (Stansfeld og Clark 2012).

av emisjonene, vindstyrke og topologiske forhold. I tillegg til at kulde i seg selv er en helseisiko kan forurensning være mer alvorlig når det er kaldt (Cheng og Kan 2012).

Når en skal vurdere effekten av ulike typer forurensning er det ofte viktig å undersøke om det foreligger noen terskelverdier. Tanken er at det er først når forurensningen overstiger en viss mengde/intensitet at det oppstår skadevirkninger. For utendørs luftforurensning synes det ikke å foreligge noen klare terskelverdier. Selv om det kan være vanskelig å påvise effekter ved lave verdier, er det ikke dermed sagt at det ikke foreligger effekter. Ettersom sårbarheten kan variere er det også problematisk å operere med en fast terskelverdi (WHO 2003). Lave gjennomsnittlige verdier er heller ikke til hinder for at det i kortere perioder kan være større overskridelser. Det er heller ikke alltid mengden forurensning som er problematisk, men styrken i, og konsekvensene av de sekundære immunologiske, biokjemiske og fysiologiske prosessene som setter i gang som er problemet.

Dette er imidlertid forhold som krever langt mer detaljert kunnskap og detaljerte forurensningsdata enn det som er tilgjengelig. Vi har følgelig ikke skilt mellom effektene i ulike perioder av døgnet.

3.1.2 Verdsetting av utslipp

Standard tilnærming til estimering av marginale eksterne kostnader av luftforurensning har vært basert på skadefunksjonstilnærming/konsekvenstilnærming (ExternE 1998, Nellthorp mfl. 2001, Bickel mfl. 2006, Maibach mfl. 2008, Magnussen mfl. 2010a, Nash mfl. 2010). Det kreves da kjennskap til både utslipp av forurensning som påvirker helse og evt. andre ting, som trivsel og effekter på bygninger/landbruk, utslipp fordelt på kjøretøytyper og geografiske områder, kjennskap til spredningen av stoffene, eksponering, hvordan de påvirker helse og annet, samt verdsetting av disse slutteffektene. Med unntak av fordelingen på utslippskildene ble skadefunksjonssammenhengen oppdatert i 2005 og i 2009 (Magnussen mfl. 2010a).

Samtidig eksponering av flere forurensninger kan gi samspillsvirkninger. Mengden langtransportert ozon har eksempelvis betydning for oksidering av nitrogenoksider, avhengige av lysmengden. Produktene inngår igjen i nye kjemiske reaksjoner. Forurensningsnivåer kan være avhengig av om en befinner seg på lo eller le side av en by (merkbart opptil flere km unna). Vi har ikke tilgjengelig modellerings- og datagrunnlag som tillater å ta hensyn til denne type effekter. Vi ser derfor på virkningene av komponentene hver for seg.

Den viktigste eksterne effekten av luftforurensning fra transport er helseeffekten (Magnussen mfl. 2010a, Nash mfl. 2010). Magnussen mfl. (2010a) bygget på en trinnvis skadefunksjonstilnærming (s. 14):

”1. Beregning/måling av utslipp fra ulike kilder, som transport, fortrinnsvis fordelt på ulike transportmidler og kjøretøykategorier. 2. Luftforurensningsspredningsmodeller brukes for å beregne endret eksponering for luftforurensning på ulike geografiske lokaliseringer, målt, f.eks. som konsentrasjon av partikler (PM_{2.5} og PM₁₀) og presentert på luftforurensningskart og luftforurensningsdatabaser. 3. Eksponering-responsfunksjoner (ERF-er), mellom luftforurensningsnivåer (målt som luftforurensningskomponenter som PM_{2.5} og PM₁₀) og helseendepunkter i form av økt hyppighet av sykdom; beskrevet for eksempel som antall tilfeller av en dag med milde symptomer på luftveislidelser, antall tilfeller av sykehusinnleggelser pga. luftveisproblemer, eller økt dødelighet i form av antall tilfeller prematur død eller tapte leveår. 4. Beregning av totalt antall tilfeller for hvert helseendepunkt (både sykdom og

dødelighet) ved hjelp av ERF-er og informasjon om størrelsen på den eksponerte befolkningen. 5. *Økonomisk verdsetting av hvert helseendepunkt foretas* ved hjelp av nye verdsettingsstudier eller overføring av verdier fra tidligere verdsettingsstudier ("benefit transfer"). Økonomisk verdi per "enhet" av hvert helseendepunkt, for eksempel "kroner per dag med symptom på luftveislidelser" eller "verdien av et statistisk liv (VSL) i kroner" summeres så over det beregnede antall tilfeller av hvert helseendepunkt for å få total samfunnsøkonomisk verdi."

Estimatene/verdiene for disse ulike trinnene hentet Magnussen mfl. (2010a) fra SFT (2000, 2005).

For å verdsette effektene av luftforurensing, og da primært helseeffektene, tar vi utgangspunkt i Magnussen mfl. (2010a). Vi vil imidlertid oppjustere verdianslagene. Mht for tidlig død pga sykdom forårsaket av luftforurensing, er det anbefalt å bruke en felles sektorovergripende verdi på et statistisk liv lik 30 mill. 2012-kroner (NOU 2012, s.15 og s. 159). I Magnussen mfl. (2010a) ble det lagt til grunn en verdi på et statistisk liv lik ca 19 mill. kr, så basert på at det er tap av menneskeliv som dominerer kostnadene har vi derfor gjort en oppdatering av verdsettingsestimatene med faktor 30/19 (tabell 3.1.1).

Tabell 3.1.1. Enhetsverdier for skadekostnader av lokal luftforurensing (2012-kr per kg utslipp)

	PM ₁₀							NO _x			
	Spredt bebyggelse	Tettsted (>15000 innb.)	Stavanger, Drammen (og andre større byer)	Bergen	Oslo	Trondheim	Sum Storby	Spredt bebyggelse	Tettsted	Andre større byer	Sum Storby
2012-verdier	0	695	2589	4579	6158	6158	5684	0	79	158	316
Avrundede verdier	0	700	2600	4600	6200	6200	5700	0	80	160	320

Kilde: Magnussen mfl. (2010a, tabell 27), oppdatert med 30/19, dvs. 19 mill kr var den underliggende VSL-verdien som Magnussen mfl. benyttet for kalkulering av enhetsverdiene, mens i denne rapporten legges det til grunn en VSL-verdi lik 30 mill kr (NOU 2012).

Vi gjør videre en restrukturering av den geografiske fordelingen av disse verdsettingene (for å få samme geografiske fordeling for luftforurensing som for støy, se avsnitt 3.2). Dvs., vi samler alle tettsteder (byområder) med over 100.000 innbyggere. Med utgangspunkt i tabell 3.1.1 vil vi da (befolknings)vekte sammen verdsettingene for hhv. Oslo/Bergen/Trondheim (vekt lik 0,765) og Stavanger-Sandnes/Fredrikstad-Sarpsborg/Drammen (vekt lik 0,235), mens det for de øvrige tettstedene forblir uendret (tabell 3.1.2).

Tabell 3.1.2. Enhetsverdier for skadekostnader av lokal luftforurensing (2012-kr per kg utslipp), fordelt mellom tettsteder (byer) > 100.000 innbyggere, tettsteder (byer) > 15.000 innbyggere, og mindre tettsteder og spredt bebyggelse

	PM ₁₀			NO _x		
	Spredt bebyggelse	Tettsted (15-100.000 innb.)	Tettsted (>100.000 innb.)	Spredt bebyggelse	Tettsted (15-100.000 innb.)	Tettsted (>100.000 innb.)
2012-verdier	0	695	4957	0	79	279
Avrundede verdier	0	700	5000	0	80	300

3.1.3 Verdsetting av NO₂ gitt verdsetting av NO_x

Det går fram av Totlandsdal (2007) at selv om en finner samvariasjon mellom NO₂-konsentrasjonene i luften og helseeffekter, er det vanskelig å isolere den selvstendige helseeffekten av NO₂ i epidemiologiske studier. Fra kliniske undersøkelser vet man imidlertid at høye konsentrasjoner kan være skadelige. Verdens helseorganisasjon WHO har derfor villet regulere konsentrasjonene av NO₂. Det foreligger ikke regulering av andre NO_x komponenter. En må derfor gå ut fra at eksisterende verdsettinger av NO_x har brukt NO_x som en proxy (erstatning) for NO₂.

Dersom det var én-til-én-forhold mellom utslipp, hvor mange som ble berørt, og konsentrasjonene som de berørte ble utsatt for, kunne vi ha verdsatt NO_x (utenom NO₂) med 0 og lagt hele kostnaden på NO₂-utslippet. Imidlertid oksyderes en del av nitrogenoksydene til NO₂ underveis fra eksosrøret, og størrelsen på denne andelen avhenger av kontekstuelle forhold. En slik faktor er annen forurensning, spesielt mengden langtransportert ozon. For å komme fram til en revidert verdsetting av utslipp langs vegen (i motsetning til eksponering ved bolig), ville det være nødvendig å gå igjennom utslipps- og spredningsmodeller for de største byområdene og gjøre en relativt grundig sammenligning. Mengden inntransportert ozon, annen forurensning, samt størrelsen på populasjonen som ble berørt på tidspunktet verdsettingene av utslipp ble foretatt ville da være vesentlige. Dette er ikke mulig å gjennomføre innenfor rammen av dette prosjektet, og vi velger derfor å holde på tidligere NO_x-verdsetting, gitt i tabell 3.1.2, hva angår skadekostnader.

3.1.4 Skadekostnader og tiltakskostnader for NO_x

For spredtbygde områder og naturskader generelt er skadekostnadene vanskeligere fastslå, og vi har i stedet lagt til grunn antatte marginale tiltakskostnader knyttet til NO_x i beregningene. I SFT (2005) anslås disse til 20-25 kr/kg NO_x med utgangspunkt i Norges utslippsforpliktelse i Göteborgprotokollen (1999). Vi har ikke funnet noen oppdatert beregning av tiltakskostnadene og har derfor lagt til grunn 25 kr/kg NO_x i spredtbygde områder for å ta hensyn til både skade- og tiltakskostnader. Resultatet fremgår av tabell 3.1.3.

Tabell 3.1.3. Enhetsverdier for skadekostnader av lokal luftforurensing (2012-kr per kg utslipp) og tiltakskostnader, nitrogenoksider

	NO _x		
	Spredt bebyggelse	Tettsted (15-100 tusen innb.)	Tettsted (>100 tusen innb.)
Skadekostnader	0	80	300
Tiltakskostnader	25		
Sum	25	80	300

3.1.5 Relativ verdsetting av PM₁₀ og PM_{10-2,5}.

PM₁₀ er konsentrasjonen av partikler mindre enn 10 µm i diameter. Måleenheten er µg/m³. PM₁₀ omfatter finfraksjonen PM_{2,5} og grovfraksjonen PM_{10-2,5}. I grovfraksjonen PM_{10-2,5} inngår også partikler fra vegslitasje mm.

Fordelingen mellom PM_{10-2,5} og PM_{2,5} er avhengig av hvilken by man måler i og hvilket år målingene stammer fra. Resultater fra Miljøundersøkelsene i Oslo fra 1987 til 1996 (tabell 3.1.4) tyder på at finfraksjonen (PM_{2,5}) utgjør ca. 2/3 av PM₁₀.

Tabell 3.1.4. Eksponeringsdata (alle kilder), partikler, andel PM_{2,5} i prosent. Vålerenga/Gamlebyen 1987-96.

År	PM _{2,5} /PM ₁₀
1987	70 %
1994	71 %
1996	63 %

Brunekreef og Forsberg (2005) finner at finfraksjonen gir mer betydelige negative helseeffekter enn grovfraksjonen, men de finner også enkelte studier som indikerer negative effekter fra grovfraksjonen. Enkelte kinesiske undersøkelser finner sammenheng mellom PM_{2,5} og dødeligheten av hjertekar lidelser og åndingslidelser, mens de finner ingen eller svake sammenhenger mellom grovfraksjonene PM_{10-2,5} og dødelighet (Kan mfl. 2007). Chen (2011) finner ikke noen sammenheng mellom grovfraksjonen, PM_{10-2,5}, og daglig dødelighet i tre kinesiske byer, etter justering for PM_{2,5}. Wang mfl. (2013) finner noe sterkere effekt av finfraksjonen (PM_{2,5}) på akuttbesøk sammenliknet med PM₁₀. En nyere europeisk undersøkelse konkluderer at det ikke kan påvises noen sammenheng mellom grove partikler (PM_{10-2,5}) og helseeffekter – men utelukker ikke at dette kan skyldes metodologiske utfordringer (Janssen mfl. 2012).

En nyere studie fra Stockholm angir en korttidseffekt av grovfraksjonen på mortalitet (Meister mfl. 2012). Det er imidlertid uklart hvor stor betydning en skal tillegge undersøkelsen. En stor andel av støvet i vegkanten i vinterhalvåret består av slitasjepartikler fra den spesifikke steinsorten som er brukt i asfalten. Dersom den lokale steinsorten som brukes er forskjellig fra den i Stockholm (kvartsitt), kan helseeffektene være forskjellig. Meister mfl. (2012) referer dog til flere internasjonale undersøkelser der det har lyktes å påvise en sammenheng mellom grovfraksjonen og helseeffekter. Kilden til de grove partiklene er imidlertid ofte andre enn trafikk (ørkensand mv.).

Det er økende interesse for å se nærmere på sotpartikler («black carbon») fra forbrenning, og enkelte undersøkelser indikerer at dette kan være en bedre indikator på helseeffektene enn den tradisjonelle inndelingen i fin og grovfraksjon (Gan mfl. 2012, Hoek mfl. 2013, Janssen mfl. 2012). Det antydes at effekten per $\mu\text{g}/\text{m}^3$ kan være 10 ganger så stor for sotpartikler som for $\text{PM}_{2.5}$.

For å konkludere: De fleste internasjonale undersøkelser tyder på at helseeffekten av finfraksjonen kan være sterkere enn for grovfraksjonen. Enkeltstående nyere undersøkelser angir at grovfraksjonen kan ha like stor effekt. I stedet for inndelingen i fin og grovfraksjon bør en også se nærmere inn på hvilke stoffer partiklene består av, og da spesielt sot. Gitt denne senere utviklingen kan det være prematurløst å vekte opp farlighetsgraden av de fine partiklene ($\text{PM}_{2.5}$) vs. de grove ($\text{PM}_{10-2.5}$), og vi lar fraksjonene foreløpig telle likt. Vi legger dermed til grunn verdiene for PM_{10} (som altså omfatter begge fraksjonene) gitt i tabell 3.1.2, på 5000 kr/kg i store tettsteder og 700 kr/kg i små.

3.1.6 Trivselseffekter av lokal luftforurensning (utelatt i verdsettingen)

Verdsettingsgrunnlaget for effekter av luftforurensning knyttes utelukkende til verdsetting av statistiske liv tilknyttet for tidlig død pga sykdom tilknyttet luftforurensning. Mens det regnes trivselseffekter av støy, er dette ikke vanlig for luftforurensning. En del internasjonale studier om trivselseffekt av luftforurensning foreligger imidlertid: Botteldooren mfl. (2003), Evans mfl. (1988), Jacquemin mfl. (2004), Liden mfl. (1998), Oglesby mfl. (2000), Rotko mfl. (2002). Luftforurensningen oppfattes av store deler av befolkningen som plagsom (Clench-Aas mfl. 1999, Klæboe mfl. 2000, Kolbenstvedt 1998). Det er lite som tyder på at luftforurensningsplager vurderes av befolkningen som mindre betydningsfulle enn støyplager (Kolbenstvedt og Fyhri 2004).

Et første anslag på trivselskostnadene kunne følgelig være å applisere verdsettingene som foreligger av støyplage også på luftforurensningsplager. Her måtte vi bygge på egne norske undersøkelser, ettersom dette ikke er gjort tidligere. Tankegangen er at reduksjonen i luftforurensning som skal til for å redusere luftforurensningsplagen burde telle likt med støyreduksjonen som skal til for å redusere støyplagen. Ettersom vi fra verdsettingsundersøkelser har et anslag på verdien av støyplagereduksjonen, kunne denne brukes (som et utgangspunkt) til å anslå en verdi på den tilsvarende reduksjonen i luftforurensningsplagereduksjonen.

Det er likevel ikke uproblematisk å anta at ulike plager er «likeverdige» eller verdsettes likt. Verdsettinger kan være relative og/eller farges av rammen (Kahneman og Tversky 1992). Plagegraden kan også avhenge av om en forurensning oppfattes å være forbigående eller kronisk, selv om forurensningsnivået/plagenivået er det samme.

Om vi skal forsøke en slik verdsetting av trivselseffekter pga luftforurensning basert på eksisterende grunnlag for verdsetting av støy, kunne vi gå fram på følgende måte: I norske bymiljøundersøkelser er det etablert en fast ramme for folks svar, spørsmålene har samme utforming, og tidsrammen er den samme, dvs. folk blir spurt om plager i løpet av det siste året. Vi har på basis av Amundsen mfl. (2008), Klæboe mfl. (2004, 2008) og Miedema og Oudshoorn (2001) derfor sammenlignet plaguevirkningen av hhv en endring av støyen med 1 dBA og en endring av NO_2 i $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Vi finner at gjennomsnittlig støyplage reduseres med ca 2 % per dB(A), mens gjennomsnittlig luftforurensningsplage reduseres med ca 1,5 % per $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Vi får

følgelig at hver 1 µg/m³ reduksjon av NO₂ er likeverdig med en støyreduksjon på 0,75 dB. Verdien av en eksponeringsreduksjonen følger da av verdsettingen av støyplagen: $(2\,854 \cdot 0.02 \cdot 0.75) = \text{kr } 43 \text{ per } \mu\text{g}/\text{m}^3$.

For å regne kostnadene knyttet til utslippene fra vegtrafikken er det i tillegg nødvendig å få anslag på hvilken endring i eksponering (forurensningsnivået ved hver enkelt bolig) en får ved mindre vegtrafikk på det eksisterende vegnettet. Det ville imidlertid kreve en egen undersøkelse.

Det er anført som argument mot å anslå trivselskostnadene at disse er tatt hensyn til når en har kalkulert kostnader knyttet til luftveislidelser, astma, mv. At kroniske sykdommer medfører at man er plaget innebærer imidlertid ikke det motsatte, at de som er plaget også er kronisk syke. En enkel korrelasjonsanalyse av ca. 3500 personer i Vålerenga/Gamlebyen indikerer at kroniske åndedrettslidelser, bronkitt og astma løst anslått, ikke forklarer mer enn 1% av luftforurensningsplagen.

3.1.7 Utslipp fra vegtransport

Drivstofforbruk og utslipp av NO_x og PM₁₀ (PM_{10-2,5} og PM_{2,5}) og PM_{2,5} fra vegtransport i 2011 er beregnet av SSB ved hjelp av HBEFA-modellen⁶ og SSBs fordeling av utkjørte km (gjengitt i tabell 2.2.1), kjøretøyklasser, drivstofftyper, vektclasser, euroklasser og vegtyper (tettsted/spredtbygde/motorveg). Modellen tar i tillegg hensyn til fartsgrenser, detaljert vegtype, stigningstall og trafikkflytsituasjon (grad av kø) og dekker utslipp fra kjøretøy med bensin, diesel, CNG og LPG som drivstoff.

Distanser, drivstofforbruk og utslipp er for vårt formål fordelt på tettsteder med over og under 100 000 innbyggere og spredtbygde områder. Motorveger er lagt under spredtbygde områder mens samlet distanse i tettsted er delt likt på tettsteder over og under 100 000 innbyggere på bakgrunn av informasjonen fra SSB. Også utslipp og drivstofforbruk er delt likt mellom tettsteder over og under 100 000 innbyggere. Siden vi legger til grunn mer kø i større enn i mindre tettsteder innebærer dette en undervurdering av utslipp per km i større tettsteder på 1-2 prosent i gjennomsnitt, og en tilsvarende overvurdering av utslipp per km i mindre tettsteder. Beregnet utslipp i og utenfor kø i tettsted fremgår av tabellene V.1.2-V.1.3 i vedlegg 1.

Utslipp i kø og utslipp av NO₂ er beregnet med utgangspunkt i forholdstall i tidligere beregninger med HBEFA-modellen ved TØI som er dokumentert i Hagman mfl. (2011). Drivstofforbruk og CO₂-utslipp er justert i forhold til aggregerte tall for drivstofforbruk.

Utslipp av svevestøv dekkes ikke av HBEFA-modellen og bygger på statistikk fra SSB som viser utslipp av svevestøv for ulike kjøretøyklasser fordelt på dekkslitasje, bremseslitasje og vegstøv (piggdekkslitasje). SSBs beregninger er justert ved å legge til anslått utslipp av bremsestøv per km fra tunge kjøretøy i henhold til SSB (2013) og halvering av vegstøvutslipp fra tunge kjøretøy på bakgrunn av opplysninger fra SSB⁷ om redusert omfang av bruk av piggdekk for tunge kjøretøy i forhold til beregningsgrunnlaget. Utslipet av svevestøv antas jevnt fordelt per km.

⁶ Handbook Emission Factors for Road Transport, www.hnefa.net.

⁷ E-post fra Ketil Flugsrud, SSB, 30.10.2014

Tabell 3.1.5 Utslipp av svevestøv 2011 etter kjøretøyklasse og kilde. Kilde: SSB.

Kjøretøyklasse/kilde	Tonn/år	
	PM ₁₀	PM _{2,5}
Bildekk		
Personbil	113	23
Varebil	32	6
Tunge kjøretøy	54	11
MC/moped	2	0
Bremser		
Personbil	250	250
Varebil	98	98
Tunge	95	95
Vegstøv		
Lette	912	152
Tunge	235	39
Sum	1 791	675

Resultatet er tabeller som viser distanse, drivstofforbruk, og utslipp av CO₂, NO_x, NO₂, PM₁₀ og PM_{2,5} samt fordelingen av PM₁₀ og PM_{2,5} fordelt på partikler i eksos og svevestøv – fordelt på områdetype, kjøretøyklasser, drivstofftype, vektklasse (for tunge kjøretøy) og euroklasse. Aggregererte tall er presentert i tabell 3.1.6.

Tabell 3.1.6 Anslått kjørelengde drivstofforbruk og utslipp fra kjøretøy i Norge 2011. Detaljerte tabeller i vedlegg. Kilde: SSB.

Klasse	Drivstoff	Vektklasse	Distanse mill km	Drivstoff mill l	CO ₂ 1000 tonn	NO _x Tonn	NO ₂ Tonn	PM ₁₀ Tonn	PM _{2,5} Tonn	Andel svevestøv	
										PM ₁₀	PM _{2,5}
Personbil	Bensin		16747	1283	2972	4586	221	619	256	91 %	79 %
Personbil	Diesel		16197	966	2572	7724	2805	886	518	62 %	38 %
Personbil	LPG		1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	94 %	84 %
Andre lette	Bensin		638	49	114	266	13	30	15	87 %	74 %
Andre lette	Diesel		6727	556	1479	5683	1827	641	471	42 %	26 %
MC/moped	Bensin		1294	49	114	154	8	5	4	100 %	100 %
Buss	Diesel		540	193	515	3158	378	122	76	58 %	35 %
Buss	CNG		11	5	10	10*	0	2	1	70 %	47 %
Tunge	Bensin		100,1	22,4	51,9	457,0	22,9	3,8	1,6	100 %	100 %
Tunge	Diesel	<= 7,5 tonn	381	54	145	1012	69	76	43	66 %	43 %
Tunge	Diesel	7,5 - 14 tonn	77	16	43	293	21	17	10	61 %	38 %
Tunge	Diesel	14 - 20 tonn	196	50	134	875	66	42	25	61 %	38 %
Tunge	Diesel	> 20 tonn	1698	832	2214	11902	895	434	285	51 %	29 %
SUM			44608	4077	10364	36255	6332	2877	1706	62 %	40 %

*Basert på 0,9 g NO_x/km

3.1.8 Totale og marginale utslippskostnader

Følgende to tabeller viser utslipp og totalkostnader, for NO_x, PM₁₀ og summen av disse («utslipp»), fordelt på kjøretøyklasse, drivstoff, vektklasser og tettstedstyper. Det er benyttet litt ulik inndeling av kjøretøytypene i 3.1.7a og 3.1.7b.

Tabell 3.1.7.a Beregnet utslipp av luftforurensende komponenter og total kostnader for luftforurensning ved vegtrafikk i Norge, etter kjøretøyklasse, drivstoff, vektclasser og tettstedstyper.

Klasse	Drivstoff	Vekt	NOx - tonn utslipp			PM10 - tonn utslipp			NOx - mill kr			PM10 - mill kr			Utslipp - mill kr			Utslipp - mill kr Hele landet
			Tettsted >100'	Tettsted <100'	Spredt	Tettsted >100'	Tettsted <100'	Spredt	Tettsted >100'	Tettsted <100'	Spredt	Tettsted >100'	Tettsted <100'	Spredt	Tettsted >100'	Tettsted <100'	Spredt	
Person-bil	Bensin		915	915	2756	113	113	393	275	73	69	564	79	0	839	152	69	1060
Person-bil	Diesel		1549	1549	4626	171	171	545	465	124	116	853	119	0	1317	243	116	1676
Person-bil	LPG		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Andre lette	Bensin		55	55	157	5	5	19	16	4	4	27	4	0	43	8	4	55
Andre lette	Diesel		964	964	3754	119	119	402	289	77	94	596	83	0	885	161	94	1139
MC/ moped	Bensin		22	22	110	0	0	4	7	2	3	2	0	0	9	2	3	13
Buss	Diesel		1024	1024	1111	35	35	51	307	82	28	177	25	0	484	107	28	619
Buss	CNG		4	4	1	1	1	0	1	0	0	4	1	0	6	1	0	7
Tunge	Bensin		56	56	345	2	2	0	17	4	9	8	1	0	25	6	9	39
Tunge	Diesel	<= 7,5 t	132	132	749	10	10	55	39	11	19	51	7	0	91	18	19	127
Tunge	Diesel	7,5 - 14 t	42	42	209	2	2	12	13	3	5	11	2	0	24	5	5	34
Tunge	Diesel	14 - 20 t	140	140	594	6	6	30	42	11	15	29	4	0	71	15	15	102
Tunge	Diesel	> 20 t	1895	1895	8112	62	62	310	568	152	203	310	43	0	879	195	203	1276
SUM			6798	6798	22526	527	527	1824	2039	544	563	2634	369	0	4843	1082	563	6149

Tabell 3.1.7.b Utslipp av luftforurensende komponenter og totaltekostnader for luftforurensning ved vegtrafikk i Norge, etter kjøretøyklasse, drivstoff og tettstedstyper.

Klasse	Drivstoff	NOx - tonn utslipp			PM10 - tonn utslipp			NOx - mill kr			PM10 - mill kr			Utslipp - mill kr			Utslipp - mill kr Hele landet
		Tettsted >100'	Tettsted <100'	Spredt	Tettsted >100'	Tettsted <100'	Spredt	Tettsted >100'	Tettsted <100'	Spredt	Tettsted >100'	Tettsted <100'	Spredt	Tettsted >100'	Tettsted <100'	Spredt	
Alle	Bensin	1026	1026	3258	120	120	412	308	82	81	600	84	0	907	166	81	1155
Alle	Diesel	5746	5746	19156	406	406	1407	1724	460	479	2028	284	0	3751	744	479	4974
Alle (kun personbil)	LPG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alle (kun buss)	CNG	4	4	1	1	1	0	1	0	0	4	1	0	6	1	0	7
Lette (inkl. MC/moped)	Alle	3505	3505	11403	408	408	1364	1051	280	285	2042	286	0	3093	566	285	3944
Tunge (inkl. buss)	Alle	2269	2269	10011	83	83	408	681	182	251	415	58	0	1096	240	251	1586
MC/ moped	Alle (kun bensin)	22	22	110	0	0	4	7	2	3	2	0	0	9	2	3	13
Personbil	Alle	2464	2464	7382	283	283	938	739	197	185	1417	198	0	2156	396	185	2737
Andre lette ("varebil")	Alle	1019	1019	3912	124	124	421	306	81	98	622	87	0	928	169	98	1195
Buss	Alle	1028	1028	1112	36	36	52	308	82	28	182	25	0	490	108	28	626
Tunge, gods ("tunge kjøretøy")	Alle	2265	2265	10010	82	82	408	679	181	250	410	57	0	1090	239	250	1579
SUM		6798	6798	22526	527	527	1824	2039	544	563	2634	369	0	4673	913	563	6149

Mht utslipp ligger det altså til grunn større utslippsmengder for NO_x enn for PM₁₀, men pga høyere verdsetting (i tettsteder) av reduserte utslipp av partikler sammenliknet med utslippsreduksjon for nitrogenoksider, så blir den beregnede totaltekostnaden for de to luftforurensende komponentene omtrent på samme nivå. I de følgende to tabellene vises beregnede enhetskostnader per kjøretøykm for NO_x, PM₁₀ og summen av disse («utslipp»), fordelt på kjøretøyklasse, drivstoff, vektclasser og tettstedstyper. Det er igjen benyttet litt ulik inndeling av kjøretøytypene, hhv i 3.1.8a og 3.1.8b.

Tabell 3.1.8.a Marginale eksterne kostnader pga lokal luftforurensning (utslipp) ved vegtrafikk i Norge, etter kjøretøyklasse, drivstoff, vektclasser og tettstedstyper.

Klasse	Drivstoff	Vekt	NOx - kr/km			PM10 - kr/km			Utslipp – kr/km			Utslipp - kr/km Hele landet
			Tettsted >100'	Tettsted <100'	Spredt	Tettsted >100'	Tettsted <100'	Spredt	Tettsted >100'	Tettsted <100'	Spredt	
Personbil	Bensin		0,09	0,02	0,01	0,18	0,03	0	0,27	0,05	0,01	0,06
Personbil	Diesel		0,15	0,04	0,01	0,28	0,04	0	0,44	0,08	0,01	0,10
Personbil	LPG*		0,03	0,01	0,00	0,18	0,02	0	0,21	0,03	0,00	0,05
Andre lette	Bensin		0,14	0,04	0,01	0,23	0,03	0	0,36	0,07	0,01	0,09
Andre lette	Diesel		0,23	0,06	0,02	0,48	0,07	0	0,71	0,13	0,02	0,17
MC/ moped	Bensin		0,03	0,01	0,00	0,01	0,00	0	0,04	0,01	0,00	0,01
Buss	Diesel		2,03	0,54	0,12	1,17	0,16	0	3,20	0,71	0,12	1,15
Buss	CNG		0,27	0,07	0,02	0,94	0,13	0	1,21	0,20	0,02	0,61
Tunge	Bensin		1,30	0,35	0,12	0,65	0,09	0	1,96	0,44	0,12	0,39
Tunge	Diesel	<= 7,5 t	0,80	0,21	0,07	1,04	0,15	0	1,85	0,36	0,07	0,33
Tunge	Diesel	7,5 - 14 t	1,27	0,34	0,09	1,15	0,16	0	2,42	0,50	0,09	0,44
Tunge	Diesel	14 - 20 t	1,67	0,44	0,10	1,16	0,16	0	2,83	0,61	0,10	0,52
Tunge	Diesel	> 20 t	2,60	0,69	0,16	1,42	0,20	0	4,02	0,89	0,16	0,75
Gjennomsnitt (alle klasser, vektet)			0,25	0,07	0,02	0,32	0,04	0	0,57	0,11	0,02	0,14

* Det totale antallet kjøretøykm for LPG er såpass lavt at den beregnede kostnaden per kjøretøykm må regnes som svært usikker.

Tabell 3.1.8.b Marginale eksterne kostnader pga lokal luftforurensning (utslipp) ved vegtrafikk i Norge, etter kjøretøyklasse, drivstoff og tettstedstyper.

Klasse	Drivstoff	NOx - kr/km			PM10 - kr/km			Utslipp – kr/km			Utslipp - kr/km Hele landet
		Tettsted >100'	Tettsted <100'	Spredt	Tettsted >100'	Tettsted <100'	Spredt	Tettsted >100'	Tettsted <100'	Spredt	
Alle	Bensin	0,09	0,03	0,01	0,18	0,03	0	0,28	0,06	0,01	0,07
Alle	Diesel	0,37	0,10	0,03	0,43	0,06	0	0,79	0,19	0,03	0,19
Alle (kun personbil)	LPG*	0,03	0,01	0,00	0,18	0,02	0	0,21	0,04	0,00	0,05
Alle (kun buss)	CNG	0,27	0,07	0,02	0,94	0,13	0	1,21	0,23	0,19	0,61
Lette (inkl. MC/moped)	Alle	0,14	0,04	0,01	0,26	0,04	0	0,40	0,08	0,01	0,09
Tunge (inkl. buss)	Alle	2,12	0,57	0,14	1,29	0,18	0	3,42	0,92	0,14	0,64
MC/ moped	Alle (kun bensin)	0,03	0,01	0,00	0,01	0,00	0	0,04	0,01	0,00	0,01
Personbil	Alle	0,12	0,03	0,01	0,23	0,03	0	0,35	0,06	0,01	0,08
Andre lette ("varebil")	Alle	0,22	0,06	0,02	0,45	0,06	0	0,68	0,12	0,02	0,16
Buss	Alle	1,98	0,53	0,12	1,17	0,16	0	3,14	0,69	0,12	1,13
Tunge, gods ("tunge kjøretøy")	Alle	2,15	0,57	0,14	1,30	0,18	0	3,45	0,76	0,14	0,64
Gjennomsnitt (alle klasser, vektet)		0,25	0,07	0,02	0,32	0,04	0	0,59	0,13	0,02	0,14

* Det totale antallet kjøretøykm for LPG er såpass lavt at den beregnede kostnaden per kjøretøykm må regnes som svært usikker.

Med fordeling av totalkostnadene på kjøretøykm, for de ulike kjøretøytypene mht tettstedstyper, så blir det beregnede «bidraget» fra de to luftforurensende komponentene (NO_x og PM₁₀) omtrent det samme. Mht de dominerende drivstofftypene er det diesel som bidrar mest til de samfunnsmessige kostnadene (primært helsekostnader) pga vegtrafikk.

Flere detaljerte tabeller er gitt i vedlegg 1.

3.2 Støy

Støy fra vegtrafikken rammer lokalt men må anses som problem med globale dimensjoner. Støyutslippene avhenger av hvilke typer kjøretøy som brukes, hvordan de kjøres, trafikforholdene, og bidragene fra de ulike støykildene (motorstøy, støy fra drivaksler, eksosanlegg og ikke minst dekk/vegbanestøyen). Tidligere har motorstøyen stått i fokus for internasjonale reguleringer, og det er derfor blitt gjort store fremskritt med hensyn til å redusere støyen fra motorene til tunge og lette kjøretøy. Imidlertid hjelper dette lite når gjennomsnittsfarten øker, ettersom det er emisjonene som stammer fra interaksjonen mellom bildekk og vegbane som dominerer blant utslippene (Sandberg, 2001). Dette innebærer at det bare er når farten er lav at en trekker fordel av at motorene er stillere (hybrid/brenselcelle/elektrisk). I dagens arbeid med å regulere støy fra vegtrafikken er det dekk/vegbanestøy som er i fokus. Avstanden mellom resipientene og støykilden, hvilken type asfalt som brukes, og dennes beskaffenhet, samt skjerming av støyen har en betydning. Meteorologiske forhold spiller en rolle, og støyen kan være forskjellig dag og natt på grunn av temperaturforskjellene mellom lave og høyere luftlag.

Vegtrafikken står for 70-80 % av de totale støyplagene. Til tross for at ulike land har gjort en innsats for å redusere støyulempene, er støy et økende problem. Befolkningsøkning og urbanisering bidrar til at andelen som plages av støy øker. Det er følgende interessant med tiltak som kan redusere støyen fra biltrafikken. Dette skyldes til dels at trafikken har økt, at nye områder blir støyutsatt, og at folk bosetter seg i områder med stor trafikk. Støy medfører trivselsproblemer og kan føre til helseskader. I tidligere oversikter har støyplage og søvnforstyrrelser vært ansett å bidra mest til de samfunnsmessige kostnadene ved vegtrafikken (de Hollander, 2011)

Sentralt for vurderingene av marginale kostnader er at en skal prise ekstrabelastningen som oppstår når trafikken øker. Her har det betydning at den menneskelige hørselen skiller bedre mellom lave støynivåer enn høyere. Vi opplever støyen fra en dobling fra 4 000 til 8 000 kjøretøy på samme måte som den halvparten så store doblingen fra 2 000 til 4 000. Den marginale virkningen av et ekstra kjøretøy med hensyn til den opplevde støyen er følgende langt større i områder hvor trafikken i utgangspunktet er liten enn i områder hvor den allerede er stor.

Bidragene fra ulike støykilder legges også sammen logaritmisk. Det innebærer at en må over en kritisk mengde kjøretøy før forskjeller i støybidragene til hvert enkelt kjøretøy får betydning. Er det mange personbiler som trafikkerer en veg, betyr det lite om det også går en lastebil på vegen – selv om en lastebil isolert sett støyer betydelig mer enn en enkelt personbil.

Ikke bare den lokale trafikken har betydning. Også befolkningstettheten og hvor tett opp til vegen folk bor har betydning. Vi finner det derfor naturlig å benytte en ”bottom up” tilnærming til beregningen av støykostnader⁸.

Vi har her valgt å ta utgangspunkt i Andersson og Ögrens (2013) opplegg for beregning av marginale eksterne støykostnader. Vi benytter imidlertid verdsettingen av en støyreduksjon som framkommer i den siste norske verdsettingsstudien. Denne studien (Magnussen mfl. 2010b) anbefaler at det tas utgangspunkt i en enhetspris per plaget person per år på kr. 2 750, noe som utgjør kr. 2 854 med dagens kroneverdi. Enhetsprisen bygger på en betinget verdsettingsstudie som ble gjennomført i forbindelse med det europeiske forskningsprosjektet HEATCO i 2005. Magnussen mfl. (2010b) bygger videre på de norske dataene fra HEATCO-prosjektet og anvender statistiske analyser til å studere hvorvidt det er grunnlag for å operere med ulik betalingsvillighet for ulike grader av støyplage. De finner ikke empirisk støtte for en differensiering av plagegrader, og setter derfor enhetsprisen per plaget per år lik gjennomsnittet av enhetsprisene for kategoriene ganske plaget, mye plaget og voldsomt plaget fra HEATCO-studien.

I det følgende gis en kort beskrivelse av opplegget for å beregne marginale støykostnader. La $L = f(N, v, r)$ definere støyeksponeringen som en funksjon av ÅDT (N), fart (v) og distanse fra vegen (r). Støykostnadene utledes ved å gange enhetsprisen per plaget, w , med antall plagede. Vi bruker internasjonale virkningskurver til å beregne andelen plagede som en funksjon av støynivået. Vi legger med andre ord til grunn at kun en andel av personene som utsettes/eksponeres for støy faktisk plages av denne støyen. Dette skiller seg fra tidligere beregninger av eksterne støykostnader for Norge. I for eksempel Sandberg-Eriksen m fl. (1999) ser betegnelsene utsatte og plagede ut til å være ensbetydende, noe som ikke er i henhold til den internasjonale litteraturen om støyplager.

Funksjonen for andelen plagede er gitt ved (Miedema, 2002; Miedema and Oudshoorn, 2001):

$$a(L) = [1.795 \cdot 10^{-4} (L - 37)^3 + 2.110 \cdot 10^{-2} (L - 37)^2 + 0.5353 (L - 37)] / 100$$

I tillegg angir vi antallet individer som er bosatt på ulike distanser fra vegen som er i fokus med en funksjon $n(r)$. Støykostnadene forbundet med trafikken på den aktuelle veglenken kan da uttrykkes som (Andersson and Ögren, 2013):

$$S = \int_{r=0}^{\infty} w a(L) n(r) dr$$

Endringen i de eksterne kostnadene ved en marginal endring i trafikkvolum er følgende gitt ved:

$$\frac{\partial S}{\partial N} = \int_0^{\infty} w \frac{\partial a}{\partial L} \frac{\partial L}{\partial N} n(r) dr$$

⁸ I Maibach mfl. (2008) skisseres en top-down beregning av støykostnader. Vi mener at denne tilnærmingen i mindre grad er egnet til å belyse hvordan faktorer som befolkningstetthet og trafikk sammensetningen påvirker de eksterne kostnadene.

En ulempe med dette uttrykket er at antallet støyutsatte varierer fra sted til sted. Derfor er det nødvendig å forenkle ved å anta at desibelnivået er det samme for alle boliger med lik distanse fra vegen. La antallet personer som rammes ved ulike desibelnivåer defineres som $u(L)$. Uttrykket for de marginale kostnadene omskrives da som:

$$\frac{\partial S}{\partial N} = \sum_L \frac{\partial a}{\partial L} \frac{\partial L}{\partial N} u(L)$$

Endringen i antall plagede utledes ved å derivere funksjonen $a(L)$. Vi tar videre utgangspunkt i SSB's modell for forenklede støyberegninger for å beregne $\partial L / \partial N$. SSBs modell definerer støyemisjon fra vegtrafikk på en avstand på 10 meter fra vegens midtlinje:

$$L = 10 \log(10^{L_{lette}/10} + 10^{L_{tunge}/10}) = 10 \log(\delta_{lette} N_{lette} + \delta_{tunge} N_{tunge})$$

hvor den senkede skriften (lette og tunge) referer til lette og tunge kjøretøygrupper og δ_{lette} og δ_{tunge} er konstanter. I henhold til Andersson og Ögren (2011) antar vi at den marginale støyendringen er lik for alle distanser fra vegen, og følgelig lik for hver desibelgruppe. De marginale støyendringene er dermed gitt ved:

$$\frac{\partial L}{\partial N_{lette}} = \frac{10}{\ln(10)} \frac{\delta_{lette}}{\delta_{lette} N_{lette} + \delta_{tunge} N_{tunge}} \quad \frac{\partial L}{\partial N_{tunge}} = \frac{10}{\ln(10)} \frac{\delta_{tunge}}{\delta_{lette} N_{lette} + \delta_{tunge} N_{tunge}}$$

Til slutt definerer vi antall utsatte som en funksjon av desibelnivået. Vi anvender regresjonsanalyse til å estimere $u(L)$ på bakgrunn av bymiljøetatens kartlegging av støy i 7 kommuner i Oslo og Akershus. Vi beregner antall utsatte per vegkilometer som en funksjon av befolkningstetthet i tettsteder (BT) og desibelnivåene fra støykartleggingen (L). Vi velger en kvadratisk funksjonell form for funksjonen. Denne gir en god tilpassning til dataene ettersom R^2 er 0.94. Funksjonens koeffisienter er også signifikante i henhold til t-testen. Vi indikerer koeffisientenes signifikansnivå med stjerner, hvor tre stjerner indikerer signifikans på ett-prosentnivået, to stjerner indikerer signifikans på fem-prosentnivået og en stjerne indikerer signifikans på ti-prosentnivået. Den estimerte funksjonen er gitt ved:

$$u(L; BT) = 229,965^* - 7,143^* L + 0,067^{***} BT + 0,130^{**} L^2 + 0,000^{***} BT^2 - 0,002^{***} L \times BT$$

Funksjonens koeffisienter gir et uttrykk for dens egenskaper, og forstås kanskje best ut fra hvordan de påvirker funksjonens deriverte. De deriverte av $u(L;BT)$ med henhold til L og BT beskriver endringen i antall utsatte ved en enhets økning i henholdsvis desibelnivået og befolkningstettheten. Formelt er de gitt ved:

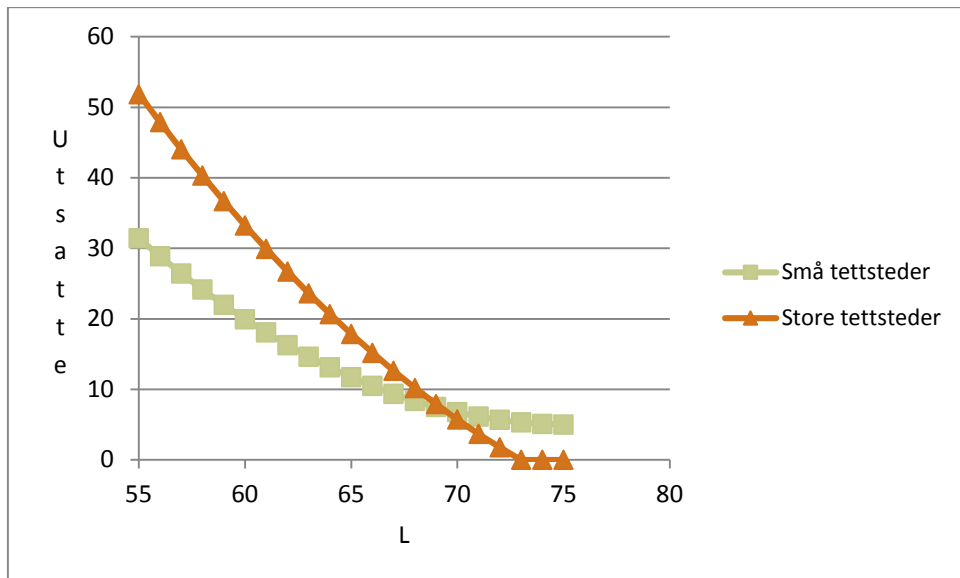
$$\frac{\partial u}{\partial L} = -7,143 + 0,130L - 0,002BT$$

$$\frac{\partial u}{\partial BT} = 0,067 + 0,000BT - 0,002L$$

Den deriverte med hensyn til L utgjøres av tre ledd. Det første leddet er et negativt konstantledd som sier at jo høyere desibelnivået er dess færre er utsatt for støy. Dette gjenspeiler helt enkelt at det bor kun et fåtall personer i områder med svært store støyplager. Det andre leddet utgjøres av en positiv konstant (0,130) multiplisert med desibelnivået. Det betyr at $\partial u/\partial L$ øker med desibelnivået. Den marginale endringen (reduksjonen) i antall utsatte ved en enhets endring i L vil da være større for lave verdier av L enn for høye verdier av L . Det tredje leddet forteller at $\partial u/\partial L$ påvirkes negativt av befolkningstettheten. Intuitivt betyr det at reduksjonen i antall utsatte ved en enhets økning i desibelnivået vil være større i tettbefolkede områder enn i spredtbygd strøk., noe som betyr at det relativt sett er flere som rammes innenfor lavere desibelkategorier i tettbygde strøk enn i spredtbygd strøk.

Den deriverte med hensyn til BT forenkles av at det andre leddet (0,000 BT) er lik null og dermed faller bort. $\partial u/\partial BT$ varierer altså ikke med befolkningstettheten, og endringen i antall utsatte ved enhets endring i befolkningstettheten vil derfor være den samme uavhengig av om den opprinnelige befolkningstettheten er liten eller stor. Videre sier det siste leddet i uttrykket til den deriverte at antall utsatte faller med desibelnivået, noe som igjen reflekterer at det generelt er få personer som bor i områder med store støybelastninger. Den estimerte funksjonen lar oss differensiere mellom antallet utsatte i små tettsteder (under 100 000 innbyggere) og store tettsteder (over 100 000 innbyggere). I henhold til SSBs befolkningsstatistikk antar vi at gjennomsnittlig befolkningstetthet er 1726 og 2677 personer per kvadratkilometer i henholdsvis små og store tettsteder.

Figur 3.2.1 gir en illustrasjon av funksjonen $u(L;BT)$. Den viser antall utsatte (vertikal akse) for ulike desibelkategorier (horisontal akse) for en representativ vegstrekning på en kilometer. Funksjonen illustreres for store og små tettsteder.



Figur 3.2.1: Utsatte per vegkilometer

Figuren er i tråd med drøftingen av den deriverte av $u(L;BT)$ med hensyn til desibelnivået. Vi ser at antall utsatte faller med desibelnivået, noe som impliserer at de fleste støyrammede bor i områder hvor ekvivalent støynivå er 55 dB. I store tettsteder faller antall utsatte raskere enn i små tettsteder, noe som betyr at det er relativt sett flere som rammes ved lave støynivåer i store tettsteder enn i små tettsteder.

Andersson og Ögrens metode er i utgangspunktet utviklet til å beregne støykostnader for et geografisk avgrenset område. Vi anvender metoden til å beregne marginale støykostnader for ulike vegprofiler som differensieres etter tettstedskategori, fartsgrenser og ÅDT. Vår inndeling er i henhold til nasjonale tall for personer som er utsatt og plaget av vegtrafikkstøy som vi har fått av SSB. Vi anvender SSBs data til å beregne totale støykostnader. Videre benytter vi antallet utsatte innenfor farts- og ÅDT-kategoriene til å definere vekter for å beregne marginale støykostnader som en vektet sum av de estimerte marginale støykostnadene for de ulike farts- og ÅDT-kategoriene. Til slutt anvender vi vekter fra van Essen m fl. (2004) til å fordele de totale støykostnadene på de ulike kjøretøygruppene, slik at kjøretøyenes relative støybidrag er tatt hensyn til når støykostnadene fordeles mellom gruppene.

SSB måler støyemisjoner som et A-vektet ekvivalent lydnivå i løpet av en 24 timers periode, ofte kalt L_{EQ} . Ulempen med denne tilnærmingen er at variasjoner i støyplage over døgnet ikke vektlegges. Internasjonalt har man ofte gitt støy på natten et straffetillegg på 10 dBA for å ta hensyn til de negative virkningene ved redusert søvnkvalitet. Dette vektete støynivået kalles L_{DN} . Natteperioden er en gjenhentingperiode som er viktig med hensyn på kognitive funksjoner (Basner et al., 2013). I EU er det gjort en ytterligere differensiering i L_{DEN} hvor kveldsperioden i tillegg er gitt et straffetillegg på 5 dBA. Ekvivalentmålene $L_{A, EQ, 24h}$, $L_{DN, 24h}$ og $L_{DEN, 24h}$ er energiekvivalenter, dvs. at de angir det konstante støynivået i desibel som har samme energiinnhold som den varierende støyen over døgnet. Siden det er snakk om en energiekvivalent vil amplituden (de høye støynivåene) tillegges en vekt som er proporsjonal med utslaget i annen potens. Det innebærer at støyende begivenheter blir tillagt forholdsvis større vekt enn støyhendelser med lavere støynivå. Dette er følgelig mål som vil fange opp den negative betydningen av at enkelte hendelser er mer

støyende enn andre. Imidlertid vil det særlig ved lave trafikkmengder kunne være slik at gjennomsnittsmålene ikke fullt fanger opp den negative effekten av at enkelthendelser er så høye at de forstyrrer aktiviteter og fører til oppvåkninger. For enkelte støykilder er karakteren av støyen spesielt plagsom. Det gjelder blant annet impulsstøy og støy sammen med vibrasjoner (ved humper, brostein mv). Når det gjelder støy fra mer trafikkerte veger vil gjennomsnittsmålet også fange opp ”normalt” støyende hendelser.

Det er i hovedsak to faktorer som medfører at marginale støykostnader kan være høyere på natten enn om dagen, nemlig at 1) trafikkmengden er lavere om natten slik at en kjøretøykilometers marginale bidrag til støyplage vil potensielt sett være stort, samt at 2) fravær av støyplage verdsettes høyere på natten. Den sistnevnte effekten er vanskelig å tallfeste siden verdsettingsstudier ikke tar hensyn til tidspunkt på døgnet. Generelt er plage på natten knyttet til søvnforstyrrelser, og i den forbindelse er maksimumsverdier for støy og antall hendelser relevante indikatorer. De er vanskelig å anvende til beregning av marginale kostnader (Andersson and Ögren, 2013).

I henhold til SSBs støyberegninger legger vi L_{EQ} til grunn for våre anbefalte marginale kostnader. Men i tabell 3.2.1 illustrerer vi forskjeller i marginale kostnader på dagtid og nattestid når kostnadsberegningen baseres på L_{DN}^9 for å belyse potensielle forskjeller i marginale støykostnader over døgnet. Denne beregningen antar at 10 prosent av årsdøgnetrafikken forekommer om natten, noe som er i henhold til Klima- og miljødepartementets retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging¹⁰.

Støy fra vegtransport kan forenklet deles inn i motorstøy og dekkstøy. De sentrale parameterne som bestemmer forholdet mellom dekk- og motorstøy er 1) kjøretøyets fart og 2) kjøretøytype¹¹. Forenklet kan man si at dekkstøy dominerer på hastigheter over 30 km/t. Ser man isolert på tunge kjøretøy må man normalt sett opp i ca. 60 km/t før dekkstøyen dominerer, men dette er avhengig av vegdekkets tilstand/dekktyper. For å belyse forholdet mellom motor og dekkstøy rapporterer vi de beregnede marginale støykostnadene for lave hastigheter i tabell 3.2.1. Vi bemerker at grunnen til at disse kostnadene er lavere enn kostnadene beregnet for alle hastigheter er at den lave farten medfører et lavere støynivå, og dermed at færre personer plages av støyen enn hva som er tilfellet i våre hovedberegninger.

⁹ L_{night} angir et ekvivalent støynivå i perioden mellom klokken 23.00 og 07.00, og er følgelig et alternativt mål på støyplage om natten. Vi ser foreløpig bort fra dette målet fordi det ikke er tilgjengelig opplysninger om reelle L_{night} verdier for ulike vegstrekninger i landet. Vi er heller ikke kjent med estimater av enhetspriser som diskriminerer mellom støyplage på dagen og om natten. En direkte applikasjon av L_{night} vil dermed i liten grad reflektere at støy generelt vurderes som mer plagsomt på nattestid enn om dagen.

¹⁰ Se <http://www.nve.no/Global/Konsesjoner/Vindkraft/Rapporter%20og%20veiledere/ta2115.pdf>

¹¹ Vi har ikke anledning til å skille mellom marginale motorstøybidrag fra ulike kjøretøytyper basert på SSBs forenklede støyberegninger. Vi bemerker allikevel at emisjonsmodellen som danner grunnlaget for SSBs utvidede beregninger tar hensyn til dette. Dermed er våre data beregnet ut fra støybidragene fra ulike kjøretøygrupper.

Tabell 3.2.1: Eksterne støykostnader. Kr/km.

Kostnader	Små tettsteder		Store tettsteder	
	Lette kjøretøy	Tunge kjøretøy	Lette kjøretøy	Tunge kjøretøy
Marginale (L_{EQ})	0.02	0.11	0.02	0.13
Gjennomsnittlige (L_{EQ})	0.04	0.68	0.05	0.79
Marginale kostnader i spesifikke scenarier:				
Dekkstøy ¹ (L_{EQ})	0.01	0.07	0.01	0.12
Dagtid (L_{DAY})	0.02	0.12	0.03	0.19
Natt ($L_{NIGHT+10}$)	0.29	1.63	0.40	2.65

¹Marginale kostnader ved dekkstøy er beregnet for hastigheter under 40 km/t.

3.3 Ulykker

3.3.1 Teorigrunnlag for beregning av marginale eksterne ulykkeskostnader

3.3.1.1 Historikk

Teorien for eksterne ulykkeskostnader går tilbake til Vickrey (1968). Newbery (1988) bygget på omtrent samme tilnærming som Vickrey, og fokuset var på forholdet mellom trafikkvolumet og ulykker i en såkalt homogen biltrafikk, dvs. at det ble både sett bort fra at kjøretøy hadde ulik vekt/størrelse og at det fantes tohjulinger og fotgjengere (Rizzi 2008). Jones-Lee (1990) presenterte en analyse som nettopp inkluderte de mer sårbare trafikantene. Han forutsatte at risikoen var uavhengig av trafikkmengden. Jansson (1994) presenterte separate modeller for homogen (bil)trafikk og heterogen trafikk, dvs. med både biler og andre trafikanttyper (Rizzi 2008). Lindberg (2001) videreutviklet Janssons tilnærming til en mer generell teori for eksternaliteter mht kjørt distanse.¹²

Nash mfl. (2010) nevner tre ulike tilnærminger til estimering av marginale eksterne kostnader av ulykker: i) Monetær verdsetting av hver effekttype (ulike skadegrader), estimering av den eksterne komponenten, samt estimering av en risikoelastisitet, også benevnt som UNITE-tilnærmingen (Nellthorp mfl. 2001, Nash mfl. 2010, Fridstrøm 2011); ii) estimering av forholdet mellom trafikkmengde og forsikringspremie, basert på en forutsetning at forsikringen dekker alle skadeeffekter, en såkalt forsikringseksternalitetstilnærming, som kan være relativt best tilpasset skader av lavere skadegrad samt materielle skader (Nash mfl. 2010, Lindberg 2005); og iii) estimering på makronivå med bruk av generelle likevektmodeller, der en kan ta hensyn til risikounnvikende atferd og sekundære inntektseffekter/-tap pga ulykker (Nash mfl. 2010). Tilnærming i), som altså bygger på Lindberg (2001) og Jansson (1994), er også beskrevet som en ”bunn-opp”-tilnærming, med fokus på trafikkvolumeksternaliteten, i kontrast til en ”topp-ned”-tilnærming (Maibach 2008).¹³

¹² Rizzi (2008) påpeker at eksternaliteter også følger av fartsvalg og valg av biltype, og mht bilens vekt er dette også behandlet av Hultkrantz og Lindberg (2011), Anderson og Auffhammer (2013) og Bjørner mfl. (2013).

¹³ ”Topp-ned”-tilnærmingen tar utgangspunkt i totalkostnaden for ulykker (ex-ante verdsetting av risikoreduksjon og alle ex-post kostnader, for alle personskadegrader og materielle skader), og finner gjennomsnittskostnaden (for en gitt skadegrad), som igjen kan fordeles på det som er dekket (av

Lindberg (2005, s. 160) tar utgangspunkt i den årlige totale skadekostnaden for kjøretøy av type j som har vært involvert i en ulykke: $TC_j = A(a+b+c)$, der A er antallet (skade)ulykker og a , b , c er kostnadskomponenter, dvs. a knyttes til ex ante verdsetting av egen risiko(ending), b er kostnaden for ens nærmeste familie (ex ante verdsetting av risikoending for noen i ens nærmeste familie, dvs. en altruismekomponent), og c er (ex post) kostnadene for det øvrige samfunnet. (Vi skal i det følgende se bort fra komponenten b .) Antallet (skade)ulykker (A) er gitt ved trafikkvolumet (Q) multiplisert med ulykkesrisikoen (r), slik at: $TC_j = rQ(a+c)$, og $r = A/Q$.

Risikoelastisiteten (E) er gitt ved: $E = \frac{\partial r}{\partial Q} \frac{Q}{r}$. Videre er marginalkostnaden

tilknyttet ett ekstra kjøretøy av typen j (MC_j) gitt ved:

$$E = \frac{\partial A(a+c)}{\partial Q} = r(E+1)(a+c) \quad \text{Den marginale eksterne kostnaden (mht}$$

trafikkvolum) av ett ekstra kjøretøy av typen j (MEC_j) er gitt ved: $MEC_j = MC_j - MPC_j$, der MPC_j er internaliserte (private) marginalkostnader.

Den marginale kostnadsandelen som faller på kategori j per ulykke (θ), den ikke-eksterne andelen, er gitt ved: $\theta = \frac{MPC_j}{ra}$. Den eksterne marginale ulykkeskostnaden er gitt ved: $MEC_j = ra[1 - \theta + E] + rc(1 + E)$.¹⁴

Vi ser da at den eksterne marginale ulykkeskostnaden (MEC_j) øker med ulykkesrisikoen (r). Det at risikoen øker med trafikkmengden ($E > 0$) vil også sammenfalle med økt MEC_j . Videre øker den eksterne marginale ulykkeskostnaden med verdsettingen av risiko(ending)en, eller ulykkeskostnadene ($a+c$). MEC_j øker også med andelen som faller på andre (enn kategori j), dvs. andelen av den totale marginalkostnaden som er ekstern, dvs. $\theta \rightarrow 0$, og/eller c øker (dvs., en større del av skadekostnadene tilfaller samfunnet).¹⁵

Elvik (1994) antok, som bl.a. Jones-Lee (1990) og Persson og Ödegaard (1995), at personskaadeulykkeselastisiteten var lik 1, dvs. at risikoen for en (gjennomsnittlig) personskaadeulykke var uavhengig av trafikkvolumet. Dette gir altså en risikoelastisitet lik 0 og dermed null trafikkmengdeeksternalitet (Hiselius 2005). Vickrey (1968), Newbery (1988) og Jansson (1994), som analyserte marginale ulykkeskostnader gitt

forsikringsordninger, internalisert) og det som ikke er dekket. Selv om Maibach mfl. (2008) påpeker at det ikke er faglig enighet om hva som er best av en "topp-ned"- og en "bunn-opp"-tilnærming, så synes det likevel som om det er "bunn-opp"-tilnærmingen som har det sterkeste teoretiske fundamentet for utledning av *marginale* eksterne kostnader. Videre kan det være ulike retninger, ulike forutsetninger om verdsettinger og internalisering, innenfor begge tilnærmingene.

¹⁴ Denne framgangsmåten er i tråd med den såkalte UNITE-tilnærmingen (Lindberg 2001, Bossche mfl. 2001), en bunn-opp-tilnærming (Maibach mfl. 2008). Lindberg (2005) skrev MEC_j som MC_j^f og MPC_j som PMC_j . I UNITE-tilnærmingen ble det også presentert ulike marginalkostnadsformler for hhv "skyldige skadeforvoldere", "uskyldige skadeforvoldere", "skyldige ofre", og "uskyldige ofre", men spesielt pga manglende data for å beregne slike differensierte kostnadsestimater, så forholder vi oss kun til en felles formel for kjøretøytyper/trafikantgrupper.

¹⁵ Den marginale eksterne ulykkeskostnaden vil også avhenge av hvordan skadekostnaden påvirkes av trafikantens beslutning om å reise med et bestemt kjøretøy (Lindberg 2005). Mer generelt kan en si at det som driver ulykkeskostnadene i vegtransport omfatter kjørelengde (kjøretøykilometer), (skiltet) fart, føreratferd (både kompetanse/erfaring og det som går på hensynsfullhet/risikotaking), døgntidspunkt, vær-/føreforhold, kjøretøyenes sikkerhet, og infrastrukturkvalitet/-vedlikehold (Maibach mfl. 2008).

homogene trafikanter/kjøretøy, regnet med slik trafikkvolumeksternalitet, i tillegg til systemeksternalitet og fysisk eksternalitet (Elvik 1994). Lindberg (2001) utviklet denne analysen ved å ta inn heterogenitet, som var et viktig skritt mot realisme, som dermed også gir mulighet for en (fysisk) eksternalitet som ett kjøretøy / en fører kan påføre et annet kjøretøy, hvorvidt dette andre kjøretøy er av samme kategori/klasse eller en annen kjøretøykategori.¹⁶

3.3.2 Tidligere beregninger av marginale eksterne ulykkeskostnader i Norge

ECON (2003) baserte sin konkrete estimering av marginale ulykkeskostnader på å ta et gjennomsnitt av slike estimater fra tre ulike kilder, nemlig Eriksen mfl. (1999), Bossche mfl. (2001), og SIKA (2001). ECON (2003) grunnga valget av denne framgangsmåten med at de to sistnevnte kildene, en europeisk og en svensk studie, ble funnet faglig mest tilfredsstillende, men at en fordel med førstnevnte kilde var at denne var basert på norske data.

Eriksen mfl. (1999), som delvis bygget på Eriksen og Hovi (1995), beregnet de gjennomsnittlige eksterne kostnadene ved først å ta utgangspunkt i en total kostnad mht skadegrad (død, meget alvorlig skade, alvorlig skade, lettere skade) og mht kostnadskomponenter (verdien av skaderisiko, som ble kalt ”tapt livskvalitet” eller ”velferdstap”, forsinkelser, medisinsk behandling, tapt produksjon, materielle skader, og administrasjonskostnader), og dette var basert på Elvik (1993). Utgangspunktet mht hva som var eksterne og internaliserte effekt- og kostnadskomponenter ved en vegtrafikkulykke, benyttet av Eriksen mfl. (1999), bygget på Elvik (1994). Det ble antatt at trafikantene kjente til sin egen risiko, for ulike grader av personlig skade og for materiell skade. Materiell skade ble vurdert som fullt ut internalisert via forsikringsordninger, og det ble også personskaade ved kollisjon mellom like kjøretøytyper og ved eneulykker. Men, for kollisjoner mellom ulike kjøretøytyper ble det antatt at den tyngre (større) parten påførte den lettere (mindre) parten en eksternalitet, og dette ble benevnt som ”fysiske eksternaliteter”. I slike partskollisjoner ble det regnet inn ex-ante verdsetting av risikoendring. Det ble også regnet med ex-ante verdsetting fra forulykkedes nære slektninger (husholdsmedlemmer) inn i systemeksternalitetskostnadene (Elvik 1994).¹⁷ ECON (2003) argumenterte for at tilnærmingen til Elvik (1994) og Eriksen mfl. (1999) ville gi for høye estimater for den marginale eksterne skadekostnaden.

¹⁶ Som vist over inneholdt altså modellen til Lindberg (2001) følgende komponenter: Kostnadskomponent a , vegbrukerens ex ante verdsetting (VSL/VSS) av egen risikoreduksjon (risikoendring). Kostnadskomponent b , VSL/VSS for familiemedlemmer (og evt. nære venner). Kostnadskomponent c , ex-post-kostnadene som tilfaller det øvrige samfunnet (primært medisinske og administrative kostnader). Videre inneholdt modellen risiko, r , for skade i kollisjon mellom to vegbrukere (som altså kan begrenses til de ulykkene som medfører personskaade, hvis vi antar at alle materielle skader er internalisert). Komponent θ står for den skadeandelen/kostnadsandelen som vegbrukeren bærer selv (er internalisert), og E står for risikoelastisiteten, altså et mål på hvordan ulykkesrisikoen påvirkes av endring i trafikkmengden.

¹⁷ Lindberg (2005) oppgir et tillegg til ex-ante-risikoverdsetting for familiemedlemmer (og venner) lik 40 % av egen risikoverdsetting, basert på Basert på Needleman (1976), Jones-Lee (1992), Schwab Christie og Soguel (1995), og Lindberg (1999). Hvorvidt denne så skal regnes med avhenger av hvorvidt dette tillegget kan regnes som uttrykk for ”ren (ikke-paternalistisk) altruisme” eller ”paternalistisk altruisme”, der førstnevnte vil regnes som dobbelttelling (sammen med egen risikoverdsetting) men ikke sistnevnte (Jones-Lee 1992, Johansson 1992, 1994).

Eriksen mfl. (1999) tok utgangspunkt i ulykkesstatistikken for 1991 (som Elvik 1994, dog i tillegg med anslag om utviklingen fra 1991 til 1997) for å estimere et totalt nasjonalt skadetall fordelt på skadegrader (død, meget alvorlig skade, alvorlig skade, lettere skade). Enhetskostnaden per skade ble i utgangspunktet satt lik den totale ulykkeskostnaden (ex-ante-risikoverdsetting pluss ex-post-kostnader) for hver skadegrad (Statens vegvesen 1995), men det ble sett bort fra materielle skader. Den totale årlige nasjonale skadekostnaden ble beregnet til 16,3 mrd kr (1999 kr). Som antydning, for skader som ble regnet som ”påført av andre” (dvs. av tyngre kjøretøy) ble den eksterne marginale enhetskostnaden satt lik ex-ante-risikoverdsetting pluss ex-post-kostnader. For skader pga kollisjoner mellom kjøretøy av samme kjøretøygruppe og skader pga eneulykker så ble ex-post-kostnader inkludert pluss en altruismekomponent av ex-ante-risikoverdsetting.¹⁸ Det ble antatt at risikoverdsettingsdelen for kollektivtransportbrukere så vel som ansatte i transportbedrifter generelt var internalisert, uansett motpart i ulykker. Mht de eksterne skadeandelene av de totale (fratrasket materielle kostnader), så ble disse estimert til 0,27 for motorsykler, 0,44 for personbiler (lette kjøretøy), og 0,89 for lastebiler (tunge kjøretøy).

I den tilnærmingen til estimering av marginale eksterne skadekostnader som ble benyttet i den danske studien (Bjørner mfl. 2013, Kjeldsen 2013), ble dette med skadeutsatthet ved kollisjoner mellom kjøretøy/trafikanter av ulik tyngde (størrelse/beskyttelsesgrad) tatt hånd om ved skadefordelingsparameteren. Imidlertid er denne i det danske opplegget, som bygger på UNITE-tilnærmingen (Lindberg 2001) kun knyttet til trafikkvolumeksternaliteten og den fysiske eksternaliteten, ikke systemeksternaliteten. Følgende tabell oppsummerer tidligere anslag på marginale eksterne kostnader for ulike kjøretøygrupper, og som enten er basert på norske data eller er foreslått anvendt for Norge.

¹⁸ ECON (2003) påpekte at de var usikre på om produksjonsbortfall skulle regnes med som en ulykkeskostnad, at det for samfunnets del er snakk om både en tapt produksjon og et spart ressursforbruk (jf. også NOU 1997, 2012). ECON (2003) påpekte videre at en med den kjøretøybestemte klassifiseringen av påført/selvforskyldt, eller ekstern/internalisert, ville få estimerte andeler selvforskyldte (versus påførte) ulykker som ble avhengig av kjøretøyklasseinndelingen. Videre ble det stilt spørsmål ved selve ”relevansen av å skille mellom ulykker som er selvforskyldte og ulykker som ikke er det. De aller fleste trafikanter tar jo hensyn til de ulykkeskostnadene de kan komme til å forårsake i sin oppførsel, de fleste prøver jo å unngå å skade seg selv eller andre. Når man beveger seg ut i trafikken *utsetter man seg for en objektiv risiko* for å bli innblandet i en ulykke. ... Også de som uforskyldt rammes av en ulykke, har frivillig beveget seg ut i trafikken, blant annet ut fra en vurdering av ulykkesansynligheten. Om de selv eller andre er årsak til en eventuell ulykke, kan ikke være relevant for hvordan kostnadene skal vurderes. Når en ny trafikanter beveger seg ut i trafikken, kan også ulykkesansynligheten for øvrige trafikanter øke.” (s. 46) Det er for så vidt i tråd med den tidlige tilnærmingen til marginale eksterne ulykkeseffekter at en påpeker dette med trafikkvolumeksternalitet, som Elvik (1994) benevnte det, eller ”trafikkategorieksternalitet” (Lindberg 2001). Men, den teoretiske tilnærmingen fra Vickrey (1968) forutsatte homogene aktører, homogene bilførere, en type modellert atferd som forenkler og klargjør selve den matematiske analysen, men som ikke nødvendigvis skildrer en virkelighet. Både kjøretøystørrelsen/-vekten og førerens atferdsvalg vil selvsagt påvirke ulykkesrisiko og -omfang (skadegrad), samt hvorvidt skaden er størst for en selv eller for den andre (Lindberg 2005, Rizzi 2008, Hultkrantz og Lindberg 2011, Anderson og Auffhammer 2013, Bjørner mfl. 2013). Elvik (1994) og Eriksen mfl. (1999) forsøkte å nærme seg denne vegtrafikkvirkeligheten i en situasjon med mangelfulle ulykkesdata. Sistnevnte påpekte det grunnleggende ”Eksterne kostnader betales ikke av den som er årsak til skaden. Dersom de eksterne kostnadene er av betraktelig størrelse, medfører det en subsidiering fra samfunnets side av risikotaking i trafikken.” (s. 13).

Tabell 3.3.1. Tidligere anslag på marginale eksterne ulykkeskostnader for ulike kjøretøygrupper (2012-kr per kjøretøykm).

	Tungt kjøretøy	Buss	Varebil	Personbil	MC
TØI	0,53	0,82	0,30	0,35	1,48
UNITE	0,17	0,92		0,19	1,59
SIKA	0,34	0,45		0,21	
ECON	0,37	0,73		0,25	1,53
IMPACT	1,01			0,54	5,83
Gjennomsnitt	0,51	0,73	0,30	0,32	2,97

Kilder: Eriksen mfl. (1999), ECON (2003), Maibach mfl. (2008). For estimatene fra IMPACT er det benyttet vekslingskurs NOK/EUR for år 2000, og oppjustering til 2012-kr med lønnsindeks ($\approx 1,6543$) – siden estimatene ble gitt separert for ulike vegtyper (urbane, andre veier, motorveier), er det benyttet en vektning mht transportarbeidet (ca 43 % på veier <60 km/t, for "urbane", ca 55 % på veier med 70 og 80 km/t, for "andre veier", og ca 2 % på veier med 90 og 100 km/t, for "motorveier"). For estimatene rapportert 2002-kr i ECON (2003), dvs. UNITE, SIKA og TØI, er det også benyttet oppjustering til 2012-kr med lønnsindeks ($\approx 1,4879$) – for TØI-estimatene er det også benyttet informasjon direkte fra Eriksen mfl. (1999). Estimaten for tyngre kjøretøy er et gjennomsnitt av ulike (vekt)klasser godsbiler, mens estimatet for varebiler (fra TØI / Eriksen mfl. 1999) er et snitt av lette biler som ikke er personbiler og den letteste godsbilclassen (under 3,5 tonn). Siden ECON er et gjennomsnitt av TØI, UNITE og SIKA, så er dette estimatet ikke tatt med i gjennomsnittsberegningen for tabellen.

Lønnsindeksjusteringer av tidligere anslag gir snittestimater på ca 30 øre per kjøretøykm for personbiler, ca 50 øre for tyngre kjøretøy, ca 70 øre for busser, og ca 3 kr for MC. Det er imidlertid betydelig variasjon i estimatene mellom studiene, spesielt for tyngre kjøretøy og MC – de høye estimatene for sistnevnte knyttes til den høye risikoen (Maibach mfl. 2008).

3.3.3 Valgt hovedtilnærming i vår analyse

Det er noe ekstra kompleksitet forbundet med det å gå fra de stiliserte oppsettene for modeller som kun inkluderer biler (like kjøretøy, "homogen trafikk") til modeller som inkluderer kun to typer trafikanter (biler og "myke trafikanter"), til et mer generelt oppsett for flere trafikanttyper. Vi vil benytte noenlunde samme tilnærming til estimering av de marginale eksterne (skade)ulykkeskostnadene av vegtrafikkskader som i en dansk studie som nylig er gjennomført (Bjørner mfl. 2013, Kjeldsen 2013). Denne følger opp det som kan betegnes som den moderne generelle teorien for marginale eksterne skadekostnader (Lindberg 2001, 2005, 2006). Da kan vi ta utgangspunkt i følgende formel for beregning av den marginale eksterne skadekostnaden for en gitt kjøretøygruppe/trafikantgruppe X (MEC_{Xi}):

$$\begin{aligned}
 MEC_{Xi} = & r_{XXi}(a_i + c_i)E_{XYi} + r_{XXi}c_i \\
 & + \sum_{Y \neq X} [r_{XYi}(a_i + c_i)[(1 - \theta_{XYi}) + E_{XYi}] + \theta_{XYi}r_{XYi}c_i \\
 & + r_{XOi}(a_i + c_i)E_{XOi} + r_{XOi}c_i
 \end{aligned} \tag{3.3.1}$$

Dette summerer altså marginale eksterne kostnader for tre typer motpartskomponenter: samme kjøretøytype (X), alle andre kjøretøytyper ($Y \neq X$), og

ingen motpart / eneulykke (O).¹⁹ For hver motpart er det to kostnadskomponentsledd: Første ledd representerer summen av det som Elvik (1994) betegnet som fysiske eksternaliteter, at X påfører Y skade (med andel lik $1-\theta_{XY}$), og trafikkvolumeksternaliteter (målt ved risikoelastisiteten, E), altså skadeendringen ved økt trafikkvolum – den effekten på alles samlede skadekostnad som forvoldes av at en person (ekstra) velger å kjøre en gitt distanse (på et gitt sted) i en bestemt kjøretøytype (X). Det andre leddet representerer ex-post-kostnader for samfunnet når en skade pga ulykke inntreffer (det som Elvik 1994 betegnet som systemeksternaliteter, dvs. primært medisinske og administrative kostnader) og som ikke regnes som internalisert i trafikantens reisebeslutninger. Det er antatt at trafikantene har internalisert sin egen risiko i sine beslutninger, slik at det ikke inkluderes ex-ante verdsetting av risikoendring for systemeksternalitetskostnadene. Men, selv om vi antar at trafikantene internaliserer sin egen risiko i sin trafikkatferd, så internaliseres ikke effekten på andres risiko, så derfor tas altså ex-ante verdsetting av ulykkesrisiko (a) med i den fysiske eksternaliteten og i trafikkvolumeksternaliteten. Materielle skader er regnet som fullt ut internalisert via forsikringsordninger (Bjørner mfl. 2013, Kjeldsen 2013). Ex-ante-verdsettinger og ex-post-kostnader for ulike skadegrader er vist i følgende tabell (tabell 3.3.2).

Tabell 3.3.2. Ulykkesverdsetting og relevante komponenter for beregning av marginale eksterne kostnader (2012-kr)

	Dødsfall	Hard skade	Lettere skade	Gjennomsnittsskade
VSL/VSS, ex-ante verdsetting av risikoendringer (a)	30 000 000	6 000 000	540 000	2 100 000
Ex-post-kostnader - samfunnet (c)	4 500 000	6 000 000	160 000	1 600 000
Totalkostnad I ($a+c$)	34 500 000	12 000 000	700 000	3 700 000
VSL/VSS-tillegg familie (b) - ~40 % av VSL/VSS	12 000 000	2 400 000	200 000	800 000
Totalkostnad II ($a+b+c$)	46 500 000	14 400 000	900 000	4 500 000

Kilder: Lindberg (2005), Veisten mfl. (2010a), NOU (2012). Verdien av et statistisk liv (VSL), dvs. komponent a for dødsfall, tar utgangspunkt i tilrådingene fra NOU (2012). Verdien av statistiske skader (VSS, hhv harde og lettere) er satt ut i fra relative verdier mht VSL i Veisten mfl. (2010a). Ex-post-kostnadene, dvs. komponent c , er basert på samme referanse. VSL/VSS-tillegget på 40 %, dvs. komponent b , er tatt fra Lindberg (2005). Den underliggende skadegradsfordelingen, benyttet for å beregne c per skadegrad og verdien for en gjennomsnittsskade, er basert på 2008-data (Veisten mfl. 2010a).

¹⁹ Kjeldsen (2013, s. 3) presenterte følgende formel for beregning av den marginale eksterne skadekostnaden for personbiler (MEC_{Pi}):

$$\begin{aligned}
 MEC_{Pi} = & r_{Pi}(a_i + c_i)E_{Pi} + r_{Pi}c_i \\
 & + r_{Vi}(a_i + c_i)[(1 - \theta_{Vi}) + E_{Vi}] + \theta_{Vi}r_{Vi}c_i \\
 & + r_{Hi}(a_i + c_i)[(1 - \theta_{Hi}) + E_{Hi}] + \theta_{Hi}r_{Hi}c_i \\
 & + r_{Bi}(a_i + c_i)[(1 - \theta_{Bi}) + E_{Bi}] + \theta_{Bi}r_{Bi}c_i \\
 & + r_{Mi}(a_i + c_i)[(1 - \theta_{Mi}) + E_{Mi}] + \theta_{Mi}r_{Mi}c_i \\
 & + r_{Li}(a_i + c_i)[(1 - \theta_{Li}) + E_{Li}] + \theta_{Li}r_{Li}c_i \\
 & + r_{Ei}(a_i + c_i)E_{Ei} + r_{Ei}c_i
 \end{aligned}$$

Dette summerer altså kostnadskomponenter for personbil (P) basert på motparter i kollisjoner: senket skrift V står for varebil, H for lastebil, B for buss, M for motorsykkel, og L omfatter moped/sykkel/fotgjenger. Senket skrift E refererer til eneulykker. Våre beregninger vil baseres på en litt annen kjøretøygruppeinndeling.

Kostnadskomponentene fordeles på skadegrader, i , som (ut ifra datagrunnlaget) vil ha tre nivåer, nemlig drept, hardt skadd (som omfatter alvorlige og meget alvorlige skader), og lettere skadd.²⁰ Videre er r_{XXi} risikoen for skade av grad i ved kollisjon mellom samme kjøretøytyper/trafikanntyper (X), r_{XYi} risikoen for skade av grad i ved kollisjon mellom kjøretøytype/trafikanntype X og $Y \neq X$, og r_{XOi} risikoen for skade av grad i pga enulykke. Parametrene a_i og c_i representerer altså skadekostnadene, hhv ex-ante-verdsetting av risikoreduksjon (verdsetting av statistiske liv, VSL, og verdsetting av statistiske skader, VSS) og ex-post-kostnader for samfunnet (dvs. primært medisinske og administrative kostnader når skade inntreffer). Parameteren θ_{XYi} er en skadefordelingsparameter, dvs. andelen drepte, hardt skadde, eller lettere skadde i kjøretøy X i kollisjon med andre kjøretøytyper, $Y \neq X$ (og da vil, for MEC_{Pi} , der P er personbil, for eksempel θ_{PHi} , der H er tungt kjøretøy, være nær 1, og antakelig øke med skadegraden). (Vi har et symmetrisk forhold her, dvs. $1 - \theta_{XYi} = \theta_{YXi}$). Skadefordelingsparameteren angir en fordeling mellom det som har vært benevnt som egenrisiko, dvs. risikoen for å skade seg selv (og evt. andre i eget kjøretøy) i en ulykke, og fjernrisiko, dvs. risikoen for å skade motparten i en ulykke (Høye mfl. 2012).

E_{XXi} , E_{XYi} , og E_{XOi} representerer risikoelastisiteter, dvs. den relative økningen (endringen) i risiko for skadegrad i ved kollisjon med motpart X , Y , O , i forhold til den relative økningen (endringen) i kjøring med kjøretøytype X (målt ved antallet kjøretøykm, trafikkarbeidet, for kjøretøygruppe X). Det kan her påpekes at risikoelastisiteten fortsatt må kunne regnes som det elementet i formelen for marginale eksterne ulykkeskostnader som er vanskeligst å beregne (Elvik 1994, Eriksen mfl. 1999).

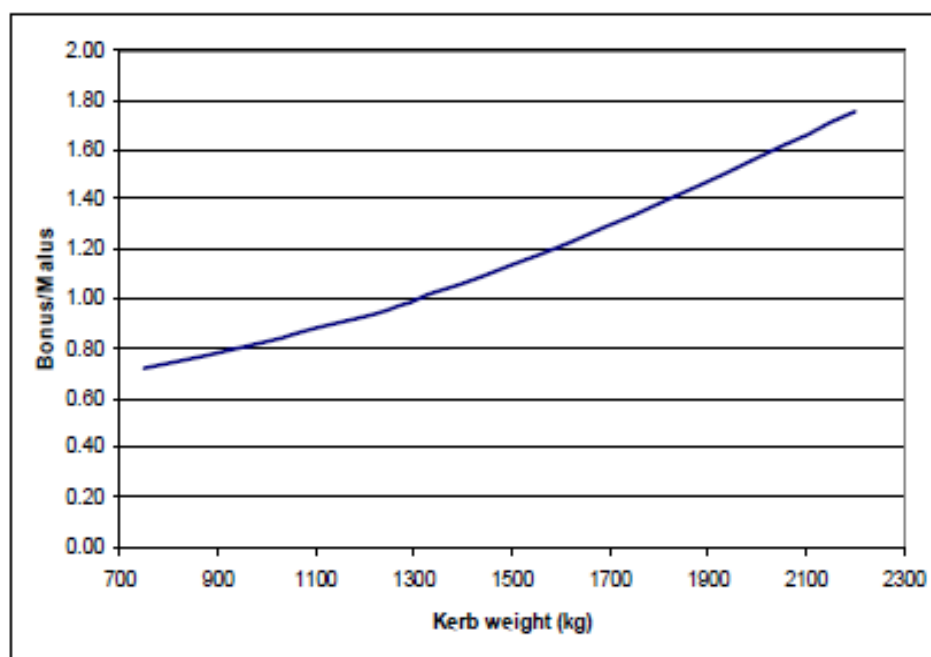
For hver kjøretøygruppe/trafikanntype summeres de marginale eksterne skadekostnadene for hvert skadegradsnivå, i (normalt: dødsfall, harde skader, lettere skader):

$$MEC_X = \sum_i MEC_{Xi} \quad (3.3.2)$$

²⁰ Tidligere var skadedataene, basert på politiregistreringer som blir overført til Statistisk sentralbyrå, fordelt på alvorlige og meget alvorlige skader, i tillegg til lettere skader og dødsfall. Et nytt nasjonalt sykehusbasert skaderegister, som bl.a. skulle spesifisere vegtrafikkskader, skulle ha vært operativt fra og med 2012 (HOD 2005-2006, Bjørnskau 2011), men dette er i skrivende stund fortsatt ikke operativt. I tillegg til å operere med en mer findelt skadegradsinndeling, basert på den såkalte "forkortede skadeskalaen" (abbreviated injury scale, AIS), vil et sykehusbasert register kunne gi mer omfattende skaderegistrering (mindre underrapportering) og mer presis registrering av skadegraden (Miller 1993, Ytterstad 1995, Elvik og Mysen 1999, Lauritsen mfl. 2002, Bjørnskau 2005, Veisten mfl. 2005, 2007, Elvik mfl. 2009a). Vedrørende verdiforholdet (kostnadsforholdet) mellom dødsfall, harde skader og lettere skader, anslo ECMT (1998) at verdien av å forhindre (kostnaden for) en hard skade utgjorde om lag 13 % av verdien av å forhindre (kostnaden for) et dødsfall, mens en for lettere skader kunne regne med en verdiandel (kostnadsandel) lik omtrent 1 %. Persson mfl. (2000) og Lindberg (2005) påpekte at det kunne være betydelig forskjell mellom verdien av å forhindre en alvorlig skade og verdien av å forhindre en *meget* alvorlig skade (se også Miller 1993, Veisten mfl. 2007, 2010a).

3.3.4 Differensiering av den marginale eksterne ulykkeskostnaden for personbiler mht bilens vekt

I tillegg til det som er tilknyttet formel 3.3.1 kan vi vurdere en ytterligere differensiering for det som er den klart største kjøretøygruppen, nemlig personbiler. Nærmere bestemt kan en foreta en post-hoc vektjustering av MEC_{pi} , da kjøretøyets vekt har betydelig effekt på skadefordelingsparameteren, θ_{xyi} (Evans og Frick 1993, Elvik mfl. 2009a, Høye mfl. 2012). Denne etterjusteringen kan være et relevant alternativ til manglende skadedata differensiert for ulike vektklasser av personbiler, og dermed manglende mulighet til å finne estimat på θ_{xyi} for ulike vektklasser av personbiler, primært for kollisjoner mellom personbiler av ulike vektklasser. En simpel etterjustering av MEC_{pi} (med bonus eller malus) vil innebære at gjennomsnittspersonbilene, personbiler av gjennomsnittsvekt får eksternkostnadsjusteringsvekt 1, mens lettere biler får en bonus (eksternkostnadsjusteringsvekt lavere enn 1) og tyngre biler en malus (eksternkostnadsjusteringsvekt høyere enn 1). Følgende figur fra Hultkrantz og Lindberg (2011) viser slike estimerte vekt basert på svenske data (med gjennomsnittsvikt lik 1300 kg) – og bonus/malus var i deres tilfelle knyttet til mulig differensiering av forsikringspremier (figur 3.3.1).²¹



Figur 3.3.1. Bonus/malus basert på bilens tomvekt (kilde: Hultkrantz og Lindberg 2011, s. 22-23)

Tilknyttet den danske studien (Bjørner mfl. 2013) ble også en slik differensiert kostnadsberegning for personbiler mht vekt foretatt (se også Anderson og Auffhammer 2013).

²¹ Det kunne også være mulig å justere for vekteffekten ved direkte justering av risikoparameteren (Bjørner mfl. 2013), for eksempel ved endret skadegradsfordeling for kollisjon mellom to personbiler av ulik vekt, eller mellom personbiler av ulik vekt og andre kjøretøytyper, som også ville gitt andre skadefordelingsparametre.

3.3.5 Alternativ tilnærming mht skadeforårsaking - systemeksternalitetsleddet

Det som muligens kunne vurderes som en liten justering av vår hovedtilnærming ville være å endre de leddene i formel 3.3.1, som inkluderer ex-post-kostnader for samfunnet når en skade pga ulykke mellom to ulike motparter (ulike kjøretøygrupper) inntreffer, dvs. systemeksternalitetsleddet i andre linje i formel 3.3.1. Nærmere bestemt kunne en alternativt knytte denne systemeksternaliteten til fjernrisikoen for motparten, Y , dvs. $1 - \theta_{XYi}$ (θ_{YX}), i stedet for egenrisikoen for X i kollisjon med Y , θ_{XYi} .²² Uten noen videre formell utredning av beregningsmodellen kunne en anta at:

$$\sum_{Y \neq X} (\theta_{XYi} r_{XYi} c_i) \approx \sum_{Y \neq X} (\theta_{YXi} r_{XYi} c_i)$$

3.3.6 Effekten av differensiert risikovillighet på de marginale eksterne kostnadene

Vi finner ikke mulighet innenfor rammene av prosjektet til å analysere effekten av differensiert risikovillighet på de marginale eksterne kostnadene. Vi viser ellers til Hultkrantz og Lindberg (2011). Det finnes etter hvert en betydelig litteratur som viser at risikovillighet varierer med individkarakteristika, som alder (yngre mer risikovillige) og kjønn (menn mer risikovillige). I noen grad kan samme individkarakteristika knyttes til preferanse for kjøretøytype eller merke innenfor kjøretøytypen, men dette vil sannsynligvis kunne variere betydelig over tid, for eksempel er gjennomsnittlige individkarakteristika for MC-brukere betydelig endret fra 80-tallet til 2000-tallet, og ulykkesrisikoen for MC er blitt kraftig redusert, spesielt for tunge motorsykler, men også for mopeder (Bjørnskau 2011). Forsikrings-selskapene vil forsøke å differensiere risikopremier mht individkarakteristika som samvarierer med risikovillighet. Etter dom i en rettssak om forsikringspremie-differensiering etter kjønn, så ble dette ikke lenger tillatt i Norge. Men, når for eksempel kjøretøytype- eller bilmerkepreferanse er korrelert med individkarakteristika som samvarierer med risikovillighet, så kan forsikringsselskapene fortsatt differensiere risikopremier mht bilmerker og kjøretøytyper.

²² Det har vært antatt at den enkelte trafikant ikke tar hensyn til den ex-post-skadekostnaden tilknyttet egenrisikoen som tilfaller samfunnet, $\theta_{Yi} r_{Yi} c_i$, men neppe da heller den ex-post-skadekostnadene som tilfaller samfunnet tilknyttet fjernrisikoen, $(1 - \theta_{Yi}) r_{Yi} c_i$. Det er altså et spørsmål om fordeling av denne ex-post-skadekostnaden på kjøretøygrupper ved kollisjoner mellom to ulike kjøretøygrupper. Det bør dog påpekes at det følgende leddet fra formel 3.3.1 omfatter den fysiske eksternaliteten, således at den part (kjøretøygruppe) i kollisjoner som statistisk sett forvolder mest skade (dvs. $\theta_{XY} < 0,5$) også blir påregnet en større ekstern kostnad:

$\sum_{Y \neq X} [r_{XYi} (a_i + c_i) [(1 - \theta_{XYi}) + E_{XYi}]]$. Det er således ikke slik i vår hovedtilnærming at den eksterne

kostnaden fullt ut tilfaller den trafikanten som blir påkjørt/skadet av en annen (Lindberg 2001, Nash mfl. 2001). Maibach mfl. (2008), som presenterer en håndbok for marginalkostnadsberegninger basert på EU-prosjektet IMPACT, valgte å benytte samme tilnærming som i UNITE mht at en for såkalt uskyldige ofre for trafikkskade skulle inkludere ex-ante-verdsetting av risikoendring i den eksterne delen av skadekostnaden, dvs. den fysiske eksternaliteten.

3.3.7 Effekten av ulykkesreduserende- og skadereduserende tiltak på de marginale eksterne kostnadene

Skadereduserende kjøretøytiltak, for kjøretøygruppe X, eller et skifte til en sikrere kjøretøytype, kan redusere de private (internaliserte) ulykkeskostnadene, men kan i noen tilfeller øke de eksterne kostnadene, for eksempel hvis (*ceteris paribus*) den private sikkerheten øker med kjøretøyets tyngde. Small mfl. (1989) påpekte dette insentivproblemet og beskrev skattlegging for å korrigere det (se også Hultkrantz og Lindberg 2011, Bjørner og Kjeldsen 2013, Anderson og Auffhammer 2013). Hvorvidt de ulykkesreduserende- og skadereduserende tiltakene er rettet mot særskilte trafikanter eller kommer alle trafikantene til gode, så kan den antatte effekten bli redusert pga risikokompenserende atferd (Peltzman 1975), dvs. trafikantene tar selv større risiko om den felles infrastruktur- og/eller kjøretøymessige sikkerheten blir forbedret. Det er dog ikke snakk om full risikoutlikning (såkalt risikohomeostasis, Wilde 1982), men at det foregår en atferdstilpasning, som kan omfatte risikokompensasjon (Evans 1986, Elvik mfl. 2009a). Over tid har vegtransportrisikoen gått nedover, for alle trafikantgrupper i Norge (Bjørnskau 2011), og dette kan knyttes til gjennomførte ulykkesreduserende- og skadereduserende tiltak (Elvik mfl. 2009b). Vi finner ikke mulighet innenfor rammene av prosjektet til å estimere/måle effekten av ulykkesreduserende- og skadereduserende tiltak på de marginale eksterne kostnadene. Det kan her kun påpekes en samvariasjon med risikoelastisiteten, som mange har funnet å være negativ (Lindberg 2001, 2005, Bossche mfl. 2005, Maibach mfl. 2008).

3.3.8 Beregninger

3.3.8.1 Personskadedata gitt ved partskombinasjoner i ulykker over en femtenårsperiode – 1998-2012

Følgende tabell gir en oversikt over alle politirapporterte personskader (alle skadegrader) i vegtrafikkulykker i perioden fra og med 1998 til og med 2012. Tabellen er satt opp slik at en fra venstre kolonne kan lese antallet i kjøretøygruppe/trafikantgruppe X som ble skadet eller drept i kollisjon med kjøretøygruppe/trafikantgruppe Y (tabell 3.3.3a).

Tabell 3.3.3a. Politirapporterte personskader (alle skadegrader) i vegtrafikkulykker i perioden fra og med 1998 til og med 2012: tilskadekomne i kjøretøygruppe X i kollisjoner med kjøretøygruppe Y.

X \ Y	Y									Total
	Tungt kjøretøy	Buss	Varebil	Person-bil	MC	Sykkel	Fotgjenger	Annet	Ingen	
Tungt kjøretøy	663	66	82	490	7	4	3	31	1 595	2 941
Buss	297	274	52	426	8	6	18	59	870	2 010
Varebil	567	121	770	1 799	19	4	13	66	1 573	4 932
Person-bil	7 034	1 789	4 439	55 106	481	103	147	866	30 389	100 354
MC	387	158	592	8 015	1 177	118	138	146	5 740	16 240
Sykkel	283	169	500	7 172	235	682	101	102	962	10 206
Fotgjenger	412	519	672	8 941	334	271	362	276	186	11 973
Annet	93	19	31	302	11	4	2	125	529	1 116
Total	9 736	3 115	7 138	82 251	2 041	1 192	784	1 671	41 844	149 772

Kilder: SSB, Sagberg og Christensen (2006), Elvik (2008b). For eksempel ble 297 busspassasjerer/sjåfører skadet i kollisjoner med lastebiler/vognvog (tunge kjøretøy, for godstransport) i perioden fra og med 1998 til og med 2012, mens 66 førere (og passasjerer i) lastebiler/vognvog (tunge kjøretøy) ble skadet i kollisjoner med busser, basert på politirapporterte data. MC omfatter også mopeder. Kategorien "annet" omfatter primært andre typer motorkjøretøy.

Personskadedetallene i tabell 3.3.3a er fordelt på (eller rettere sagt, er summen av) hhv lettere skader, harde skader, og dødsfall, som er vist i de følgende tre tabellene (tabell 3.3.3b, 3.3.3c, 3.3.3d).

Tabell 3.3.3b. Politirapporterte lettere skadde personer i vegtrafikkulykker i perioden fra og med 1998 til og med 2012: lettere tilskadekomne i kjøretøygruppe X i kollisjoner med kjøretøygruppe Y.

X \ Y	Y									
	Tungt kjøretøy	Buss	Varebil	Person-bil	MC	Sykkel	Fot-gjenger	Annet	Ingen	Total
Tungt kjøretøy	559	57	73	450	6	4	3	25	1 341	2 518
Buss	273	254	50	411	7	6	18	58	783	1 860
Varebil	428	113	715	1 680	18	3	13	53	1 375	4 398
Person-bil	5 715	1 524	3 973	50 907	460	98	141	773	26 330	89 921
MC	263	123	475	6 877	982	113	130	102	4 455	13 322
Sykkel	199	147	434	6 556	204	576	96	83	741	9 036
Fot-gjenger	249	411	541	7 443	282	226	323	213	171	9 859
Annet	81	16	28	269	10	3	2	93	385	887
Total	7 767	2 645	6 289	74 593	1 771	1 029	726	1 400	35 581	131 801

Kilder: SSB, Sagberg og Christensen (2006), Elvik (2008b). MC omfatter også mopeder. Kategorien "annet" omfatter primært andre typer motorkjøretøy.

Tabell 3.3.3c. Politirapporterte hardt skadde personer i vegtrafikkulykker i perioden fra og med 1998 til og med 2012: hardt tilskadekomne i kjøretøygruppe X i kollisjoner med kjøretøygruppe Y.

X \ Y	Y									
	Tungt kjøretøy	Buss	Varebil	Person-bil	MC	Sykkel	Fot-gjenger	Annet	Ingen	Total
Tungt kjøretøy	76	6	9	32	1	0	0	4	171	299
Buss	22	16	2	14	1	0	0	1	60	116
Varebil	87	7	47	106	1	1	0	9	160	418
Person-bil	760	181	363	3 519	20	5	5	58	3 243	8 154
MC	82	25	99	963	156	4	7	36	1 054	2 397
Sykkel	57	20	56	541	29	97	4	16	186	1 006
Fot-gjenger	92	78	105	1 197	46	40	30	39	14	1 641
Annet	7	3	2	23	1	1	0	23	123	183
Total	1 183	336	683	6 395	226	148	46	186	5 011	14 214

Kilder: SSB, Sagberg og Christensen (2006), Elvik (2008b). MC omfatter også mopeder. Kategorien "annet" omfatter primært andre typer motorkjøretøy.

Tabell 3.3.3d. Politirapporterte dødsfall i vegtrafikkulykker i perioden fra og med 1998 til og med 2012: drepte i kjøretøygruppe X i kollisjoner med kjøretøygruppe Y.

X \ Y	Y									Total
	Tungt kjøretøy	Buss	Varebil	Person-bil	MC	Sykkel	Fotgjenger	Annet	Ingen	
Tungt kjøretøy	28	3	0	8	0	0	0	2	83	124
Buss	2	4	0	1	0	0	0	0	27	34
Varebil	52	1	8	13	0	0	0	4	38	116
Person-bil	559	84	103	680	1	0	1	35	816	2 279
MC	42	10	18	175	39	1	1	8	231	521
Sykkel	27	2	10	75	2	9	1	3	35	164
Fotgjenger	71	30	26	301	6	5	9	24	1	473
Annet	5	0	1	10	0	0	0	9	21	46
Total	786	134	166	1 263	44	15	12	85	1 252	3 757

Kilder: SSB, Sagberg og Christensen (2006), Elvik (2008b). MC omfatter også mopeder. Kategorien "annet" omfatter primært andre typer motorkjøretøy.

Når det gjelder skader i fotgjenger-mot-fotgjengerulykker, endatil hard skade og dødsfall, så kan dette primært forklares med at kun én motpart faktisk ble registrert, nemlig den gående, mens et motorkjøretøy kan ha vært (den forduftede) motparten som påførte skaden. Rent teknisk så kunne en vel også få skadeulykker mellom to gående, i og med at rullebrett- og rulleskøytebrukere også er definert som gående (fotgjengere).

Antallet vegtrafikkskader er høyere enn det som er gitt basert på politirapporterte skadedata, pga underrapportering. Denne underrapporteringa er høyere jo lavere skadegraden er og dessuten høyere for ikke-motorisert transport (Høye mfl. 2012, Elvik mfl. 1999, Veisten mfl. 2005, 2007). For å finne fram til et riktigere anslag kan en benytte oppjusteringsfaktorer, for eksempel de som er foreslått for europeiske studier innenfor HEATCO-prosjektet (Bickel mfl. 2006), som vist i følgende tabell (tabell 3.3.4).

Tabell 3.3.4. Oppblåsningsfaktorer for underrapportering i politirapporterte personskadedata.

	Dødsfall	Hard skade	Lettere skade	Gjennom-snittsskade
Bil	1,02	1,25	2,0	1,63
MC (inkl. moped)	1,02	1,55	3,2	2,38
Sykkel	1,02	2,75	8,0	5,38
Fotgjenger	1,02	1,35	2,4	1,88

Kilder: Bickel mfl. (2006).

Vi benytter disse oppblåsningsfaktorene for dødsfall, hard skade og lettere skade.²³ Mht det samlede antallet skader (av alle skadegrader) vil vi basere dette på summen av de oppjusterte (oppblåste) estimatene for dødsfall, hard skade og lettere skade. Vi får da følgende estimater (tabell 3.3.5a, 3.3.5b, 3.3.5c, 3.3.5d):

Tabell 3.3.5a. Summen av oppjusterte lettere skader, harde skader og dødsfall i vegtrafikkulykker i perioden fra og med 1998 til og med 2012: tilskadekomne i kjøretøygruppe X i kollisjoner med kjøretøygruppe Y.

X \ Y	Y									
	Tungt kjøretøy	Buss	Varebil	Person-bil	MC	Sykkel	Fot-gjenger	Annet	Ingen	Total
Tungt kjøretøy	1 247	126	157	950	13	8	6	57	2 996	5 560
Buss	576	533	103	841	15	12	36	117	1 673	3 906
Varebil	1 027	236	1 499	3 509	37	7	26	122	2 996	9 459
Person-bil	13 051	3 375	8 524	107 029	946	202	289	1 661	57 693	192 770
MC	1 019	445	1 695	23 709	3 431	369	428	392	16 167	46 972
Sykkel	1 781	1 233	3 638	54 026	1 714	4 886	780	712	6 482	75 252
Fot-gjenger	807	1 127	1 471	19 840	746	602	827	593	430	26 443
Annet	260	53	88	854	32	11	6	325	1 365	2 994
Total	19 768	7 128	17 175	210 758	6 251	6 097	2 398	3 979	89 802	363 356

Kilder: SSB, Sagberg og Christensen (2006), Elvik (2008b), Bickel mfl. (2006). MC omfatter også mopeder. Kategorien "annet" omfatter primært andre typer motorkjøretøy.

Tabell 3.3.5b. Oppjusterte lettere skadde personer i vegtrafikkulykker i perioden fra og med 1998 til og med 2012: lettere tilskadekomne i kjøretøygruppe X i kollisjoner med kjøretøygruppe Y.

X \ Y	Y									
	Tungt kjøretøy	Buss	Varebil	Person-bil	MC	Sykkel	Fot-gjenger	Annet	Ingen	Total
Tungt kjøretøy	1 118	114	146	900	12	8	6	50	2 682	5 036
Buss	546	508	100	822	14	12	36	116	1 566	3 720
Varebil	856	226	1 430	3 360	36	6	26	106	2 750	8 796
Person-bil	11 430	3 048	7 946	101 814	920	196	282	1 546	52 660	179 842
MC	842	394	1 520	22 006	3 142	362	416	326	14 256	42 631
Sykkel	1 592	1 176	3 472	52 448	1 632	4 608	768	664	5 928	72 288
Fot-gjenger	598	986	1 298	17 863	677	542	775	511	410	23 660
Annet	243	48	84	807	30	9	6	279	1 155	2 661
Total	17 225	6 500	15 996	200 020	5 830	5 743	2 315	3 598	81 407	338 634

Kilder: SSB, Sagberg og Christensen (2006), Elvik (2008b), Bickel mfl. (2006). MC omfatter også mopeder. Kategorien "annet" omfatter primært andre typer motorkjøretøy.

²³ Disse oppblåsningsfaktorene er basert på studier av underrapportering i Norge, Sverige, Danmark, Tyskland, Sveits og Storbritannia.. Mht underrapportering av skader med sykkel fant Veisten mfl. (2007) omtrent samme estimat for hard skade (2,87) og lettere skade (8,29).

Tabell 3.3.5c. Oppjusterte hardt skadde personer i vegtrafikkulykker i perioden fra og med 1998 til og med 2012: hardt tilskadekomne i kjøretøygruppe X i kollisjoner med kjøretøygruppe Y.

X \ Y	Y									Total
	Tungt kjøretøy	Buss	Varebil	Person-bil	MC	Sykkel	Fot-gjenger	Annet	Ingen	
Tungt kjøretøy	95	8	11	40	1	0	0	5	214	374
Buss	28	20	3	18	1	0	0	1	75	146
Varebil	109	9	59	133	1	1	0	11	200	523
Person-bil	950	226	454	4 399	25	6	6	73	4 054	10 193
MC	127	39	153	1 493	242	6	11	56	1 634	3 716
Sykkel	157	55	154	1 488	80	267	11	44	512	2 768
Fot-gjenger	124	105	142	1 616	62	54	41	53	19	2 216
Annet	11	5	3	35	2	2	0	35	185	278
Total	1 601	467	979	9 222	369	336	69	278	6 893	20 214

Kilder: SSB, Sagberg og Christensen (2006), Elvik (2008b), Bickel mfl. (2006). MC omfatter også mopeder. Kategorien "annet" omfatter primært andre typer motorkjøretøy.

Tabell 3.3.5d. Oppjusterte dødsfall i vegtrafikkulykker i perioden fra og med 1998 til og med 2012: drepte i kjøretøygruppe X i kollisjoner med kjøretøygruppe Y.

X \ Y	Y									Total
	Tungt kjøretøy	Buss	Varebil	Person-bil	MC	Sykkel	Fot-gjenger	Annet	Ingen	
Tungt kjøretøy	34	4	0	10	0	0	0	2	100	150
Buss	2	5	0	1	0	0	0	0	32	40
Varebil	62	1	10	16	0	0	0	5	46	140
Person-bil	671	101	124	816	1	0	1	42	979	2 735
MC	50	12	22	210	47	1	1	10	277	625
Sykkel	32	2	12	90	2	11	1	4	42	196
Fot-gjenger	85	36	31	361	7	6	11	29	1	567
Annet	6	0	1	12	0	0	0	11	25	55
Total	942	161	200	1 516	52	18	14	103	1 502	4 508

Kilder: SSB, Sagberg og Christensen (2006), Elvik (2008b), Bickel mfl. (2006). MC omfatter også mopeder. Kategorien "annet" omfatter primært andre typer motorkjøretøy.

3.3.8.2 Risiko for personskade i ulykker med gitte partskombinasjoner – 1998-2012

Med anslag på gjennomsnittlige antall personkm per år for de ulike kjøretøygruppene (Vågane 2013, Vågane mfl. 2011, Denstadli mfl. 2006), kan en estimere risikoen for skade i ulike partskombinasjoner (tabell 3.3.6a, 3.3.6b, 3.3.6c, 3.3.6d):

Tabell 3.3.6a. Risikoen per mill personkm (i kjøretøygruppe X) for å bli skadet (alle skadegrader) i kollisjoner mellom kjøretøygruppene X og Y.

X \ Y	Y									
	Tungt kjøretøy	Buss	Varebil	Person-bil	MC	Sykkel	Fotgjenger	Ingen	Total	Personkm-andel
Tungt kjøretøy	0,0460	0,0259	0,0437	0,5163	0,0381	0,0660	0,0300	0,1105	0,8764	2,68 %
Buss	0,0108	0,0082	0,0052	0,0649	0,0071	0,0192	0,0179	0,0258	0,1591	6,43 %
Varebil	0,0134	0,0038	0,0169	0,1358	0,0195	0,0411	0,0169	0,0338	0,2813	8,77 %
Person-bil	0,0181	0,0054	0,0155	0,1381	0,0318	0,0700	0,0260	0,0744	0,3793	76,72 %
MC	0,0531	0,0237	0,0892	1,2695	0,1767	0,1073	0,0604	0,8324	2,5771	1,92 %
Sykkel	0,1695	0,1180	0,3454	5,1386	0,1974	0,4630	0,1310	0,6142	7,1771	1,04 %
Fotgjenger	0,0332	0,0475	0,0611	0,8213	0,0479	0,0564	0,0337	0,0175	1,1186	2,43 %

Kilder: SSB, Sagberg og Christensen (2006), Elvik (2008b), Bickel mfl. (2006), Vågane (2013).

Tabell 3.3.6b. Risikoen per mill personkm (i kjøretøygruppe X) for å bli lettere skadet i kollisjoner mellom kjøretøygruppene X og Y.

X \ Y	Y									
	Tungt kjøretøy	Buss	Varebil	Person-bil	MC	Sykkel	Fotgjenger	Ingen	Total	Personkm-andel
Tungt kjøretøy	0,0412	0,0243	0,0370	0,4547	0,0315	0,0590	0,0223	0,0989	0,7689	2,68 %
Buss	0,0102	0,0078	0,0050	0,0596	0,0063	0,0183	0,0157	0,0241	0,1470	6,43 %
Varebil	0,0113	0,0037	0,0161	0,1276	0,0176	0,0392	0,0149	0,0310	0,2615	8,77 %
Person-bil	0,0159	0,0050	0,0146	0,1314	0,0296	0,0679	0,0234	0,0679	0,3557	76,72 %
MC	0,0440	0,0210	0,0801	1,1804	0,1618	0,1027	0,0563	0,7340	2,3477	1,92 %
Sykkel	0,1516	0,1126	0,3296	4,9885	0,1890	0,4367	0,1241	0,5617	6,8938	1,04 %
Fotgjenger	0,0246	0,0417	0,0540	0,7404	0,0446	0,0535	0,0316	0,0167	1,0071	2,43 %

Kilder: SSB, Sagberg og Christensen (2006), Elvik (2008b), Bickel mfl. (2006), Vågane (2013).

Tabell 3.3.6c. Risikoen per mill personkm (i kjøretøygruppe X) for å bli hardt skadet i kollisjoner mellom kjøretøygruppene X og Y.

X \ Y	Y									
	Tungt kjøretøy	Buss	Varebil	Person-bil	MC	Sykkel	Fotgjenger	Ingen	Total	Personkm-andel
Tungt kjøretøy	0,0035	0,0013	0,0044	0,0365	0,0047	0,0058	0,0046	0,0079	0,0687	2,68 %
Buss	0,0006	0,0003	0,0002	0,0038	0,0006	0,0008	0,0016	0,0012	0,0090	6,43 %
Varebil	0,0014	0,0001	0,0007	0,0066	0,0017	0,0017	0,0016	0,0023	0,0161	8,77 %
Person-bil	0,0013	0,0003	0,0008	0,0057	0,0020	0,0019	0,0021	0,0052	0,0192	76,72 %
MC	0,0066	0,0021	0,0079	0,0782	0,0125	0,0044	0,0038	0,0841	0,1972	1,92 %
Sykkel	0,0149	0,0052	0,0147	0,1416	0,0081	0,0253	0,0062	0,0485	0,2645	1,04 %
Fotgjenger	0,0051	0,0043	0,0058	0,0662	0,0030	0,0027	0,0017	0,0008	0,0894	2,43 %

Kilder: SSB, Sagberg og Christensen (2006), Elvik (2008b), Bickel mfl. (2006), Vågane (2013).

Tabell 3.3.6d. Risikoen per mill personkm (i kjøretøygruppe X) for å bli drept i kollisjoner mellom kjøretøygruppene X og Y.

X \ Y	Y								
	Tungt kjøretøy	Buss	Varebil	Person-bil	MC	Sykkkel	Fotgjenger	Ingen	Total
Tungt kjøretøy	0,0013	0,0002	0,0023	0,0251	0,0018	0,0012	0,0031	0,0037	0,0387
Buss	0,0001	0,0001	0,0000	0,0016	0,0002	0,0000	0,0006	0,0005	0,0030
Varebil	0,0007	0,0000	0,0001	0,0016	0,0002	0,0001	0,0003	0,0005	0,0037
Person-bil	0,0009	0,0001	0,0002	0,0011	0,0003	0,0001	0,0005	0,0013	0,0044
MC	0,0026	0,0006	0,0011	0,0109	0,0024	0,0002	0,0004	0,0143	0,0322
Sykkkel	0,0030	0,0002	0,0011	0,0085	0,0003	0,0010	0,0007	0,0040	0,0189
Fotgjenger	0,0035	0,0015	0,0013	0,0148	0,0003	0,0003	0,0004	0,0000	0,0221

Kilder: SSB, Sagberg og Christensen (2006), Elvik (2008b), Bickel mfl. (2006), Vågane (2013).

3.3.8.3 Skadefordelingsparametre beregnet fra personskadedataene gitt ved partskombinasjoner i ulykker

Skadefordelingsparametrene θ_{XYi} (andelen drepte, hardt skadde, eller lettere skadde i kjøretøy X i kollisjon med andre kjøretøytyper, $Y \neq X$) kan beregnes fra tabellene over. Vi har følgende estimater, med noen få etterjusteringer (tabell 3.3.7a, 3.3.7b, 3.3.7c, 3.3.7d):

Tabell 3.3.7a. Skadefordelingsparametre – basert på summen av oppjusterte lettere skader, harde skader og dødsfall i vegtrafikkulykker i perioden fra og med 1998 til og med 2012: andeler tilskadekomne i kjøretøygruppe X i kollisjoner med kjøretøygruppe Y.

X \ Y	Y						
	Tungt kjøretøy	Buss	Varebil	Person-bil	MC	Sykkkel	Fotgjenger
Tungt kjøretøy		0,18	0,13	0,06	0,01	0,00	0,01
Buss	0,82		0,30	0,20	0,03	0,01	0,03
Varebil	0,87	0,70		0,29	0,02	0,00	0,01
Personbil	0,94	0,80	0,71		0,04	0,00	0,01
MC	0,99	0,97	0,98	0,96		0,15	0,29
Sykkkel	1,00	0,99	1,00	1,00	0,85		0,56
Fotgjenger	0,99	0,97	0,99	0,99	0,71	0,44	

Kilder: SSB, Sagberg og Christensen (2006), Elvik (2008b).

Tabell 3.3.7b. Skadefordelingsparametre – basert på oppjusterte lettere skadde personer i vegtrafikkulykker i perioden fra og med 1998 til og med 2012: andeler lettere tilskadekomne i kjøretøygruppe X i kollisjoner med kjøretøygruppe Y.

X \ Y	Y						
	Tungt kjøretøy	Buss	Varebil	Personbil	MC	Sykkel	Fotgjenger
Tungt kjøretøy		0,17	0,15	0,07	0,01	0,00	0,01
Buss	0,83		0,31	0,21	0,03	0,01	0,04
Varebil	0,85	0,69		0,30	0,02	0,00	0,02
Personbil	0,93	0,79	0,70		0,04	0,00	0,02
MC	0,99	0,97	0,98	0,96		0,18	0,28
Sykkel	1,00	0,99	1,00	1,00	0,82		0,59
Fotgjenger	0,99	0,96	0,98	0,98	0,72	0,41	

Kilder: SSB, Sagberg og Christensen (2006), Elvik (2008b).

Tabell 3.3.7c. Skadefordelingsparametre – basert på oppjusterte hardt skadde personer i vegtrafikkulykker i perioden fra og med 1998 til og med 2012: andeler hardt tilskadekomne i kjøretøygruppe X i kollisjoner med kjøretøygruppe Y.

X \ Y	Y						
	Tungt kjøretøy	Buss	Varebil	Personbil	MC	Sykkel	Fotgjenger
Tungt kjøretøy		0,29	0,09	0,05	0,01	0,00	0,00
Buss	0,71		0,25	0,07	0,02	0,00	0,00
Varebil	0,91	0,75		0,24	0,04	0,01	0,00
Personbil	0,95	0,93	0,76		0,02	0,00	0,00
MC	0,99	0,98	0,96	0,98		0,07	0,15
Sykkel	1,00	1,00	0,99	1,00	0,93		0,17
Fotgjenger	1,00	1,00	1,00	1,00	0,85	0,83	

Kilder: SSB, Sagberg og Christensen (2006), Elvik (2008b).

Tabell 3.3.7d. Skadefordelingsparametre – basert på oppjusterte dødsfall i vegtrafikkulykker i perioden fra og med 1998 til og med 2012: andeler drept i kjøretøygruppe X i kollisjoner med kjøretøygruppe Y.

X \ Y	Y						
	Tungt kjøretøy	Buss	Varebil	Personbil	MC	Sykkel	Fotgjenger
Tungt kjøretøy		0,50	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
Buss	0,50		0,50	0,01	0,00	0,00	0,00
Varebil	0,99	0,50		0,11	0,00	0,00	0,00
Personbil	0,99	0,99	0,89		0,00	0,00	0,00
MC	1,00	1,00	1,00	1,00		0,05	0,12
Sykkel	1,00	1,00	1,00	1,00	0,95		0,09
Fotgjenger	1,00	1,00	1,00	1,00	0,88	0,91	

Kilder: SSB, Sagberg og Christensen (2006), Elvik (2008b).

3.3.8.4 Risikoelastisitetsestimater for ulike partskombinasjoner i ulykker

Risikoelastisiteten sier noe om hvordan risikoen for en skadeulykke endrer seg ved økt trafikk. Vi vil finne estimater for risikoelastisiteten for de ulike partskombinasjonene ved å ta utgangspunkt i personskadeulykkeselastisiteter (Fridstrøm 1999, 2000, 2011), som vi kan betegne med Z . Gitt en økning av kjøretøygruppe X med 1 % (som vi vil måle som økning i kjøretøykm), så gir Z_{XXi} den prosentvise økningen i skader av grad i med samme kjøretøytype som motpart, Z_{XYi} den prosentvise økningen i skader av grad i med kjøretøytype Y som motpart, og Z_{X0i} den prosentvise økningen i skader av grad i ved enulykke (med kjøretøygruppe X).²⁴

Fridstrøm (1999, 2000) estimerte personskadeulykkeselastisiteter med tidseriedata for vegtrafikkskader fra de 19 norske fylkene over en periode på 22 år (264 måneder), fra og med 1974 til og med 1995. Fridstrøm (2011) viser til Fridstrøm (1999, 2000) og oppgir personskadeulykkeselastisiteter som kan knyttes an til flere av de partskombinasjonene som vi ønsker å finne risikoelastisiteter for (Fridstrøm 2011, figur 1). Følgende tabell oppsummerer disse personskadeulykkeselastisitetene for ulike partskombinasjoner (tabell 3.3.8):

Tabell 3.3.8. Personskadeulykkeselastisiteter: prosentvis endring i antall tilskadekomne (alle skadegrader) i kjøretøygruppe X ved én prosents økning av kjøretøykilometerne for kjøretøygruppe Y .

$X \backslash Y$	Y				Elastisiteter benyttet i beregningene				
	Tungt kjøretøy	Buss	Person-bil	MC	kjøretøy-km	trafikk-tetthet	tungtrafikk-andel	buss-tetthet	MC-eksponering
Person-bil	0,497	0,149	0,643	0,001	0,962	-0,319	-0,146	0,149	0,001
MC	1,237	0,362	0,761	0,208	0,749	0,012	0,476	0,362	0,208
Sykkel	1,004	0,110	0,475	0,254	1,079	-0,604	0,529	0,110	0,254
Fotgjenger	0,242	0,756	0,137	0,034	1,109	-0,972	0,105	0,756	0,034
Alle	0,646	0,212	0,497	0,026	0,911	-0,414	0,149	0,212	0,026

Kilder: Fridstrøm (2011, tabell 1). Personskadeulykkeselastisitetene tilknyttet økning av tunge kjøretøys kjøretøykm er gitt ved summen av elastisitetene for tungtrafikkandelen, trafikk-tettheten og kjøretøykm. Personskadeulykkeselastisitetene tilknyttet økning av økning av bussers kjøretøykm er gitt direkte fra elastisitetene for busstetthet. Personskadeulykkeselastisitetene tilknyttet økning av bilers kjøretøykm er gitt ved summen av elastisitetene for trafikk-tettheten og kjøretøykm. Personskadeulykkeselastisitetene tilknyttet økning av motorsykler og mopeders kjøretøykm er gitt direkte fra elastisiteten for MC-eksponering.

²⁴ Vi har antatt at skadekostnadene, både ex-ante-verdsettingene av risikoendring og ex-post-kostnadene for samfunnet når skade inntreffer, forblir konstante ved endringer i trafikkvolumet. En marginal kjøretøykilometer fra kjøretøygruppe Y vil dermed ha en positiv trafikkvolumeksternalitet hvis $\theta_{XYi} < E_{XYi}$ (Fridstrøm 2011). Videre vil vi her vurdere risikoendring ved økning i antallet kjøretøykilometer, ikke tetthet på vegene, ÅDT, om enn disse størrelsene samvarierer. Med økning i antallet kjøretøykilometer kan en anta at antallet ulykker øker, men økningen trenger ikke være proporsjonal, og antakelig er den lavere pga økt trafikk-tetthet ved økt reisemengde, som tvinger etter hvert ned farten hvis ikke vegnettet bygges ut i takt med kjøretøykilometerøkningen. Også endringene i skadegradene kan være ulike ved økning i antallet kjøretøykilometer, for eksempel at økningen blir lavere for de høyere skadegradene hvis farten går ned (Newbery 1988, Fridstrøm 2011). I teorien kan altså den skadegradsbaserte risikoelastisiteten for trafikantgruppe X ved økning kjøretøykilometer fra trafikantgruppe Y være negativ, dvs. en positiv i stedet for en negativ skaderisikoeksternalitet (Parry mfl. 2006). Gitt at det har vært uklart hvorvidt risikoelastisiteten har vært positive eller negative, så har risikoelastisiteten i noen tidligere studier vært satt til null (Mayeres mfl. 1996, FHWA 1997, Parry mfl. 2006).

Vi benytter personskadeulykkeselastisitetene for "alle" kjøretøy for effektene på tilskadekomne i tunge kjøretøy og busser ved økning av andre motorkjøretøys kjøretøykm. For økt syklings og ganges effekt på skader blant førere/passasjerer av motorkjøretøy har vi satt inn ulykkeselastisiteter på hhv 0,02 og 0,04.²⁵

For å komme fra ulykkeselastisiteter til risikoelastisiteter trekker vi fra trafikkarbeidsandelene, dvs. andelen av kjøretøykm (Fridstrøm 2011, likning 5, s. 7). For eneulykker setter vi risikoelastisiteten lik 0 (tabell 3.3.9).

Tabell 3.3.9. Risikoelastisiteter: prosentvis endring i risikoen for skade (alle skadegrader) i kjøretøygruppe X ved én prosents økning av kjøretøykilometerne for kjøretøygruppe Y.

X \ Y	Y							
	Tungt kjøretøy	Buss	Varebil	Personbil	MC	Sykkel	Fotgjenger	Ingen
Tungt kjøretøy	0,151	0,151	0,446	0,446	-0,025	-0,031	-0,011	0,000
Buss	0,151	0,151	0,446	0,446	-0,025	-0,031	-0,011	0,000
Varebil	-0,363	-0,363	-0,217	-0,217	-0,859	-0,840	-0,820	0,000
Personbil	-0,363	-0,363	-0,217	-0,217	-0,859	-0,840	-0,820	0,000
MC	1,209	1,209	0,733	0,733	0,180	-0,008	0,012	0,000
Sykkel	0,986	0,986	0,457	0,457	0,236	0,002	0,022	0,000
Fotgjenger	0,200	0,200	0,095	0,095	-0,008	-0,022	-0,002	0,000
Andel kjøretøykm	4,23 %	0,89 %	11,12 %	74,92 %	2,81 %	1,81 %	4,21 %	

Kilder: Fridstrøm (2011, tabell 1, likning 5), samt egne anslag. Risikoelastisiteten er gitt ved personskadeulykkeselastisiteten minus kjøretøygruppe Ys trafikkarbeidsandel (andelen kjøretøykm)

Differensieringen av risikoelastisiteter mellom partskombinasjonene vil ha en viss effekt på de endelige estimerte marginale eksterne kostnadene, da forskjellene er relativt store. Vi vil (nedenfor) ta med følsomhetsanalyser med varierende nivåer på risikoelastisitetene, bl.a. sette alle risikoelastisitetene til 0.

3.3.8.5 Marginale eksterne skadekostnader

Med dette har vi estimater for alle de parametrene som inngår i formel 3.3.1 for å beregne de marginale eksterne skadekostnadene tilknyttet vegtrafikkulykker, for hver enkelt av de angitte kjøretøygruppene. Følgende tabell oppsummerer hhv en kostnadsberegning for alle skadene samlet, med bruk av verdsettinger for gjennomsnittsskader, og en kostnadsberegning for hver skadeklasse separat (lettere skade, hard skade, dødsfall) og summering av disse (tabell 3.3.10).

²⁵ Lasse Fridstrøm (pers. komm.).

Tabell 3.3.10. Marginale eksterne kostnader per kjøretøygruppe – 2012-kr per kjøretøykm.

	Basert på gjennomsnittsskade	Sum av lettere skade, hard skade og dødsfall
Tungt kjøretøy	2,55	2,09
Buss	0,50	0,26
Varebil	0,85	0,40
Personbil	1,01	0,38
MC	0,46	-0,03
Sykkel	-5,43	-2,13
Fotgjenger	-0,77	-0,78
Vektet gjennomsnitt	0,85	0,35

Kilder: SSB, Sagberg og Christensen (2006), Elvik (2008b), Bickel mfl. (2006), Vågane (2013), Fridstrøm (2011). Det vektete gjennomsnittet er vektet mht andelen kjøretøykm.

Det at beløpene basert på gjennomsnittsskade blir betydelig høyere enn for summen av de tre ulike skadegradene (lettere skade, hard skade, dødsfall) skyldes forholdet mellom ex-post-kostnadene og ex-ante-verdsettingene. Denne forskjellen er langt mindre for gjennomsnittsskaden enn for lettere skader (og dødsfall) som dominerer i den summerte beregningen. For sykling og gange er de marginale eksterne ulykkeskostnadene negative. Også for MC blir de negative når beregningen baseres på å summere marginalkostnadene for lettere skade, hard skade og dødsfall. Mens estimatet for MC er betydelig lavere enn det som ble estimert i tidligere studier, er estimatet for tyngre kjøretøy betydelig høyere (se tabell 3.3.1). Dette henger i noen grad sammen med risikoutviklingen over tid, spesielt for MC, men også vår differensierte estimering av risikoelastisiteten for ulike partskombinasjoner. (Vi viser en følsomhetsanalyse nedenfor der vi varierer både risikoelastisitetsnivåene, risikoen og verdsettings-/kostnadsnivåene.) Om vi kun tar med motorkjøretøy så blir det vektete gjennomsnittet (for summen av lettere skade, hard skade og dødsfall) lik 45 øre.

Følgende tabell viser bidraget fra de ulike leddene i den beregnede formel 3.3.1 og fordelingen mellom hhv fysisk eksternalitet, trafikkvolumeksternalitet, og systemeksternalitet (tabell 3.3.11):

Tabell 3.3.11. Marginale eksterne kostnader per kjøretøygruppe – kr per kjøretøykm – bidrag fra de ulike leddene i den beregnede formel 3.3.1 – tilskadekomne bærer ex-post-kostnaden – sum av lettere skade, hard skade og dødsfall.

	SUM	Sum fysisk ekst.	Sum tr.vol. ekst.	Sum syst. ekst.	Fysisk eksternalitet								
					samme gruppe	Tungt kjøretøy	Buss	Vare- bil	Person- bil	MC	Sykkel	Fot- gjenger	Ene- ulykke
Tungt kjøretøy	2,09	2,22	-0,27	0,14	0		0,029	0,148	1,570	0,142	0,151	0,178	0
Buss	0,26	0,23	0,01	0,02	0	0,005		0,004	0,129	0,018	0,024	0,049	0
Varebil	0,40	0,31	0,03	0,06	0	0,003	0,001		0,171	0,041	0,053	0,042	0
Personbil	0,38	0,19	0,06	0,13	0	0,002	0,001	0,006		0,052	0,075	0,057	0
MC	-0,03	0,25	-1,92	1,64	0	0,001	0,001	0,005	0,052		0,113	0,079	0
Sykkel	-2,13	0,15	-5,01	2,72	0	0,000	0,001	0,002	0,000	0,031		0,118	0
Fotgjenger	-0,78	0,06	-1,62	0,78	0	0,000	0,001	0,001	0,010	0,015	0,028		0

Trafikkvolumeksternalitet									Systemeksternalitet									
samme gruppe	Tungt kjøretøy	Buss	Vare-bil	Person-bil	MC	Sykkel	Fot-gjenger	Ene-ulykke	samme gruppe	Tungt kjøretøy	Buss	Vare-bil	Person-bil	MC	Sykkel	Fot-gjenger	Ene-ulykke	
0,02		0,01	-0,06	-0,59	0,17	0,15	0,04	0	0,03		0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,08	Tungt kjøretøy
0,00	0,00		0,00	-0,05	0,02	0,02	0,01	0	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	Buss
-0,01	0,02	0,00		-0,05	0,03	0,02	0,00	0	0,01	0,01	0,00		0,02	0,00	0,00	0,00	0,02	Varebil
-0,04	0,03	0,01	-0,01		0,04	0,03	0,01	0	0,06	0,01	0,00	0,01		0,00	0,00	0,00	0,05	Personbil
0,06	-0,01	0,00	-0,16	-1,84		0,03	0,00	0	0,11	0,06	0,02	0,06	0,69		0,00	0,01	0,69	MC
0,00	-0,01	0,00	-0,37	-4,61	0,00		0,00	0	0,23	0,13	0,05	0,15	1,69	0,07		0,02	0,40	Sykkel
0,00	0,00	0,00	-0,12	-1,49	0,00	0,00		0	0,02	0,05	0,04	0,05	0,58	0,02	0,02		0,01	Fotgjenger

Fra tabell 3.3.11 framgår det at det for biler og tynge kjøretøy er de fysiske eksterne kostnadene (det at de i større grad påfører andre trafikanter enn seg selv skade, gitt en ulykke) som dominerer i den eksterne marginale kostnaden, mens det er systemeksterne kostnadene (ex-post-kostnadene ganger risiko) som dominerer for de ”mykere trafikantene”.

3.3.8.6 Følsomhetsanalyser

Følgende tabell viser en følsomhetsanalyse der vi har variert risikoelastisitetens nivåene, verdsettings-/kostnadsnivåene, og risikonivået.

Tabell 3.3.12. Følsomhetsanalyser – effekt på estimert kr per kjøretøykm ved endrede forutsetninger.

Referanse: tilskadekomne bærer ex-post-kostnaden – sum av lettere skade, hard skade og dødsfall.

	Referanse	Risikoelastisitet					Ex-ante verdsett. (a)		Ex-post kostnader (c)		Risiko		
		vektet lik ca -0,5	vektet lik ca -0,1	generelt lik 0	vektet lik ca 0	vektet lik ca 0,1	ned 50 %	opp 50 %	ned 50 %	opp 50 %	ingen under-rapp.	ingen ene-ulykke	50 % mer under-rapp.
Tungt kjøretøy	2,09	1,55	2,63	2,36	2,90	3,17	1,38	2,80	1,76	2,42	1,46	2,01	3,14
Buss	0,26	0,20	0,32	0,25	0,35	0,39	0,18	0,34	0,21	0,31	0,16	0,25	0,39
Varebil	0,40	0,30	0,50	0,37	0,55	0,60	0,28	0,51	0,32	0,48	0,24	0,38	0,60
Personbil	0,38	0,26	0,51	0,32	0,57	0,64	0,30	0,47	0,28	0,49	0,21	0,34	0,58
MC	-0,03	-1,06	1,01	1,89	1,53	2,04	0,53	-0,58	-0,57	0,52	0,01	-0,71	-0,03
Sykkel	-2,13	-3,86	-0,40	2,87	0,46	1,33	-0,45	-3,81	-2,75	-1,52	-0,34	-2,53	-3,20
Fotgjenger	-0,78	-1,29	-0,27	0,84	-0,02	0,23	-0,25	-1,31	-0,92	-0,64	-0,54	-0,79	-1,17
Vektet gjennomsnitt	0,35	0,14	0,56	0,53	0,67	0,77	0,31	0,39	0,22	0,48	0,22	0,28	0,53

Merknad: Den vektete risikoelastisiteten (mht andelen skader) er lik ca -0,3 i referansealternativet. Det vektete gjennomsnittet av marginale eksterne kostnader er vektet mht andelen kjøretøykm.

Vi ser av tabell 3.3.12 at marginalkostnadsestimatene for de ”lette trafikantene” er svært følsomme for endringer i inputverdiene, og dette gjelder særlig for sykkel. Det er videre spesielt endringer i risikoelastisitetens nivåene som påvirker fortegnet til marginalkostnadsestimatet for de ”myke trafikantene”, men for MC er også verdsettingene/kostnadsbesparelsene av skade(forhindring) avgjørende.

3.3.8.7 Mulig differensiering mht bilenes vekt

Basert på figuren fra Hultkrantz og Lindberg (2011), som viste nivåene for bonus/malus for marginalskaidekostnad mht bilens vekt, så kan vi sette opp en tabell for hva dette ville gi med våre estimerte marginale eksterne kostnader for (den store gruppen av) personbiler (tabell 3.3.13):

Tabell 3.3.13. Mulig variasjon i marginale eksterne kostnader for personbiler mht bilens vekt – kr per kjøretøykm.

Vekt (kg)	Basert på gjennomsnittskade	Sum av lettere skade, hard skade og dødsfall
700	0,74	0,28
800	0,77	0,29
900	0,80	0,30
1000	0,85	0,32
1100	0,90	0,34
1200	0,95	0,36
1300	1,01	0,38
1400	1,08	0,41
1500	1,14	0,43
1600	1,21	0,46
1700	1,29	0,49
1800	1,37	0,52
1900	1,46	0,55
2000	1,55	0,59
2100	1,64	0,62
2200	1,75	0,66
2300	1,85	0,70

Kilder: Hultkrantz og Lindberg (2011). Det er antatt en gjennomsnittsvikt for personbiler lik 1300 kg.

For vårt hovedalternativ, basert på summering av de marginale eksterne ulykkeskostnadene for lettere skade, hard skade og dødsfall, og gjennomsnittsestimatet for personbiler var 0,38 kr per kjøretøykilometer, så ville en med en slik vektdifferensiering anta at de marginale eksterne ulykkeskostnadene ville være under 30 øre for de letteste personbilene og bortimot 70 øre for de tyngste personbilene – noe som spesielt henger sammen med den antatte variasjonen i skadefordelingsparameteren (θ_{XY}).

Eriksen mfl. (1999) differensierte den marginale eksterne ulykkeskostnaden for tyngre kjøretøy (godstransport) basert på vektklasser. Med utgangspunkt i vårt referanseestimat på 2,09 kr for tyngre kjøretøy, kunne vi gjøre samme differensiering med samme vektforhold som hos Eriksen mfl.:

Tabell 3.3.14. Mulig variasjon i marginale eksterne kostnader for tyngre kjøretøy (godstransport) mht lastebilens/vogntogets vekt – kr per kjøretøykm.

Vekt (kg)	Sum av lettere skade, hard skade og dødsfall
< 3,5 tonn	1,76
3,5 – 7,5 tonn	1,90
7,5 – 16 tonn	2,05
16 – 23 tonn	2,20
> 23 tonn	2,27
Tyngre kjøretøy i alt	2,09

Kilde: Eriksen mfl. (1999).

3.3.8.8 Alternativ tilnærming mht skadeforårsaking – systemeksternalitetsleddet tilknyttet skadeforvolder

Som antatt vil systemeksternalitetsandelen bli større for kjøretøy med $\theta_{XY} > 0,5$ om man konsekvent skifter ut θ_{XY} med θ_{YX} (ex post-kostnaden tilfaller skadeforvolder). Anslagsvis ville da de eksterne marginale ulykkeskostnadene per kjøretøykm for personbiler, varebiler, busser og tyngre kjøretøy, basert på summering av de marginale eksterne ulykkeskostnadene for lettere skade, hard skade og dødsfall, øke med om lag 10-25 prosent.

3.3.8.9 Fordeling av de marginale eksterne ulykkeskostnadene på fartsgrenser, vegtyper og geografiske områder

Våre skadeulykkesdata er for perioden 1998-2005 også gitt fordelt på fartsgrenser, dvs. 30-50, 60-70 og 80-100. Om vi antar samme fordeling også i perioden 2006-2012 får vi beregnet marginale eksterne kostnader som gitt i følgende tabell (tabell 3.3.15):

Tabell 3.3.15. Marginale eksterne kostnader per kjøretøygruppe – kr per kjøretøykm - fordelt på veger med ulike fartsgrenser.

	Sum av lettere skade, hard skade og dødsfall			
	30-50 km/t	60-70 km/t	80-100 km/t	Totalt (referanse)
Tungt kjøretøy	1,16	1,15	2,82	2,09
Buss	0,27	0,11	0,19	0,26
Varebil	0,30	0,21	0,40	0,40
Personbil	0,39	0,18	0,28	0,38
MC	-0,52	-0,23	0,37	-0,03
Sykkel	-3,13	-0,57	-0,31	-2,13
Fotgjenger	-1,08	-0,28	-0,22	-0,78
Vektet gjennomsnitt	0,26	0,18	0,37	0,35

Kilder: SSB, Sagberg og Christensen (2006), Elvik (2008b), Bickel mfl. (2006), Vågane (2013), Fridstrøm (2011). Det vektete gjennomsnittet er vektet mht andelen kjøretøykm.

Vi understreker her at beregningene fordelt på fartsgrenser pga lavere tallgrunnlag for en del partskombinasjoner (spesielt for hard skade og dødsfall) gir noe mer usikre estimater. Det generelle bildet for firehjulsmotorkjøretøyene er at de marginale eksterne kostnadene er lavest på veger med fartsgrense 60-70 og høyest på veger med fartsgrense 80-100, bortsett for personbiler som har høyest marginal ekstern kostnad på veger med fartsgrense 30-50. To forhold kan forklare dette bildet: For det første er skadegraden høyere ved høyere fartsgrense således at de fysiske eksternalitetene (og evt. positive trafikkvolumeksternaliteter) blir høyere. For det andre er disse tre vegtypene i noen grad korrelert med geografiske forhold, dvs. urban vs. rural, således at personbilresultatet kan være styrt av at det i byområder er mer kollisjon mellom biler og ”myke trafikanter”. Kjeldsen mfl. (2013) estimerte ca 25 ganger høyere marginal ekstern kostnad for personbiler i danske byområder enn på landsbygden (0,2915 vs. 0,0111 DKK). Maibach (2008) presenterte marginale eksterne kostnader for personbiler, MC og tyngre kjøretøy fordelt på tre vegkategorier: motorveger, veger i byområder, veger ellers. De finner også høyest estimerte marginale eksterne ulykkeskostnader i byområder, men for personbiler er forskjellen mellom byområder og motorveger noe lavere enn den Kjeldsen mfl. (2013) finner mellom byområder og

landsbygd. Om vi benytter samme fordelinger som i Maibach (2008) på våre egne referanseverdier, og om vi setter samme fordeling for buss som for tyngre kjøretøy, samme fordeling for varebil som for personbil, og samme fordeling for sykkel og fotgjengere som for MC, så får vi beregnet marginale eksterne kostnader som gitt i følgende tabell (tabell 3.3.16):

Tabell 3.3.16. Marginale eksterne kostnader per kjøretøygruppe – kr per kjøretøykm - fordelt på ulike vegkategorier / geografiske områder.

	Sum av lettere skade, hard skade og dødsfall			
	Motorveger	Byområder	Ellers (spredt)	Totalt (referanse)
Tungt kjøretøy	0,1	3,4	0,9	2,09
Buss	0	0,4	0,1	0,26
Varebil	0	0,5	0,2	0,40
Personbil	0	0,5	0,2	0,38
MC	0	0	0	-0,03
Sykkel	0	-1,8	-0,3	-2,13
Fotgjenger	0	-0,7	-0,1	-0,78
Vektet gjennomsnitt	0,03	0,5	0,2	0,35

Kilder: Maibach mfl. (2008), egne beregninger.

Om vi bruker samme kostnadsforskjeller mellom geografiske områder som i Maibach mfl. (2008) får vi altså gjennomgående om lag tre ganger så høye estimater for byområder som i spredtbygde strøk/andre områder, mens det for motorveger (forstått her som det som i Norge er benevnt som klasse A) er relativt svært lave eksterne marginalkostnader.

Vi kan kombinere input fra tabellene 3.3.15 og 3.3.16 for å få en delvis databasert estimering av marginale eksterne kostnader fordelt på geografiske områder og fartsgrenser. Vi vil da vekte kostnadene mht trafikkarbeidet på ulike vegkategorier, og tar utgangspunkt i følgende to tabeller over trafikkarbeidet på norske vegtyper / geografiske områder (3.3.17a og 3.3.17b):

Tabell 3.3.17a. Trafikkarbeid fordelt på ulike geografiske områder, vegtyper og fartsgrenser, mill kjøretøykm.

Fartsgrense	Motorveger	Byområder	Ellers (spredt)	I alt
30-50	0	9500	3500	13000
60-70	0	3400	12150	15550
80-100	7775	1700	6075	15550
I alt	7775	14600	21725	44100

Tabell 3.3.17b. Trafikkarbeid fordelt på ulike geografiske områder og fartsgrenser, mill kjøretøykm.

Fartsgrense	Spredt	Tettsted med 200 - 100 000 bosatte	Tettsted med minst 100 000 bosatte	I alt
0-30	200	900	800	1 900
40-50	3 300	4 500	3 300	11 100
60-	24 300	2 700	4 100	31 100
I alt	27 800	8 100	8 200	44 100
60-70	12 150	1 350	2 050	15 550
80	6 075	675	1 025	7 775
Motorveg - 90-100	6 075	675	1 025	7 775
60 og høyere	24 300	2 700	4 100	31 100

Vi har her gjort en enkel tilleggsfordeling i tabell 3.3.17b, dvs. fordelt andelen trafikkarbeid på veger med fartsgrense 60 og høyere på hhv 60-70 med 50 %, 80 med 25 % og 90-100 med 25 %. Ved å bruke inputen fra tabellene 3.3.15 og 3.3.16 og vekting mht trafikkarbeidsfordelingen, så kan vi beregne marginale eksterne kostnader på norske vegtyper / geografiske områder som gitt i følgende tabell (tabell 3.3.18):

Tabell 3.3.18. Marginale eksterne kostnader per kjøretøygruppe – kr per kjøretøykm - fordelt på ulike geografiske områder og fartsgrenser.

	Byområder			Ellers (spredt)			Motor- veger	Totalt (referanse)
	30-50 km/t	60-70 km/t	80-100 km/t	30-50 km/t	60-70 km/t	80-100 km/t		
Tungt kjøretøy	3,7	3,6	8,9	0,9	0,9	2,2	0,2	2,09
Buss	0,7	0,3	0,5	0,2	0,1	0,1	0,0	0,26
Varebil	0,8	0,5	1,0	0,3	0,2	0,4	0,1	0,40
Personbil	1,0	0,4	0,7	0,4	0,2	0,3	0	0,38
MC	-0,1	0	0,1	0	0	0	0	-0,03
Sykkel	-8,2	-1,5	-0,8	-1,5	-0,3	-0,1		-2,13
Fotgjenger	-2,8	-0,7	-0,6	-0,5	-0,1	-0,1		-0,78
Vektet gjennomsnitt - motorkjøretøy	1,0	0,6	1,1	0,4	0,2	0,4	0,1	0,45
Lette	0,9	0,4	0,7	0,3	0,2	0,3	0,1	0,37
Tunge	3,2	3,0	7,4	0,8	0,8	1,9	0,2	1,77

Merknad: Det vektete gjennomsnittet er vektet mht andelen kjøretøykm. "Lette" kjøretøy er et vektet gjennomsnitt av personbiler, varebiler og MC, mens "tunge" kjøretøy er et vektet gjennomsnitt av busser og tunge (gods)kjøretøy.

Tallene i 3.3.18 får fram en differensiering mht geografisk område og fartsgrense som ikke har vært særlig poengtert i den refererte litteraturen – det kan særlig være på veger i byområde med høy fart (men manglende motorvegstandard) at de marginale eksterne kostnadene for de tynge kjøretøyene blir relativt svært høye. Estimaten for personbiler og busser, som er høyest på veger med de laveste fartsgrensene, er altså påvirket av at de her er mest i konflikt med de "mykere" trafikantene. For de sistnevnte, spesielt for de syklende, er dette med "sikkerhet i antall" indikert, ved at en har høyest negative estimer for vegene med de laveste fartsgrensene i byområdene, der antakelig en betydelig del av sykkeltrafikken finner sted.

Vi har ikke data eller annet grunnlag for å fordele mer spesifikt mellom ulike byområder (store vs. små) eller fordele mellom de lavere fartsgrensene, men vi kan fordele de vektete kostnadene mht "lette" vs. "tunge" kjøretøy (personbil / varebil /

MC vs. buss / tyngre kjøretøy) på de kategoriene som er spesifisert i øverste del i tabell 3.3.17b, som da gir følgende (tabell 3.3.19):

Tabell 3.3.19. Marginale eksterne kostnader per kjøretøygruppe - "lette" vs. "tunge" – kr per kjøretøykm - fordelt på ulike geografiske områder og fartsgrenser.

	Fartsgrense							
	0-30		40-50		60 og høyere		Totalt	
	Lette	Tunge	Lette	Tunge	Lette	Tunge	Lette	Tunge
Tettsted > 100000	0,9	3,2	0,9	3,2	0,4	3,4	0,6	3,3
Tettsted 200-100000	0,9	3,2	0,9	3,2	0,4	3,4	0,6	3,3
Spredtbygd	0,3	0,8	0,3	0,8	0,2	0,9	0,2	0,9
Totalt	0,8	2,9	0,7	2,5	0,2	1,5	0,37	1,77

Til slutt, om vi ser spesielt på tyngre godskjøretøy (lastebiler og vogntog) og differensierer mht vekt à la tabell 3.3.14, får vi følgende estimater for motorveger, veger i byområder og veger ellers (i spredtbygde områder):

Tabell 3.3.20. Mulig variasjon i marginale eksterne kostnader for tyngre kjøretøy (godstransport) mht lastebilens/vogntogets vekt – kr per kjøretøykm.

Vekt (kg)	Motorveger	Byområder	Ellers (spredt)	Totalt
< 3,5 tonn	0,1	3,8	1,0	1,76
3,5 – 7,5 tonn	0,1	4,1	1,0	1,90
7,5 – 16 tonn	0,1	4,5	1,1	2,05
16 – 23 tonn	0,1	4,8	1,2	2,20
> 23 tonn	0,1	4,9	1,2	2,27
Totalt	0,1	4,5	1,1	2,09

Kilder: Eriksen mfl. (1999), Maibach mfl. (2008), Foss mfl. (2010).

3.3.9 Oppsummering

For marginale eksterne ulykkeseffekter i vegtransport har det ligget til grunn en relativt lang historie med teori- og metodeutvikling, og beregninger har vært foretatt tidligere både i Norge og andre land. Det som har vært forsøkt av nyere grep her har vært å utvide risikoestimeringsbasen med partskombinasjoner (15 års tidsrom, fra 1998 til 2012) og differensiere skadefordelingsparametrene og risikoelastisitetene mht kjøretøygrupper/partskombinasjoner. Vi har her i stor grad bygget videre på en nylig gjennomført dansk undersøkelse (Kjeldsen mfl. 2013, Bjørner mfl. 2013), mens differensieringen av risikoelastisitetene har bygget på arbeider av Fridstrøm (1999, 2000, 2011). Vi ser fra følsomhetsanalysen at forutsetningene om, eller beregningene av risikoelastisitetene kan ha relativt stor innvirkning på de estimerte marginale ulykkeskostnadene, i alle fall for de letteste ("mykeste") trafikantgruppene.

Negative marginale eksterne kostnader for en kjøretøygruppe kan gis en betydning ved at den negative risikoelastisiteten, og dermed trafikkvolumeksternaliteten, dominerer, altså at økt trafikk i kjøretøygruppen bidrar til redusert risiko for andre. For sykling har det være snakk om "sikkerhet i antall" – at økt sykling har medført lavere risiko for (primært) andre syklistene. Dog kan dette også gjelde for andre trafikantgrupper, og det kan påvirke andre enn ens egen trafikantgruppe. Når vi

finner lavere marginale eksterne kostnadsanslag for MC og høyere for tyngre kjøretøy (primært godstransport), sammenliknet med tidligere studier for Norge, så kan dette ha sammenheng med faktiske endringer på de norske vegene – en økning i tungtrafikkandelen og en betydelig redusert ulykkesrisiko for MC. Pga volatiliteten i estimatene for MC (ved endringer i inputverdiene), kan en sette den marginal eksterne ulykkeskostnaden lik 0 (i stedet for -3 øre). Også estimatene for gange og (særlig) sykling er svært sensitive mht forutsetningene, men vi lager ikke egne oppsamlede sluttstabeller for disse to trafikantgruppene.

3.4 Kø

Med kø mener vi her forventet kø, det vil si kø som oppstår når trafikkmengden overstiger den begrensede kapasiteten til transportnettverket (lenken). Vi tar her ikke hensyn til uventet kø som skyldes veiarbeid, værforhold eller andre faktorer som trafikantene ikke har kontroll over. Vi mener at denne typen kø ikke er relevant for de gjeldene beregningene av eksterne kostnader, spesielt ut fra et reguleringshensyn, ettersom det er utenforliggende forhold og ikke bilistenes atferd som skaper uventet kø.

Ved trengsel vil en ekstra bil på nettverket (eller på lenken) medføre at hastigheten på nettverket reduseres, og dermed at både bileierens egen tidsbruk og andre bileieres tidsbruk til transport øker. Det antas at rundt 90 prosent av trengselskostnadene er knyttet til økt reisetid (Maibach et al., 2008). De resterende kostnadene er knyttet til (Ibid., 2008):

- Kjøretøyenes driftskostnader (depresiering av kjøretøy og personalkostnader)
- Ubekvemhetskostnader
- Økte drivstoffkostnader
- Upålitelighet

Det er vanlig å justere enhetsprisene (tidsverdiene) i forhold til ”normale” tidsverdier for å fange opp ekstrakostnadene knyttet til økte driftskostnader, ubekvemhet og upålitelighet ved kø. Dette gjøres også i våre beregninger. Ettersom vi ikke har detaljert informasjon om endringen i drivstofforbruket ved en liten fartsendring har vi valgt å holde økte drivstoffkostnader knyttet til kjøring utenfor i beregningene våre. Vi vil i stedet skissere en mulig fremgangsmåte for å beregne dette tillegget, samt gi noen anslag på hvor store disse kostnadene kan være.

3.4.1 Beregning av køkostnader

Vår beregning av marginale køkostnader bygger på en studie av Mayeres m fl. (1996), hvor det antas at forholdet mellom kjøretid og antall kjøretøy på en lenke kan uttrykkes ved en eksponentialfunksjon. Mayeres m fl. (1996) sin tilnærming kan tenkes på som om transportnettverket modelleres som et representativt en-lenke system. Merk at vi estimerer egenskapene til den representative lenken (det vil si egenskapene til eksponentialfunksjonen) ved å anvende økonometriske metoder på observerte data for

flere lenker. Vi oppnår dermed en økonometrisk modell som er mest mulig representativ for transportnettverket som studeres, nemlig transport til og fra Oslo.

Vi har hentet inn strekningsvise data for normal tidsbruk, tidsbruk i rushtiden, lengde på vegstrekningene og teoretiske hastigheter fra PROSAMs fremkommelighetsundersøkelser for bil i Oslo og Akershus 2011-2012 (PROSAM, 2012), samt time-for-time registreringer av trafikkvolumer til og fra Oslo fra Bygrensetellingen (PROSAM, 2013). Vi knytter tellepunktene på bygrensen (fra Bygrensetellingen) opp mot de strekningsvise dataene fra fremkommelighetsundersøkelsen. Det er mulig å kople data fra fremkommelighetsundersøkelsen med data fra bygrensetellingen for 9 trafikkellepunkter. For hvert av disse 9 tellepunktene gir datasettet informasjon om tidsbruk og trafikkvolum i morgenrushet (til Oslo) og normal tidsbruk og gjennomsnittlige trafikkvolum over døgnet (til Oslo), samt tidsbruk og trafikkvolum i ettermiddagsrushet (fra Oslo) og normal tidsbruk og gjennomsnittlige trafikkvolum over døgnet (fra Oslo). Det betyr at vi til sammen identifiserer 4 observasjoner for hvert av de 9 tellepunktene, noe som gir 36 observasjoner totalt.

Siden datasettet vårt er sammensatt av flere strekninger som er ulike med hensyn til både lengde og skiltet fart finner vi det nødvendig å kontrollere for dette i den økonometriske modellen vår. Vi utvider derfor modellen til Mayeres m fl. (1996) til å ta hensyn til disse variablene. La t være kjøretid, N være antallet kjøretøy, d være distanse og z være teoretisk fart på lenken. Vi kan da definere den strekningsvise kjøretiden som:

$$t = f(d, z) e^{\beta_N N}$$

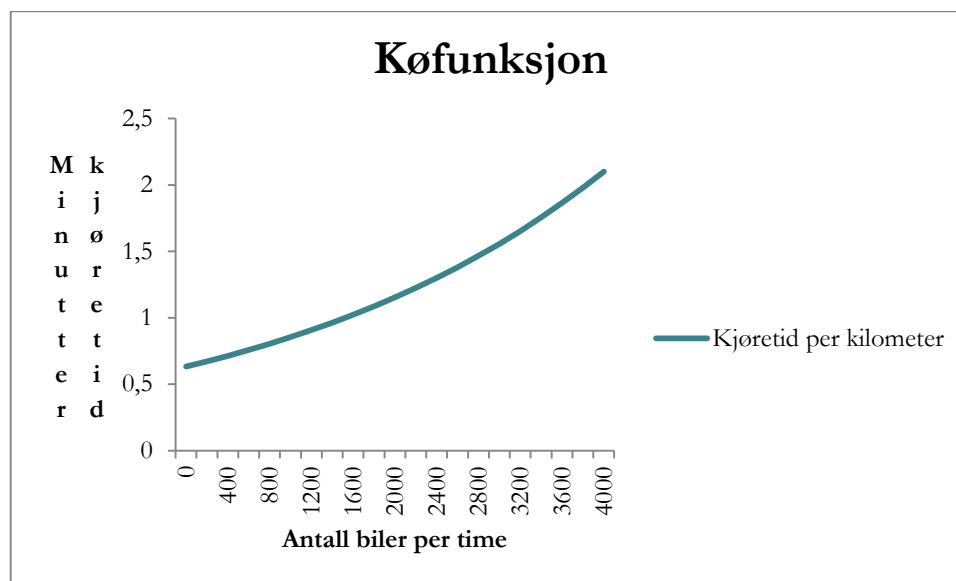
hvor β_N er en parameter som må estimeres ved hjelp av statistiske metoder. Selve estimeringen utføres ved at vi tar en logaritmetransformasjon av eksponentialfunksjonen, antar en parametrisk form for funksjonen $f(d, z)$ og legger til et restledd, ε . Den estimerte økonometriske modellen er da gitt ved:

$$\ln t = 3.663 + 1.24 \ln d - 2.967 \ln z + 0.0003N + \varepsilon$$

Denne modellspesifikasjonen gir en god tilpassing til dataene, noe som indikeres av en R^2 på 0.69. Videre indikerer t-testen at alle modellparameterne er signifikant forskjellig fra null på 5 prosent nivået²⁶. Figur 1 gir en grafisk fremstilling av hvordan den

²⁶ Vi har også testet ut mer komplekse spesifikasjoner av den parametriske modellen, men vi finner da at parametrene ikke er signifikant forskjellig fra null. Vi foretrekker derfor den enkle spesifikasjonen som er gjengitt ovenfor. Merk også at vi anvender minste kvadrats metode til estimeringen av tidsfunksjonen. Vi har også forsøkt en fixed-effects paneldataestimator til estimeringen, noe som er identisk med å inkludere dummyvariabler for de 9 tellepunktene i modellen. F-testen indikerer at de tellepunktsspesifikke effektene ikke er signifikant forskjellig fra null, og det er derfor ingen grunn til å foretrekke paneldataestimatoren fremfor minste kvadrats metode.

estimerte funksjonen representerer sammenhengen mellom antallet kjøretøy og deres tidsbruk til å kjøre en kilometer. Figuren er fremstilt under forutsetningen av at teoretisk (køfri) farte er 70 km/t., noe som er gjennomsnittet for datasettet vårt.



Figur 3.4.1: Køfunksjon. Kjøretid i minutter/kilometer som funksjon av antall kjøretøy/time

Vi tenker oss en situasjon der I bilister befinner seg på den representative lenken i rushtiden, og videre at det legges til ett ekstra kjøretøy. Det er da $I+1$ kjøretøyer på lenken, og siden det er kø vil det siste kjøretøyet bidra til en reduksjon i bilenes hastighet. Dette medfører økte tidskostnader både for den siste bilen og for de I bilene som allerede befant seg på lenken. Tidskostnaden til føreren av den siste bilen skal her regnes som interne kostnader, mens tidstapet som de I andre bilførerne påføres skal regnes som eksterne kostnader. De marginale eksterne kostnadene kan dermed beregnes ved å multiplisere de I bilistenes tidsverdier (w) med den deriverte av eksponensialfunksjonen. Merk at den deriverte er gitt ved hellingen på funksjonen i figur 1.

$$MC = \sum_{i=1}^I w_i e^{[3.99 + 1.44 \ln d - 3.46 \ln z]} 0.0003 e^{0.0003 N}$$

I beregningen av de marginale eksterne køkostnadene setter vi at den initiale trafikkmengden (I) på den representative lenken er lik trafikkmengden i rushtiden for hver av de 9 tellepunktene i datasettet vårt. Tilsvarende settes den teoretiske hastigheten lik de teoretiske hastighetene som rapporteres for hver av de ni tellepunktene, og til slutt settes distansen lik distansene som er rapportert i datasettet. Vi er dermed i stand til å beregne de marginale køkostnadene for hvert av de 9 tellepunktene.

For å ta hensyn til at kø medfører ubekvemhet, stressende kjøreforhold og reisetidsvariabilitet (jmf diskusjonen innledningsvis) antyder den norske verdsettingsstudien (Samstad et al., 2010) at tidskostnadene ved kø er 3,5 ganger så høye som "vanlige" tidskostnader. Denne faktoren er utledet på bakgrunn av samvalgseksperimenter, hvor køsituasjonen som ble beskrevet til respondentene i undersøkelsen er i henhold til kønivåene E og F i Vegvesenets håndbok 159. Dette betyr at trafikkavviklingen skjer ved lavere hastigheter enn normalt, og at det kan være perioder med stopp–gå kjøring. Vi mener at dette er kjennetegn ved rushtiden i Oslo – hvor vårt datagrunnlag er hentet fra – og vi ser det derfor som hensiktsmessig å anvende køfaktoren på 3,5 i vår studie. Det betyr at tidskostnaden er 280 kroner per time for bilister i køsituasjoner²⁷. I henhold til Vegvesenets håndbok 140 og i tråd med anbefalinger i TØI rapport 1083/2010 (Halse et al., 2010) settes den tilsvarende tidsverdien for tunge kjøretøy til 542 (2012) kroner per time. Denne tidsverdien fanger opp personal og kapitalkostnader. Det antas at 6 prosent av kjøretøyene er tunge kjøretøy. I tillegg antas det et bilbelegg på 1.6 for lette kjøretøyer.

Vi benytter et vektet gjennomsnitt av de 9 strekningsvise estimatene – hvor vektene settes i henhold til andelen av trafikk på den aktuelle strekningen relativt til den totale trafikken på alle de 9 strekningene - til å anslå de samlede marginale køkostnadene. Under disse forutsetningene finner vi en samlet køkostnad per kjøretøykilometer i rushtiden på 8.03 kroner i Oslo. Denne verdien kan tolkes som et gjennomsnitt av køkostnadene som skapes av et ekstra lett og ett ekstra tungt kjøretøy²⁸. Hvis vi i henhold til Mayeres m fl. (1996) benytter at den marginale kostnaden for tunge kjøretøy er dobbelt så høy som for lette kjøretøy blir de marginale køkostnadene 5.35 kroner per kjøretøykilometer for lette kjøretøy og 10.71 kroner per kjøretøykilometer for tunge kjøretøy²⁹.

Videre beregner vi de gjennomsnittlige køkostnadene med bakgrunn i differansen mellom tiden det tar å kjøre de ni strekningene under henholdsvis kø og fri flyt. Kjøretiden under fri flyt finner vi ved å sette inn 0 biler i køfunksjonen vår, slik at kjøretiden kun bestemmes av kjørt distanse og teoretisk fart. Vi deler de totale køkostnadene på antall kjørte kilometer for hver av de ni strekningene for å finne strekningsvise køkostnader per kjøretøykilometer, og vekter som tidligere disse strekningsvise kostnadene for å gjøre et anslag på køkostnader per kjøretøykilometer. Vi anslår disse til å være 3.70 kroner for lette kjøretøy og 7.41 kroner for tunge kjøretøy. Tabell 3.4.1 gir en oppsummering av våre kostnadsberegninger:

²⁷ Vi bemerker at tidsverdien som vi benytter utenfor køsituasjoner bygger på hovedresultatene i den norske tidsverdistudien, og er utledet på bakgrunn av andre samvalgseksperimenter enn tidsverdiene for køsituasjoner. I samvalgseksperimentene for køsituasjoner ble tidsverdiene med og uten kø estimert til henholdsvis 164 og 47 kroner. Dette er opphavet til resultatet om at tidsverdien er (164/47) 3,5 ganger høyere under kø. Merk at de beregnede tidsverdiene i samvalgseksperimentet for køsituasjoner er lavere enn de tilsvarende verdiene vi benytter. Vi velger allikevel å benytte tidsverdien på 280 kroner da dette er i tråd med de presenterte hovedresultatene og anbefalingene i den norske verdsettingsstudien.

²⁸ Bygrensetellingen identifiserer kun antallet kjøretøy som passerer bygrensen i rushtiden, og ikke antallet lette og tunge kjøretøy. Vi er derfor ikke i stand til å identifisere ulikheter mellom den marginale tidseffekten av ett ekstra tungt eller lett kjøretøy i den økonometriske modellen. Den marginale tidsendringen må derfor tolkes som en gjennomsnittlig tidseffekt for tunge og lette kjøretøy.

²⁹ I rapportens resultatdel benytter vi de marginale kostnadene til å gi et anslag på samlede køkostnader ved å multiplisere de med antall kilometer som foregår i kø. Dette er omtalt på side 63 der det er lagt til grunn at 8 prosent av totale kjørelengder i større tettsteder foregår i kø. I tillegg antas et bussbelegg på 10.35.

Tabell 3.4.1: Køkostnader

	Lette kjøretøy	Tunge kjøretøy
Marginale køkostnader per km	5.35	10.71
Gjennomsnittlig køkostnad per km	3.70	7.41

3.4.2 Sammenligning med andre beregninger

Køkostnader er blitt beregnet i en rekke tidligere publikasjoner. Generelt finner vi at det er et stort spenn i beregningsmetodene som legges til grunn for beregningene og at det er et stort spenn i køkostnadene som rapporteres. Vi mener derfor at det kan være relevant å gjøre et sammendrag av noen av beregningene.

Urbanet Analyse (2010) beregner køkostnader for ni byområder i Norge i 2010. Det gjøres ved at antall reiser i rushtiden hentes fra reisevaneundersøkelsen, kombinert med ÅDT-matrisene fra Regional Transport Modell (RTM). På bakgrunn av tidligere undersøkelser i regionene anslås det hvor mye lenger tid transporten tar i kø. Ved å gange opp den totale økningen i tidsbruk med samme tidsverdier som oss, kommer de frem til en samlet køkostnad på 11 596 millioner kroner. Til sammenlikning er vårt anslag 3 668 millioner kroner. Forskjellen kan her skyldes at regionene som ligger til grunn for Urbanets beregninger er større enn vår definisjon av store tettsteder, og at trafikkmengden i kø er større. Men Urbanet Analyse sitt anslag fremstår allikevel som langt høyere enn andre anslag.

I TØI's tidligere beregninger av marginale eksterne kostnader (Eriksen m fl, 1999) ble samlet køkostnad beregnet til 2122 millioner kroner, noe som tilsvarer 2784 millioner kroner i dagens kroneverdi. Dette anslaget ligger lavere enn våre kostnader, men er også et eldre anslag som ikke gjenspeiler dagens trafikksituasjon.

I Eriksen m fl (2009) beregnes køkostnader ved hjelp av modellverktøyene Emma/Fredrik. Køberegningene er basert på forholdet mellom kø og fri flyt, og rapporterer summen av tapte timer grunnet kø. Multiplisert med tidsverdier gir dette en samlet køkostnad på 1504 millioner kroner for Oslo og Akershus. Antar vi at rundt halvparten av trafikken i store tettsteder foregår i Oslo og Akershus, så følger det at vårt anslag på totale køkostnader er noe høyere enn Eriksen m fl. sitt anslag, men at de er i samme størrelsesorden.

Til sist tar vi med en beregning av marginal køkostnader³⁰ for Oslo beregnet av Rekdal m fl. (2012). Denne studien anvender modellen TraMod_by til å estimere marginale køkostnader, og finner en gjennomsnittlig marginal køkostnad i rushtiden på 28.7 kroner per tur. For å gjøre denne sammenliknbar med våre estimer benytter vi gjennomsnittlig lengde på en tur fra Reisevaneundersøkelsen (Vågane m fl, 2011), som er 12 kilometer. Dette gir en marginal køkostnad på 2.4 kroner per km, noe som ligger godt under våre anslag på marginale køkostnader på henholdsvis 5.35 og 10.71 kroner for lette og tunge kjøretøy.

³⁰ Denne rapporten rapporterer ikke totale køkostnader, og dens resultater er derfor ikke direkte sammenliknbare med de tidligere nevnte beregningene.

3.4.3 Supplerende diskusjon

Tillegg for drivstofforbruk i kø:

I våre beregninger av eksterne køkostnader har vi ikke tatt hensyn til økte drivstoffkostnader relatert til køkjøring. I det følgende vil vi gi en vurdering av hvordan slike kostnader vil kunne utledes, samt hvilken størrelse de kan ha.

For å kunne anslå endringen i drivstofforbruket grunnet køkjøring er det sentralt å kjenne sammenhengen mellom det enkelte kjøretøys fart og drivstofforbruk, gjerne uttrykt som en funksjon $g(v) = g(d/t)$. En endring i et kjøretøys drivstofforbruk ved at ett nytt kjøretøy kommer inn på lenken er da gitt ved:

$$\frac{\partial g(v)}{\partial t} \frac{\partial t}{\partial N} = \frac{\partial g(d/t)}{\partial t} \frac{\partial t}{\partial N}$$

De marginale drivstoffkostnadene kan beregnes ved å multiplisere drivstoffkostnadene per liter med endringen i drivstofforbruket grunnet det marginale kjøretøyet og fartsreduksjonen det skaper.

Problemet med denne tilnærmingen er at funksjonen(e) $g(v)$ vil blant annet variere med kjøretøytype, drivstofftype og type køkjøring, noe som både vil kreve en omfattende informasjonsinnsamling og beregning av drivstofforbruk. Som følge av denne kompleksiteten velger vi å gjøre et forenklet anslag på tilleggskostnadene ved forhøyet drivstofforbruk. Siden dette gir et usikkert anslag ønsker vi ikke å inkorporere det i køkostnadene, men rapporterer i stedet anslaget i den følgende teksten.

Vi benytter differansen mellom det gjennomsnittlige drivstofforbruket til ulike kjøretøygrupper i kø og utenom kø fra tabellene V.1.2 og V.1.3 i vedlegget til å gjøre et anslag på merforbruket av drivstoff ved køkjøring. Merkostnaden per kilometer finnes da ved å multiplisere de økte drivstofforbruket med gjeldende drivstoffpriser. Det legges til grunn en netto bensinpris på 6.30 kroner per liter og en netto dieselpriis på 5.55 kroner per liter, i henhold til Petroleuminstituttets statistikk³¹. Videre beregnes de totale drivstoffkostnadene grunnet kø ved å anta at 8 prosent av trafikken i store tettsteder foregår i kø. Dette gir en samlet drivstoffkostnad grunnet kø på 224 mill NOK. Vi bemerker at våre totale køkostnader er i rapportens resultatdel beregnet med bakgrunn i marginale kostnader, noe som gjør at den gjennomsnittlige drivstoffkostnadene ikke blir direkte sammenliknbar med våre totale køkostnader. Hvis vi i stedet legger gjennomsnittlige køkostnader til grunn for beregningene får vi en total køkostnad på 3439 millioner kroner når økningen i drivstofforbruket holdes utenfor. Når drivstoffkostnadene legges til gir det en samlet køkostnad på 3663 millioner kroner. Drivstoffkostnadene utgjør da 6 prosent av de totale køkostnadene.

Sammenhengen mellom kø og andre eksternaliteter

Selv om køkostnader hovedsakelig er knyttet til reisetidsforlengelser, er det viktig å merke seg at køers bidrag til endringer i kjøretøyenes gjennomsnittsfart også kan ha indirekte virkninger for andre eksternaliteter. Dette dreier seg både om utslipp til luft og støy. Vi bemerker at effekter av køkjøring med hensyn til lokal luftforurensing

³¹ Se <http://www.np.no/oversikt-over-nps-statistikk/category118.html>

allerede er tatt hensyn til i våre beregninger av marginale kostnader ved utslipp. Årsaken er at vi bygger på SSBs utslippsberegninger som blant annet tar hensyn til utslippseffekter av kjøring. Vi mener derfor at en separat verdsetting av kjøringens betydning for utslipp vil lede til en dobbelttelling av disse kostnadene.

Det har vært utenfor dette prosjektets arbeidsbeskrivelse å vurdere eksterne kostnader ved klimagassutslipp. Derfor velger vi å presentere et anslag på kjøringens bidrag til økt klimagassutslipp. Anslaget bygger på beregningene av økt drivstofforbruk i kø fra forrige avsnitt, og dermed er de samme svakhetene som vi påpekte ved denne analysen gjeldene for klimagassanslaget.

CO₂ regnes gjerne som den viktigste klimagassen, og er den klimagassen vi vil ta for oss her. I tabellene 4.1.5 og 4.1.6 presenteres det beregninger av antall kilo CO₂ som slippes ut i henholdsvis kø og fri flyt for ulike kjøretøygrupper. Differansen mellom de to (i gjennomsnitt 0.15 kilo CO₂ per kilometer) gir et forenklet anslag på utslippsøkningen for CO₂ i kø. Vi antar som tidligere at de totale drivstoffkostnadene grunnet kø ved å anta at 8 prosent av trafikken i store tettsteder foregår i kø. Basert på disse forutsetningene anslår vi en samlet utslippsøkning for CO₂ grunnet kjøring på 96 980,8 tonn.

I tillegg til å ha betydning for utslipp til luft, kan fartsreduksjoner ved kjøring også ha betydning for støyplage. I våre beregninger av eksterne støykostnader er fart en sentral determinant for støynivået og dermed også for støykostnadene. Men det er en vesentlig forskjell mellom beregningene av støykostnader og de foreliggende beregningene av støykostnader, nemlig at støyberegningene relateres til gjennomsnittlig (skiltet) fart og kun beregner et gjennomsnittlig støy nivå over døgnet mens køsituasjoner oppstår i en svært begrenset del av døgnet.

Selv om køsituasjoner ikke tas eksplisitt med i beregningene av støykostnadene, forventes det at den gjennomsnittlige hastigheten som benyttes i støyberegningene vil reflektere kjøringens (fartsreduksjonenes) bidrag til støyplage. Vi ønsker derfor ikke å gjøre noen tilleggsberegninger av sammenhengen mellom kø og støyplage for å unngå den potensielle faren ved dobbelttelling av (fartsavhengige) støykostnader. I stedet ønsker vi å drøfte størrelsen og betydningen av denne effekten. Vår konklusjon er at den er svært liten, noe som forsvaret å ikke gjøre en tilleggsberegning for denne effekten.

For å studere sammenhengen mellom kø og støy nærmere er det hensiktsmessig å definere kjøretøyenes fart, v :

$$v = \frac{d}{t} = \frac{d}{f(d, z) e^{\beta_N N}}$$

Siden tidsbruken, t , øker med antallet kjøretøy, N , følger det av dette uttrykket at farten går ned jo flere biler som kjører den samme distansen (eller strekningen). Hvis vi nå tar utgangspunkt i SSBs forenklete støyberegninger har vi utgangsstøyen definert ved:

$$L = 10 \log(\delta_{lette} N_{lette} + \delta_{tunge} N_{tunge})$$

hvor parameterne δ_{lette} og δ_{tunge} avhenger av kjøretøyenes fart. For eksempel er

$$\delta_{tunge} = 10^{8.5+3\log\left(\frac{v}{50}\right)}$$

for hastigheter over 50 km/t. Tar vi utgangspunkt i dette uttrykket og deriverer med hensyn til N_{tunge} finner vi følgende uttrykk:

$$\frac{\partial L}{\partial N_{tunge}} = \frac{10}{\ln(10)} \frac{\delta_{tunge} - \left[\frac{3}{\ln(10)\left(\frac{v}{50}\right)} \times \frac{\frac{\partial t}{\partial N} d}{t^2} \right] N_{tunge}}{\delta_{lette} N_{lette} + \delta_{tunge} N_{tunge}}$$

Vi ser at, sammenliknet med de vanlige støyberegningene, har vi et negativt tilleggsledd i uttrykket for det marginale støybidraget til et tungt kjøretøy (gitt ved klammeparentesen multiplisert med N_{tunge}). Setter vi inn verdiene ovenfor finner vi ut at fartsreduksjonen bidrar til en reduksjon av telleren i $\partial L / \partial N_{tunge}$ på 2.13. Legger vi til grunn at δ_{tunge} er 5320, ser vi at fartsreduksjonens bidrag til støyreduksjon er relativt sett ubetydelig. Vi bemerker til slutt at i rushtiden vil det typisk være flere biler enn vanlig på vegnettet. Økningen i antall biler i forhold til "normaltilstanden" vil gi en støyøkning som vil være av langt større betydning for støyplagen enn den positive effekten mht støy av at gjennomsnittsfarten på veinettet går ned.

3.5 Slitasje på infrastruktur

Veginfrastrukturens kvalitet påvirkes over tid av aldring, klimapåvirkninger og trafikk. De marginale kostnadene kan knyttes til trafikkavhengig slitasje. Denne er i Norge spesielt knyttet til slitasje på vegdekke på grunn av piggdekkbruk og nedbryting av bærelag som følge av høye aksellaster.

Ideelt sett kunne en gjort forsøk under norske forhold for å finne ut hvordan norske veger nedbrytes. Det ligger imidlertid utenfor mulighetsrommet for dette prosjektets tids- og budsjetterammer. Ved VTI i Sverige pågår det et prosjekt der en gjennom forsøk vil beregne slike nedbrytingskostnader som også vil ha relevans for norske veger. Resultatene fra dette prosjektet er imidlertid ikke tilgjengelige i tide for dette prosjektet. Anslagene for marginalkostnader knyttet til infrastrukturslitasje bør derfor revurderes når resultatene fra prosjektet ved VTI foreligger.

I mellomtiden må vi begrense oss til en vurdering av andre arbeider og tillemppe en oppdatert anbefaling for marginale slitasjekostnader i Norge basert på metodikken i Eriksen m fl (1999).

Erikssen m fl (1999) tar utgangspunkt i Statens vegvesens utgifter til drift, vedlikehold og vegadministrasjon, som i perioden 1993-98 lå på gjennomsnittlig 5 142 millioner kr. Kostnadene ved relevant drift og vedlikehold anslås her til 2/3, dvs. 3 418 millioner kr per år. Av dette antas det at de korttidsmarginale kostnadene utgjør 35 %, dvs. ca 1200 millioner kr årlig i perioden 1993-98.

I våre beregninger har vi lagt til grunn opplysninger i Riksrevisjonen (2008-2009) som ser på drift og vedlikehold av vegnettet.

Her oppgis Statens Vegvesens (SVV) utgifter til drifts- og vedlikeholdskostnader i perioden 2000-2008 til gjennomsnittlig 5328 millioner kr per år regnet i fast 2008-verdi. Vedlikeholdet utgjorde ifølge Riksrevisjonen 32,7 % av dette, dvs. 1742 millioner kr/år.

Total gjennomsnittlig kjørelengde per år utenom MC/moped anslås i denne perioden til 38,5 milliarder kjøretøykm. SVV hadde bare ansvar for europaveier, riksveier og fylkesveier. På grunnlag av uttrekk fra Vegdatabanken for 2009 anslås denne delen av trafikken til 81 % av samlet kjørelengde i Norge. Overført på perioden 2000-2008 tilsvarende det 31,2 milliarder kjøretøykm på veiene som vedlikeholdes av SVV. Regnet per kjøretøykm tilsvarende det 5,6 øre regnet i fast 2008-verdi som tilsvarende ca 6 øre i 2012-verdi.

Bare en del av dette kan regnes som trafikkavhengige kostnader. I Erikssen (1999) anslås den trafikkavhengige delen til 35 %. Vi tar her utgangspunkt i VTI-notat 29-2011, der gjennomsnittskostnadene til vedlikehold av veier med fast dekke i Sverige i 2004-2009 anslås til 40 øre/km for tunge kjøretøy mens de marginale kostnadene anslås til 21-32 øre/km. I prosent utgjør de marginale kostnadene da 53-80 % av gjennomsnittskostnaden. Overført på vår beregning tilsvarende det 3,2-4,8 øre per km.

Andelen tungtrafikk i Norge er beregnet til 6,8 %. Fordelt utelukkende på tungtrafikken får vi et anslag for marginalkostnadene på 47-71 øre/km, altså godt over de svenske beregningene for Sverige. På denne bakgrunnen legger vi til grunn en forholdsvis lav andel trafikkavhengige kostnader innenfor det aktuelle intervallet på 60 %. Det gir en anslått slitasjekostnad på 3,6 øre/km totalt som tilsvarende 53 øre/km fordelt bare på tunge biler.

Overført på total kjørelengde i Norge (unntatt MC/moped) blir total beregnet marginal slitasjekostnad for Norge på 1559 millioner kr.

De trafikkavhengige slitasjekostnadene antas i Erikssen (1999) å økes eksponentielt med aksellasten. I AASHTO (1974) finner vi formelen:

$$R = \sum_i (2P_i)^a,$$

Der P_i er aksellast på aksel nr i og a er en eksponent som avhenger av vegens standard. Jo lavere vegstandard desto høyere blir a og desto større del av slitasjekostnadene skal henføres til kjøretøy med høy akselvekt. Ifølge Erikssen (1999) er det i internasjonal litteratur vanlig å legge til grunn en eksponent på 4 mens det i rapporten er lagt til grunn 2,5 for å ta hensyn til piggdekksslitasje. Et lavere anslag enn 4 stemmer godt overens med foreløpige signaler om at VTI kan lande på en lavere eksponent enn 4 samt beregninger presentert i Hjelle (2004) som gir tilnærmet samme kostnad for tunge som for lette kjøretøy (2 øre/km for lette og 3 øre/km for tunge).

Haraldsson (2012) fordeler likevel all slitasje på tunge kjøretøy og vi holder derfor fast på 2,5 som eksponent og benytter samme forholdstall mellom kjøretøyklassene som i Erikssen (1999).

Bevilgningene til SVV er for små til å opprettholde standarden på vegnettet i det lange løp, og det oppstår et vedlikeholdsetterslep. I følge Dovre Group (2010) lå det akkumulerte vedlikeholdsetterslepet på ca 30 milliarder 2008-kr i 2008 og etterslepet økte med vel 1 milliard kr per år frem til 2008. Etterslepets utvikling er beregnet som en funksjon av vegkapitalens avskrivning per år og de årlige bevilgningene til nybygg og vedlikehold og vanskelig å relatere direkte til trafikkvolum. Derfor er etterslepet holdt utenfor våre beregninger.

3.6 Vinterdrift

Ifølge Riksrevisjonen (2008-2009) brukte SVV gjennomsnittlig 3585 mill 2008-kr årlig i perioden 2000-2008 på drift.

Generelt omfatter driften en lang rekke oppgaver som i først rekke kan knyttes til det å holde vegene åpne uavhengig av trafikkmengde, men i en del tilfeller styres aktivitetsnivå og responstid basert på ÅDT-grenser.

En gjennomgang av SVV Håndbok 111 Standard for drift og vedlikehold av riksveger viser at følgende 10 aktiviteter er delvis styrt ut fra ÅDT-grenser:

- Trafikkberedskap (responstid)
- Variable skilt (respons- og tiltakstid ved feil)
- Tidsfrist for vegoppmerking etter dekkefornyelse
- Trafikkstyringssystem (respons/tiltakstid)
- Ryddebredde for vegetasjon langs veg (4-6 m)
- Vegoppmerking
- Ujevnheter i vegbanen
- Slitasje
- Tunnelrenhold
- Vinterdrift

For mange av aktivitetene er det hovedsakelig tidsfristene for tiltak som avhenger av ÅDT. Miljøet påvirkes neppe og vi regner med ubetydelige ekstra kostnader per km fordelt på 35 milliarder kjøretøykm.

Ujevnheter og slitasje er her vurdert i kapittel 3.5 mens miljøkostnadene ved slitasjen er vurdert i kapittel 3.1.

Tunnelrenhold foretas opptil flere ganger i året ved høy ÅDT, så økt ÅDT medfører klart økte kostnader for SVV, men ved kontrollert avrenning blir miljøeffektene små. Driftskostnadene knyttet til tunnelvask er derfor en relevant ekstern marginal kostnad i den grad vaskingen justeres i forhold til registrert ÅDT, men vi kjenner ikke til de faktiske kostnadene ved tunnelvask, og det er også usikkert om tunnelvaskingen virkelig styres ut fra endringer i ÅDT over tid.

Vinterdriften medfører store direkte kostnader og påvirker omgivelsene negativt. Det er spesielt saltingen som er problematisk. Saltingen påvirker både miljø, kjøretøy og infrastruktur.

Saltet spres både som saltsprut og med overvann og effektene varierer sterkt med lokale forhold. Vegetasjonsskader ved saltsprut oppstår på trær og busker langs

vegbanen, ofte bare på den siden som vender mot vegen og stort sett bare noen meter ut fra vegkanten.

Vegsalt som renner av fra vegene fører til saltopphopning i jord og grunnvann. Hvordan dette virker på planteliv, drikkevannskilder mv avhenger av lokale forhold. Undersøkelser viser markert økning i saltinnholdet i enkelte innsjøer som følge av salting, men det er ikke påvist biologiske effekter som følge av det økte saltinnholdet.

Saltet akselerer korrosjon hos jern og stål og dermed rustdannelse på kjøretøy. Selv om færre biler i dag skrotes på grunn av rust er det fremdeles vesentlige kostnader forbundet med reparasjoner og rustbehandling. VTI ³² anslår kostnadene ved korrosjon på grunn av vegsalting til 1500 kr per kjøretøy per år i Sverige. VTI-rapporten er fra 2006, og beløpet kan tilsvare ca 1500 NOK per kjøretøy per år i Norge nå. For hele den norske bilparken på ca 3 millioner biler tilsvarer dette 4,5 milliarder kr. Fordelt på 45 milliarder km tilsvarer det 10 øre/km. Salting er lite aktuelt uten et minimum av trafikkvolum, så for den enkelte bilist blir kostnaden ved salting en ulempe som nesten fullt ut skyldes andre trafikanter. Dermed er det mest rimelig å regne kostnaden som ekstern.

Betong og armeringsjern brytes ned ved korrosjon i armeringen og økt sprekkdannelse i betongen. Her er det mulig å forhindre skader ved coating og vanntett membran.

Mye av skadene ved salting dreier seg altså om miljøulempen med store lokale variasjoner og kostnader ved forebyggende tiltak for å forhindre rust- og sprekkdannelse. Det er uklart hvor mye kostnadene ved forebyggende tiltak øker ved økt salting.

I forbindelse med vinterdrift deler SVV opp vegene i 5 vinterdriftsklasser fra A – DkA (bar veg) til E (Hard snø/is, friksjon ned til 0,2). Utgangspunktet for valg av vinterdriftsklasse er vegens trafikkvolum med utgangspunkt i tabellen under.

Vinterdrifts- klasse	ÅDT							
	0	500	1500	3000	5000	10000	15000	20000
DkA								
DkB								
DkC								
DkD								
DkE								

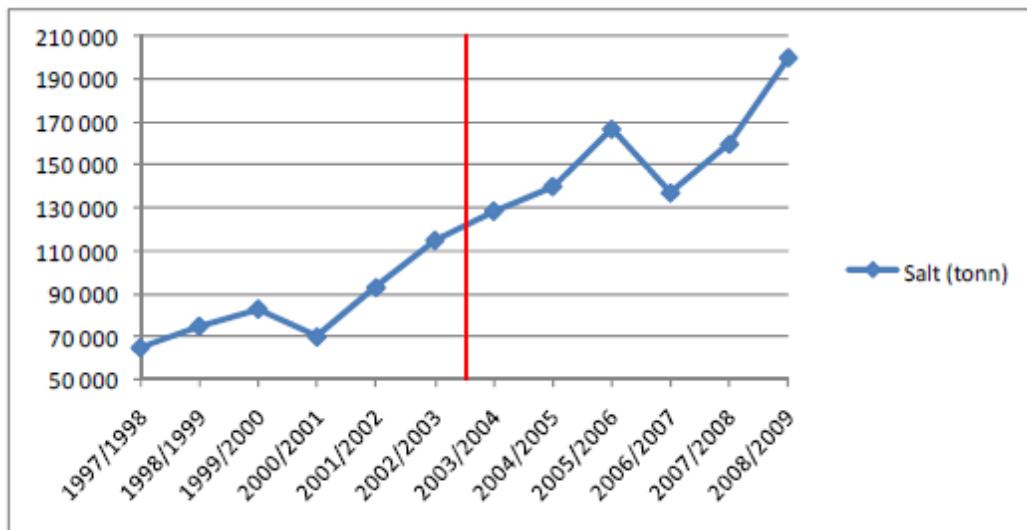
Det er altså en sammenheng mellom trafikkvolum og vinterdriftsklasse, men den også vegkategori, trafikksamsetning, kollektivtrafikk, rushtidsproblematikk og en lang rekke andre forhold tas i betraktning ved valg av vinterdriftsklasse.

De store forskjellene går primært mellom klasse A (bar veg) og de andre klassene, og forskjellen er spesielt stor med hensyn til salting. Ifølge SVV-rapport nr 2493 "Salting av veger – En kunnskapsoversikt" ble 22 % av riksvegene (ca 6000 km) i 2005/2006 driftet etter strategi bar veg. Det ble da brukt 124 000 tonn av totalt 166 700 tonn salt på disse vegene. Det tilsvarer over 20 tonn/km på vinterdriftsklasse A-vegene og vel 1 tonn/km på øvrige riksveger i 2005/2006. Overgang til klasse A på grunn av økt ÅDT får dermed dramatiske konsekvenser for saltmengdene, men med klasse A-

³² VTI-rapport 531

veger helt fra 1500 ÅDT og oppover er det klart at andre hensyn enn ÅDT veier tyngst ved valg av vinterdriftsklasse.

Mens samlet utkjørt distanse i Norge økte med om lag 25 % fra 2000 til 2008 så økte saltforbruket med 180 %, fra 70 000 tonn i 2000/2001 til 195 000 tonn i 2008/2009. Også dette indikerer at det er andre forhold enn trafikkmengde som er avgjørende for saltingen og i sum vurderer vi kostnader og effekter av salting som en ekstern kostnad, men bare delvis som en ekstern *marginal* kostnad. Som en tilnærming legger vi derfor til grunn at bare halvparten av den anslåtte eksterne kostnaden på 10 øre/km, dvs 5 øre/km, regnes som marginal.



Figur 3.6.1 Utvikling i saltforbruket i tonn per år 1998-2009. Kilde: Dovre Group (2010).

3.7 Barriereeffekter

Marginale eksterne barrierekostnader er, så langt vi kjenner til, ikke tidligere blitt beregnet for norsk vegtransport – dette ble ikke inkludert verken av ECON (2003) eller av Eriksen mfl. (1999). Det finnes kostnadsestimater fra europeiske studier, og barrierekostnader vil da være å forstå som det Maibach mfl. (2008) benevner som ”tilleggs-kostnader i urbane områder” (spesielt byer > 50000 innbyggere). Disse forslås, i IMPACT, estimert ved å sette sammen to kostnadskomponenter tilknyttet (økt) motorkjøretøytrafikk i urbane strøk: i) en ”skadekostnad” som knyttes til økt separasjonseffekt og økt ventetid (for fotgjengere) ved kryssing av transportinfrastruktur; og ii) en ”kompensasjonskostnad” som knyttes til økt behov for spesielle tilrettelegginger for sykling. Dette bygger opprinnelig på sveitsiske studier (Schreyer mfl. 2004, ARE 2006).

For denne typen marginale effekter i vegtransport kan det hevdes at det fortsatt mangler et velutviklet metodegrunnlag. Det å estimere tidstap-kostnader (separasjonskostnader) kan synes å være det greieste, rent operative, og bygger på en målbar negativ nytteeffekt for gående/syklende forårsaket av motorisert trafikk. Dog mangler vi datagrunnlag for gange- og sykkeltrafikken i Norge. Beregninger av eksterne barrierekostnader basert på tiltakskostnader (”kompensasjonskostnader”, kostnader for utbygging av g/s-fasiliteter) gir i utgangspunktet et teoretisk mindre ønskelig beregningsgrunnlag. Syklende og gående sin utrygghet, en følt barriere, henger også sammen med barriereeffekter, og en kan kanskje anta at tidstap

(manglende framkommelighet) og utryggheten (subjektive barrierevirkninger) utgjør to ulike barriereeffekter som syklende/gående påføres av motorkjøretøyene (og infrastrukturen som er bygget for motorkjøretøy). Selv om det å sette den marginale eksterne barrierekostnaden lik 0 kr med stor sannsynlighet vil være feilaktig (en underestimering/undervurdering av den sanne kostnaden), så finner vi ikke et godt nok grunnlag for å foreslå et annet tallanslag.

Vi vil i et Vedlegg (Vedlegg 6.1) vise et par eksempelberegninger, der én er basert på beregning av tidstapet ("separasjonskostnaden"), men altså ikke "knapphets-kostnaden" (men inkluderer dog tidstapet for sykling, i tillegg til gange). Den andre eksempelberegningen er basert på estimering av utrygghetskostnad for syklende/gående ved både kryssing av veg med motorisert trafikk og ferdsel langs veg med motorisert trafikk.

3.8 Andre helseeffekter

Marginale eksterne stillesittingskostnader pga motorisert transport i stedet for sykling/gange, er så langt vi kjenner til, ikke tidligere blitt beregnet verken for norsk vegtransport eller internasjonalt. Generelt kan en her ta utgangspunkt i en verdsetting av positive helseeffekter for syklende/gående i transport. Selv om vi for denne typen eksterne effekter i transport mangler et utviklet metode- og beregningsgrunnlag, så finner vi det absolutt relevant å anta, som et utgangspunkt, at folk gjennom sitt valg av transportmiddel også potensielt påfører samfunnet eksterne helsekostnader (stillesittingskostnader), ved at noen av bil-, buss- og MC-reisene bidrar til at en ikke oppnår den potensielt positive helseeffekten, knyttet til redusert risiko for alvorlig sykdom og for tidlig død, om en i stedet hadde valgt å sykle eller gå. Det er dog en betydelig utfordring knyttet til det å skulle anslå hvilken andel av den motorkjøretøy-baserte persontransporten som faktisk innebærer stillesittingskostnader, for eksempel vil noen veksle mellom g/s og bil eller kollektivtransport og få tilstrekkelig fysisk aktivitet gjennom andelen g/s, og noen som bare bruker motorisert persontransport vil kunne få nok fysisk aktivitet gjennom annen ikke-transportbasert mosjon/trening. Selv om det å sette den marginale eksterne stillesittingskostnaden lik 0 kr med stor sannsynlighet vil være feilaktig (en underestimering/undervurdering av den sanne kostnaden), så finner vi likevel ikke et godt nok grunnlag for å foreslå et annet tallanslag.

Vi vil i et Vedlegg (Vedlegg 6.2) vise et par eksempelberegninger, som nettopp tar utgangspunkt i en verdsetting av positive helseeffekter for syklende/gående i transport, som en speilvendning av stillesittingskostnaden. Vi viser hvordan den estimerte marginale stillesittingskostnaden varierer med omfanget på overføringen fra motorisert til fysisk aktiv transport (hvorvidt omfanget skulle være gitt fra vurdering om hva som gir helseforbedringspotensial eller gitt fra politiske målsettinger).

3.9 Natur- og landskapseffekter

En annen type ekstern effekt av vegtransport, som så langt vi kjenner til ikke tidligere er blitt beregnet for norsk vegtransport, er effekten på naturareal og naturlandskap. Det finnes kostnadsestimater fra europeiske studier, og Maibach mfl. (2008) presenterer i IMPACT-håndboken marginalkostnadsestimater for, primært, to typer natureffekter: naturhabitattap og naturhabitatfragmentering. Videre inkluderer de marginalkostnadsberegninger for kvalitetsforringelse av natur, som enten skyldes avrenning fra vegtransport til jord/vann eller visuell/støymessig ”forstyrrelse”. De foreslåtte estimeringsprosedyrene er basert på kompensasjonskostnadsberegninger, dvs. kostnad av å skulle etablere kompenserende økosystem, defragmentere habitater, og ”rense” forurensede områder. Vi har ikke funnet rammer innenfor prosjektet for å samle inn data for å gjennomføre tilsvarende estimeringer for norsk vegtransport. Vi vil kun i et Vedlegg (Vedlegg 6.3) vise noen enkle eksempelberegninger med felles europeiske kostnadstall, opprinnelig basert på sveitsiske studier (ARE 2003, Maibach mfl. 2008). Også på dette feltet er det behov for videre metodeutvikling og -utprøving.

4 Resultater

4.1 Enhetspriser

Under har vi oppsummert noen av de enhetsprisene som er benyttet i beregningene.

Enhetsprisene for utslipp er hentet fra tabellene 3.1.8a og 3.1.8b og oppsummert i tabell 4.1.1.

Tabell 4.1.1 Marginale eksterne utslippskostnader (2012-kr/km)

Bilgruppe	Kostnad			Hele landet
	Spredt bebyggelse	Tettsted (15-100.000 innb.)	Tettsted (>100.000 innb.)	
Personbil	0,01	0,06	0,35	0,08
Andre lette kjøretøy	0,02	0,12	0,68	0,16
MC/moped	0,00	0,01	0,04	0,01
Buss	0,12	0,69	3,14	1,13
<i>Tunge kjøretøy (godsbiler):</i>				
Bensin/<3,5 tonn	0,12	0,44	1,96	0,39
3,5 – 7,5 tonn	0,07	0,36	1,85	0,33
7,5 – 14 tonn	0,09	0,50	2,42	0,44
14 – 20 tonn	0,10	0,61	2,83	0,52
>20 tonn	0,16	0,89	4,02	0,75
Tunge kjøretøy (gods) i alt	0,14	0,76	3,45	0,64
Lette (inkl. MC/moped)	0,01	0,07	0,40	0,09
Tunge (inkl. buss)	0,14	0,75	3,42	0,64

Enhetspriser for støy er hentet fra tabell 3.2.1.

Tabell 4.1.2 Marginale eksterne støykostnader (2012-kr/km)

Kostnader	Små tettsteder		Store tettsteder	
	Lette kjøretøy	Tunge Kjøretøy	Lette kjøretøy	Tunge kjøretøy
Marginale (L _{EQ})	0.02	0.11	0.02	0.13

Enhetspriser for ulykkeskostnader er bearbeidet ut fra tabellene i avsnitt 3.3.

Tabell 4.1.2 Marginale eksterne ulykkeskostnader (2012-kr/ km)

Bilgruppe	Tettsted	Spredbygd	Kostnad
Personbil	0,20	0,68	0,38
Andre lette kjøretøy	0,25	0,65	0,40
MC/moped	0	0	0
Buss	0,08	0,40	0,26
Tunge kjøretøy (godsbiler):			
Bensin/<3,5 tonn	1,12	3,57	1,76
3,5 – 7,5 tonn	1,22	3,87	1,90
7,5 – 14 tonn	1,31	4,16	2,05
14 – 20 tonn	1,42	4,49	2,20
>20 tonn	1,45	4,62	2,27
Tunge kjøretøy i alt	1,34	4,25	2,09

Tabellene 3.3.15-3.3.20 differensierer ulykkeskostnader etter vegtyper, områder og fartsgrenser, men er ikke fullt ut tilpasset den generelle inndelingen på kjøretøytyper og tettstedstyper, som ligger til grunn for 4.1.2. I alle sluttstabeller er derfor ulykkeskostnadene i tabell 4.1.2 benyttet.

Enhetspriser for kø er hentet fra tabell 3.4.1.

Tabell 4.1.3 Eksterne kostnader i kø (2012-kr/ km). Regner halv effekt av MC/ moped.

Kostnader i kø	Store tettsteder		
	Lette kjøretøy	Tunge kjøretøy	MC moped
Marginale	5,35	10,71	2,68

I beregningen av totale køkostnader multipliseres verdiene i tabell 4.1.3 med antall kilometer som antas å foregå i kø. Vi har i beregningene brukt samme grunnlag som ved beregningene av utslipp. SSB legger til grunn at 5 prosent av totale kjørelengder i tettsteder foregår i tett trafikk/kø. Vi antar at andelen kø er størst i større tettsteder og legger til grunn 8 prosent kø i disse. Oppsummert gir dette en marginal køkostnad på ca. 3,7 milliarder kr.

Tabell 4.1.4. Marginal ekstern slitasjekostnad (2012-kr/ km)

Bilgruppe	Kostnad
Personbil	0,0008
Andre lette kjøretøy	0,003
MC/moped	0
Buss	0,216
Godsbil:	0,053
Bensin	0,005
Diesel 3,5-7,5 t	0,011
Diesel 7,5-14 t	0,105
Diesel 14-20 t	0,423
Diesel 20-	0,764

4.2 Marginale eksterne kostnader – hovedresultater

Hovedresultater for hele Norge er gjengitt i de tre tabellene under. I tabell 4.2.1 oppsummeres de totale beregnede eksterne marginalkostnadene, i tabell 4.2.2 fordeles kostnadene per km og i tabell 4.2.3 per liter drivstoff.

Tabell 4.2.1 Marginale eksterne kostnader ved vegtrafikk i Norge 2011 etter kjøretøyklasse, drivstoff og vektklasse. Klimaeffekter kommer i tillegg. Mill 2012-kr.

Klasse	Drivstoff	Vektklasse	Utslipp	Støy	Kø	Ulykker	Slitasje	Drift	Sum
SUM									
Personbil	Bensin		1060	124	1335	6341	13	837	9709
Personbil	Diesel		1676	120	1291	6132	12	810	10041
Personbil	LPG		0	0	0	0	0	0	0
Andre lette	Bensin		55	5	51	255	2	32	399
Andre lette	Diesel		1139	50	536	2683	20	336	4765
MC/moped	Bensin		13	58	52	0	0	65	188
Buss	Diesel		619	37	130	140	117	27	1069
Buss	CNG		7	1	4	4	2	1	18
Tunge	Bensin		39	3	11	175	1	5	234
Tunge	Diesel	<= 7,5 tonn	127	12	42	725	4	19	929
Tunge	Diesel	7,5 - 14 t	34	2	9	158	8	4	216
Tunge	Diesel	14 - 20 t	102	6	22	434	83	10	656
Tunge	Diesel	> 20 tonn	1276	53	187	3849	1297	85	6747
SUM			6149	471	3668	20895	1559	2230	34972
	Bensin		1129	187	1437	6595	15	934	10531
	Diesel		4974	280	2216	14121	1541	1291	24423
	LPG		0	0	0	0	0	0	0
	CNG		7	1	4	3	2	1	18

De totale beregnede marginale eksterne kostnadene utgjør 35 milliarder kr i 2011, regnet i 2012-kr.

Tabellene viser blant annet at personbilene står for 57 prosent av alle kostnadene og til sammen står personbiler, lette biler og de tyngste lastebilene for 89 prosent. Dieselskjøretøy står for 70 prosent av samlede kostnader.

Den enkeltfaktoren som slår ut mest er marginalkostnadene knyttet til trafikkulykker, som står for 60 prosent av kostnadene, mens den nest viktige kostnaden er skader og tiltakskostnader knyttet til utslipp. Utslipp står for nesten 18 prosent av samlet kostnad, fordelt med 14 prosent fra dieselskjøretøy og 3 prosent fra bensinkjøretøy.

I vedleggets tabell V.2.2 - V.2.4 presenteres tilsvarende oversikt etter tettstedstype.

I tabell 4.2.2 presenteres tilsvarende tall fordelt på km. Fordelt på km er kostnadene beregnet til 78 øre/km, fordelt med 55 øre/km for bensinkjøretøy og 95 øre/km for dieselskjøretøy. Forskjellen mellom diesel og bensin skyldes i første rekke innslaget av tunge dieselskjøretøy, der kostnaden nærmer seg 4 kr per km.

Tabell 4.2.2 Marginale eksterne kostnader ved vegtrafikk i Norge etter kjøretøyklasse, drivstoff og vektklasse. Klimaeffekter kommer i tillegg. 2012-kr/km.

Klasse	Drivstoff	Vektklasse	Utslipp	Støy	Kø	Ulykker	Slitasje	Drift	Sum
SUM									
Personbil	Bensin		0,06	0,01	0,08	0,38	0,00	0,05	0,58
Personbil	Diesel		0,10	0,01	0,08	0,38	0,00	0,05	0,62
Personbil	LPG		0,05	0,01	0,08	0,38	0,00	0,05	0,56
Andre lette	Bensin		0,09	0,01	0,08	0,40	0,00	0,05	0,63
Andre lette	Diesel		0,17	0,01	0,08	0,40	0,00	0,05	0,71
MC/moped	Bensin		0,01	0,05	0,04	0,00	0,00	0,05	0,15
Buss	Diesel		1,15	0,07	0,24	0,26	0,22	0,05	1,98
Buss	CNG		0,61	0,10	0,37	0,35	0,22	0,05	1,70
Tunge	Bensin		0,42	0,03	0,11	1,75	0,01	0,05	2,34
Tunge	Diesel	<= 7,5 t	0,33	0,03	0,11	1,90	0,01	0,05	2,44
Tunge	Diesel	7,5 - 14 t	0,44	0,03	0,11	2,04	0,10	0,05	2,78
Tunge	Diesel	14 - 20 t	0,52	0,03	0,11	2,21	0,42	0,05	3,34
Tunge	Diesel	> 20 tonn	0,75	0,03	0,11	2,27	0,76	0,05	3,97
Gjennomsnitt			0,14	0,01	0,08	0,47	0,03	0,05	0,78
	Bensin		0,06	0,01	0,08	0,35	0,00	0,05	0,55
	Diesel		0,19	0,01	0,09	0,55	0,06	0,05	0,95
	LPG		0,05	0,01	0,08	0,38	0,00	0,05	0,56
	CNG		0,61	0,10	0,37	0,35	0,22	0,05	1,70

I tabell 4.2.3 presenteres tilsvarende tall per liter drivstoff. Tilsvarende tabeller etter tettstedstype og køsituasjon er gjengitt i vedleggets tabell V.2.10 – V.2.13, mens tabeller med fordelinger etter euroklasse er gjengitt i tabell V.2.16 og V.2.18.

Per liter drivstoff blir forskjellene mellom drivstofftypene noe mindre. Med 7,36 kr/liter for bensin og 9,16 kr/liter for diesel ligger beregnet marginalkostnad i 2011 en del høyere enn dagens veibruksavgifter for disse drivstofftypene (4,87 kr/liter for bensin og 3,82 kr/liter for diesel i 2014).

Tabell 4.2.3 Marginale eksterne kostnader ved vegtrafikk i Norge etter kjøretøyklasse, drivstoff og vektklasse. Klimaeffekter kommer i tillegg. 2012-kr/liter drivstoff.

Klasse	Drivstoff	Vektklasse	Utslipp	Støy	Kø	Ulykker	Slitasje	Drift	Sum
SUM									
Personbil	Bensin		0,83	0,10	1,04	4,94	0,01	0,65	7,57
Personbil	Diesel		1,74	0,12	1,34	6,35	0,01	0,84	10,39
Personbil	LPG		0,50	0,08	0,85	4,02	0,01	0,53	5,98
Andre lette	Bensin		1,12	0,10	1,03	5,15	0,04	0,65	8,08
Andre lette	Diesel		2,05	0,09	0,96	4,83	0,04	0,61	8,58
MC/moped	Bensin		0,27	1,19	1,05	0,00	0,00	1,32	3,83
Buss	Diesel		3,20	0,19	0,67	0,72	0,60	0,14	5,53
Buss	CNG		1,22	0,21	0,73	0,71	0,43	0,10	3,40
Tunge	Bensin		1,76	0,14	0,49	7,82	0,02	0,22	10,47
Tunge	Diesel	<= 7,5 tonn	2,34	0,22	0,77	13,34	0,08	0,35	17,09
Tunge	Diesel	7,5 - 14 t	2,14	0,15	0,53	9,88	0,51	0,24	13,46
Tunge	Diesel	14 - 20 t	2,02	0,12	0,43	8,62	1,65	0,19	13,03
Tunge	Diesel	> 20 tonn	1,53	0,06	0,23	4,63	1,56	0,10	8,11
Gjennomsnitt			1,51	0,12	0,90	5,13	0,38	0,55	8,58
SUM	Bensin		0,83	0,13	1,02	4,70	0,01	0,67	7,36
SUM	Diesel		1,86	0,10	0,83	5,29	0,58	0,48	9,16
SUM	LPG		0,50	0,08	0,85	4,02	0,01	0,53	5,98
SUM	CNG		1,22	0,21	0,73	0,71	0,43	0,10	3,40

For persontransport kan en beregne kostnader per personkm ved å dele kostnadene per kjøretøykm på antall personer i kjøretøyet.

Tilsvarende kan en for godstransport beregne kostnadene per tonnkm ved å dele kostnadene per kjøretøykm med antall tonn nyttelast. For hele Norge er det gjort i tabell 4.2.4 basert på SSBs lastebiltellinger.

Tabell 4.2.4 Marginale eksterne kostnader for godstransport i Norge etter vektklasse. 2012-kr. Klimaeffekter kommer i tillegg.

Vektklasse	Mill km	Lastvekt*	Mrd tonnkm	L/tonnkm	Kg CO2/tonnkm	Kr/tonnkm
7,5 - 14 tonn	77	1,9	0,15	0,11	0,29	1,45
14 - 20 tonn	196	4,2	0,83	0,06	0,16	0,79
> 20 tonn	1 698	10,7	18,23	0,05	0,12	0,37
Sum	1 972	9,7	19,21	0,05	0,12	0,40

*gjennomsnitt 2008-2012 ifølge SSBs lastebiltelling

De eksterne kostnadene varierer sterkt etter tettstedstype, og i tabell 4.2.5 er kostnadene per kjørt km fordelt etter tettstedstype og dessuten spesifisert for kø i store tettsteder.

Tabell 4.2.5 Eksterne marginalkostnader etter drivstoff, kjøretøyklasse, vektklasse og tettstedstype. Grensen store/ små tettsteder går ved 100 000 innbyggere. Klimaeffekter kommer i tillegg. 2012-kr/ km.

Klasse	Drivstoff	Vektklasse	Store Tettsteder	Kø i store tettsteder	Mindre tettsteder	Spredt bygd	Norge
Personbil	Bensin		1,45	6,65	0,80	0,26	0,58
Personbil	Diesel		1,62	6,95	0,83	0,26	0,62
Personbil	LPG		1,39	6,37	0,78	0,25	0,56
Andre lette	Bensin		1,52	6,55	0,79	0,31	0,63
Andre lette	Diesel		1,86	7,08	0,85	0,33	0,71
MC/moped	Bensin		0,43	3,32	0,17	0,05	0,15
Buss	Diesel		4,86	17,30	1,48	0,46	1,98
Buss	CNG		2,87	13,04	0,98	0,37	1,70
Tunge	Bensin		6,57	16,47	4,17	1,29	2,34
Tunge	Diesel	<= 7,5 t	6,77	17,41	4,40	1,35	2,44
Tunge	Diesel	7,5 - 14 t	7,72	18,76	4,92	1,56	2,78
Tunge	Diesel	14 - 20 t	8,78	19,83	5,68	2,00	3,34
Tunge	Diesel	> 20 tonn	10,44	22,30	6,44	2,42	3,97
Gjennomsnitt			1,92	7,48	1,01	0,39	0,78
	Bensin		1,40	6,40	0,77	0,25	0,55
	Diesel		2,30	8,23	1,19	0,49	0,95
	LPG		1,39	6,37	0,78	0,25	0,56
	CNG		2,87	13,04	0,98	0,37	1,70
	Elbil		1,34	6,30	0,78	0,25	

I store tettsteder ligger de beregnede eksterne marginale kostnadene generelt på over det dobbelte av gjennomsnittet og langt høyere i store tettsteder sammenlignet med spredtbygde områder. I kø er det beregnet køkostnad som dominerer, og total ekstern marginalkostnad per km er omtrent 4 ganger høyere i kø enn ellers i store tettsteder selv om ekstra drivstofforbruk ikke er medregnet her.

I tabell 4.2.6 er kostnadene per liter drivstoff fordelt på tettstedstyper.

Tabell 4.2.6 Eksterne marginalkostnader etter drivstoff, kjøretøyklasse, vektklasse og tettstedstype. Klimaeffekter kommer i tillegg. 2012-kr/ liter drivstoff (kr/ kWh for elbiler).

Klasse	Drivstoff	Vektklasse	Store Tettsteder	Kø i store tettsteder	Mindre tettsteder	Spredt Bygd	Norge
Personbil	Bensin		17,51	46,59	9,63	3,53	7,57
Personbil	Diesel		24,49	64,57	12,55	4,70	10,39
Personbil	LPG		13,66	38,50	7,68	2,82	5,98
Andre lette	Bensin		18,24	45,67	9,49	4,22	8,08
Andre lette	Diesel		22,03	59,17	10,05	3,99	8,58
MC/moped	Bensin		11,05	69,30	4,31	1,43	3,83
Buss	Diesel		12,52	28,88	3,82	1,45	5,53
Buss	CNG		5,49	15,39	1,88	1,03	3,40
Tunge	Bensin		29,08	59,56	18,47	5,79	10,47
Tunge	Diesel	<= 7,5 t	49,49	79,59	32,19	9,31	17,09
Tunge	Diesel	7,5 - 14 t	36,54	55,77	23,30	7,58	13,46
Tunge	Diesel	14 - 20 t	32,03	45,63	20,72	7,97	13,03
Tunge	Diesel	> 20 tonn	19,38	26,18	11,95	5,13	8,11
Gjennomsnitt			20,20	48,86	10,62	4,35	8,58
	Bensin		17,44	46,81	9,54	3,52	7,36
	Diesel		21,83	50,05	11,27	4,76	9,16
	LPG		13,66	38,50	7,68	2,82	5,98
	CNG		5,49	15,39	1,88	1,03	3,40
	Elbil		6,72	31,50	3,89	1,25	

Tabell 4.2.6 viser at beregnet kostnad for diesalbiler er høyere enn dieselsavgiften for alle typer av tettsted: For bensinbiler er kostnadene høyere enn bensinavgiften i tettsteder, men lavere utenfor tettstedene.

For spredtbygde områder er kostnadene per liter 3,50 kr for bensin og 4,75 kr for diesel mens de kommer opp i 1,25 kr/kWh for elbiler hvis vi legger til grunn et forbruk på 0,2 kWh/km.

I større tettsteder er kostnadene vesentlig høyere, og kommer opp i 24,50 kr/liter for diesel personbiler, 17,50 kr/liter for bensinbiler og nær 7 kr/kWh for elbiler. Kjøres disse i kø øker kostnaden til over 64 kr/liter for diesel personbiler, 46 kr/liter for bensin personbiler og 31 kr/kWh for elbiler.

4.3 Utslippskostnader for alternative drivstoff

I vedlegget presenteres detaljerte tabeller etter tettstedstype og for kjøring i store tettsteder. Her også kostnadene knyttet til elbiler spesifisert. Fordi antatt effekt helsekostnad knyttet til svevestøv inngår i kostnadene, så får også elbiler en beregnet utslippskostnad i tettsteder. Hydrogenbiler får samme verdier som elbiler.

I store tettsteder ligger utslippskostnaden for elbiler på 17 øre/km. Dette er betydelig mindre enn for bensin personbiler på 28 øre/km. Forskjellen er likevel betydelig mindre når en sammenligner med nye bensin personbiler (euroklasse 4 og over) som tilsvarende ligger på 19 øre/km. Diesel personbiler ligger på 45 øre/km, men diesel personbiler med Euroklasse 6 renseteknologi ligger på 23 øre/km i beregnet utslippskostnad i store tettsteder. Tabell V.2.15 og V.2.16 viser kostnader per km fordelt etter euroklasse.

I tabell 4.3.1 har vi sammenlignet de eksterne utslippskostnadene inkludert effekten av svevestøv for el/hydrogenbiler med både gjennomsnittet av bensin og dieslbiler og med de nyeste bensin/diesel/LPG personbilene samt en gammel dieseldrevet bil.

Tabell 4.3.1 Utslippskostnader inkludert svevestøv men uten klimaeffekter i kr/km for personbiler i store tettsteder.

	Kr/km
Gjennomsnitt diesel	0,44
Gjennomsnitt bensin	0,27
Diesel Euro 1	0,86
Diesel Euro 6	0,23
LPG Euro 3	0,19
Bensin Euro 4-6	0,19
El/hydrogen-bil	0,17

Det fremgår av tabellen at en ny LPG/bensinbil bare har 2 øre/km høyere beregnet ekstern kostnad enn en elbil i store tettsteder mens en ny diesebil ikke er langt unna. I mindre tettsteder og spredtbygde strøk blir forskjellen mindre fordi utslipp har mindre betydning.

Andre drivstofftyper benyttes en del i bybusser og er ikke dekket av beregningene til SSB.

For å illustrere nivået på utslippskostnadene ved bruk av alternative drivstoff for busser har vi tatt utgangspunkt i tall fra kollektivselskapet Ruter. Ruter benytter flere forskjellige drivstoff for sine busser, og sammenligner på sine nettsider³³ utslippene fra disse med utslipp fra vanlige dieselbusser:

- Utslippene fra Ruters busser med innblanding av biodiesel basert på Raps øker ifølge Ruter NO_x-utslippene med 20 prosent mens partikkelutslippene reduseres med 20 prosent og CO₂-utslippene med 50 prosent forhold til bruk av vanlig diesel.
- 95 prosent bioetanol gir 20 prosent lavere utslipp av NO_x, 40 prosent lavere utslipp av partikler og 70 prosent lavere CO₂-utslipp i forhold til vanlig dieseldrift.
- Hybriddrift reduserer alle utslipp med 30 prosent.
- Biogass reduserer NO_x-utslippene med 40 prosent, partikkel-utslippene med 80 prosent og CO₂-utslippene med 90 prosent i forhold til vanlig dieseldrift.

På grunnlag av tabellene i vedlegget og Ruters opplysninger har vi utarbeidet anslag for utslippskostnader for busser i større tettsteder som er gjengitt i tabell 4.3.2. Effekten av reduserte utslippene av CO₂ er ikke medregnet siden klimaeffekter er holdt utenfor våre beregninger.

³³ <https://ruter.no/verdt-a-vite/miljo/>

Tabell 4.3.2 Utslippskostnader inkludert svevestøv men uten klimaeffekter i kr/km for busser i store tettsteder og anslag ut fra opplysninger fra Ruter.

Drivstoff/Euroklasse	kr/km
Diesel pre Euro	7,00
Diesel Euro I	4,90
Diesel Euro II	4,56
Diesel Euro III	4,08
Diesel Euro IV	2,72
Diesel Euro V	2,27
Diesel Euro VI	0,83
Diesel gjennomsnitt	3,20
CNG	1,21
EL/hydrogen	0,65
Utslippskostnader basert på Ruters opplysninger sammenlignet med vanlige dieselbusser:	
	Prosent
Biodiesel	+ 10 %
Bioetanol	- 20 %
Hybrid	- 24 %
Biogass	- 38 %

Av Ruters busser kommer biogass best ut, mens bruk av biodiesel ser ut til å gi høyere kostnader enn vanlig diesel. Også bruk av bioetanol og hybriddrift reduserer utslippskostnadene i forhold til vanlig diesel. Med Euro VI teknologi ender tunge dieselkjøretøy likevel opp med såpass lave utslippskostnader at bare el/hydrogen gir nevneverdig lavere utslippskostnader når en holder klimaeffekter utenfor.

4.4 Sammenligning med tidligere beregninger

I Eriksen m fl (1999) ble de tilsvarende marginale eksterne kostnadene (dvs. uten verdsetting av CO₂) knyttet til vegtrafikken beregnet til 24,2 milliarder kroner omregnet i 2012-kr. Regnet per km tilsvarer det 0,74 kr/km. Dette kan sammenlignes med vår beregning uten vinterdriftskostnader som ender på 0,73 kr/km. I forhold til Eriksen (1999) er utslipp og støy imidlertid verdsatt en god del lavere og ulykker en god del høyere.

I Econ (2003) er det tilsvarende anslaget regnet i 2012-kr redusert til ca 20 milliarder kr. Det tilsvarer 0,60 kr/km. I forhold til vår beregning er spesielt støy høyt verdsatt mens utslipp og ulykker er lavere verdsatt.

Tabell 4.4.1 Sammenlignbare beregninger av eksterne marginalkostnader ved vegtrafikk i Norge. 2012-kr/km

	Utslipp*	Støy	Kø	Ulykker	Slitasje	Sum
TØI (2014)	0,14	0,01	0,08	0,47	0,03	0,73
Eriksen m fl (1999)	0,22	0,07	0,10	0,30	0,05	0,74
Econ (2003)	0,08	0,13	0,10	0,24	0,05	0,60

*Uten klimaeffekter

I SINTEF 2010 er marginale eksterne kostnader beregnet for tyngre kjøretøy. Her er de sammenlignbare eksterne marginale kostnadene beregnet til 2,45 kr/km for tunge

kjøretøy sammenlignet med 2,40 – 3,90 kr/km avhengig av vektklasse i våre beregninger.

Både køkostnadene og ulykkeskostnader for tunge biler er av SINTEF beregnet til 50 øre/km for tunge kjøretøy mens køkostnadene er anslått til 11 øre/km og ulykkeskostnadene til 1,90-2,27 kr/km hos oss.

Støykostnaden er beregnet til 14 øre/km sammenlignet med 3 øre/km hos oss. Utslipp er vurdert til det dobbelte mens slitassen omtrent tilsvarende våre beregninger.

Tabell 4.4.2 Sammenlignbare beregninger av eksterne marginalkostnader for tungtrafikk i Norge. Kr/ km.

	Utslipp*	Støy	Kø	Ulykker	Slitasje	Sum
TØI (2014) <7,5 tonn	0,33	0,03	0,11	1,90	0,01	2,39
TØI (2014) > 20 tonn	0,75	0,03	0,11	2,27	0,76	3,92
SINTEF (2010)	0,81	0,14	0,50	0,50	0,51	2,45

*Uten klimaeffekter

Støykostnadene er hos SINTEF beregnet med utgangspunkt i Maibach mfl 2008 (se under) som anbefaler omtrent 70 øre/km for tunge kjøretøy i by. Det kan sammenlignes med anslaget på 13 øre/km i marginale kostnader for tunge kjøretøy i store tettsteder hos oss. Vi har til sammenligning beregnet gjennomsnittskostnaden til 79 øre/km i store tettsteder.

Også ulykkeskostnadene bygger på Maibach mfl 2008. Dette gir totale ulykkeskostnader som tilsvarende ca 25 % av våre beregninger for tunge godsbiler.

Køkostnadene i SINTEF (2010) er basert på en antagelse om at 33 % av trafikken foregår i køer med en marginalkostnad på ca 4 kr/km for personbiler i Oslo og halvparten av dette i andre storbyer. Vi benytter dermed en høyere verdi per km i kø enn SINTEF, men legger til grunn en langt lavere andel køtrafikk ut fra SSBs vurdering av at 5 % av trafikken i tettsted skjer i tett kø.

Andre beregninger av køkostnader er nærmere omtalt i avsnitt 3.4.2.

5 Referanser

- Ackermann-Lieblich, U. 2011. "Respiratory and cardiovascular effects of NO₂ in epidemiological studies." In: Nriagu, J.O. (ed.) *Encyclopedia of Environmental Health*, 1st ed., Elsevier, Amsterdam.
- Amundsen, A.H. & Bjørnskau, T. 2003. "Utrygghet og risikokompensasjon i transportsystemet. En kunnskapsoversikt for RISIT-programmet." TØI Rapport 622/2003, Transportøkonomisk institutt (TØI), Oslo.
- Amundsen, A.H., Klæboe, R. & Fyhri, A. 2008. "Annoyance from air pollution: exposure-response relationships for Norway." *Atmospheric Environment*, 42(33): 7679-7688.
- Anderson, M.L. & Auffhammer, M. 2013. "Pounds that kill: the external costs of vehicle weight." University of California, Berkeley, CA.
- Andersson, H. & Ögren, M. 2011. "Noise charges in road traffic: pricing schedule based on the marginal cost principle." *Journal of Transportation Engineering*, 137(12): 926-933.
- Andersson, H. & Ögren, M. 2013. "Charging the polluters: a pricing model for road and railway noise." *Journal of Transport Economics and Policy*, 47: 313-333.
- ARE. 2003. "Externe Kosten des Verkehrs im Bereich Natur und Landschaft: Monetarisierung der Verluste und Fragmentierung von Habitaten." Bundesamtes für Raumentwicklung (ARE), Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK), Bern.
- ARE. 2006. "Externe Kosten des Strassen- und Schienenverkehrs 2000 – Klima und bisher nicht erfasste Umweltbereiche, städtische Räume sowie vor- und nachgelagerte Prozesse." Bundesamtes für Raumentwicklung (ARE), Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK), Bern.
- Arnevik, A. 2005. "Kategorisering av vegnettet." Arbeidsnotat, 11/11-05, ViaNova Plan og Trafikk, Sandvika.
- Basner, M., Babisch, W., Davis, A., Brink, M., Clark, C., Janssen, S. & Stansfeld, S. 2013. "Auditory and non-auditory effects of noise on health." *The Lancet*, in press.
- Bateman, I.J. & Willis, K.G. (red.) 1999. *Valuing Environmental Preferences: the Theory and Practice of the Contingent Valuation Method in the US, EU and Developing Countries*. Oxford University Press, Oxford.
- Baumol, W.J. & Oates, W.E. 1988. *The Theory of Environmental Policy*. 2nd ed., Cambridge University Press, Cambridge.
- Bevanger, K., Falldorf, T. & Strand, O. 2005. "Rv7-tunneler på Hardangervidda: effekter for villrein." NINA Rapport 106, Norsk institutt for naturforskning (NINA), Trondheim.

- 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), Project funded by the European Commission under the Transport RTD Programme of the 6th Framework Programme. Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER), Universität Stuttgart, Stuttgart.
- Bjørner, T.B. & Kjeldsen, M.H. 2013. "Trafikulykker, personbilers vægt og kørselsafgifter." *Nationaløkonomisk Tidskrift*, 151: 89-112.
- Bjørner, T.B., Kjeldsen, M.H. & Nielsen, K.V. 2013. "Marginale eksterne ulykkesomkostninger og personbilers vægt." *Arbejdsrapport 2013:2, De Økonomiske Råd*, København.
- Bjørnskau, T. 2005. "Sykkelulykker: ulykkestyper, skadekonsekvenser og risikofaktorer." TØI Rapport 793/2005, Transportøkonomisk institutt (TØI), Oslo.
- Bjørnskau, T. 2011. "Risiko i veitrafikken 2009-2010." TØI Rapport 1164/2011, Transportøkonomisk institutt (TØI), Oslo.
- Börjesson, M. & Eliasson, J. 2012. "The value of time and external benefits in bicycle appraisal." *Transportation Research Part A*, 46: 673-683.
- Bossche, M. van den, Certan, C., Goyal, P., Gommers, M. & Samson, T. 2001. "Marginal cost methodology." Deliverable 3, UNification of accounts and marginal costs for Transport Efficiency (UNITE), funded by the 5th Framework RTD Programme. Institute for Transport Studies (ITS), University of Leeds, Leeds.
- Bossche, M. van den, Certan, C., Veldman, S., Nash, C. & Matthews, B. 2005. "Measuring marginal social costs: methods, transferability." *Research in Transportation Economics*, 14: 287-314.
- Botteldooren, D., Verkeyn, A., Lercher, P., 2003. A fuzzy rule based framework for noise annoyance modeling. *J. Acoust. Soc. Am.* 114, 1487-1498.
- Brunekreef, B., Forsberg, B., 2005. Epidemiological evidence of effects of coarse airborne particles on health. *Eur. Respir. J.* 26, 309-318.
- Chen, R., Li, Y., Ma, Y., Pan, G., Zeng, G., Xu, X., Chen, B., Kan, H., 2011. Coarse particles and mortality in three Chinese cities: The China Air Pollution and Health Effects Study (CAPEs). *Sci. Total Environ.* 409, 4934-4938.
- Cheng, Y. & Kan, H. 2012. "Effect of the interaction between outdoor air pollution and extreme temperature on daily mortality in Shanghai, China." *Journal of Epidemiology*, 22: 28-36.
- Clench-Aas, J., Bartonova, A., Klæboe, R., Kolbenstvedt, M., 1999. Oslo traffic study - part 2: quantifying effects of traffic measures using individual exposure modeling, 8th International Symposium on Transport and Air Pollution, Graz, Austria, pp. 4737-4744.
- Coase, R.H. 1960. "The problem of social cost." *Journal of Law and Economics*, 3: 1-44.

- Coffin, A.W. 2007. "From roadkill to road ecology: a review of the ecological effects of roads." *Journal of Transport Geography*, 15(5): 396-406.
- de Hollander, A.E.M. 2011. "Community noise disease burden: DALYs may be the answer, but what is the question?" In: Nriagu, J.O. (ed.) *Encyclopedia of Environmental Health*, 1st ed., Elsevier, Amsterdam, pp. 778-790.
- Denstadli, J.M., Engebretsen, Ø., Hjorthol, R. & Vågane, L. 2006. "Den nasjonale reisevaneundersøkelsen 2005: Nøkkelfrapport." TØI Report 844/2006, Transportøkonomisk institutt (TØI), Oslo.
- Dovre Group. 2010. "Evaluering av konkurranseutsetting av drift- og vedlikehold i Statens vegvesen." Rapport til Samferdselsdepartementet, Dovre Group AS, Lysaker.
- ECMT. 1998. "Efficient transport for Europe, policies for internalisation of external costs." European Conference of Ministers of Transport (ECMT), Paris.
- ECON. 2003. "Eksterne marginale kostnader ved transport." Rapport 2003-054, ECON, Oslo.
- Elvik, R. 1993. "Hvor mye er unngåtte trafikkulykker verd for samfunnet? Oppsummeringsrapport." TØI Rapport 193/1993, Transportøkonomisk institutt (TØI), Oslo.
- Elvik, R. 1994. "The external costs of traffic injury: definition, estimation, and possibilities for internalization." *Accident Analysis and Prevention*, 26(6): 719-732.
- Elvik, R. 2008a. "En komparativ analyse av ulike typer normative premisser for transportsikkerhetspolitikken." TØI Rapport 964/2008, Transportøkonomisk institutt (TØI), Oslo.
- Elvik, R. 2008b. "Dimensions of road safety problems and their measurement." *Accident Analysis and Prevention*, 40(3): 1200-1203.
- Elvik, R. 2008c. "Risk information in value of safety study." TØI Arbeidsdokument SM/1962/2008, Transportøkonomisk institutt (TØI), Oslo.
- Elvik, R., Høye, A., Vaa, T. & Sørensen, M. 2009a. *The Handbook of Road Safety Measures*. 2nd ed., Emerald, Bingley.
- Elvik, R., Kolbenstvedt, M., Elvebakk, B., Hervik, A., Bræin, L. 2009b. "Costs and benefits to Sweden of Swedish road safety research." *Accident Analysis and Prevention*, 41(3): 387-392.
- Elvik, R. & Mysen, A.B. 1999. "Incomplete accident reporting: meta-analysis of studies made in 13 countries." *Transportation Research Record*, 1665: 133-140.
- Eriksen, K.S. & Hovi, I.B. 1995. "Transportmidlenes marginale kostnadsansvar." TØI notat 1019/1995, Transportøkonomisk institutt (TØI), Oslo.
- Eriksen, K.S., Markussen, T.E. & Pütz, K. 1999. "Marginale kostnader ved transportvirksomhet." TØI rapport 464/1999, Transportøkonomisk institutt (TØI), Oslo.
- Eriksen K.S., Vingan A., Hagman, R. og Fearnley, N. (2009). "Samfunnsregnskap for Ruter 2008, TØI rapport 1032/2009." Transportøkonomisk institutt, Oslo.

- Evans, G.W., Colome, D.S., Shearer, F., 1988. Psychological reactions to air pollution. *Environ. Res.* 45, 1-15.
- Evans, L. & Frick, M.C. 1993. "Mass ratio and relative driver fatality risk in two-vehicle crashes." *Accident Analysis and Prevention*, 25: 213-224.
- Flügel, S., Ramjerdi, F., Veisten, K., Killi, M. & Elvik, R. 2013. "Valuation of cycling facilities with and without controlling for casualty risk." *International Journal of Sustainable Transportation*. In press.
- Forman, T.T. & Alexander, L.E. 1998. "Roads and their major ecological effects." *Annual Review of Ecological Systems*, 29: 207-231.
- Forsberg, B., Stjernberg, N. & Wall, S. 1997. "People can detect poor air quality well below guideline concentrations: A prevalence study of annoyance reactions and air pollution from traffic." *Occupational and Environmental Medicine*, 54: 44-48.
- Foss, T., Larsen, O.I., Rekdal, J. & Tretvik, T. 2010. "Utredning av vegavgift for tunge kjøretøy." SINTEF rapport A15768, SINTEF Teknologi og Samfunn, Trondheim.
- Freudenberger, L., Hobson, P.R., Rupic, S., Pe'er, G., Schluck, M., Sauermann, J., Kreft, S., Selva, N. & Ibisch, P.L. 2013. "Spatial road disturbance index (SPROADI) for conservation planning: a novel landscape index, demonstrated for the State of Brandenburg, Germany." *Landscape Ecology*, 28(7): 1353-1369.
- Fridstrøm, L. 1999. "Econometric models of road use, accidents, and road investment decisions – Volume II." TØI Rapport 457/1999, Transportøkonomisk institutt (TØI), Oslo.
- Fridstrøm, L. 2000. "The TRULS-1 model for Norway." I Gaudry, M. & Lassarre, S. (red): *Structural Road Accident Models: The International DRAG Family*. Elsevier, Amsterdam (s. 97-126).
- 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 (JTRC), International Transport Forum (ITF), OECD, Paris.
- Friedrich, R og Bickel, P. 2001. "Environmental external costs of transport." Springer-Verlag, Berlin Heidelberg
- FHWA. 1997. "1997 Federal highway cost allocation study: Final report." US Federal Highway Administration (FHWA), Department of Transportation, Washington, D.C.
- Gan, W.Q., Davies, H.W., Koehoorn, M., Brauer, M., 2012. Association of long-term exposure to community noise and traffic-related air pollution with coronary heart disease mortality. *Am. J. Epidemiol.* 175, 898-906.
- Golob, T.F. & Recker, W.W. 2004. "A method for relating type of crash to traffic flow characteristics on urban freeways." *Transportation Research Part A*, 38: 53-80.
- Grudemo, S. 1994. "Nya vägars intrångskostnader – en sammanställning av resultat av CVM-undersökningar ock 'för eller emot'-studier." VTI-rapport nr 744, Väg- och transportforskningsinstitutet (VTI), Linköping.

- Grudemo, S., Ivehammar, P. & Sandström, J. 2002. "Beräkningsmodell för infrastrukturinvesteringars intrångskostnader." VTI-meddelande 939-2002, Väg- och transportforskningsinstitutet (VTI), Linköping.
- Hagman, R. & Amundsen, A.H. 2013. "Utslipp fra kjøretøy med Euro 6/VI teknologi." TØI Rapport 1259/2013, Transportøkonomisk institutt (TØI), Oslo.
- Hagman, R., Gjerstad, K.I. & Amundsen, A.H. 2011. "NOX-utslipp fra kjøretøyparken i norske storbyer: utfordringer og muligheter frem mot 2025." TØI Rapport 1168/2011, Transportøkonomisk institutt (TØI), Oslo.
- Halse, A.H., Samstad, H., Killi, M., Flügel, S., & Ramjerdi, F. 2010. "Verdsetting av framføringstid og pålitelighet i godstransport." TØI Rapport 1083/2010, Transportøkonomisk institutt (TØI), Oslo.
- Håøya, A.-O. & Storhaug, R. 2013. "Rensing av vann fra veg og anlegg: en sammenstilling av metoder og praksis i 12 land." Statens vegvesens rapporter nr. 195, Statens vegvesen – Vegdirektoratet, Oslo.
- Haraldsson M. 2011. "Marginalkostnader för drift och underhåll av det nationella vägnätet – Skattningar med data från 2004–2009." VTI notat 29-2011, Statens väg- och transportforskningsinstitut (VTI), Stockholm
- Haraldsson, M., Jonsson, L. & Ögren, M. 2012. "Marginalkostnadsskattningar för buss och lätt lastbil – buller, trafiksäkerhet och vägslitage." VTI notat 31-2012, Statens väg- och transportforskningsinstitut (VTI), Stockholm.
- Hine, J. & Russel, J. 1993. "Traffic barriers and pedestrian crossing behavior." *Journal of Transport Geography*, 1(4): 230-239.
- Hiselius L.W. 2004. "Estimating the relationship between accident frequency and homogeneous and inhomogeneous traffic flows." *Accident Analysis and Prevention*, 36: 985-992.
- Hiselius, L.W. 2005. "External costs of transports imposed on neighbours and fellow road users." Doktorsavhandling, Lund Economic Studies No 130, Nationalekonomiska institutionen, Lunds universitet, Lund.
- Hjelle, H.M. 2004. "Marginale vegslitasjekostnader. Gir nye angrepsvinkler ny viten som er relevant for norske forhold?" Rapport 0402, Møreforskning, Molde.
- HOD 2006. "Mestring, muligheter og mening: Framtidas omsorgsutfordringer." St.meld. nr. 25 (2005-2006), Helse- og omsorgsdepartementet (HOD), Oslo.
- Hoek, G., Krishnan, R.M., Beelen, R., Peters, A., Ostro, B., Brunekreef, B., Kaufman, J.D., 2013. Long-term air pollution exposure and cardio- respiratory mortality: a review.
- Høye, A., Elvik, R., Vaa, T. & Sørensen, M.W.J. 2012. Trafikksikkerhetshåndboken. 4. utg., Transportøkonomisk institutt (TØI), Oslo.
- http://ec.europa.eu/transport/themes/strategies/2008_greening_transport_en.htm
- <http://www.catrin-eu.org/>
- <http://www.grace-eu.org/>
- <http://www.its.leeds.ac.uk/projects/unite/>
- Hultkrantz, L. & Lindberg, G. 2011. "Accident cost, speed and vehicle mass externalities, and insurance." Discussion Paper No. 2011-26, OECD-ITF Joint

- Transport Research Centre (JTRC), International Transport Forum (ITF), OECD, Paris.
- INFRAS. 2010. "HBEFA - Handbook emission factors for road transport." Version 3.1, January 2010, INFRAS, Bern.
- Israelsson, T. 2001. "Infrastructure investments and environmental preservation – an economic foundation for public decisions." Doktorsavhandling 26, Institutionen för skogsekonomi, Sveriges lantbruksuniversitet, Umeå.
- Iuell, B., Bekker, G.J., Cuperus, R., Dufek, J., Fry, G., Hicks, C., Hlavác, V., Keller, V.B., Rosell, C., Sangwine, T., Tørsløv, N. & Wandall, B. (red.) 2003. "Wildlife and traffic: a European handbook for identifying conflicts and designing solutions." Prepared by COST 341 – Habitat. KNNV Publishers, Utrecht.
- Ivehammar, P. 2008. "Valuing in actual travel time environmental encroachment caused by transport infrastructure." *Transportation Research Part D*, 13(7): 455-461.
- Jacquemin, B., Sunyer, J., Ackermann-Liebrich, U., de Marco, R., Forsberg, B., Heinrich, J., Kuna-Dibbert, B., Oglesby, L., Toren, K., Kuenzli, N., 2004. Annoyance due to air pollution in Europe. *Epidemiology* 15, S43-S43.
- Janssen, N.A.H., Gerlofs-Nijland, M.E., Lanki, T., O, S.R., Cassee, F., Hoek, G., Fischer, P., Brunekreef, B., Krzyzanowski, M., 2012. Health effects of black carbon. WHO, Copenhagen.
- Jansson, J.O. 1994. "Accident externality charges." *Journal of Transport Economics and Policy*, 28(1): 31-43.
- Johansson, P.-O. 1992. "Altruism in cost-benefit analysis." *Environmental and Resource Economics*, 2: 605-613.
- Johansson, P.-O. 1994. "Altruism and the value of statistical life: empirical implications." *Journal of Health Economics*, 13: 111-118.
- Jones-Lee, M.W. 1990. "The value of transport safety." *Oxford Review of Economic Policy*, 6(2): 39-58.
- Jones-Lee, M.W. 1992. "Paternalistic altruism and the value of a statistical life." *Economic Journal*, 102(410): 80-90.
- Kan, H., London, S.J., Chen, G., Zhang, Y., Song, G., Zhao, N., Jiang, L., Chen, B., 2007. Differentiating the effects of fine and coarse particles on daily mortality in Shanghai, China. *Env. Int.* 33, 376-384.
- Kjeldsen, M.H. 2013. "Dokumentation af state-of-the-art eksterne ulykkesomkostninger udregninger." Notat til Arbejdspapir 2013:2, De Økonomiske Råd, København.
- Klæboe, R., Amundsen, A.H. & Fyhri, A. 2008. "Annoyance from air pollution: a comparison of European exposure-response relationships." *Atmospheric Environment*, 42(33): 7689-7694.
- Klæboe, R., Amundsen, A.H., Fyhri, A. & Solberg, S. 2004. "Road traffic noise – the relationship between noise exposure and noise annoyance in Norway." *Applied Acoustics*, 65: 893-912.

- Klæboe, R., Kolbenstvedt, M., Clench-Aas, J. & Bartonova, A. 2000. "Oslo traffic study - part 1: an integrated approach to assess the combined effects of noise and air pollution on annoyance." *Atmospheric Environment*, 34(27): 4727-4736.
- Klæboe, R., Turunen-Rise, I.H., Hårvik, L. & Madshus, C. 2003. "Vibration in dwellings from road and rail traffic - Part II: exposure-effect relationships based on ordinal logit and logistic regression models." *Applied Acoustics*, 64(1): 89-110.
- Kolbenstvedt, M., 1998. Miljøkonsekvenser av hovedvegomlegging Oslo Øst. Oppsummering av studier 1987-1996. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Kolbenstvedt, M. & Fyhri, A. 2004. "Veger til bedre bymiljø. Miljøundersøkelser Oslo Øst 1987 - 2002." TØI Rapport 743/2004, Transportøkonomisk institutt (TØI), Oslo.
- Kulmala, R. 1995. "Measuring the safety effect of road measures at junctions." *Accident Analysis and Prevention*, 26: 781-794.
- Lauritsen, J.M., Röck, N.D., Beck Mikkelsen, J. & Jørgensen, T. 2002. "Registrering af trafikskader på skadestuerne til vejvæsenets sortpletbekæmpelse." *Ugeskrift for Læger*, 164(44).
- Legret, M. & Pagotto, C. 1999. "Evaluation of pollutant loadings in the runoff waters from a major rural highway." *Science of Total Environment*, 23: 143-150.
- Lekaviciute, J., Kephelopoulos, S., Stansfeld, S., C, C., 2013. ENNAH -- European Network on Noise and Health. ENNAH, Luxemburg.
- Liden, E., Nordin, S., Hogman, L., Ulander, A., Deniz, F., Gunnarsson, A.G., 1998. Assessment of odor annoyance and its relationship to stimulus concentration and odor intensity. *Chem. Senses* 23, 113-117.
- Lindberg, G. 1999. "Benevolence and the value of statistical life." Working Paper CTEK, Högskolan Dalarna, Borlänge.
- Lindberg, G. 2001. "Traffic insurance and accident externality charges." *Journal of Transport Economics and Policy*, 35: 399-416.
- Lindberg, G. 2005. "Measuring the marginal social cost of transport: accidents." *Research in Transportation Economics*, 14: 155-183.
- Lindberg, G. 2006. "Marginal cost case studies for road and rail transport." Deliverable D3, Generalisation of Research on Accounts and Cost Estimation (GRACE), Project funded by the European Commission under the Transport RTD Programme of the 6th Framework Programme. Institute for Transport Studies (ITS), University of Leeds, Leeds.
- Lindhjem, H. 2007. "20 years of stated preference valuation of non-timber benefits from Fennoscandian forests: a meta-analysis." *Journal of Forest Economics*, 12: 251-277.
- Litman, T.A. 2003a. "Integrating public health objectives in transportation decision-making." *American Journal of Health Promotion*, 18(1): 103-108.
- Litman, T.A. 2003b. "Economic value of walkability." *Transportation Research Record*, 1828: 3-11.
- Magnussen, K., Navrud, S. & San Martín, O. 2010a. "Verdien av tid, sikkerhet og miljø i transportsektoren – luftforurensing". Sweco-rapport 1053D/2010, Sweco, Sandvika.

- Magnussen, K., Navrud, S. & San Martín, O. 2010b. "Verdien av tid, sikkerhet og miljø i transportsektoren – støy. Sweco-rapport 1053E/2010, Sweco, Sandvika.
- 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, Delft.
- Mayeres, I., Ochelen, S. & Proost, S. 1996. "The marginal external costs of urban transport." *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 1: 111-130.
- Meister, K., Johansson, C., Forsberg, B., 2012. Estimated short-term effects of coarse particles on daily mortality in Stockholm, Sweden. *Environ. Health Perspect.* 120, 431-436.
- 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(4): 409-416.
- Miedema, H.M.E. 2002. "Position paper on dose response relationships between transportation noise and annoyance." Publications Office of the European Union, Luxembourg.
- Miller, T.R. 1993. "Costs and functional consequences of U.S. roadway crashes." *Accident Analysis and Prevention*, 23: 593-607.
- Mishan, E.J. 1971. "The postwar literature on externalities: an interpretative essay." *Journal of Economic Literature*, 9: 1-28.
- Modig, L. & Forsberg, B. 2007. "Perceived annoyance and asthmatic symptoms in relation to vehicle exhaust levels outside home: a cross-sectional study." *Environmental Health*, 6: 29 (online, 10 pp).
- Moore, T. & Pozdena, R. 2004. "Framework for an economic evaluation of transportation investments." In: Bekiaris, E. & Nakanishi, Y.J. *Economic Impacts of Intelligent Transportation Systems: Innovations and Case Studies*. Elsevier Ltd., Amsterdam.
- Nash, C.A. 2003. "UNITE: final report for publication." UNification of accounts and marginal costs for Transport Efficiency (UNITE), funded by the 5th Framework RTD Programme. Institute for Transport Studies (ITS), University of Leeds, Leeds.
- Nash, C.A., Matthews, B., Link, H., Bonsall, P.W., Lindberg, G., van de Voorde, E., Ricci, A., Enei, R. & Proost, S. 2008. "Final activity report." Generalisation of Research on Accounts and Cost Estimation (GRACE), Project funded by the European Commission under the Transport RTD Programme of the 6th Framework Programme. Institute for Transport Studies (ITS), University of Leeds, Leeds.
- Nash, C.A., Shires, J.D. & Link, H. 2010. "Quantifizierung der sozialen Grenzkosten des Straßenverkehrs: Welches sind die wichtigsten Komponenten?" *Verkehr und Nachhaltigkeit*, 79: 13-38.
- Navrud, S. & Ready, R.C. (red.) 2007. *Environmental Value Transfer: Issues and Methods*. Springer, Dordrecht.

- Needleman, L. 1976. "Valuing other people's lives." *Manchester School of Economic and Social Studies*, 44(4): 309-342.
- Nellthorp, J., Sansom, T., Bickel, P., Doll, C. & Lindberg, G. 2001. "Valuation conventions for UNITE." Annex 3 (Deliverable 5), UNification of accounts and marginal costs for Transport Efficiency (UNITE), funded by the 5th Framework RTD Programme. Institute for Transport Studies (ITS), University of Leeds, Leeds.
- Nenseth, V., Christiansen, P. & Hald, M. 2012. "Indikatorer for miljøvennlig bytransport – sammenhenger og sammenligninger." TØI Rapport 1210/2012, Transportøkonomisk institutt (TØI), Oslo.
- Newbery, D.M. 1988. "Road user charges in Britain." *Economic Journal*, 98: 161-176.
- NOU. 1997. "Nytte-kostnadsanalyser: Prinsipper for lønnsomhetsvurderinger i offentlig sektor." NOU 1997-27, Norges offentlige utredninger (NOU), Finansdepartementet, Oslo.
- NOU. 2012. "Samfunnsøkonomiske analyser." NOU 2012-16, Norges offentlige utredninger (NOU), Finansdepartementet, Oslo.
- Nriagu, J. (ed.) 2011. *Encyclopedia of Environmental Health*, 1st ed., Elsevier, Amsterdam.
- Oglesby, L., Kunzli, N., Monn, C., Schindler, C., Ackermann-Liebrich, U., Leuenberger, P., 2000. Validity of annoyance scores for estimation of long term air pollution exposure in epidemiologic studies - The Swiss Study on Air Pollution and Lung Diseases in Adults (SAPALDIA). *Am. J. Epidemiol.* 152, 75-83.
- Ökoskop. 1998. "Externe Kosten des Verkehrs im Bereich Natur und Landschaft." Vorstudie I, GVF-Auftrag Nr. 322, Bundesamtes für Raumentwicklung (ARE), BUWAL, Gelterkinden/Bern.
- Overgaard Madsen, J.C. 2005. "Skadesgradsbaseret sortpletudpegning – Fra crash prevention til loss reduction i de danske vejbestyrelses sortpletarbejde." Ph.D.-afhandling, Tekniske Naturvidenskabelig Fakultet, Aalborg Universitet, Ålborg.
- Parry, I.W.H., Walls, M. & Harrington, W. 2006. "Automobile externalities and policies." Discussion Paper RFF DP 06-26, Resources for the Future (RFF), Washington, DC.
- Pasanen, E. 1999. "The risks of cycling." *Proceedings of the conference Traffic Safety on two Continents*, 20.-22. sept. 1999, Malmö.
- Peltzman, S. 1975. "The effects of automobile safety regulations." *Journal of Political Economy*, 83(4): 677-725.
- Peris, E., Woodcock, J., Sica, G., Moorhouse, A.T. & Waddington, D.C. 2012. "Annoyance due to railway vibration at different times of the day." *Journal of the Acoustical Society of America*, 131(2): EL191-EL196.
- Persson, U. & Ödegaard, K. 1995. "External cost estimates of road traffic accidents." *Journal of Transport Economics and Policy*, 3: 291-304.
- Persson, U., Hjalte, K., Nilsson, K. & Norinder, A. 2000. "Värdet av att minska risken för vägtrafikskador – Beräkning av riskvärdet för dödliga, genomsnittligt

- svåra och lindriga skador med contingent valuation metoden.” Bulletin 183, Institutionen för teknik och samhälle, Lunds Tekniska Högskola, Lund.
- PROSAM. 2012. “Fremkommelighetsundersøkelse for bil i Oslo og Akershus 2011-2012.” PROSAM rapport nr. 200, PROSAM – Samarbeid for bedre trafikkprognoser i Oslo-området, Oslo.
- PROSAM. 2013. “Bygrensetellingen 2012.” PROSAM rapport nr. 204, PROSAM – Samarbeid for bedre trafikkprognoser i Oslo-området, Oslo.
- Ramjerdi, F., Flügel, S., Samstad, H. & Killi, M. 2010. “Den norske verdsettingsstudien – Tid.” TØI Rapport 1053B/2010, Transportøkonomisk institutt (TØI), Oslo.
- Rekdal, J., Larsen, O.I., Steinsland, C. og Zhang, W. (2012). ”Eksempler på analyser av kjøprising med TraMod_by. Konsekvenser av tidsdifferensierte bompengesatser i Oslo, Bergen og Trondheim.” Rapport 1208, Møreforskning Molde, Molde
- Riksrevisjonen. 2009. “Riksrevisjonens undersøkning av drift og vedlikehold av vegnettet.” Dokument nr. 3:16 (2008-2009), Riksrevisjonen, Oslo.
- Rizzi, L.I. 2008. “Integrating travel delays, road safety, care, vehicle insurance and cost-benefit analysis of road capacity expansion in a unified framework.” *Networks and Spatial Economics*, 8(2): 125-140.
- Rotko, T., Oglesby, L., Kunzli, N., Carrer, P., Nieuwenhuijsen, M.J., Jantunen, M., 2002. Determinants of perceived air pollution annoyance and association between annoyance scores and air pollution (PM2.5, NO2) concentrations in the European EXPOLIS study. *Atmos. Environ.* 36, 4593-4602.
- Sælensminde, K. & Elvik, R. 2000. “Prioriteringsverktøy for gang- og sykkeltiltak – premisser og veiledning.” TØI Rapport 479/2000, Transportøkonomisk institutt (TØI), Oslo.
- Sælensminde, K. 2002. “Gang- og sykkelvegnett i norske byer. Nytte-kostnadsanalyser inkludert helseeffekter og eksterne kostnader av motorisert vegtrafikk.” TØI Rapport 567/2002, Transportøkonomisk institutt (TØI), Oslo.
- Sælensminde, K. 2004. “Cost-benefit analyses of walking and cycling track networks taking into account insecurity, health effects and external costs of motorized traffic.” *Transportation Research Part A*, 38(8): 593-606.
- Sagberg, F. & Christensen, P. 2006. “SSBs statistikk over veitrafikkulykker: veiledning for brukere.” TØI Arbeidsdokument 1819/2006, Transportøkonomisk institutt (TØI), Oslo.
- Samstad, H., Ramjerdi, F., Veisten, K., Navrud, S., Magnussen, K., Flügel, S., Killi, M., Halse, A.H., Elvik, R. & San Martín, O. 2010. “Den norske verdsettingsstudien – Sammendragsrapport.” TØI Rapport 1053/2010, Transportøkonomisk institutt (TØI), Oslo.
- Sandberg, U. 2001. “Noise emissions of road vehicles – Effect of regulation.” Statens väg- och transportforskningsinstitut (VTI), Linköping.
- Schreyer, C., Maibach, M., Rothengatter, W., Doll, C., Schneider, C., Schmedding, D. 2004. “External costs of transport: update study.” INFRAS, IWW, International Union of Railways (UIC), Karlsruhe/Zürich/Paris.

- Schwab Christe, G.N. & Soguel, C.N. 1995. *Contingent Valuation, Transport Safety and the Value of Life*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- SD. 2013a. "Konkurransegrunnlag – Åpen anbudskonkurranse for kjøp av utredning av marginale eksterne kostnader ved vegtrafikk." Saksnr. 13/199 (Anskaffelse etter FOA Del I & II), 16. mai 2013. Samferdselsdepartementet (SD), Oslo.
- SD. 2013b. "Nasjonal transportplan 2014-2023." Meld. St. 26, Samferdselsdepartementet (SD), Oslo.
- SFT. 2000. "Helseeffekter og samfunnsøkonomiske kostnader av luftforurensning. Luftforurensninger – effekter og verdier (LEVE)." Rapport TA-1718/2000, Statens forurensningstilsyn (SFT), Oslo.
- SFT. 2005. "Marginale miljøkostnader ved luftforurensning. Skadekostnader og tiltakskostnader." Rapport TA-2100/2005, Statens forurensningstilsyn (SFT), Oslo.
- SIKA. 2001. "Trafikens externa effekter." SIKA Rapport 2001:7, Statens institut för kommunikationsanalys (SIKA), Stockholm.
- Small, K.A., Winston, C. & Evans, C.A. 1989. "Road work: a new highway pricing and investment policy." The Brookings Institution, Washington, DC.
- Sørensen, M.W.J. 2012. "Gang- og sykkeløsninger – Sammenligning av norske og utenlandske anbefalinger om bruksområder og utforming." TØI Rapport 1228/2012, Transportøkonomisk institutt (TØI), Oslo.
- SSB (udatert). Fordeling av trafikkarbeid på ulike trafikksituasjoner. Notat, Statistisk sentralbyrå (SSB), Oslo.
- SSB. 2013. The Norwegian Emission Inventory 2013. Documents 30/2013. http://www.ssb.no/en/natur-og-miljo/artikler-og-publikasjoner/_attachment/130914?_ts=14038eaaaf0
- Stanley, J. & Rattray, A. 1978. "Social severance." I: Pearce, D.W. (red.) *The Valuation of Social Cost*. George Allen & Unwin, London.
- Statens vegvesen. 1995. "Håndbok 140: Konsekvensanalyser. Del 1. Prinsipper og Metodegrunnlag." Statens vegvesen, Vegdirektoratet, Oslo.
- Statens vegvesen. 2003. "Nasjonal sykkelstrategi – trygt og attraktivt å sykle." Grunnlagsdokument, mai 2003, Statens vegvesen, Vegdirektoratet, Oslo.
- Statens vegvesen. 2005. "Håndbok 242: Veger og dyreliv." Statens vegvesen – Vegdirektoratet, Oslo.
- Statens vegvesen. 2006. "Håndbok 140: Konsekvensanalyser." Statens vegvesen, Vegdirektoratet, Oslo.
- Statens vegvesen. 2007. "Nasjonal sykkelstrategi – trygt og attraktivt å sykle." UTB-rapport 10/07, Grunnlagsdokument for NTP 2010-2019, Statens vegvesen, Vegdirektoratet, Oslo.
- Statens vegvesen. 2012. "Håndbok 111: Standard for drift og vedlikehold av veger og gater." Statens vegvesen, Vegdirektoratet, Oslo.
- Statens vegvesen. 2013a. "Håndbok 017: Veg- og gatenormal." Statens vegvesen, Vegdirektoratet.

- Statens vegvesen. 2013b. "Håndbok 233: Sykkelhåndboka." Statens vegvesen, Vegdirektoratet.
- Stansfeld, S., Clark, C., 2012. Future environmental noise and health research needs for policy. *The Journal of the Acoustical Society of America* 131, 3295-3295.
- Sundberg, S. & Söderqvist, T. 2004. "The economic value of environmental change in Sweden: a survey of studies." Rapport 5360, Mars 2004, Naturvårdsverket, Stockholm.
- Thøger-Andresen, K. 2012. "Faunapassasjer og andre tiltak rettet mot hjortevilt langs veg: en sammenstilling av etterundersøkelser av vilttiltak 2009-2010." Statens vegvesens rapporter nr. 78, Statens vegvesen – Vegdirektoratet, Oslo.
- Totlandsdal, A., Madsen, C., Låg, M., Refsnes, M., Schwarze, P., Amundsen, A.H., Klæboe, R., Hogstad, K.E. & Gislerud, A. 2007. "Helseeffekter av luftforurensning i byer og tettsteder i Norge." Juli 2007, Folkehelseinstituttet, Oslo.
- Trumbull, W.N. 1990. "Who has standing in cost-benefit analysis?" *Journal of Policy Analysis and Management*, 9(2): 201-218.
- Turunen-Rise, I.H., Brekke, A., Hårvik, L., Madshus, C. & Klæboe, R. 2003. "Vibration in dwellings from road and rail traffic - Part I: a new Norwegian measurement standard and classification system." *Applied Acoustics*, 64(1): 71-87.
- Tversky, A., Kahneman, D., 1992. *Advances in Prospect-Theory - Cumulative Representation of Uncertainty*. *J. Risk Uncertainty* 5, 297-323.
- Urbanet Analyse. 2011. "Kollektivtrafikk, veiutbygging eller kaos? Scenarier for hvordan vi møter framtidens transportutfordringer." Rapport 23/2011
- van der Ree, R., Jaeger, J.A.G., van der Grift, E.A. & Clevenger, A.P. 2011. "Effects of roads and traffic on wildlife populations and landscape function: road ecology is moving towards larger scales." *Ecology and Society*, 16(1): 48 [online, 9 s].
- Van Essen, H.P., Boon, B.H., den Boer, L.C., Faber, J., van den Bossche, M.A., Vervoort, K.T.H. & Rochez, C. 2004. "Marginal costs of infrastructure use – towards a simplified approach." CE Delft, Delft.
- Veisten, K., Flügel, S. & Elvik, R. 2010a. "Den norske verdsettingsstudien – Ulykker." TØI Rapport 1053C/2010, Transportøkonomisk institutt (TØI), Oslo.
- Veisten, K., Flügel, S. & Ramjerdi, F. 2010b. "Den norske verdsettingsstudien – Helseeffekter." TØI Rapport 1053F/2010, Transportøkonomisk institutt (TØI), Oslo.
- Veisten, K., Flügel, S., Ramjerdi, F. & Minken, H. 2011. "Cycling and walking for transport: estimating net health effects from comparison of different transport mode users' self-reported physical activity." *Health Economics Review*, 1: 3 (online, 9 pages)
- Veisten, K., Sælensminde, K. & Hagen, K.-E. 2005. "Syklistskader, risiko ved sykling og nyttekostnadsanalyseverktøyet for sykkeltiltak." TØI Rapport 816/2005, Transportøkonomisk institutt (TØI), Oslo.
- 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 and Prevention*, 39(6): 1162-1169.
- Verhoef, E. 1994. “External effects and social costs of road transport.” *Transportation Research Part A*, 28(4): 273-287.
- Verhoef, E. 1994. “External effects and social costs of road transport.” *Transportation Research Part A*, 28(4): 273-287.
- Vickrey, W. 1968. “Automobile accidents, tort law, externalities, and insurance.” *Law and Contemporary Problems*, 33: 464-487.
- Vågane, L. 2012. “Transportytelser i Norge 1946-2011.” TØI Rapport 1227/2012, Transportøkonomisk institutt (TØI), Oslo.
- Vågane, L. 2013. “Transportytelser i Norge 1946-2012.” TØI Rapport 1277/2013, Transportøkonomisk institutt (TØI), Oslo.
- Vågane, L., Brechan, I. & Hjorthol R. 2011. ”Den nasjonale reisevaneundersøkelsen 2009 – nøkkelrapport”. TØI-rapport 1130/2011, Transportøkonomisk institutt (TØI), Oslo.
- Wärmark & Andersson 2012. “Internaliseringsgrad: begreppets innebörd och användning i svensk transportpolitik.” Rapport 2012-03-09, WSP Analys & Strategi, Stockholm.
- WHO. 2003. “Health aspects of air pollution with particulate matter, ozone and nitrogen dioxide.” WHO Working group, København.
- Wilde, G.J.S. 1982. “The theory of risk homeostasis: implications for safety and health.” *Risk Analysis*, 2: 209-225.
- Ytterstad, B. 1995. “The Harstad injury prevention study: hospital-based injury recording used for outcome evaluation of community-based prevention of bicyclist and pedestrian injury.” *Scandinavian Journal of Primary Health Care*, 13: 141-149.

VEDLEGG 1. Tabeller for drivstofforbruk og utslipp

Tabell V.1.1 Drivstofforbruk og utslipp per km etter kjøretøyklasse, drivstofftype og vektklasse.

			Drivstoff	CO2	NOx	NO2	PM10	PM2,5
Klasse	Drivstoff	Vektklasse	l/km	kg/km	g/km	g/km	g/km	g/km
SUM								
Personbil	Bensin		0,08	0,18	0,27	0,01	0,04	0,02
Personbil	Diesel		0,06	0,16	0,48	0,17	0,05	0,03
Personbil	LPG		0,09	0,14	0,10	0,00	0,04	0,01
Personbil	Elbil		0,2*				0,03**	0,01**
Andre lette	Bensin		0,08	0,18	0,42	0,02	0,05	0,02
Andre lette	Diesel		0,08	0,22	0,84	0,27	0,10	0,07
MC/moped	Bensin		0,04	0,09	0,12	0,01	0,00	0,00
Buss	Diesel		0,36	0,95	5,85	0,70	0,23	0,14
Buss	CNG		0,50	0,89	0,90	0,04	0,19	0,10
Tunge	Bensin		0,22	0,52	4,57	0,23	0,04	0,02
Tunge	Diesel	<= 7,5 tonn	0,14	0,38	2,66	0,18	0,20	0,11
Tunge	Diesel	7,5 - 14 tonn	0,21	0,55	3,79	0,27	0,21	0,13
Tunge	Diesel	14 - 20 tonn	0,26	0,68	4,46	0,34	0,21	0,13
Tunge	Diesel	> 20 tonn	0,49	1,30	7,01	0,53	0,26	0,17
Gjennomsnitt			0,09	0,23	0,81	0,14	0,06	0,04
	Bensin		0,07	0,17	0,29	0,01	0,04	0,01
	Diesel		0,10	0,28	1,19	0,23	0,09	0,06
	LPG		0,09	0,14	0,10	0,00	0,04	0,01
	CNG		0,50	0,89	0,90	0,04	0,19	0,10
	Elbil		0,2*	0,00	0,00	0,00	0,03**	0,01**

*KWh/km. Oppgitt til 0,15-0,25 kWh/km i <http://www.elbil.no/elbilfakta/okonomi/168-elbil-i-borettslag-sameie-ol>

**Svevestøv

Tabell V.1.2 Drivstofforbruk og utslipp per km etter kjøretøyklasse, drivstofftype og vektklasse for tettsteder.

Klasse	Drivstoff	Vektklasse	Drivstoff	CO2	NOx	NO2	PM10	PM2,5
			l/km	kg/km	g/km	g/km	g/km	g/km
Personbiler	Bensin		0,08	0,19	0,29	0,01	0,04	0,01
Personbiler	Diesel		0,07	0,18	0,51	0,19	0,06	0,03
Personbiler	LPG		0,10	0,16	0,11	0,00	0,04	0,01
Personbiler	Elbil		0,2*				0,03	0,01
Andre lette	Bensin		0,08	0,19	0,46	0,02	0,05	0,02
Andre lette	Diesel		0,08	0,22	0,77	0,25	0,10	0,07
MC/moped	Bensin		0,04	0,09	0,09	0,00	0,00	0,00
Buss	Diesel		0,39	1,03	6,77	0,83	0,23	0,15
Buss	CNG		0,52	0,93	0,90	0,04	0,19	0,11
Tunge	Bensin		0,23	0,52	4,34	0,19	0,13	0,05
Tunge	Diesel	<= 7,5 tonn	0,14	0,36	2,68	0,20	0,21	0,12
Tunge	Diesel	7,5 - 14 tonn	0,21	0,56	4,24	0,33	0,23	0,14
Tunge	Diesel	14 - 20 tonn	0,27	0,73	5,55	0,45	0,23	0,15
Tunge	Diesel	> 20 tonn	0,54	1,43	8,67	0,69	0,28	0,19
Gjennomsnitt			0,09	0,24	0,83	0,15	0,06	0,04

*kWh/km

Tabell V.1.3 Drivstofforbruk og utslipp per km etter kjøretøyklasse, drivstofftype og vektklasse for tettsteder i kø.

			Drivstoff	CO2	NOx	NO2	PM10	PM2,5
Klasse	Drivstoff	Vektklasse	l/km	kg/km	g/km	g/km	g/km	g/km
Personbiler	Bensin		0,14	0,33	0,48	0,02	0,04	0,02
Personbiler	Diesel		0,11	0,29	0,89	0,34	0,07	0,05
Personbiler	LPG		0,17	0,25	0,24	0,01	0,04	0,02
Personbiler	Elbil		0,2*				0,03	0,01
Andre lette	Bensin		0,14	0,33	0,75	0,04	0,05	0,02
Andre lette	Diesel		0,12	0,32	0,90	0,29	0,13	0,10
MC/moped	Bensin		0,05	0,11	0,09	0,00	0,00	0,00
Buss	Diesel		0,60	1,59	12,33	1,50	0,31	0,22
Buss	CNG		0,85	1,51	1,94	0,08	0,23	0,15
Tunge	Bensin		0,28	0,64	4,34	0,19	0,13	0,05
Tunge	Diesel	<= 7,5 t	0,22	0,58	4,33	0,32	0,27	0,18
Tunge	Diesel	7,5 - 14 t	0,34	0,90	6,99	0,54	0,31	0,22
Tunge	Diesel	14 - 20 t	0,43	1,16	9,49	0,76	0,32	0,23
Tunge	Diesel	> 20 tonn	0,85	2,27	14,90	1,18	0,42	0,32
Gjennomsnitt			0,15	0,39	1,36	0,24	0,08	0,05

*kWh/km

Tabell V.1.4 Drivstofforbruk og utslipp per km etter kjøretøyklasse, drivstofftype, vektklasse og euroklasse for store tettsteder (over 100 000 innbyggere)

			Drivstoff	CO2	NOx	NO2	PM10	PM2,5
Drivstoff	Vektklasse	Euro-klasse	l/km	kg/km	g/km	g/km	g/km	g/km
Personbiler								
Bensin		Pre Euro	0,10	0,22	0,85	0,04	0,04	0,02
Bensin		Euro-1	0,09	0,21	0,62	0,03	0,04	0,02
Bensin		Euro-2	0,08	0,19	0,36	0,02	0,04	0,02
Bensin		Euro-3	0,08	0,19	0,06	0,00	0,04	0,01
Bensin		Euro-4	0,08	0,17	0,06	0,00	0,03	0,01
Bensin		Euro-5	0,07	0,15	0,05	0,00	0,03	0,01
Bensin		Euro-6	0,06	0,15	0,05	0,00	0,03	0,01
Diesel		Pre Euro	0,08	0,21	0,61	0,05	0,14	0,12
Diesel		Euro-1	0,07	0,18	0,56	0,04	0,14	0,11
Diesel		Euro-2	0,07	0,19	0,60	0,07	0,11	0,09
Diesel		Euro-3	0,07	0,19	0,62	0,22	0,07	0,04
Diesel		Euro-4	0,06	0,17	0,47	0,22	0,05	0,02
Diesel		Euro-5	0,06	0,16	0,47	0,16	0,04	0,01
Diesel		Euro-6	0,06	0,16	0,16	0,05	0,04	0,01
LPG		Euro-2	0,11	0,17	0,19	0,01	0,04	0,02
LPG		Euro-3	0,11	0,16	0,06	0,00	0,04	0,01
LPG		Euro-4	0,10	0,15	0,09	0,00	0,03	0,01
Andre lette kjøretøyer								
Bensin		Pre Euro	0,09	0,21	1,54	0,07	0,05	0,03
Bensin		Euro-1	0,09	0,21	1,30	0,06	0,05	0,02
Bensin		Euro-2	0,08	0,19	0,42	0,02	0,05	0,03
Bensin		Euro-3	0,08	0,18	0,08	0,00	0,04	0,02
Bensin		Euro-4	0,09	0,21	0,06	0,00	0,04	0,02
Bensin		Euro-5	0,09	0,21	0,05	0,00	0,04	0,02
Bensin		Euro-6	0,09	0,20	0,05	0,00	0,04	0,02
Diesel		Pre Euro	0,09	0,25	1,25	0,10	0,36	0,32
Diesel		Euro-1	0,09	0,24	1,10	0,09	0,20	0,17
Diesel		Euro-2	0,09	0,23	0,97	0,11	0,14	0,11

Tabell V.1.4. forts

			Drivstoff	CO2	NOx	NO2	PM10	PM2,5
Drivstoff	Vektklasse	Euro-klasse	l/km	kg/km	g/km	g/km	g/km	g/km
Diesel		Euro-3	0,08	0,22	0,85	0,30	0,08	0,06
Diesel		Euro-4	0,09	0,23	0,60	0,27	0,07	0,05
Diesel		Euro-5	0,08	0,22	0,56	0,20	0,04	0,02
Diesel		Euro-6	0,08	0,21	0,20	0,06	0,04	0,02
Motorsykler og mopeder								
Bensin		Pre Euro	0,04	0,09	0,11	0,00	0,00	0,00
Bensin		Euro-1	0,04	0,10	0,13	0,01	0,00	0,00
Bensin		Euro-2	0,03	0,07	0,07	0,00	0,00	0,00
Bensin		Euro-3	0,05	0,11	0,06	0,00	0,00	0,00
Buss								
Diesel		Pre Euro	0,40	1,06	10,89	0,79	0,75	0,63
Diesel		Euro-I	0,36	0,96	8,41	0,61	0,48	0,38
Diesel		Euro-II	0,38	1,02	9,91	0,71	0,32	0,23
Diesel		Euro-III	0,40	1,06	8,48	0,60	0,31	0,22
Diesel		Euro-IV	0,38	1,01	6,22	0,74	0,17	0,09
Diesel		Euro-V	0,39	1,03	4,76	1,15	0,17	0,09
Diesel		Euro-VI	0,39	1,04	0,50	0,14	0,14	0,09
CNG			0,52	0,93	0,90	0,04	0,19	0,11
Godsbiler								
Bensin			0,23	0,52	4,34	0,19	0,13	0,05
Diesel	<= 7,5 tonn	Pre Euro	0,17	0,44	4,17	0,30	0,43	0,34
Diesel	<= 7,5 tonn	Euro-I	0,14	0,36	2,94	0,21	0,25	0,17
Diesel	<= 7,5 tonn	Euro-II	0,13	0,34	3,18	0,23	0,19	0,10
Diesel	<= 7,5 tonn	Euro-III	0,14	0,37	2,44	0,17	0,19	0,11
Diesel	<= 7,5 tonn	Euro-IV	0,13	0,35	1,94	0,19	0,14	0,06
Diesel	<= 7,5 tonn	Euro-V	0,13	0,35	1,43	0,13	0,14	0,06
Diesel	<= 7,5 tonn	Euro-VI	0,13	0,35	0,21	0,06	0,13	0,05
Diesel	7,5 - 14 tonn	Pre Euro	0,24	0,65	7,87	0,57	0,45	0,35
Diesel	7,5 - 14 tonn	Euro-I	0,21	0,56	4,69	0,34	0,33	0,24
Diesel	7,5 - 14 tonn	Euro-II	0,20	0,54	5,05	0,36	0,22	0,14
Diesel	7,5 - 14 tonn	Euro-III	0,21	0,57	4,01	0,28	0,23	0,14
Diesel	7,5 - 14 tonn	Euro-IV	0,20	0,54	3,21	0,31	0,15	0,07
Diesel	7,5 - 14 tonn	Euro-V	0,20	0,54	2,44	0,22	0,15	0,07
Diesel	7,5 - 14 tonn	Euro-VI	0,20	0,55	0,36	0,10	0,13	0,05
Diesel	14 - 20 tonn	Pre Euro	0,34	0,90	10,83	0,79	0,58	0,48
Diesel	14 - 20 tonn	Euro-I	0,28	0,74	6,48	0,47	0,41	0,32
Diesel	14 - 20 tonn	Euro-II	0,27	0,72	7,12	0,51	0,26	0,17
Diesel	14 - 20 tonn	Euro-III	0,28	0,75	5,82	0,41	0,27	0,18
Diesel	14 - 20 tonn	Euro-IV	0,26	0,70	4,83	0,47	0,16	0,08
Diesel	14 - 20 tonn	Euro-V	0,26	0,70	3,90	0,35	0,16	0,08
Diesel	14 - 20 tonn	Euro-VI	0,26	0,70	0,57	0,16	0,13	0,05
Diesel	> 20 tonn	Pre Euro	0,59	1,57	17,51	1,28	0,76	0,65
Diesel	> 20 tonn	Euro-I	0,45	1,19	10,47	0,76	0,58	0,48
Diesel	> 20 tonn	Euro-II	0,54	1,43	13,63	0,97	0,41	0,31
Diesel	> 20 tonn	Euro-III	0,56	1,48	11,12	0,79	0,39	0,29
Diesel	> 20 tonn	Euro-IV	0,51	1,36	7,17	0,70	0,18	0,10
Diesel	> 20 tonn	Euro-V	0,54	1,44	5,29	0,48	0,19	0,10
Diesel	> 20 tonn	Euro-VI	0,54	1,44	0,77	0,22	0,14	0,06

VEDLEGG 2. Resultattabeller

Tabell V.2.1 Marginale eksterne kostnader ved vegtrafikk i Norge 2011 uten klimaeffekter etter kjøretøyklasse, drivstofftype og vektklasse. Mill 2012-kr.

Klasse	Drivstoff	Vektklasse	Utslipp	Støy	Kø	Ulykker	Slitasje	Drift	Sum
NORGE									
Personbil	Bensin		1060	124	1335	6341	13	837	9709
Personbil	Diesel		1676	120	1291	6132	12	810	10041
Personbil	LPG		0	0	0	0	0	0	0
Andre lette	Bensin		55	5	51	255	2	32	399
Andre lette	Diesel		1139	50	536	2683	20	336	4765
MC/moped	Bensin		13	58	52	0	0	65	188
Buss	Diesel		619	37	130	140	117	27	1069
Buss	CNG		7	1	4	4	2	1	18
Tunge	Bensin		39	3	11	175	1	5	234
Tunge	Diesel	<= 7,5 t	127	12	42	725	4	19	929
Tunge	Diesel	7,5 - 14 t	34	2	9	158	8	4	216
Tunge	Diesel	14 - 20 t	102	6	22	434	83	10	656
Tunge	Diesel	> 20 tonn	1276	53	187	3849	1297	85	6747
SUM			6149	471	3668	20895	1559	2230	34972
Sum	Bensin		1129	187	1437	6595	15	934	10531
Sum	Diesel		4974	280	2216	14121	1541	1291	24423
Sum	LPG		0	0	0	0	0	0	0
Sum	CNG		7	1	4	3	2	1	18

Tabell V.2.2 Eksterne marginalkostnader store tettsteder (over 100 000 innbyggere) 2011 uten klimaeffekter etter kjøretøyklasse, drivstoff og vektklasse. Mill 2012-kr.

Klasse	Drivstoff	Vektklasse	Utslipp	Støy	Kø	Ulykker	Slitasje	Drift	Sum
Tettsted > 100 000 innbyggere									
Personbil	Bensin		839	68	1335	2119	2	156	4519
Personbil	Diesel		1317	66	1291	2049	2	151	4876
Personbil	LPG		0	0	0	0	0	0	0
Andre lette	Bensin		43	3	51	77	0	6	180
Andre lette	Diesel		885	27	536	813	4	63	2328
MC/moped	Bensin		9	32	52	0	0	12	104
Buss	Diesel		484	20	130	60	33	8	735
Buss	CNG		6	1	4	2	1	0	13
Tunge	Bensin		25	2	11	46	0	1	85
Tunge	Diesel	<= 7,5 t	91	7	42	190	1	2	332
Tunge	Diesel	7,5 - 14 t	24	1	9	41	1	0	77
Tunge	Diesel	14 - 20 t	71	3	22	113	11	1	222
Tunge	Diesel	> 20 tonn	879	29	187	1010	167	11	2283
SUM			4673	259	3668	6522	222	411	15754
	Bensin		916	105	1448	2242	3	174	4888
	Diesel		3751	154	2216	4278	218	236	10853
	LPG		0	0	0	0	0	0	0
	CNG		6	1	4	2	1	0	13

Tabell V.2.3 Eksterne marginalkostnader små tettsteder (100 000 innbyggere) 2011 uten klimaeffekter etter kjøretøyklasse, drivstoff og vektklasse. Mill 2012-kr.

Klasse	Drivstoff	Vektklasse	Utslipp	Støy	Kø	Ulykker	Slitasje	Drift	Sum
Tettsted < 100 000 innbyggere									
Personbil	Bensin		152	56	0	2119	2	156	2485
Personbil	Diesel		243	54	0	2049	2	151	2499
Personbil	LPG		0	0	0	0	0	0	0
Andre lette	Bensin		8	2	0	77	0	6	94
Andre lette	Diesel		161	22	0	813	4	63	1063
MC/moped	Bensin		2	26	0	0	0	12	41
Buss	Diesel		107	17	0	60	33	8	224
Buss	CNG		1	1	0	2	1	0	5
Tunge	Bensin		6	1	0	46	0	1	54
Tunge	Diesel	<= 7,5 t	18	5	0	190	1	2	216
Tunge	Diesel	7,5 - 14 t	5	1	0	41	1	0	49
Tunge	Diesel	14 - 20 t	15	3	0	113	11	1	143
Tunge	Diesel	> 20 tonn	195	24	0	1010	167	11	1407
SUM			913	212	0	6522	222	411	8279
	Bensin		168	86	0	2242	3	174	2673
	Diesel		744	126	0	4278	218	236	5602
	LPG		0	0	0	0	0	0	0
	CNG		1	1	0	2	1	0	5

Tabell V.2.4 Eksterne marginalkostnader utenfor tettsted 2011 uten klimaeffekter etter kjøretøyklasse, drivstoff og vektklasse. Mill 2012-kr.

Klasse	Drivstoff	Vektklasse	Utslipp	Støy	Kø	Ulykker	Slitasje	Drift	Sum
Spredt bebyggelse									
Personbil	Bensin		69	0	0	2103	8	526	2706
Personbil	Diesel		116	0	0	2034	8	509	2666
Personbil	LPG		0	0	0	0	0	0	0
Andre lette	Bensin		4	0	0	100	1	20	125
Andre lette	Diesel		94	0	0	1056	13	211	1374
MC/moped	Bensin		3	0	0	0	0	41	43
Buss	Diesel		28	0	0	19	51	12	110
Buss	CNG		0	0	0	0	0	0	1
Tunge	Bensin		9	0	0	83	0	4	96
Tunge	Diesel	<= 7,5 t	19	0	0	345	3	14	381
Tunge	Diesel	7,5 - 14 t	5	0	0	75	6	3	89
Tunge	Diesel	14 - 20 t	15	0	0	207	62	7	291
Tunge	Diesel	> 20 tonn	203	0	0	1828	963	63	3057
SUM			563	0	0	7851	1115	1409	10939
	Bensin		84	0	0	2287	10	590	2970
	Diesel		479	0	0	5565	1105	819	7968
	LPG		0	0	0	0	0	0	0
	CNG		0	0	0	0	0	0	1

Tabell V.2.5 Eksterne marginalkostnader store tettsteder (over 100 000 innbyggere) uten klimaeffekter etter kjøretøyklasse, drivstoff og vektklasse. 2012-kr/km.

Klasse	Drivstoff	Vektklasse	Utslipp	Støy	Kø	Ulykker	Slitasje	Drift	Sum
Tettsted > 100 000									
Personbil	Bensin		0,27	0,022	0,43	0,68	0,001	0,05	1,45
Personbil	Diesel		0,44	0,022	0,43	0,68	0,001	0,05	1,62
Personbil	LPG		0,21	0,022	0,43	0,68	0,001	0,05	1,39
Andre lette	Bensin		0,36	0,022	0,43	0,65	0,003	0,05	1,52
Andre lette	Diesel		0,71	0,022	0,43	0,65	0,003	0,05	1,86
MC/moped	Bensin		0,04	0,133	0,21	0	0,000	0,05	0,43
Buss	Diesel		3,20	0,133	0,86	0,4	0,216	0,05	4,86
Buss	CNG		1,21	0,133	0,86	0,4	0,216	0,05	2,87
Tunge	Bensin		1,96	0,133	0,86	3,57	0,005	0,05	6,57
Tunge	Diesel	<= 7,5 t	1,85	0,133	0,86	3,87	0,011	0,05	6,77
Tunge	Diesel	7,5 - 14 t	2,42	0,133	0,86	4,16	0,105	0,05	7,72
Tunge	Diesel	14 - 20 t	2,83	0,133	0,86	4,49	0,423	0,05	8,78
Tunge	Diesel	> 20 tonn	4,02	0,133	0,86	4,62	0,764	0,05	10,44
Gjennomsnitt			0,57	0,032	0,45	0,79	0,027	0,05	1,92
	Bensin		0,26	0,03	0,42	0,64	0,00	0,05	1,40
	Diesel		0,79	0,03	0,47	0,91	0,05	0,05	2,30
	LPG		0,21	0,02	0,43	0,68	0,00	0,05	1,39
	CNG		1,21	0,13	0,86	0,40	0,22	0,05	2,87
	Elbil		0,17	0,03	0,42	0,68	0,00	0,05	1,34

Tabell V.2.6 Eksterne marginalkostnader store tettsteder i kø uten klimaeffekter etter kjøretøyklasse, drivstoff og vektklasse. 2012-kr/km.

Klasse	Drivstoff	Vektklasse	Utslipp	Støy	Kø	Ulykker	Slitasje	Drift	Sum
Kø i tettsted >100 000									
Personbil	Bensin		0,33	0,022	5,35	0,680	0,216	0,05	6,65
Personbil	Diesel		0,63	0,022	5,35	0,680	0,216	0,05	6,95
Personbil	LPG		0,26	0,022	5,35	0,680	0,005	0,05	6,37
Andre lette	Bensin		0,46	0,022	5,35	0,650	0,011	0,05	6,55
Andre lette	Diesel		0,90	0,022	5,35	0,650	0,105	0,05	7,08
MC/moped	Bensin		0,04	0,133	2,68	0,000	0,423	0,05	3,32
Buss	Diesel		5,24	0,133	10,71	0,400	0,764	0,05	17,30
Buss	CNG		1,72	0,133	10,71	0,400	0,035	0,05	13,04
Tunge	Bensin		1,96	0,133	10,71	3,570	0,051	0,05	16,47
Tunge	Diesel	<= 7,5 t	2,65	0,133	10,71	3,870	0,001	0,05	17,41
Tunge	Diesel	7,5 - 14 t	3,65	0,133	10,71	4,160	0,060	0,05	18,76
Tunge	Diesel	14 - 20 t	4,44	0,133	10,71	4,490	0,001	0,05	19,83
Tunge	Diesel	> 20 tonn	6,57	0,133	10,71	4,620	0,216	0,05	22,30
Gjennomsnitt			0,81	0,032	5,58	0,79	0,210	0,05	7,48
	Bensin		0,32	0,029	5,150	0,630	0,222	0,050	6,40
	Diesel		1,17	0,033	5,870	0,907	0,200	0,050	8,23
	LPG		0,26	0,022	5,354	0,680	0,005	0,050	6,37
	CNG		1,72	0,133	10,709	0,400	0,035	0,050	13,04
	El-bil		0,17	0,029	5,150	0,680	0,222	0,050	6,30

Tabell V.2.7 Eksterne marginalkostnader små tettsteder (under 100 000 innbyggere) uten klimaeffekter etter kjøretøyklasse, drivstoff og vektklasse. 2012-kr/ km.

Klasse	Drivstoff	Vektklasse	Utslipp	Støy	Kø	Ulykker	Slitasje	Drift	Sum
Tettsted < 100 000									
Personbil	Bensin		0,05	0,018	0	0,68	0,001	0,05	0,80
Personbil	Diesel		0,08	0,018	0	0,68	0,001	0,05	0,83
Personbil	LPG		0,03	0,018	0	0,68	0,001	0,05	0,78
Andre lette	Bensin		0,07	0,018	0	0,65	0,003	0,05	0,79
Andre lette	Diesel		0,13	0,018	0	0,65	0,003	0,05	0,85
MC/moped	Bensin		0,01	0,110	0	0	0,000	0,05	0,17
Buss	Diesel		0,71	0,110	0	0,4	0,216	0,05	1,48
Buss	CNG		0,20	0,110	0	0,4	0,216	0,05	0,98
Tunge	Bensin		0,44	0,110	0	3,57	0,005	0,05	4,17
Tunge	Diesel	<= 7,5 t	0,36	0,110	0	3,87	0,011	0,05	4,40
Tunge	Diesel	7,5 - 14 t	0,50	0,110	0	4,16	0,105	0,05	4,92
Tunge	Diesel	14 - 20 t	0,61	0,110	0	4,49	0,423	0,05	5,68
Tunge	Diesel	> 20 tonn	0,89	0,110	0	4,62	0,764	0,05	6,44
Gjennomsnitt			0,11	0,026	0	0,79	0,027	0,05	1,01
	Bensin		0,05	0,02	0	0,64	0,00	0,05	0,77
	Diesel		0,16	0,03	0	0,91	0,05	0,05	1,19
	LPG		0,03	0,02	0	0,68	0,00	0,05	0,78
	CNG		0,20	0,11	0	0,40	0,22	0,05	0,98
	Elbil		0,02	0,02	0	0,68	0,00	0,05	0,78

Tabell V.2.8 Eksterne marginalkostnader utenfor tettsted uten klimaeffekter etter kjøretøyklasse, drivstoff 2012-kr/ km.

Klasse	Drivstoff	Vektklasse	Utslipp	Støy	Kø	Ulykker	Slitasje	Drift	Sum
Spredd bebyggelse									
Personbil	Bensin		0,01	0	0	0,2	0,001	0,05	0,26
Personbil	Diesel		0,01	0	0	0,2	0,001	0,05	0,26
Personbil	LPG		0,00	0	0	0,2	0,001	0,05	0,25
Andre lette	Bensin		0,01	0	0	0,25	0,003	0,05	0,31
Andre lette	Diesel		0,02	0	0	0,25	0,003	0,05	0,33
MC/moped	Bensin		0,00	0	0	0	0,000	0,05	0,05
Buss	Diesel		0,12	0	0	0,08	0,216	0,05	0,46
Buss	CNG		0,02	0	0	0,08	0,216	0,05	0,37
Tunge	Bensin		0,12	0	0	1,12	0,005	0,05	1,29
Tunge	Diesel	<= 7,5 t	0,07	0	0	1,22	0,011	0,05	1,35
Tunge	Diesel	7,5 - 14 t	0,09	0	0	1,31	0,105	0,05	1,56
Tunge	Diesel	14 - 20 t	0,10	0	0	1,42	0,423	0,05	2,00
Tunge	Diesel	> 20 tonn	0,16	0	0	1,45	0,764	0,05	2,42
Gjennomsnitt			0,02	0	0	0,28	0,040	0,05	0,39
	Bensin		0,01	0	0	0,19	0,00	0,05	0,25
	Diesel		0,03	0	0	0,34	0,07	0,05	0,49
	LPG		0,00	0	0	0,20	0,00	0,05	0,25
	CNG		0,02	0	0	0,08	0,22	0,05	0,37
	Elbil		0	0	0	0,20	0,00	0,05	0,25

Tabell V.2.9 Eksterne marginalkostnader uten klimaeffekter etter kjøretøyklasse, drivstoff og vektklasse. 2012-kr/liter drivstoff.

Klasse	Drivstoff	Vektklasse	Utslipp	Støy	Kø	Ulykker	Slitasje	Drift	Sum
SUM									
Personbil	Bensin		0,83	0,10	1,04	4,94	0,01	0,65	7,57
Personbil	Diesel		1,74	0,12	1,34	6,35	0,01	0,84	10,39
Personbil	LPG		0,50	0,08	0,85	4,02	0,01	0,53	5,98
Andre lette	Bensin		1,12	0,10	1,03	5,15	0,04	0,65	8,08
Andre lette	Diesel		2,05	0,09	0,96	4,83	0,04	0,61	8,58
MC/moped	Bensin		0,27	1,19	1,05	0,00	0,00	1,32	3,83
Buss	Diesel		3,20	0,19	0,67	0,72	0,60	0,14	5,53
Buss	CNG		1,22	0,21	0,73	0,71	0,43	0,10	3,40
Tunge	Bensin		1,76	0,14	0,49	7,82	0,02	0,22	10,47
Tunge	Diesel	<= 7,5 t	2,34	0,22	0,77	13,34	0,08	0,35	17,09
Tunge	Diesel	7,5 - 14 t	2,14	0,15	0,53	9,88	0,51	0,24	13,46
Tunge	Diesel	14 - 20 t	2,02	0,12	0,43	8,62	1,65	0,19	13,03
Tunge	Diesel	> 20 tonn	1,53	0,06	0,23	4,63	1,56	0,10	8,11
Gjennomsnitt			1,51	0,12	0,90	5,13	0,38	0,55	8,58
SUM	Bensin		0,83	0,13	1,02	4,70	0,01	0,67	7,36
SUM	Diesel		1,86	0,10	0,83	5,29	0,58	0,48	9,16
SUM	LPG		0,50	0,08	0,85	4,02	0,01	0,53	5,98
SUM	CNG		1,22	0,21	0,73	0,71	0,43	0,10	3,40

Tabell V.2.10 Eksterne marginalkostnader per liter drivstoff store tettsteder (over 100 000 innbyggere) uten klimaeffekter etter kjøretøyklasse, drivstoff og vektklasse. 2012-kr/liter drivstoff.

Klasse	Drivstoff	Vektklasse	Utslipp	Støy	Kø	Ulykker	Slitasje	Drift	Sum
Tettsted > 100 000									
Personbil	Bensin		3,25	0,26	5,17	8,21	0,01	0,60	17,51
Personbil	Diesel		6,62	0,33	6,48	10,29	0,01	0,76	24,49
Personbil	LPG		2,07	0,22	4,20	6,67	0,01	0,49	13,66
Andre lette	Bensin		4,37	0,26	5,15	7,82	0,04	0,60	18,24
Andre lette	Diesel		8,37	0,26	5,07	7,70	0,04	0,59	22,03
MC/moped	Bensin		0,92	3,39	5,47	0,00	0,00	1,28	11,05
Buss	Diesel		8,25	0,34	2,21	1,03	0,56	0,13	12,52
Buss	CNG		2,32	0,25	1,64	0,77	0,41	0,10	5,49
Tunge	Bensin		8,66	0,59	3,79	15,80	0,02	0,22	29,08
Tunge	Diesel	<= 7,5 t	13,51	0,97	6,27	28,30	0,08	0,37	49,49
Tunge	Diesel	7,5 - 14 t	11,44	0,63	4,05	19,69	0,49	0,24	36,54
Tunge	Diesel	14 - 20 t	10,32	0,48	3,13	16,38	1,54	0,18	32,03
Tunge	Diesel	> 20 tonn	7,46	0,25	1,59	8,58	1,42	0,09	19,38
Gjennomsnitt			5,99	0,33	4,70	8,36	0,28	0,53	20,20
	Bensin		3,27	0,37	5,17	8,00	0,01	0,62	17,44
	Diesel		7,55	0,31	4,46	8,61	0,44	0,47	21,83
	LPG		2,07	0,22	4,20	6,67	0,01	0,49	13,66
	CNG		2,32	0,25	1,64	0,77	0,41	0,10	5,49
	Elbil/kWh		0,84	0,15	2,08	3,40	0,00	0,25	6,72

*ved 0,2 kWh/km

Tabell V.2.11 Eksterne marginalkostnader per liter drivstoff store tettsteder i kø uten klimaeffekter etter kjøretøyklasse, drivstoff og vektklasse. 2012-kr/ liter drivstoff.

Klasse	Drivstoff	Vektklasse	Utslipp	Støy	Kø	Ulykker	Slitasje	Drift	Sum
Kø i tettsted >100 000									
Personbil	Bensin		2,31	0,15	37,50	4,76	1,51	0,35	46,59
Personbil	Diesel		5,84	0,20	49,74	6,32	2,00	0,46	64,57
Personbil	LPG		1,55	0,13	32,38	4,11	0,03	0,30	38,50
Andre lette	Bensin		3,20	0,15	37,36	4,53	0,08	0,35	45,67
Andre lette	Diesel		7,51	0,18	44,75	5,43	0,87	0,42	59,17
MC/moped	Bensin		0,75	2,77	55,90	0,00	8,83	1,04	69,30
Buss	Diesel		8,76	0,22	17,88	0,67	1,27	0,08	28,88
Buss	CNG		2,03	0,16	12,64	0,47	0,04	0,06	15,39
Tunge	Bensin		7,08	0,48	38,73	12,91	0,18	0,18	59,56
Tunge	Diesel	<= 7,5 t	12,10	0,61	48,96	17,69	0,00	0,23	79,59
Tunge	Diesel	7,5 - 14 t	10,84	0,39	31,84	12,37	0,18	0,15	55,77
Tunge	Diesel	14 - 20 t	10,23	0,31	24,64	10,33	0,00	0,12	45,63
Tunge	Diesel	> 20 tonn	7,72	0,16	12,57	5,42	0,25	0,06	26,18
Gjennomsnitt			5,29	0,21	36,48	5,19	1,37	0,33	48,86
	Bensin		2,34	0,22	37,66	4,60	1,63	0,36	46,81
	Diesel		7,12	0,20	35,70	5,51	1,22	0,30	50,05
	LPG		1,55	0,13	32,38	4,11	0,03	0,30	38,50
	CNG		2,03	0,16	12,64	0,47	0,04	0,06	15,39
	Elbil/kWh*		0,84	0,15	25,75	3,40	1,11	0,25	31,50

*ved 0,2 kWh/km

Tabell V.2.12 Eksterne marginalkostnader per liter drivstoff små tettsteder (under 100 000 innbyggere) uten klimaeffekter etter kjøretøyklasse, drivstoff og vektklasse. 2012-kr/ liter drivstoff.

Klasse	Drivstoff	Vektklasse	Utslipp	Støy	Kø	Ulykker	Slitasje	Drift	Sum
Tettsted < 100 000									
Personbil	Bensin		0,59	0,22	0	8,21	0,01	0,60	9,63
Personbil	Diesel		1,22	0,27	0	10,29	0,01	0,76	12,55
Personbil	LPG		0,33	0,18	0	6,67	0,01	0,49	7,68
Andre lette	Bensin		0,82	0,21	0	7,82	0,04	0,60	9,49
Andre lette	Diesel		1,52	0,21	0	7,70	0,04	0,59	10,05
MC/moped	Bensin		0,22	2,81	0	0,00	0,00	1,28	4,31
Buss	Diesel		1,82	0,28	0	1,03	0,56	0,13	3,82
Buss	CNG		0,39	0,21	0	0,77	0,41	0,10	1,88
Tunge	Bensin		1,94	0,49	0	15,80	0,02	0,22	18,47
Tunge	Diesel	<= 7,5 t	2,64	0,80	0	28,30	0,08	0,37	32,19
Tunge	Diesel	7,5 - 14 t	2,36	0,52	0	19,69	0,49	0,24	23,30
Tunge	Diesel	14 - 20 t	2,21	0,40	0	16,38	1,54	0,18	20,72
Tunge	Diesel	> 20 tonn	1,66	0,20	0	8,58	1,42	0,09	11,95
Gjennomsnitt			1,17	0,27	0	8,36	0,28	0,53	10,62
	Bensin		0,60	0,31	0	8,00	0,01	0,62	9,54
	Diesel		1,50	0,25	0	8,61	0,44	0,47	11,27
	LPG		0,33	0,18	0	6,67	0,01	0,49	7,68
	CNG		0,39	0,21	0	0,77	0,41	0,10	1,88
	Elbil / kWh*		0,12	0,12	0	3,40	0,00	0,25	3,89

*ved 0,2 kWh/km

Tabell V.2.13 Eksterne marginalkostnader per liter drivstoff utenfor tettsted uten klimaeffekter etter kjøretøyklasse, drivstoff og vektklasse. 2012-kr/ liter drivstoff.

Klasse	Drivstoff	Vektklasse	Utslipp	Støy	Kø	Ulykker	Slitasje	Drift	Sum
Spredt bebyggelse									
Personbil	Bensin		0,09	0	0	2,74	0,01	0,69	3,53
Personbil	Diesel		0,20	0	0	3,58	0,01	0,90	4,70
Personbil	LPG		0,02	0	0	2,23	0,01	0,56	2,82
Andre lette	Bensin		0,13	0	0	3,38	0,04	0,68	4,22
Andre lette	Diesel		0,27	0	0	3,07	0,04	0,61	3,99
MC/moped	Bensin		0,09	0	0	0,00	0,00	1,34	1,43
Buss	Diesel		0,37	0	0	0,25	0,68	0,16	1,45
Buss	CNG		0,06	0	0	0,22	0,60	0,14	1,03
Tunge	Bensin		0,52	0	0	5,02	0,02	0,22	5,79
Tunge	Diesel	<= 7,5 t	0,46	0	0	8,43	0,07	0,35	9,31
Tunge	Diesel	7,5 - 14 t	0,44	0	0	6,38	0,51	0,24	7,58
Tunge	Diesel	14 - 20 t	0,41	0	0	5,67	1,69	0,20	7,97
Tunge	Diesel	> 20 tonn	0,34	0	0	3,07	1,62	0,11	5,13
Gjennomsnitt			0,22	0	0	3,12	0,44	0,56	4,35
	Bensin		0,10	0	0	2,71	0,01	0,70	3,52
	Diesel		0,29	0	0	3,33	0,66	0,49	4,76
	LPG		0,02	0	0	2,23	0,01	0,56	2,82
	CNG		0,06	0	0	0,22	0,60	0,14	1,03
	Elbil/kWh*		0	0	0	1,00	0,00	0,25	1,25

*ved 0,2 kWh/km

Tabell V.2.14 Eksterne marginalkostnader 2011 uten klimaeffekter etter drivstofftype, kjøretøyklasse, vektklasse og tettstedstype. Mill 2012-kr.

Klasse	Drivstoff	Vektklasse	TETT>100'	TETT<100'	Spredt	Norge
SUM						
Personbil	Bensin		4 519	2 485	2 706	9 709
Personbil	Diesel		4 876	2 499	2 666	10 041
Personbil	LPG		0	0	0	0
Andre lette	Bensin		180	94	125	399
Andre lette	Diesel		2 328	1 063	1 374	4 765
MC/moped	Bensin		104	41	43	188
Buss	Diesel		735	224	110	1 069
Buss	CNG		13	5	1	18
Tunge	Bensin		85	54	96	234
Tunge	Diesel	<= 7,5 t	332	216	381	929
Tunge	Diesel	7,5 - 14 t	77	49	89	216
Tunge	Diesel	14 - 20 t	222	143	291	656
Tunge	Diesel	> 20 tonn	2 283	1 407	3 057	6 747
SUM			15 754	8 279	10 939	34 972
SUM	Bensin		4 888	2 673	2 970	10 531
SUM	Diesel		10 853	5 602	7 968	24 423
SUM	LPG		0	0	0	0
SUM	CNG		13	5	1	18

Tabell V.2.15 Eksterne marginale utslippskostnader uten klimaeffekter etter drivstoff, kjøretøyklasse, euroklasse og tettstedstype. 2012-kr/km

Drivstoff	Vektklasse	Euro-klasse	Store	Kø store	Små	Spredt	Landsgjennomsnitt
Personbiler							
Bensin		Pre Euro	0,44	0,57	0,09	0,02	0,11
Bensin		Euro-1	0,37	0,51	0,08	0,02	0,09
Bensin		Euro-2	0,30	0,38	0,05	0,01	0,07
Bensin		Euro-3	0,20	0,22	0,03	0,00	0,04
Bensin		Euro-4	0,19	0,20	0,03	0,00	0,04
Bensin		Euro-5	0,19	0,19	0,03	0,00	0,04
Bensin		Euro-6	0,19	0,19	0,03	0,00	0,04
Diesel		Pre Euro	0,90	1,41	0,15	0,01	0,21
Diesel		Euro-1	0,86	1,24	0,14	0,01	0,20
Diesel		Euro-2	0,74	1,13	0,13	0,01	0,17
Diesel		Euro-3	0,52	0,65	0,10	0,01	0,12
Diesel		Euro-4	0,37	0,55	0,07	0,01	0,09
Diesel		Euro-5	0,32	0,46	0,06	0,01	0,08
Diesel		Euro-6	0,23	0,28	0,04	0,00	0,05
LPG		Euro-2	0,24	0,32	0,04	0,00	0,06
LPG		Euro-3	0,19	0,22	0,03	0,00	0,04
LPG		Euro-4	0,20	0,24	0,03	0,00	0,04
Andre lette kjøretøyer							
Bensin		Pre Euro	0,70	0,94	0,16	0,04	0,18
Bensin		Euro-1	0,62	0,92	0,14	0,02	0,16
Bensin		Euro-2	0,37	0,47	0,07	0,01	0,09
Bensin		Euro-3	0,24	0,27	0,04	0,00	0,05
Bensin		Euro-4	0,23	0,24	0,03	0,00	0,05
Bensin		Euro-5	0,23	0,24	0,03	0,00	0,05
Bensin		Euro-6	0,23	0,24	0,03	0,00	0,05
Diesel		Pre Euro	2,18	3,15	0,35	0,04	0,49
Diesel		Euro-1	1,35	1,85	0,23	0,03	0,31
Diesel		Euro-2	0,99	1,34	0,18	0,03	0,24
Diesel		Euro-3	0,67	0,77	0,13	0,02	0,16
Diesel		Euro-4	0,53	0,70	0,10	0,02	0,13
Diesel		Euro-5	0,38	0,45	0,07	0,02	0,09
Diesel		Euro-6	0,27	0,30	0,05	0,01	0,06
Motorsykler og mopeder							
Bensin		Pre Euro	0,04	0,04	0,01	0,00	0,01
Bensin		Euro-1	0,05	0,05	0,01	0,01	0,01
Bensin		Euro-2	0,03	0,03	0,01	0,00	0,01
Bensin		Euro-3	0,03	0,03	0,01	0,00	0,01

Tabell V.2.15 (forts.) Eksterne marginale utslippskostnader uten klimaeffekter etter drivstoff, kjøretøyklasse, vektklasse, euroklasse og tettstedstype. 2012-kr/km.

Drivstoff	Vektklasse	Euro-klasse	Store	Kø store	Små	Spredt	Landsgjennomsnitt
Buss							
Diesel		Pre Euro	7,00	12,09	1,39	0,23	1,92
Diesel		Euro-I	4,90	7,84	1,01	0,18	1,46
Diesel		Euro-II	4,56	7,17	1,02	0,20	1,56
Diesel		Euro-III	4,08	7,02	0,89	0,15	1,47
Diesel		Euro-IV	2,72	4,31	0,62	0,10	0,98
Diesel		Euro-V	2,27	3,56	0,50	0,06	0,82
Diesel		Euro-VI	0,83	1,00	0,14	0,01	0,19
CNG			1,21	1,72	0,20	0,02	0,61
Lastebiler og vogntog							
Bensin		Pre Euro	1,96	1,96	0,44	0,12	0,39
Diesel	<= 7,5 t	Pre Euro	3,42	5,20	0,64	0,11	0,61
Diesel	<= 7,5 t	Euro-I	2,15	3,11	0,41	0,08	0,39
Diesel	<= 7,5 t	Euro-II	1,90	2,62	0,39	0,08	0,36
Diesel	<= 7,5 t	Euro-III	1,70	2,40	0,33	0,06	0,31
Diesel	<= 7,5 t	Euro-IV	1,30	1,90	0,26	0,03	0,23
Diesel	<= 7,5 t	Euro-V	1,15	1,66	0,22	0,02	0,19
Diesel	<= 7,5 t	Euro-VI	0,72	0,82	0,11	0,00	0,17
Diesel	7,5 - 14 t	Pre Euro	4,59	6,98	0,94	0,20	0,86
Diesel	7,5 - 14 t	Euro-I	3,04	4,57	0,60	0,12	0,56
Diesel	7,5 - 14 t	Euro-II	2,63	3,78	0,56	0,12	0,50
Diesel	7,5 - 14 t	Euro-III	2,36	3,49	0,48	0,09	0,43
Diesel	7,5 - 14 t	Euro-IV	1,72	2,71	0,36	0,05	0,30
Diesel	7,5 - 14 t	Euro-V	1,49	2,35	0,30	0,03	0,25
Diesel	7,5 - 14 t	Euro-VI	0,77	0,94	0,12	0,00	0,18
Diesel	14 - 20 t	Pre Euro	6,15	9,50	1,27	0,25	1,14
Diesel	15 - 20 t	Euro-I	4,00	6,16	0,81	0,15	0,73
Diesel	16 - 20 t	Euro-II	3,42	5,02	0,75	0,16	0,65
Diesel	17 - 20 t	Euro-III	3,11	4,75	0,66	0,12	0,58
Diesel	18 - 20 t	Euro-IV	2,24	3,70	0,50	0,07	0,40
Diesel	19 - 20 t	Euro-V	1,96	3,28	0,42	0,05	0,34
Diesel	20 - 20 t	Euro-VI	0,84	1,10	0,14	0,00	0,20
Diesel	> 20 t	Pre Euro	9,07	14,12	1,93	0,39	1,71
Diesel	> 20 t	Euro-I	6,04	9,50	1,24	0,23	1,11
Diesel	> 20 t	Euro-II	6,14	9,32	1,38	0,29	1,18
Diesel	> 20 t	Euro-III	5,26	8,33	1,16	0,23	1,00
Diesel	> 20 t	Euro-IV	3,07	5,32	0,70	0,11	0,57
Diesel	> 20 t	Euro-V	2,52	4,44	0,55	0,07	0,45
Diesel	> 20 t	Euro-VI	0,91	1,27	0,16	0,01	0,22

Tabell V.2.16 Eksterne marginale utslippskostnader uten klimaeffekter etter drivstoff, kjøretøyklasse, euroklasse og tettstedstype. 2012-kr/liter drivstoff.

Drivstoff	Vektklasse	Euro-klasse	Store	Kø store	Små	Spredt	Landsgjennomsnitt
Personbiler							
Bensin		Pre Euro	4,63	3,46	0,99	0,27	1,29
Bensin		Euro-1	4,01	3,23	0,82	0,19	1,08
Bensin		Euro-2	3,53	2,65	0,66	0,08	0,89
Bensin		Euro-3	2,42	1,54	0,37	0,01	0,57
Bensin		Euro-4	2,51	1,52	0,38	0,02	0,59
Bensin		Euro-5	2,85	1,71	0,43	0,02	0,67
Bensin		Euro-6	2,93	1,75	0,44	0,02	0,72
Diesel		Pre Euro	11,46	10,95	1,90	0,22	2,88
Diesel		Euro-1	12,63	11,15	2,08	0,23	3,17
Diesel		Euro-2	10,41	9,83	1,78	0,24	2,65
Diesel		Euro-3	7,30	5,65	1,35	0,25	1,93
Diesel		Euro-4	5,70	5,21	1,07	0,18	1,50
Diesel		Euro-5	5,22	4,62	1,02	0,19	1,40
Diesel		Euro-6	3,72	2,85	0,62	0,07	0,94
LPG		Euro-2	2,16	1,75	0,36	0,03	0,53
LPG		Euro-3	1,82	1,27	0,28	0,01	0,43
LPG		Euro-4	2,10	1,52	0,33	0,02	0,50
Andre lette kjøretøyer							
Bensin		Pre Euro	7,60	5,86	1,70	0,50	2,21
Bensin		Euro-1	6,94	5,97	1,52	0,30	1,85
Bensin		Euro-2	4,58	3,41	0,84	0,11	1,14
Bensin		Euro-3	3,03	1,95	0,46	0,02	0,70
Bensin		Euro-4	2,52	1,53	0,38	0,01	0,59
Bensin		Euro-5	2,56	1,55	0,38	0,01	0,61
Bensin		Euro-6	2,66	1,59	0,39	0,01	0,66
Diesel		Pre Euro	23,46	26,62	3,79	0,38	5,22
Diesel		Euro-1	14,94	15,97	2,56	0,34	3,44
Diesel		Euro-2	11,54	12,04	2,05	0,32	2,71
Diesel		Euro-3	8,28	6,74	1,55	0,31	2,09
Diesel		Euro-4	6,15	5,51	1,13	0,22	1,52
Diesel		Euro-5	4,65	3,65	0,91	0,21	1,19
Diesel		Euro-6	3,43	2,50	0,58	0,08	0,81
Motorsykler og mopeder							
Bensin		Pre Euro	1,11	0,90	0,27	0,10	0,32
Bensin		Euro-1	1,10	0,90	0,27	0,12	0,34
Bensin		Euro-2	0,95	0,78	0,22	0,07	0,27
Bensin		Euro-3	0,54	0,45	0,12	0,06	0,17

Tabell V.2.16 (forts.) Eksterne marginale utslippskostnader uten klimaeffekter etter kjøretøyklasse, vektklasse, euroklasse og tettstedstype. 2012-kr/liter drivstoff.

Drivstoff	Vektklasse	Euro-klasse	Store	Kø store	Små	Spredt	Landsgjennomsnitt
Buss							
Diesel		Pre Euro	17,66	18,34	3,52	0,75	5,52
Diesel		Euro-I	13,59	12,97	2,79	0,59	4,43
Diesel		Euro-II	11,91	11,46	2,65	0,63	4,44
Diesel		Euro-III	10,22	10,88	2,24	0,47	4,01
Diesel		Euro-IV	7,16	7,63	1,62	0,31	2,79
Diesel		Euro-V	5,88	6,20	1,29	0,20	2,30
Diesel		Euro-VI	2,13	1,73	0,35	0,02	0,56
CNG			2,32	2,03	0,39	0,06	1,22
Lastebiler og vogntog							
Bensin		Pre Euro	8,66	7,08	1,94	0,52	1,76
Diesel	<= 7,5 t	Pre Euro	20,59	19,40	3,84	0,68	3,68
Diesel	<= 7,5 t	Euro-I	15,87	14,17	3,05	0,56	2,76
Diesel	<= 7,5 t	Euro-II	14,66	12,61	2,99	0,59	2,60
Diesel	<= 7,5 t	Euro-III	12,37	10,81	2,41	0,43	2,16
Diesel	<= 7,5 t	Euro-IV	9,90	9,30	1,95	0,24	1,61
Diesel	<= 7,5 t	Euro-V	8,71	8,09	1,63	0,14	1,36
Diesel	<= 7,5 t	Euro-VI	5,46	3,98	0,82	0,01	1,19
Diesel	7,5 - 14 t	Pre Euro	18,80	17,72	3,86	0,88	3,74
Diesel	7,5 - 14 t	Euro-I	14,53	13,49	2,88	0,57	2,72
Diesel	7,5 - 14 t	Euro-II	13,11	11,73	2,79	0,61	2,52
Diesel	7,5 - 14 t	Euro-III	11,04	10,13	2,26	0,45	2,09
Diesel	7,5 - 14 t	Euro-IV	8,49	8,60	1,79	0,24	1,51
Diesel	7,5 - 14 t	Euro-V	7,31	7,41	1,48	0,15	1,25
Diesel	7,5 - 14 t	Euro-VI	3,77	2,93	0,59	0,02	0,87
Diesel	14 - 20 t	Pre Euro	18,20	17,42	3,77	0,85	3,76
Diesel	15 - 20 t	Euro-I	14,39	13,67	2,90	0,59	2,82
Diesel	16 - 20 t	Euro-II	12,72	11,64	2,79	0,64	2,59
Diesel	17 - 20 t	Euro-III	11,01	10,40	2,32	0,48	2,20
Diesel	18 - 20 t	Euro-IV	8,56	9,08	1,90	0,28	1,62
Diesel	19 - 20 t	Euro-V	7,43	8,01	1,60	0,19	1,37
Diesel	20 - 20 t	Euro-VI	3,17	2,67	0,53	0,02	0,77
Diesel	> 20 t	Pre Euro	15,35	14,82	3,28	0,77	3,22
Diesel	> 20 t	Euro-I	13,52	13,13	2,78	0,58	2,73
Diesel	> 20 t	Euro-II	11,39	10,79	2,56	0,61	2,42
Diesel	> 20 t	Euro-III	9,44	9,25	2,08	0,48	1,99
Diesel	> 20 t	Euro-IV	6,02	6,70	1,38	0,25	1,22
Diesel	> 20 t	Euro-V	4,67	5,30	1,03	0,15	0,91
Diesel	> 20 t	Euro-VI	1,69	1,51	0,29	0,02	0,43

Tabell V.2.17 Eksterne marginale kostnader uten klimaeffekter etter drivstoff, kjøretøyklasse, euroklasse og tettstedstype. Kr/km.

Drivstoff	Vektklasse	Euro-klasse	Store	Kø store	Små	Spredt	Landsgjennomsnitt
Personbiler							
Bensin		Pre Euro	1,62	6,89	0,84	0,27	0,63
Bensin		Euro-1	1,55	6,84	0,82	0,27	0,61
Bensin		Euro-2	1,48	6,70	0,80	0,26	0,59
Bensin		Euro-3	1,38	6,54	0,78	0,25	0,56
Bensin		Euro-4	1,37	6,52	0,78	0,25	0,56
Bensin		Euro-5	1,37	6,52	0,78	0,25	0,56
Bensin		Euro-6	1,37	6,52	0,78	0,25	0,56
Diesel		Pre Euro	2,09	7,73	0,90	0,27	0,72
Diesel		Euro-1	2,04	7,56	0,89	0,26	0,71
Diesel		Euro-2	1,92	7,46	0,87	0,26	0,69
Diesel		Euro-3	1,70	6,98	0,84	0,27	0,64
Diesel		Euro-4	1,55	6,87	0,82	0,26	0,61
Diesel		Euro-5	1,50	6,78	0,81	0,26	0,59
Diesel		Euro-6	1,41	6,60	0,79	0,25	0,57
LPG		Euro-2	1,43	6,43	0,79	0,25	0,57
LPG		Euro-3	1,38	6,33	0,78	0,25	0,56
LPG		Euro-4	1,38	6,35	0,78	0,25	0,56
Andre lette kjøretøyer							
Bensin		Pre Euro	1,86	7,02	0,88	0,34	0,72
Bensin		Euro-1	1,77	7,01	0,86	0,33	0,70
Bensin		Euro-2	1,52	6,56	0,79	0,31	0,63
Bensin		Euro-3	1,39	6,35	0,76	0,30	0,59
Bensin		Euro-4	1,38	6,33	0,76	0,30	0,59
Bensin		Euro-5	1,38	6,32	0,75	0,30	0,59
Bensin		Euro-6	1,38	6,32	0,75	0,30	0,59
Diesel		Pre Euro	3,33	9,33	1,07	0,34	1,03
Diesel		Euro-1	2,50	8,03	0,95	0,33	0,85
Diesel		Euro-2	2,15	7,52	0,90	0,33	0,78
Diesel		Euro-3	1,83	6,95	0,85	0,33	0,70
Diesel		Euro-4	1,68	6,88	0,82	0,32	0,67
Diesel		Euro-5	1,53	6,64	0,80	0,32	0,63
Diesel		Euro-6	1,42	6,48	0,77	0,31	0,60
Motorsykler og mopeder							
Bensin		Pre Euro	0,44	3,32	0,17	0,05	0,15
Bensin		Euro-1	0,45	3,33	0,17	0,06	0,15
Bensin		Euro-2	0,43	3,31	0,17	0,05	0,14
Bensin		Euro-3	0,42	3,31	0,17	0,05	0,14

Tabell V.2.17 (forts.) Eksterne marginale kostnader uten klimaeffekter etter kjøretøyklasse, vektklasse, euroklasse og tettstedstype. 2012-kr/km.

Drivstoff	Vektklasse	Euro-klasse	Store	Kø store	Små	Spredt	Landsgjennomsnitt
Buss							
Diesel		Pre Euro	8,65	24,14	2,17	0,58	2,75
Diesel		Euro-I	6,56	19,89	1,78	0,52	2,29
Diesel		Euro-II	6,22	19,23	1,79	0,54	2,39
Diesel		Euro-III	5,74	19,08	1,67	0,50	2,30
Diesel		Euro-IV	4,37	16,37	1,39	0,44	1,81
Diesel		Euro-V	3,92	15,62	1,27	0,41	1,66
Diesel		Euro-VI	2,48	13,06	0,91	0,35	1,03
CNG			2,87	13,04	0,98	0,37	1,70
Lastebiler og vogntog							
Bensin		Pre Euro	6,57	16,47	4,17	1,29	2,34
Diesel	<= 7,5 t	Pre Euro	8,34	19,96	4,68	1,39	2,71
Diesel	<= 7,5 t	Euro-I	7,07	17,87	4,45	1,36	2,49
Diesel	<= 7,5 t	Euro-II	6,82	17,38	4,43	1,36	2,46
Diesel	<= 7,5 t	Euro-III	6,62	17,16	4,37	1,34	2,41
Diesel	<= 7,5 t	Euro-IV	6,22	16,66	4,30	1,31	2,33
Diesel	<= 7,5 t	Euro-V	6,07	16,42	4,26	1,30	2,30
Diesel	<= 7,5 t	Euro-VI	5,64	15,58	4,15	1,28	2,27
Diesel	7,5 - 14 t	Pre Euro	9,89	22,09	5,37	1,66	3,20
Diesel	7,5 - 14 t	Euro-I	8,35	19,68	5,03	1,58	2,90
Diesel	7,5 - 14 t	Euro-II	7,94	18,89	4,99	1,59	2,84
Diesel	7,5 - 14 t	Euro-III	7,66	18,60	4,91	1,56	2,77
Diesel	7,5 - 14 t	Euro-IV	7,03	17,82	4,79	1,51	2,64
Diesel	7,5 - 14 t	Euro-V	6,80	17,46	4,73	1,49	2,59
Diesel	7,5 - 14 t	Euro-VI	6,08	16,05	4,55	1,47	2,52
Diesel	14 - 20 t	Pre Euro	12,10	24,88	6,35	2,14	3,97
Diesel	15 - 20 t	Euro-I	9,96	21,54	5,88	2,04	3,55
Diesel	16 - 20 t	Euro-II	9,37	20,41	5,82	2,05	3,48
Diesel	17 - 20 t	Euro-III	9,06	20,14	5,73	2,02	3,40
Diesel	18 - 20 t	Euro-IV	8,19	19,08	5,57	1,96	3,23
Diesel	19 - 20 t	Euro-V	7,91	18,66	5,50	1,94	3,17
Diesel	20 - 20 t	Euro-VI	6,79	16,48	5,21	1,90	3,02
Diesel	> 20 t	Pre Euro	15,49	29,85	7,48	2,65	4,93
Diesel	> 20 t	Euro-I	12,47	25,22	6,79	2,49	4,33
Diesel	> 20 t	Euro-II	12,56	25,05	6,92	2,55	4,40
Diesel	> 20 t	Euro-III	11,68	24,05	6,70	2,50	4,22
Diesel	> 20 t	Euro-IV	9,50	21,05	6,25	2,38	3,79
Diesel	> 20 t	Euro-V	8,95	20,17	6,10	2,34	3,67
Diesel	> 20 t	Euro-VI	7,34	17,00	5,70	2,27	3,44

Tabell V.2.18 Eksterne marginale kostnader uten klimaeffekter etter kjøretøyklasse, euroklasse og tettstedstype. 2012-kr/liter drivstoff.

Drivstoff	Vektklasse	Euro-klasse	Store	Kø store	Små	Spredt	Landsgjennomsnitt
Personbiler							
Bensin		Pre Euro	18,88	47,74	10,02	3,71	8,03
Bensin		Euro-1	18,26	47,51	9,85	3,63	7,82
Bensin		Euro-2	17,79	46,93	9,69	3,52	7,63
Bensin		Euro-3	16,68	45,82	9,41	3,45	7,31
Bensin		Euro-4	16,77	45,80	9,42	3,45	7,33
Bensin		Euro-5	17,11	45,99	9,47	3,46	7,41
Bensin		Euro-6	17,19	46,03	9,48	3,45	7,46
Diesel		Pre Euro	29,33	69,68	13,23	4,71	11,54
Diesel		Euro-1	30,51	69,89	13,41	4,72	11,83
Diesel		Euro-2	28,28	68,56	13,11	4,73	11,31
Diesel		Euro-3	25,17	64,39	12,68	4,74	10,59
Diesel		Euro-4	23,57	63,94	12,40	4,67	10,16
Diesel		Euro-5	23,09	63,35	12,35	4,69	10,06
Diesel		Euro-6	21,60	61,58	11,95	4,56	9,60
LPG		Euro-2	13,75	38,71	7,71	2,83	6,01
LPG		Euro-3	13,41	38,22	7,62	2,81	5,91
LPG		Euro-4	13,70	38,48	7,68	2,82	5,98
Andre lette kjøretøyer							
Bensin		Pre Euro	21,47	48,33	10,37	4,60	9,17
Bensin		Euro-1	20,81	48,44	10,19	4,39	8,81
Bensin		Euro-2	18,45	45,88	9,51	4,20	8,10
Bensin		Euro-3	16,90	44,42	9,13	4,11	7,66
Bensin		Euro-4	16,39	44,00	9,04	4,11	7,55
Bensin		Euro-5	16,43	44,02	9,05	4,11	7,57
Bensin		Euro-6	16,52	44,06	9,06	4,11	7,62
Diesel		Pre Euro	37,11	78,28	12,33	4,10	11,75
Diesel		Euro-1	28,60	67,63	11,09	4,06	9,96
Diesel		Euro-2	25,20	63,70	10,58	4,04	9,24
Diesel		Euro-3	21,93	58,40	10,09	4,03	8,62
Diesel		Euro-4	19,80	57,17	9,66	3,94	8,05
Diesel		Euro-5	18,30	55,31	9,45	3,93	7,71
Diesel		Euro-6	17,08	54,16	9,11	3,80	7,34
Motorsykler og mopeder							
Bensin		Pre Euro	11,24	69,45	4,35	1,44	3,87
Bensin		Euro-1	11,24	69,45	4,36	1,47	3,90
Bensin		Euro-2	11,09	69,33	4,31	1,41	3,82
Bensin		Euro-3	10,68	69,00	4,21	1,40	3,72

Tabell V.2.18 (forts.) Eksterne marginale kostnader uten klimaeffekter etter kjøretøyklasse, vektklasse, euroklasse og tettstedstype. 2012-kr/liter drivstoff.

Drivstoff	Vektklasse	Euro-klasse	Store	Kø store	Små	Spredt	Landsgjennomsnitt
Buss							
Diesel		Pre Euro	21,93	38,46	5,52	1,83	7,85
Diesel		Euro-I	17,85	33,09	4,79	1,68	6,75
Diesel		Euro-II	16,17	31,59	4,65	1,71	6,77
Diesel		Euro-III	14,48	31,01	4,24	1,56	6,33
Diesel		Euro-IV	11,42	27,75	3,62	1,39	5,12
Diesel		Euro-V	10,14	26,32	3,29	1,29	4,63
Diesel		Euro-VI	6,39	21,86	2,35	1,10	2,88
CNG			5,49	15,39	1,88	1,03	3,40
Lastebiler og vogntog							
Bensin		Pre Euro	29,08	59,56	18,47	5,79	10,47
Diesel	<= 7,5 t	Pre Euro	56,57	86,90	33,39	9,53	18,43
Diesel	<= 7,5 t	Euro-I	51,85	81,67	32,60	9,42	17,52
Diesel	<= 7,5 t	Euro-II	50,65	80,11	32,54	9,45	17,36
Diesel	<= 7,5 t	Euro-III	48,35	78,31	31,96	9,28	16,91
Diesel	<= 7,5 t	Euro-IV	45,88	76,79	31,50	9,09	16,37
Diesel	<= 7,5 t	Euro-V	44,70	75,59	31,19	8,99	16,12
Diesel	<= 7,5 t	Euro-VI	41,45	71,47	30,38	8,87	15,94
Diesel	7,5 - 14 t	Pre Euro	43,90	62,65	24,79	8,01	15,05
Diesel	7,5 - 14 t	Euro-I	39,63	58,42	23,82	7,71	14,03
Diesel	7,5 - 14 t	Euro-II	38,21	56,66	23,73	7,74	13,83
Diesel	7,5 - 14 t	Euro-III	36,14	55,06	23,20	7,58	13,40
Diesel	7,5 - 14 t	Euro-IV	33,59	53,52	22,73	7,37	12,82
Diesel	7,5 - 14 t	Euro-V	32,41	52,34	22,42	7,28	12,57
Diesel	7,5 - 14 t	Euro-VI	28,87	47,86	21,53	7,15	12,19
Diesel	14 - 20 t	Pre Euro	39,92	52,82	22,27	8,41	14,77
Diesel	15 - 20 t	Euro-I	36,10	49,07	21,41	8,15	13,83
Diesel	16 - 20 t	Euro-II	34,43	47,04	21,29	8,20	13,60
Diesel	17 - 20 t	Euro-III	32,72	45,80	20,83	8,04	13,21
Diesel	18 - 20 t	Euro-IV	30,28	44,48	20,41	7,84	12,64
Diesel	19 - 20 t	Euro-V	29,15	43,41	20,11	7,75	12,38
Diesel	20 - 20 t	Euro-VI	24,88	38,06	19,03	7,58	11,79
Diesel	> 20 t	Pre Euro	27,27	33,29	13,57	5,55	9,80
Diesel	> 20 t	Euro-I	25,44	31,60	13,07	5,37	9,31
Diesel	> 20 t	Euro-II	23,31	29,25	12,85	5,40	9,00
Diesel	> 20 t	Euro-III	21,37	27,72	12,37	5,27	8,57
Diesel	> 20 t	Euro-IV	17,94	25,17	11,67	5,04	7,79
Diesel	> 20 t	Euro-V	16,60	23,77	11,32	4,94	7,49
Diesel	> 20 t	Euro-VI	13,61	19,98	10,58	4,80	7,01

VEDLEGG 3. Forhold som er vurdert men ikke tatt med i beregningene av eksterne marginale kostnader

V.3.1 Barriereeffekter

V.3.1.1 Tidligere beregninger av marginale eksterne barrierekostnader

Marginale eksterne barrierekostnader er, så langt vi kjenner til, ikke tidligere blitt beregnet for norsk vegtransport – dette ble ikke inkludert verken av ECON (2003) eller av Eriksen mfl. (1999). Det finnes kostnadsestimater fra europeiske studier, og barrierekostnader vil da være å forstå som det Maibach mfl. (2008) benevner som ”tilleggs-kostnader i urbane områder” (spesielt byer > 50000 innbyggere). Disse forslås, i IMPACT, estimert ved å sette sammen to kostnadskomponenter tilknyttet (økt) motorkjøretøytrafikk i urbane strøk: i) en ”skadekostnad” som knyttes til økt separasjonseffekt og økt ventetid (for fotgjengere) ved kryssing av transportinfrastruktur; og ii) en ”kompensasjonskostnad” som knyttes til økt behov for spesielle tilrettelegginger for sykling. Dette bygger opprinnelig på sveitsiske studier (Schreyer mfl. 2004, ARE 2006).

i) Separasjonskostnaden (skadekostnaden), eller fotgjengertidstap-kostnaden ble foreslått estimert ved å beregne tidstap basert på infrastrukturlengde i urbane områder, gjennomsnittlig antall berørte personer (per infrastrukturlengde), gjennomsnittlig antall kryssinger per person og dag, gjennomsnittlig tid tapt per kryssing. Den totale skadekostnaden fås ved å multiplisere tidstapet med en tidsverdssetting for fotgjengere. Så fordeles dette ut på kjøretøyenes bidrag til denne ventetidskostnaden, med en underliggende forutsetning om at gjennomsnittlig ekstern kostnad er lik marginal ekstern kostnad.

ii) Knapphetskostnaden (kompensasjonskostnaden) beregnes ut ifra behovet for sykkelfelt eller separate sykkelveger som må bygges pga økt ÅDT. (Her vil det altså være snakk om en slags trappetrinnsfunksjon, og denne vil for Norge være gitt ut fra veg- og gatenormaler.) Med bestemmelse om når sykkelfelt/sykkelveg er nødvendig, så kan en med en løpeterkostnad finne en total-kostnad, for en sykkelinfrastrukturlengde – og for en by eller et aggregert geografisk område.³⁴

³⁴ I følge Statens vegvesen (2013a, se også Statens vegvesen 2013b) skal det være et sammenhengende hovednett for sykkeltrafikk i norske byer, der gatene som inngår i dette hovednettet skal ha sykkelfelt ved ÅDT>4000 eller ved fartsgrense > 50 km/t (og sykkelfeltbredden økes fra 1,25 til 1,55 m hvis ÅDT>8000). For veger bør g/s-veg etableres ved ÅDT>1000 og potensiell g/s-ÅDT>50 eller om vegestrekningen er skoleveg. Ved ÅDT>6000 bør det være planskilt kryss eller signalregulert kryssing i plan. Sælensminde (2002) benyttet en løpeterpris for g/s-veger lik 7500 kr i sin NKA av g/s-vegutbygging i Trondheim, Hamar og Hokksund, og om vi antar at dette var 2000-kr, vil bruk av konsumprisindeksen gi en anslått løpeterpris lik ca 9350 kr i 2012. Han fant at det gjensod ca 80 km g/s-veg for å fullføre hovednettet i Trondheim (ca 600 mill. kr), ca 2,1 km g/s-veg for å fullføre hovednettet i Hamar (ca 15,75 mill. kr), og ca 3,15 km g/s-veg for å fullføre hovednettet i Hokksund (ca 23,6 mill. kr).

Mht separasjonskostnaden, så viser tabell V3.1.1 antatt tidstap og krysningsfrekvens for gående i tilknytning til ulike vegtyper.³⁵

Tabell V3.1.1. Separasjonskostnad – inputverdier og kostnadsfaktorer

	Vegtype		
	kommunal	hovedgate	motorveg
Gjennomsnittlig antall kryssninger per dag per person	3	2	1,5
Gjennomsnittlig tidstap per kryssing (sek)	10	45	260
MC	0,11	0,01	
Tidsverdsetting – gående (per time)	6,5 Euro (ca 87 2012-kr)		

Kilder: Maibach mfl. (2008), Statistisk sentralbyrå.

For knapphetskostnaden ble det operert med en (annuitets)kostnad for sykkelfelt (oppmaling) lik 1900 Euro per km, og for separat sykkelveg var kostnaden 24100 Euro per km, dvs. om lag 25 og 323 kr (2012-kr) per løpemeter per år.

Summen av den totale separasjonskostnaden og den totale knapphetskostnaden ble så fordelt på de ulike motorkjøretøytypene, med ulik vekting, pga at større kjøretøy medfører større tidstap og større (areal)knapphet. Tabell V3.1.2 viser gjennomsnittlige barrierekostnader for EU15 pluss Sveits og Norge.

Tabell V3.1.2. Barrierekostnader i vegtransport – gjennomsnittlige eksterne kostnader per kjøretøykm, gjeldende for EU15 pluss Sveits og Norge

	Eksterne barrierekostnader per kjøretøykm	
	2000-eurocent	2012-kr
Personbiler	0,26	0,03
Busser	0,66	0,09
MC	0,11	0,01
Varebil	0,37	0,05
Tyngre kjøretøy	0,77	0,10
Lette		0,04
Tunge		0,10

Kilder: Maibach mfl. (2008), Statistisk sentralbyrå. I "lette" inngår personbiler, varebiler og MC, og i "tunge" inngår busser og (andre) tyngre kjøretøy (lastebiler/vogntog).

Kostnadsestimatene for Norge separat ville være noe høyere enn estimatene i tabell V3.1.2, pga høyere kostnadsnivå og høyere verdsettinger.

Vi vil (nedenfor) vise en eksempelberegning som kun omfatter beregning av tidstapet ("separasjonskostnaden"), men ikke "knapphetskostnaden". En kan argumentere for at beregning av marginalkostnader basert på tiltakskostnader (som bygging av sykkelfelt og g/s-veger) har et teoretisk svakere grunnlag enn beregninger basert på

³⁵ For følsomhetsanalyse foreslo Maibach mfl. (2008) å variere kostnadsfaktorene, anslagene på gjennomsnittlig antall kryssninger per dag og tidstap per kryssing (for "separasjonskostnaden"), og anslått infrastrukturenlengde (for "knapphetskostnaden").

estimering av (negativ) nytte som en trafikantgruppe påfører en annen. Vi vil dog i vår eksempelberegning av tidstapet, også inkludere tilsvarende for sykling, ikke kun gange.

Mer generelt kan en nok vurdere det slik at det for barriereeffekter i vegtransport fortsatt mangler et velutviklet metodegrunnlag, og det er også et noe svakere datagrunnlag for å beregne omfanget av sykling og gange i ulike områder, sammenliknet med det en har av data for motorisert trafikk.

V.3.1.2 Barriereeffekter i form av utrygghet for syklende/gående

Veger og vegtrafikk kan mer grunnleggende skape barriereeffekter knyttet til at mange avstår fra å sykle/gå i områder med mye trafikk og påføres ulemper ved å krysse eller komme rundt veger med mye trafikk. En kan anta at barriereeffektene er større jo større trafikkmengdene og kjørehastigheten er (Amundsen mfl. 2000).³⁶ Allertil først vil vi påpeke at vi her vil behandle barrierekostnader (kostnader pga avvisning/atskillelse) og det som har vært betegnet som utrygghetskostnader som en slags felles effekt. En kan for eksempel tenke seg at en trafikantgruppe vurderer at en annen trafikantgruppe (inkludert dens infrastruktur) medfører en avvisning/atskillelse (Stanley og Rattray 1978, Hine og Russel 1993, Litman 2003a, 2003b). Dog kan det være uklart hvor skillet går mellom det som er en fast, konkret barriere og det som mer er en følt barriere (om enn de facto en barriere), og i det siste tilfellet kan det være utrygghetsfølelsen som medfører barrierevirkningen. Amundsen mfl. (2000, s. 26) skrev følgende i tilknytning til sin beregning av utrygghetsfaktorer- og kostnader (for syklende/gående): ”I beregning av utrygghetsfaktorene for ulike vegtyper inngår tre komponenter ... : 1. Bruken av området rundt vegen, 2. Trafikkmengde som ”barriere”, 3. Vegens utforming som ”barriere”. De nevnte i tillegg trafikkhastighetens betydning for utryggheten, som de da benyttet en egen formel for å beregne. Med andre ord, Amundsen mfl. (2000) koblet helt klart sammen utrygghet og barriereeffekter for syklende/gående. Vi vil (nedenfor) vise en alternativ eksempelberegning basert på estimering av utrygghetskostnad (barrierekostnad) for syklende/gående ved både kryssing av veg med motorisert trafikk og ferdsel langs veg med motorisert trafikk.

V.3.1.3 En eksempelberegning basert på verdsetting av tidstap for gående/syklende ved kryssing av veger med motorisert trafikk

For denne separasjonskostnadsberegningen vil vi først ta utgangspunkt i det totale antallet personkm med gange og sykling, satt til hhv 1800 mill km og 750 mill km per år, i Norge. Vi vil så fordele dette på ulike veg-/områdekategorier. Mht trafikkarbeidet for motorkjøretøy, så har vi følgende fordeling på veg- og områdekategorier (tabell V3.1.3):

³⁶ Muligens vil sykling være sterkere påvirket enn gange mht trafikkmengde og kjørehastighet, da syklende vil kunne befinne seg både i samme sone som fotgjengerne og i sonen sammen med motorkjøretøy.

Tabell V3.1.3. Veg-/områdekategorier og trafikkarbeid – motoriserte kjøretøy – mill kjøretøykm, 2012.

	Fartsgrense			Totalt
	0-30	40-50	60 og høyere	
Tettsted > 100000	800	3 300	4 100	8 200
Tettsted 200-100000	900	4 500	2 700	8 100
Spredtbygd	200	3 300	24 300	27 800
Totalt	1 900	11 100	31 100	44 100

Kilde: SSB.

Vi har ikke tilsvarende data for fordeling av gang- og sykkeltrafikken, ei heller hvor mye av denne som i dag skjer på egne g/s-veger, andelen plandelte kryss, osv. For å kunne anslå hvor mye av syklingen/gangen som foregår på de ulike veg-/områdekategoriene, så vil vi for det første anta at fordelingen mellom større tettsteder, mindre tettsteder og spredtbygde områder er lik befolkningsfordelingen (hhv 34,9 % av befolkningen i tettsteder/byer med mer enn 100.000 innbyggere, 44,5 % i tettsteder/byer med mellom 200 og 100.000 innbyggere, og de øvrige 20,6 % i spredtbygde strøk). Når det gjelder fordelingen mellom fartsgrenser vil vi anta, som en (grov) forenkling, at den er lik med trafikkarbeidet. Det gir følgende fordeling av de anslått 2550 millioner personkm (og ”kjøretøykm”) sykkel/gange (tabell V3.1.4).

Tabell V3.1.4. Millioner personkm (og ”kjøretøykm”) sykkel/gange på ulike veg- og områdekategorier – mill personkm (og ”kjøretøykm”), 2012.

	Fartsgrense			Totalt
	0-30	40-50	60 og høyere	
Tettsted > 100000	87	358	445	890
Tettsted 200-100000	126	630	378	1134
Spredtbygd	4	62	460	526
Totalt	217	1051	1283	2550

Når det gjelder antallet krysninger per dag per person, så vil vi med utgangspunkt i tabell V3.1.1 anta at det gjennomgående er snakk om tre krysninger per dag per person for de laveste fartsgrensene og tilnærmet lik to krysninger per dag per person for veger med fartsgrense 60 km/t og høyere (1,5 for den lille andelen motorveg, dvs. en vekt lik ca fire prosent). Totalt vil dette gi ca 2,42 krysninger per dag per person for alle veg-/områdekategoriene.

Når det så gjelder det gjennomsnittlige tidstapet per kryssing, så vil vi igjen ta utgangspunkt i tallene fra tabell V3.1.1, og anta at disse gjelder for de større byområdene (tettsted>100000). For de øvrige veg-/områdekategoriene venter vi ned med en antatt ÅDT-forskjell. Om vi fordeler de årlige 44,1 mill kjøretøykm (for motorkjøretøy) over årets 365 dager på de 92.900 km med vegstrekning, blir gjennomsnittlig ÅDT lik ca 1.300. For å fordele mellom tettbygde og spredtbygde områder så baserer vi dette på at ÅDT er høyest i tettsteder/byer med mer enn 100.000 innbyggere og lavest i spredtbygde strøk, for eksempel som følger (tabell V3.1.5):

Tabell V3.1.5. Anslått ÅDT innenfor hver veg-/områdekategori.

	Fartsgrense			Totalt (ÅDT)
	0-30	40-50	60 og høyere	
Tettsted > 100000	1 096	3 014	7 078	3 411
Tettsted 200-100000	493	1 174	3 107	1 241
Spredtbygd	183	548	1 361	1 113
Totalt (ÅDT)	521	1 014	1 611	1 301

Kilder: Arnevik (2005), Store norske leksikon (<http://snl.no/>).

Vi bruker så ÅDT-anslagene sammen med de europeiske estimatene (fra tabell V3.1.1) til å estimere følgende gjennomsnittlige tidstap per krysning av de ulike vegtypene (tabell V3.1.6):

Tabell V3.1.6. Gjennomsnittlig tidstap per kryssing (min) innenfor hver veg-/områdekategori.

	Fartsgrense			Totalt
	0-30	40-50	60 og høyere	
Tettsted > 100000	0,10	0,17	0,90	0,43
Tettsted 200-100000	0,05	0,06	0,40	0,16
Spredtbygd	0,02	0,03	0,17	0,14
Totalt	0,05	0,06	0,21	0,16

For å kunne regne dette om til tidstap i kroner, så benytter vi en tidsverdssetting fra den norske verdsettingsstudien for transportsektoren (Ramjerdi mfl. 2010). Denne var hhv 125 kr per time for gange og 113 kr per time for sykling. Med bruk av lønnsveksten fra 2009 til 2012, ca 11 % (www.ssb.no), kan vi oppdatere dette til hhv ca 140 og ca 125 2012-kr per time. Et vektet gjennomsnitt, basert på totalt antall personkm gange versus sykling, gir ca 135 kr 2012-kr per time. Verdssettingen av tid kan ganges opp med tidstap per krysning og antall kryssinger for å finne gjennomsnittlig tidstap per dag per person, innenfor hver veg-/områdekategori. For estimering av årlige tidstapskostnader per "person" kan vi simpelt hen bare gange opp med 365 (tabell V3.1.7):

Tabell V3.1.7. Gjennomsnittlig tidstap per år per "person" (2012-kr) innenfor hver veg-/områdekategori.

	Fartsgrense			Totalt
	0-30	40-50	60 og høyere	
Tettsted > 100000	246	411	1 464	969
Tettsted 200-100000	111	160	643	367
Spredtbygd	41	75	281	261
Totalt	117	138	333	325

Med "person" vil vi ikke nødvendigvis mene faktisk talte personer, gående og sykklister i Norge. Vi fordeler bare den årlige summen av personkm på "personer" (litt

å la årsdøgnstrafikk, som generelt vil omfatte et lavere antall faktiske personer enn summen av passeringer). Vi deler summen av personkm per år på produktet av gjennomsnittlig antall reiser per dag (3,3), gjennomsnittlig reiselengde (vektet lik 2,38 km – ca 1,7 for gående og ca 4 for syklende) og 365 (Vågane mfl. 2011). Det gir følgende ”gange-sykel-populasjon” innenfor hver veg-/områdekategori (tabell V3.1.8):

Tabell V3.1.8. ”Gange-sykel-populasjon” innenfor hver veg-/områdekategori.

	Fartsgrense			Totalt
	0-30	40-50	60 og høyere	
Tettsted > 100000	30 324	125 088	155 413	310 825
Tettsted 200-100000	44 032	220 160	132 096	396 288
Spredtbygd	1 322	21 810	160 597	183 729
Totalt	75 678	367 058	448 106	890 843

Vi kan så multiplisere de gjennomsnittlige årlige tidstapskostnader per ”person” gående/syklende (tabell V3.1.7) med ”gange-sykel-populasjonen” (tabell V3.1.8), for å få et estimat på den totale årlige tidstapskostnaden, altså ”separasjonskostnaden” for gående/syklende pga den barrieren som den motoriserte vegtransporten representerer (tabell V3.1.9):

Tabell V3.1.9. Årlig tidstapskostnad (mill kr) pga barriere/kryssing per år – gange/sykel.

	Fartsgrense			Totalt
	0-30	40-50	60 og høyere	
Tettsted > 100000	7	51	228	286
Tettsted 200-100000	5	35	85	125
Spredtbygd	0,1	2	45	47
Totalt	12	88	358	458

For å knytte denne tidstapskostnaden for gående/syklende til dem som forvolder en slik ekstern kostnad, så fordeler vi tidstapskostnaden (innenfor hver veg-/områdekategori) på antallet kjøretøykm med motoriserte kjøretøy (fra tabell V3.1.3), som gir følgende estimater (tabell V3.1.10):

Tabell V3.1.10. Ekstern tidstapskostnad per kjøretøykm – motorisert trafikk.

	Fartsgrense			Totalt
	0-30	40-50	60 og høyere	
Tettsted > 100000	0,01	0,02	0,06	0,03
Tettsted 200-100000	0,01	0,01	0,03	0,02
Spredtbygd	0,00	0,00	0,00	0,00
Totalt	0,01	0,01	0,01	0,01

Estimatet ligger på ca 1 øre per km, for vegnettet totalt, men med litt høyere kostnader i mer urbane områder, ca 3 øre per km, og dessuten økende kostnad med økende fart. Vi kan til slutt fordele kostnaden på kjøretøytyper, og bruker da samme relative fordeling som den som Maibach mfl. (2008) presenterte (fra tabell V3.1.2). Dette gir følgende (tabell V3.1.11):

Tabell V3.1.11. Tidstapstkostnader for gående/syklende i vegtransport – gjennomsnittlige eksterne kostnader per kjøretøykm – 2012-kr

	Eksterne tidstapstkostnader per kjøretøykm	
	Tettsted > 100000	Totalt
Personbiler	0,03	0,01
Busser	0,08	0,02
MC	0,01	0,004
Varebil	0,04	0,01
Tyngre kjøretøy	0,09	0,03
Lette	0,03	0,01
Tunge	0,09	0,03

De estimerte tidstapstkostnadene for de største byområdene ligger svært nær estimatene fra Maibach mfl. (2008).

V.3.1.4 En alternativ eksempelberegning basert på verdsetting av barriereeffekter/utrygghet for syklende/gående

Som alternativ til en beregning basert på verdien av tidstap, vil vi vise en eksempelberegning som er basert på syklendes og gåendes verdsetting av (fjerning av) kryss (av veger med motorisert trafikk) og verdsetting av å oppnå separate fasiliteter for sykling/gange. Når det gjelder selve verdsettingen av barrierevirkning/ utrygghet, tar vi igjen utgangspunkt i estimerer fra den norske verdsettingsstudien for transportsektoren (Flügel mfl. 2010).³⁷ Disse verdsettingsestimatene vil vi i utgangspunktet anta gjelder ved gjennomsnittlig fart og gjennomsnittlig ÅDT (tabell V3.1.12).

Tabell V3.1.12. Enbetsverdier for kostnader tilknyttet barriereeffekter/ utrygghet, ferdsel langs veg og kryssing av veg (2012-kr)

	Syklende	Gående	
Kryssing av veg	2,7	1,1	Kr per kryssing
Ferdse langs veg	14	32	Kr per km

Kilder: Flügel mfl. (2010). Verdsettinger fra samvalg (valgekspertiment) som ble gitt per tidsenhet (minutt), og disse er omregnet til kr med tidsverdi lik hhv 113 kr per time for sykling og 125 kr per time for gange (Ramjerdi mfl. 2010). Med bruk av lønnsveksten fra 2009 til 2012, ca 11 % (www.ssb.no), ble 2009-verdiene fra Flügel mfl. (2010) oppdatert til 2012-kr.

³⁷ I verdsettingsstudien er det brukt betegnelser som ”verdsetting av utrygghet”, men dette var ikke basert på spørsmål om hvor utrygge de syklende/gående følte seg. Verdsettingene var basert på valgekspertimenter der syklende/gående valgte mellom reisestrekninger med ulike tidsbruk og ulike nivåer for sykling/gange på g/s-veg eller annen separat infrastruktur og kryss av veg med motorkjøretøy, pluss, evt., antall drepte og hardt skadde på strekningen (Flügel mfl. 2010). En kan anta at separate strekningsfasiliteter og overbygde kryss eller underganger (hvis riktig utformet) både vil kunne redusere barrierevirkning og utrygghet for syklende/gående.

Vi må videre regne om verdier per kryssing til en verdsetting av kryss(fjerning) per km, ved å sette inn et anslag på gjennomsnittlig antall kryss per km. Vi bruker her et anslag 3,2 kryss per km, basert på en undersøkelse av sykling i Helsinki (Pasanen 1999, se også Veisten mfl. 2005). Dette gir følgende aggregerte verdsettinger av ferdsel langs veg (separert fra motorkjøretøy) og (fjerning av) kryssinger av veger med motorkjøretøy (tabell V3.1.13).³⁸

Tabell V3.1.13. Enbetsverdier for kostnader tilknyttet barriereeffekter/utrygghet, ferdsel langs veg inkl. kryssinger (2012-kr)

	Syklende	Gående	
Ferdse langs veg, inkl. kryssinger	23	36	Kr per km (inkl. kryssinger)

Kilder: Det er antatt 3,2 kryss per km, både for syklende og gående (Pasanen 1999, Veisten mfl. 2005).

Vi må videre finne et estimat på totalomfanget av barriereeffekt/utrygghet for syklende/gående. Det er her trolig enklere å ta utgangspunkt i tall for eksisterende sykling/gange enn å forsøke å anslå hvor mange personer som per i dag er avvist/avstengt fra sykling/gange (eller personkm som ikke blir foretatt pga barrierer/utrygghet). Om vi tar utgangspunkt i det totale antallet personkm med sykling og gange (hhv 750 mill km og 1800 mill km per år), så kan vi foreta en vurdering av hvor mye av denne fysiske aktive transporten som foregår uten utrygghet/barrierer. I grunnlagsdokumentene for de nasjonale sykkelstrategiene har det vært oppgitt lengder på det utbygde sykkelvegnettet og anslag for gjenstående behov. Mens utbyggingslengden (langs riksvegnettet) har hatt et noenlunde klart og økende kilometeranslag, dvs. ca 3000 km i 2003 og ca 3200 km i 2007, så har gjenstående behov målt i km variert, dvs. anslått til ca 1850 km i 2003 og til ca 3250 km i 2007 (Statens vegvesen 2003, 2007). Dog, basert på dette kan vi gjøre en antakelse om at bortimot halvparten av sykkelreisene (personkm med sykkel) fortsatt foregår på det en kan betegne som strekninger med barrierer/utrygghet (pga motoriserte kjøretøy). Amundsen og Bjørnskau (2003) fant at rundt 40 % av syklistene og rundt 20 % av fotgjengerne følte seg utrygge. At en lavere andel fotgjengere enn syklistene er utrygge er som forventet mht at en stor del av gangen foregår på fortau i byer/tettsteder (dog med kryssinger). Basert på dette vil vi altså anslå at hhv $750 \cdot 0,4 = 300$ mill km med sykling og $1800 \cdot 0,2 = 360$ mill km, til sammen 660 mill km, foregår på strekninger med barrierer/utrygghet (tabell V3.1.14).

Tabell V3.1.14. Enbetsverdier for kostnader tilknyttet barriereeffekter/utrygghet, ferdsel langs veg inkl. kryssinger (2012-kr)

	Syklende	Gående	Syklende/gående
Andel utrygg ferdsel	40 %	20 %	25,88 %
Utrygg ferdsel – personkm	300	360	660
Enhetskostnad – ferdsel langs veg, per km, inkl. kryssinger (2012-kr)	23	36	30

Kilder: Amundsen og Bjørnskau (2003), Statens vegvesen (2003, 2007).

³⁸ I prinsippet gjelder disse anslagene primært for nytteberegning av å fjerne all motorisert trafikk fra veger med fotgjengere eller syklistene, der det ikke tidligere finnes egne arealer (fortau, sykkelfelt, g/s-veger) for disse gruppene. Vi gjør derfor en tilleggsforutsetning når vi knytter disse estimatene til trafikkmengder og marginale endringer i disse.

Vi vet at utrygghet/barrierevirkninger for syklende og gående påvirkes av motorkjøretøyenes fart og mengde, i tillegg til mangelen på streknings- og kryssingsfasiliteter (Amundsen mfl. 2000, Statens vegvesen 2006). Mht effekten på utrygghetseffekten (eller utrygghetskostnaden, w) av fart (v) kan vi benytte følgende formel fra Amundsen mfl. (2000):

$$w_v = w_{\bar{v}} \left(\frac{v}{\bar{v}} \right)^2.$$

Dette gir en konveks (stigende) utrygghetsfunksjon mht fart. Hvis $w_{\bar{v}}$, utrygghetskostnaden ved gjennomsnittsfart, antatt lik 45 km/t (Denstadli mfl. 2006, Elvik 2008) er 30 kr, så er $w_{v=30} = 13,33$ kr, $w_{v=50} = 37,04$ kr, og $w_{v=70} = 72,59$ kr.

Vi skal finne utrygghets-/barrierekostnaden for ulike veg- og områdekategorier (på samme måte som for tidstaps-/barrierekostnaden). Vi fordeler den utrygge (barrierepåvirkede) syklingen/gangen på samme måte som vi fordelte syklingen/gangen totalt (i tabell V3.1.4), som gir følgende fordeling av de anslått utrygge 660 millioner personkm (og "kjøretøykm") sykkel/gange på disse veg-/områdekategoriene (tabell V3.1.15):³⁹

Tabell V3.1.15. Utrygge millioner personkm (og "kjøretøykm") sykkel/gange på ulike veg- og områdekategorier – mill personkm (og "kjøretøykm"), 2012.

	Fartsgrense			Totalt
	0-30	40-50	60 og høyere	
Tettsted > 100000	22,47	92,67	115,14	230,28
Tettsted 200-100000	32,62	163,11	97,87	293,60
Spredtbygd	0,98	16,16	118,98	136,12
Totalt	56,07	271,94	331,99	660,00

Vi vil også ha behov for et anslag på vegstrekningslengdene innenfor hver veg-/områdekategori, for å kunne anslå det antallet utrygge syklende/gående, eller personkm (og "kjøretøykm") sykkel/gange, som vil antas daglig å kunne finnes på vegstrekningene. Dette er nødvendig for å kunne finne et mål på effekten av ÅDT og (dermed) på den marginale eksterne barriere-/utrygghetskostnadene som motorkjøretøy potensielt påfører de syklende/gående på disse vegstrekningene. Den samlede offentlige veglengden var i 2008 ca 92.900 km (29,4 % riksveger, 29,2 % fylkesveger og 41,4 % kommunale veger). Arnevik (2005) oppga en fordeling på fartsgrenser av 55.125 km med riksveger og fylkesveger, der 13.551 km hadde fartsgrense under 60 km/t, og resten, 41.575 km hadde fartsgrense over 60 km/t. Vi antar at de kommunale vegene fordeler seg på fartsgrenser under 60 km/t, og vi fordeler 75 % av de 13.551 kilometerne (10.163) på fartsgrense 40-50 og 25 % (3.387 km) på 0-30.

³⁹ Dette gir de høyeste andelen utrygg/barrierepåvirket sykling/gange på veger med høyere fartsgrense enn 30 km/t, som kan være en rimelig antakelse selv om en ville kunne anta at folk sykler/går uforholdsmessig mye på veger med lave fartsgrenser.

Om vi fordeler de årlige 44,1 mill kjøretøykm over årets 365 dager på de 92.900 km med vegstrekning, blir gjennomsnittlig ÅDT lik ca 1.300. Med fordelingen av ÅDT mellom tettbygde og spredtbygde områder (fra tabell V3.1.5), så kan vi anslå følgende fordeling av vegstrekningslengder (tabell V3.1.16):

Tabell V3.1.16. Anslått andel vegstrekningslengde, innenfor hver veg-/områdekategori.

	Fartsgrense		
	0-30	40-50	60 og høyere
Tettsted > 100000	20 %	10 %	3 %
Tettsted 200-100000	50 %	35 %	4,5 %
Spredtbygde	30 %	55 %	92,5 %
Totalt	100 %	100 %	100 %

Kilder: Arnevik (2005), Store norske leksikon (<http://snl.no/>).

Med disse forutsetningene og antakelsene, inkludert at andelen med barriere-/utrygghetsutsatte strekninger er lik mellom alle veg-/områdekategoriene, får vi følgende estimerte antall gjennomsnittlig daglige utrygge personkm ("kjøretøykm") sykkel/gange, per km på vegstrekningene (tabell V3.1.17):

Tabell V3.1.17. Gjennomsnittlig daglige utrygge personkm ("kjøretøykm") sykkel/gange, per km vegstrekning innenfor hver veg-/områdekategori.

	Fartsgrense			Totalt
	0-30	40-50	60 og høyere	
Tettsted > 100000	30,78	84,63	198,77	95,78
Tettsted 200-100000	17,88	42,56	112,63	44,99
Spredtbygde	0,89	2,68	6,66	5,45
Totalt	15,36	24,83	17,19	19,46

Det virker rimelig at det estimerte antallet gjennomsnittlig daglige utrygge personkm ("kjøretøykm") sykkel/gange er høyere per km på vegstrekningene i mer tettbygde strøk og på veger med høyere fart. På veger med lav fart i spredtbygde strøk er det estimert at bare knapt fire syklende/gående daglig blir utsatt for utrygghet/barrierer, mens det i de største tettstedene/byene er estimert over 300 utrygge/barriereutsatte daglig på veger med fart høyere enn 60 km/t. Videre har vi altså at enhetskostnaden antas høyere ved høyere fart.

I tillegg til farten påvirkes utrygghets-/barrierekostnaden av trafikk tettheten (ÅDT). Vi kan anta at barriereeffekten/utryggheten er en konkav (avtakende) funksjon mht ÅDT (Kolbenstvedt og Fyhri 2004). Vi benytter følgende funksjon for hvordan utrygghetskostnaden (barrierekostnaden) varierer mht ÅDT (N):

$$w_N = w_{\bar{N}} \left(\ln \left(1,2 + \frac{N}{\bar{N}} \right) \right).$$

Vi vil anta at gjennomsnittlig ÅDT ($\bar{N}$) i de verdsettingene av barriere-/utrygghetsfjerning som vi bygger på, 30 kr per km (en vektet verdi for syklende og

gående som inkluderer både strekningsfasiliteter og fjerning av kryss) var på ca 5500 (Flügel mfl. 2013).

Det er neppe slik at det er uten betydning hvorvidt trafikkmengden består av lette eller tunge kjøretøy, dvs. at vi kan anta at barriere-/utrygghetsvirkningen (og kostnaden) er større for syklende/gående med tyngre kjøretøy enn med lettere. (Mht støy så kan en måle snittforskjellen i ”støyproduksjon” mellom lette og tunge kjøretøy, men altså ikke mht barrierevirkning/utrygghet.) Flügel mfl. (2010) fant at bilkjørende verdsatte én prosents reduksjon av tungbilandelen på vegene til ca 3,40 øre per km, som ville bli ca 3,77 øre i 2012-verdier. Anvendelse av dette verdsettingsestimatet for de syklende/gående ville knapt gitt noe tillegg for tunge kjøretøy sammenliknet med lette. Vi vil gjøre følgende antakelser: i) syklende/gående har en høyere verdsetting av tungbilandelsreduksjon per km enn bilkjørende; ii) barriere-/utrygghetskostnaden for tunge kjøretøy er omtrent det dobbelte av den for lette kjøretøy ved de laveste hastighetene (30 km/t) og med tungbilandel under 10 % (for eksempel 7 %), men med et fast tungbilt tillegg vil forskjellen avta ved økende hastighet. På bakgrunn av dette setter vi de syklende og gåendes verdsetting av én prosents reduksjon av tungbilandelen på vegene til 20 ganger de bilkjørendes verdsetting, dvs. ca 0,75 kr per km i 2012-verdier.

Med de gitte forutsetningene kan vi estimere gjennomsnittskostnad og marginalkostnad per kjøretøykilometer for lette kjøretøy (personbiler/MC) og tunge kjøretøy. Vi benytter ÅDT-estimatene fra tabell V3.1.5, og dessuten må vi sette inn for daglige utrygge personkm fra tabell V3.1.15. For de laveste fartsgrensene er farten satt til 30 km/t og tungbilandelen til 7 %, mens for de midtre fartsgrensene er farten satt til 50 km/t og tungbilandelen til 10 %, og for de høyeste fartsgrensene er farten satt til 70 km/t og tungbilandelen til 15 %. Det er én tabell for lette kjøretøy (tabell V3.1.18a) og én for tunge (tabell V3.1.6.18b):

Tabell V3.1.18a. Snittkostnader og marginale kostnader (SK og MK per kjøretøykm) tilknyttet lette kjøretøy (personbiler/MC) pga barriere-/utrygghetsvirkning for syklende/gående, gitt for hver veg-/områdekategori.

	Fartsgrense							
	0-30		40-50		60 og høyere		Totalt	
	SK	MK	SK	MK	SK	MK	SK	MK
Tettsted > 100000	0,13	0,07	0,61	0,38	1,99	1,16	1,44	0,84
Tettsted 200-100000	0,13	0,04	0,49	0,23	1,61	0,93	1,18	0,67
Spredtbygd	0,01	0,002	0,05	0,02	0,14	0,07	0,11	0,05
Totalt	0,11	0,04	0,31	0,14	0,34	0,17	0,27	0,12

Kilder: Flügel mfl. (2010), Ramjerdi mfl. (2010), Statistisk sentralbyrå (www.ssb.no), Pasanen (1999), Veisten mfl. (2005), Amundsen og Bjørnskau (2003), Statens vegvesen (2003, 2007), Arnevik (2005), Store norske leksikon (<http://snl.no/>), Amundsen mfl. (2000). For disse beregningene er det benyttet ÅDT-estimat fra tabell V3.1.5 og anslagene på daglige utrygge personkm fra tabell V3.1.15. For de laveste fartsgrensene er farten satt til 30 km/t og tungbilandelen til 7 %, mens for de midtre fartsgrensene er farten satt til 50 km/t og tungbilandelen til 10 %, og for de høyeste fartsgrensene er farten satt til 70 km/t og tungbilandelen til 15 %.

Tabell V3.1.18b. Snittkostnader og marginale kostnader (SK og MK per kjøretøykm) tilknyttet tunge kjøretøy pga barriere-/utrygghetsvirkning for syklende/gående, gitt for hver veg-/områdekategori.

	Fartsgrense							
	0-30		40-50		60 og høyere		Totalt	
	SK	MK	SK	MK	SK	MK	SK	MK
Tettsted > 100000	1,45	0,14	2,84	0,54	5,21	1,55	4,20	1,14
Tettsted 200-100000	1,81	0,09	3,23	0,34	5,08	1,24	4,29	0,90
Spredtbygd	0,24	0,004	0,42	0,02	0,58	0,09	0,51	0,06
Totalt	1,47	0,07	2,16	0,2	1,3	0,22	1,72	0,17

Kilder: Flügel mfl. (2010), Ramjerdi mfl. (2010), Statistisk sentralbyrå (www.ssb.no), Pasanen (1999), Veisten mfl. (2005), Amundsen og Bjørnskau (2003), Statens vegvesen (2003, 2007), Arnevik (2005), Store norske leksikon (<http://snl.no/>), Amundsen mfl. (2000). For disse beregningene er det benyttet ADT-estimat fra tabell V3.1.5 og anslagene på daglige utrygge personkm fra tabell V3.1.15. For de laveste fartsgrensene er farten satt til 30 km/t og tungbilandelen til 7 %, mens for de midtre fartsgrensene er farten satt til 50 km/t og tungbilandelen til 10 %, og for de høyeste fartsgrensene er farten satt til 70 km/t og tungbilandelen til 15 %.

Vi vil understreke at estimatene i tabellene V3.1.18a og V3.1.18b er basert på en rekke forutsetninger og må derfor regnes som usikre. Imidlertid er det neppe urimelig at barriereeffekter for syklende/gående gjelder generelt i infrastrukturen, at denne øker med fart, trafikkmengde, og størrelsen på motorkjøretøyet (som også indikert av Maibach mfl. 2008), og at marginalkostnaden kan være (betydelig) lavere enn gjennomsnittskostnaden. Med bruk av samme vektning mellom kjøretøytyper som ovenfor (tabellene V3.1.2 og V3.1.11), så får vi et marginalkostnadsestimat lik ca 12 øre for vegnettet totalt. Vi kan også her fordele kostnaden på kjøretøytyper, og bruker igjen samme relative fordeling som den som Maibach mfl. (2008) presenterte (fra tabell V3.1.2), dvs. personbiler, varebiler, MC vektet mht estimatet for "lette", og busser og (andre) tyngre kjøretøy vektet mht estimatet for "tunge". Dette gir følgende (tabell V3.1.19):

Tabell V3.1.19. Utrygghetskostnader for syklende/gående i vegtransport – gjennomsnittlige eksterne marginale kostnader per kjøretøykm – 2012-kr

	Eksterne utrygghetskostnader per kjøretøykm	
	Tettsted > 100000	Totalt
Personbiler	0,81	0,12
Busser	1,00	0,15
MC	0,34	0,05
Varebil	1,16	0,17
Tyngre kjøretøy	1,17	0,18
Lette	0,84	0,12
Tunge	1,14	0,17

De estimerte utrygghets-/barrierekostnadene for hele vegnettet ligger nær barrierekostnadsestimatene fra Maibach mfl. (2008), om enn de altså bygger på en helt annen metodikk. For byområdene er estimatene for utrygghets-/barrierekostnadene forholdsvis høye.

V.3.1.5 Oppsummering

For denne typen marginale effekter i vegtransport mangler fortsatt et velutviklet metodegrunnlag. Det å estimere tidstapskostnader (separasjonskostnader) kan synes å være det lettest operative, og bygger på en målbar negativ nytteeffekt for gående/syklende forårsaket av motorisert trafikk. Dog mangler vi vel egentlig datagrunnlag for gange- og sykkeltrafikken i Norge. Beregninger av eksterne barrierekostnader basert på tiltakskostnader ("kompensasjonskostnader", kostnader for utbygging av g/s-fasiliteter) gir i utgangspunktet et teoretisk mindre ønskelig beregningsgrunnlag, om enn slike tiltakskostnader for noen eksterne effekter av vegtransport kan utgjøre en eneste mulighet for å finne kroneestimer. Utrygghet henger også sammen med barriereeffekter (men kan jo også delvis knyttes til en respons på ulykkesrisiko), og en kan kanskje anta at tidstap (manglende framkommelighet) og utryggheten (subjektive barrierevirkninger) utgjør to ulike barriereeffekter som syklende/gående påføres av motorkjøretøyene (og infrastrukturen som er bygget for motorkjøretøy).

Selv om det å sette den marginale eksterne barrierekostnaden lik 0 kr med stor sannsynlighet vil være feilaktig (en underestimering/undervurdering av den sanne kostnaden), så finner vi, basert på våre to eksempelberegninger, likevel ikke et godt nok grunnlag for å foreslå et annet tallanslag.

V.3.2 Andre helseeffekter

V.3.2.1 Ingen tidligere beregninger av marginale eksterne stillesittingskostnader

Marginale eksterne stillesittingskostnader pga motorisert transport i stedet for sykling/gange, er så langt vi kjenner til, ikke tidligere blitt beregnet verken for norsk vegtransport eller internasjonalt. Generelt kan en her ta utgangspunkt i en verdsetting av positive helseeffekter for syklende/gående i transport. Følgende oppdaterte forslag til enhetspris, basert på Veisten mfl. (2010b), kunne vi anta også å ville gjelde for verdsetting av den helseeffekten som reisende med motorkjøretøy går glipp av (tabell V3.2.1).

Tabell V3.2.1. Enhetsverdier for sparte kostnader tilknyttet positive helseeffekter av fysisk aktiv transport (2012-kr)

Syklende/gående		
Redusert ex-post sjukdomskostnad for samfunnet	2,20	kr per km
Kilder: Veisten mfl. (2010b), Statens vegvesen (2006), Sælensminde (2002). Med bruk av lønnsveksten fra 2009 til 2012, ca 11 % (www.ssb.no), ble 2009-verdiene fra Veisten mfl. (2010b) oppdatert til 2012-kr. Beløpet bygger videre på en antakelse om at hhv 30 % av de nye syklende og 15 % av de nye gående oppnår positiv helseeffekt, og det omfatter kun reduksjon i ex-post-kostnader tilknyttet sjukefravær og (framtidige) alvorlige sykdommer (systemeksternaliteter).		

Kostnads(reduksjons)estimatene i tabell V3.2.1 bygger på at de reisende har internalisert de positive helseeffektene i sine beslutninger om å sykle eller gå (i stedet for å ta bil, buss, eller MC), i tråd med for eksempel Börjesson og Eliasson (2012). I det følgende skal vi vise to typer eksempelberegninger for å estimere de eksterne stillesittingskostnadene for motorisert transport. For å finne et estimat på hvor mye

tap av positiv helseeffekt som stillesittende transport medfører, må man ha med en vurdering av hvor mange reiser som faktisk kan antas overførbare fra motorisert transport til sykkel/gange. Det enkleste, rent beregningsmessig, er å knytte stillesittingskostnadene (den tapte helsegevinsten) til all persontransport, dvs. estimere total ekstern stillesittingskostnad i vegtransport som beløpet i tabell V3.2.1 multiplisert med summen av personkilometer motorisert persontransport. En annen tilnærming er å avgrense til det en vurderer som et realistisk overføringspotensial, som vil innebære et lavere anslag på totalkostnaden.

V.3.2.2 Beregning av marginale eksterne stillesittingskostnader gitt en totalkostnad beregnet fra all motorisert persontransport

Summen av personkilometer transport med personbil, MC og buss var i 2012 ca 63,931 mrd km (Vågane 2013). Om vi ganger dette med beløpet i tabell V3.2.1, får vi et årlig totalkostnadsbeløp lik ca 140,648 mrd kr. Vi fordeler så dette på kjøretøykm med personbil, MC og buss, og vekter da med forholdet mellom personkm og kjøretøykm for hver av kjøretøygruppene, i 2012 lik ca 33.559, hhv 10,35 for buss, 1,85 for personbiler, og 1,08 for MC (Vågane 2013):

Tabell V3.2.2. Eksterne stillesittingskostnader pga motorisert persontransport, ved per kjøretøykm – 2012-kr per kjøretøykm

Personbiler	4,05
Busser	22,77
MC	2,38
Totalt	4,19

Kilde: Vågane (2013). Personkm med personbil, MC og buss i 2012 var estimert til totalt 63.931, mens kjøretøykm lengden var estimert til 33.559. For buss var antallet personkm 10,35 ganger høyere enn antallet kjøretøykm, mens tilsvarende faktorer for personbiler og MC var hhv 1,85 og 1,08.

Vi vil vurdere estimatene i tabell V3.2.2 som ”maksimumsanslag”. Det er egentlig ikke realistisk å vurdere all motorisert persontransport som potensielt overførbart til sykling/gange. Det er muligens ei heller realistisk at det ville være en netto positiv helseeffekt i 30 % av personkm i denne overføringen for syklende og i 15 % for gående.

V.3.2.3 Beregning av marginale eksterne stillesittingskostnader gitt en totalkostnad beregnet fra vurderinger om overføringspotensialet fra motorisert persontransport til fysisk aktiv persontransport

Lodden (2002) vurderte overføringspotensialet fra motorisert til fysisk aktiv persontransport, og fant at andelen som syklet/gikk kunne ”øke fra 25 til 34 prosent basert på overføring av transport fra korte bilreiser” (s. 7), et intervall som stort sett lå innenfor tilsvarende intervall estimert for andre nordeuropeiske land. Statens vegvesen (2003) bygget på anslaget fra Lodden og fant at en med inkludering ”av reiser som bilpassasjer og kollektivreiser, blir potensialet for økningen på 50 %” (s.

14), dvs. kun i sykkelandelen. Utgangspunktet var reiser med motoriserte kjøretøy på under 5 km.⁴⁰

I den følgende tabellen viser vi ulike anslag på reduksjoner i personkilometer med motoriserte kjøretøy og hva det ville implisere av økning i transportarbeidet ved sykling/gange, samt reduksjon i negativ helseeffekt pga mindre stillesittende transport. Vi har her tatt utgangspunkt i summen av kjøretøykm med personbil, MC/moped og buss, som i 2012 ble beregnet til å utgjøre totalt 63.931 km (Vågane 2013). Mht sykling har vi anslått en total årlig reiselengde på 750 km og for gange 1800 km, dvs. til sammen 2550 km. (tabell V3.2.3).

Tabell V3.2.3. Eksterne stillesittingskostnader pga motorisert persontransport, ved ulike anslag på overføringspotensialet fra motorisert persontransport på veg til fysisk aktiv vegtransport

	Reduksjoner i personkilometer (pkm) med motoriserte kjøretøy			
	2,5 %	5 %	7,5 %	10 %
Reduksjon i mill. pkm med motorkjøretøy	1 598	3 195	4 793	6 390
Økning i pkm sykling/gange	63 %	125 %	188 %	251 %
Reduksjon i helsetap, mrd kr (systemeksternalitet)	3,5	7	10,5	14
Systemeksternalitet, kr per personkm (personbil, MC, buss)	0,05	0,11	0,16	0,22
Systemeksternalitet, kr per kjøretøykm (personbil, MC, buss)	0,10	0,21	0,31	0,42
Systemeksternalitet, kr per kjøretøykm buss	0,57	1,14	1,71	2,48
Systemeksternalitet, kr per kjøretøykm personbil	0,10	0,20	0,30	0,41
Systemeksternalitet, kr per kjøretøykm MC	0,06	0,12	0,18	0,24

Kilder: Lodden (2002), Statens vegvesen (2003), Strand mfl. (2010). Pkm motorkjøretøy er personkilometer med personbil (ca 92 %), buss (ca 6 %) og MC (ca 2 %) som er vurdert å kunne overføres til sykling/gange. Personkm med personbil, MC og buss i 2012 var estimert til totalt 63.931, mens kjøretøykm lengden var estimert til 33.559. For buss var antallet personkm 10,35 ganger høyere enn antallet kjøretøykm, mens tilsvarende faktorer for personbiler og MC var hhv 1,85 og 1,08 (Vågane 2013).

En dobling (100 % økning) eller tredobling (200 % økning) har vært politiske målsettinger for sykkelandelen, og også for gange er det målsettinger om økninger (SD 2013, Statens vegvesen 2012). Vi bruker altså disse politiske målsettingene på indikasjoner på hva som er et realistisk overføringspotensial, for dermed å kunne estimere en mer realistisk total stillesittingskostnad. Vi vil derfor anslå at alternativene med 5 % eller 7,5 % reduksjon i personkilometer (pkm) med motoriserte kjøretøy (bilførere, bilpassasjerer, MC-kjørende, busskjørende) er det som kan vurderes som det mest sentrale alternativet med hensyn både til det som kan vurderes som (et

⁴⁰ Strand mfl. (2010) tok utgangspunkt i en målsetting om at syklingen (transportarbeidet med sykkel) skulle tredobles i de 13 sykkelbyene ("framtidens byer") de vurderte, sammenliknet med nivået i 2005. Videre forutsatte de at overføringen utelukkende skulle skje fra bilførere til syklende, samtidig som de påpekte at overføring til sykling også kunne "komme fra så vel de gåendes som fra de kollektivt reisendes rekker; ja enda til fra bilpassasjerenes rekker" (s. 3).

”øvre tak” for) en realistisk endring (Sælensminde og Elvik 2000, Lødden 2002, Sælensminde 2002, Statens vegvesen 2003, 2007, Nenseth mfl. 2012, Sørensen 2012).

Med vekting for gjennomsnittlig antall personer i kjøretøyet får vi en kostnad på 0,12 – 0,18 kr per kjøretøykm for MC, 0,20 – 0,30 kr per kjøretøykm for personbiler, og 1,14 – 1,71 kr per kjøretøykm for buss. Denne kostnaden skal altså (kun) reflektere systemeksternaliteten pga stillesittende transport, dvs. den tapte positive helseeffekten som anslagsvis 30 % av potensielt nye syklende og 15 % av potensielt nye gående ville ha vært forventet å oppnå. Det er for eksempel ikke innberegnet en mulig økning i ulykkeskostnaden pga skifte fra det en kan regne som sikrere til mindre sikrere transportmidler.

V.3.2.4 Oppsummering

I enda større grad enn for barriereeffekter så mangler det for potensielle eksterne stillesittingskostnader et velutviklet og utprøvd metode- og beregningsgrunnlag. Vi finner det absolutt relevant som et utgangspunkt å anta at folk gjennom sitt valg av transportmiddel også påfører samfunnet eksterne helsekostnader (stillesittingskostnader), ved at noen av bil-, buss- og MC-reisene bidrar til at en ikke oppnår den potensielt positive helseeffekten, knyttet til redusert risiko for alvorlig sykdom og for tidlig død, om en i stedet hadde valgt å sykle eller gå. Det er dog en utfordring å anslå hvilken andel av den motorkjøretøybaserte persontransporten som faktisk innebærer stillesittingskostnader, for eksempel vil noen veksle mellom g/s og bil eller kollektivtransport og få tilstrekkelig fysisk aktivitet gjennom andelen g/s, og noen som bare bruker motorisert persontransport vil kunne få nok fysisk aktivitet gjennom annen ikke-transportbasert mosjon/trening. Det vi har vist er relativt enkle/stiliserte beregninger, med fordeling av en antatt total stillesittingskostnad pga motorisert transport, for eksempel uten å vurdere/estimere om marginalkostnaden er forskjellig fra gjennomsnittskostnaden.

Selv om det å sette den marginale eksterne stillesittingskostnaden lik 0 kr med stor sannsynlighet vil være feilaktig (en underestimering/undervurdering av den sanne kostnaden), så finner vi likevel ikke et godt nok grunnlag for å foreslå et annet tallanslag.

V.3.3 Natur- og landskapseffekter

V.3.3.1 Habitattap og naturfragmentering

En annen type ekstern effekt av vegtransport, som så langt vi kjenner til ikke tidligere er blitt beregnet for norsk vegtransport, er effekten på naturareal og naturlandskap. Det finnes kostnadsestimater fra europeiske studier, og Maibach mfl. (2008) presenterer i IMPACT-håndboken marginalkostnadsestimater for, primært, to typer natureffekter: naturhabitattap og naturhabitatfragmentering.⁴¹ Dette bygger opprinnelig på sveitsiske studier (Ökoskop 1998, ARE 2003).

⁴¹ Maibach mfl. (2008) nevner også en tredje type effekt på natur av transport, der naturarealet finnes (ufragmentert) men er forringet av forurensing, av støy eller visuelt / estetisk sett. Da kunne en tenke seg en estimeringsprosedyre basert på en kombinasjon av reparasjonskostnader, for eksempel for å fjerne/reducere forurensing/overgjødning fra et areal (ikke luftbåren hvis det tas med under ”luftforurensing”), og tiltakskostnader, for å begrense/hindre årsak til habitatforringelse, for eksempel tetting av forurensende avrenning fra transportårer, oppsetting av støyskjerming og/eller visuell

For både naturhabitattap og naturhabitatfragmentering har foreslått estimeringsprosedyre fra Maibach mfl. (2008) vært basert på kompensasjonskostnadsberegning. For tap av habitat på grunn av transportinfrastruktur ville en da baseres seg på en estimert kostnad av å skulle etablere et kompenserende økosystem, med arealkostnader som ville variere med arealtypen. For habitatfragmentering ville en kunne basere seg på kostnader av å gjenopprette naturareal, for å binde sammen fragmenterte habitater (ARE 2003), men for habitatfragmentering går kompensasjonskostnadene mer på kostnader for vegtekniske defragmenteringstiltak, som kan omfatte alt fra mindre rør/underganger for amfibier og mindre pattedyr, til bredere faunapassasjer over/under vegen og vegtunneler for å muliggjøre/forenkle trekk for større pattedyr (Statens vegvesen 2005, Bevanger mfl. 2005, Thøger-Andresen 2012). Sveitsiske kompensasjonskostnadsrater for hhv naturhabitattap og naturhabitatfragmentering er gitt i tabellene V3.3.1 og V3.3.2, og disse utgjør altså hovedinndata for beregning av (marginale/gjennomsnittlige) eksterne kostnader per kjøretøykm, som gitt i IMPACT-håndboken (Maibach mfl. 2008):

Tabell V3.3.1. Naturhabitattap – sveitsiske kompensasjonskostnader for ulike typer økosystem, 2012-kr per kvadratmeter

Økosystem	kr per m ² (annuiteter)		
	Min	Hovedestimat	Maks
Sjø / vann	16,50	23,48	30,59
Å / smal elv	12,75	15,83	18,78
(Bred) elv	6,44	7,92	9,39
Mo / hei	18,11	26,83	35,69
Siv-/starrområde	10,60	13,15	16,37
Myr	21,33	38,51	55,95
Gresslette / eng	8,59	12,34	15,83
Åker / brakkmark	1,61	2,68	3,89
Fjellgrunn	6,84	7,78	8,86
Hekk	15,70	19,05	22,41
Treallé	1,48	1,61	1,88
Sumpskog	12,61	16,37	20,13
Skog (løv, bar, blandet)	8,59	11,67	14,63

Kilder: Maibach mfl. (2008), ARE (2003).

avskjerming. For reparasjonskostnadene ble det foreslått et kostnadsintervall på 10 til 40 2000-Euro per kvadratmeter (Schreyer mfl. 2004).

Tabell V3.3.2. Naturhabitatfragmentering – sveitsiske kompensasjonskostnader (avbøtingskostnader) for ulike vegklasser, målt i tusen 2012-kr per installasjon

Installasjon (avbøting)	målt i tusen kr per installasjon (annuiteter)			
	Motorveg kl A	Motorveg kl B	Annen riksveg/hovedveg	Mindre trafikkert fylkesveg / kommunal veg
Faunaovergang	886	376	309	
Faunaundergang	1 825	778	644	
Større vannbaserte passasjer	2 013	859	711	
Mindre passasjer for våtmarksfauna	99	60	60	40
Mindre passasjer for (andre) smådyr	50	30	30	

Kilder: Maibach mfl. (2008), ARE (2003). Mht de fire sveitsisk vegklassene, så var disse gitt som: motorveg, første klasses, andre klasses, og tredje klasses veg, men vi har her forsøkt å tilpasse disse til norske termer. En kunne også vurdere å ta med tunnel som avbøting på naturhabitatfragmentering, da dette kan ha særskilt relevans for norske forhold, spesielt med tanke på villrein (Bevanger mfl. 2005) Tunnelkostnader per km per år (annuiteter), basert på innhentede opplysninger om vegtunnelkostnader i Storbritannia og jernbanetunnelkostnader i Norge, kunne anslås til om lag 50 mill kr for motorveg klasse A, vel 30 mill for motorveg klasse B, og ca 20 mill kr for andre riksveger/hovedveger.

Maibach mfl. (2008) kommenterer at disse sveitsiske estimatene kan ha sine begrensninger mht verdioverføring til andre land, tatt i betraktning Sveits sine spesielle naturforhold, topografi og kostnadsstruktur. Imidlertid kan det nok hevdes at Sveits utgjør et spesielt relevant og sammenliknbart land for norske forhold – begge er ”fjelland” og høykostnadsland i Europa/Verden. Maibach mfl. (2008) påpeker uansett at tallene fra Sveits kan benyttes som grov kostnadsestimering om det ikke finnes andre beregninger. Med tanke på gjennomføring av tilsvarende for Norge, så ville det antakelig være enklest å framskaffe kostnadstall for infrastrukturinstallasjoner for defragmentering (Statens vegvesen 2005).

Basert på de sveitsiske kostnadstallene er følgende eksterne kostnader per kjøretøykm estimert, for de ulike vegklassene (tabell V3.3.3):

Tabell V3.3.3. Natureffekt – gjennomsnittlige kompensasjonskostnader per vegtype, målt i tusen 2012-kr per km veg

	målt i tusen kr per km veg (annuiteter)				
	Motorveg kl A	Motorveg kl B	Annen riksveg/hovedveg	Mindre trafikkert fylkesveg / kommunal veg	Veger generelt
Habitattap - Sveits	250	43	56	30	48
Habitatfragmentering - Sveits	1 230	170	36	22	95
Total natureffekt - Sveits	1 480	213	93	52	143
Habitattap - EU15+Sveits+Norge	111	15	33	24	18
Habitatfragmentering - EU15+Sveits+Norge	548	59	21	17	36
Total natureffekt - EU15+Sveits+Norge	659	74	54	42	54

Kilder: Maibach mfl. (2008), ARE (2003). Mht de fire sveitsisk vegklassene, så var disse gitt som: motorveg, første klasses, andre klasses, og tredje klasses, men vi har her forsøkt å tilpasse disse til norske termer. For natureffektkostnadene for EU15+Sveits+Norge er habitattapsandelen og habitatfragmenteringsandelen beregnet ut ifra de sveitsiske kostnadsforholdene.

Vedrørende kostnadstallene i tabell V3.3.3 er det mulig at norske kostnadsforhold vil ligge nærmere Sveits enn EU15+Sveits+Norge, både pga selve kostnadsnivået og pga topografi/naturforhold.

Om en fordeler disse estimerte naturinngrepskostnadene på kjøretøykm, så vil den marginale (eller gjennomsnittlige) eksterne kostnaden bli forholdsvis lav. For Sveits er det beregnet følgende eksterne kostnader pga natur- og landskapseffekter av vegtransport, per kjøretøykm for ulike kjøretøytyper (tabell V3.3.4):

Tabell V3.3.4. Marginale eksterne natur- og landskapskostnader ved vegtransport, 2012-kr per kjøretøykm, Sveits

	kr per kjøretøykm						per personkm	per tonnkm
	Person-bil	Buss	MC	Vare-bil	Tunge kjøretøy	Total	person-transport	gods-transport
Natur- og landskapskostnader	0,10	0,21	0,04	0,11	0,26	0,11	0,06	0,10

Kilde: ARE (2003). Kostnaden for MC er et gjennomsnitt for motorsykler (0,5) og mopeder (0,4), mens kostnaden for tunge kjøretøy er et gjennomsnitt for lastebiler (2,6) og vogntog (3,4).

Som antydnet vil verdioverføring fra Sveits til Norge være mindre problematisk enn verdioverføring fra Sveits til de fleste EU-land, pga at Sveits ligger nærmere Norge i pris-/kostnadsnivå og mht topografiske/naturmessige forhold. Det betyr ikke at en bare kan bruke verdiene i tabell V3.3.4 direkte og uanfektet, men at disse sannsynligvis gir en god pekepinn på hva kostnadene ville vært for Norge, om tilsvarende undersøkelser og beregninger ble gjennomført her.

Imidlertid kan det være mer grunnleggende teoretiske problemer ved det å skulle estimere marginale eksterne kostnader basert på tiltakskostnader/reparasjonskostnader. Kostnaden ved å reparere/restaurere gir ikke nødvendigvis noe estimat på den økonomiske verdien av den endringen som dette medfører. Mht for eksempel ulykker og luftforurensing er de eksterne marginale kostnadene primært beregnet ut ifra nytteeffekter – betalingsvillighetsbaserte verdsettinger av risikoendringer. For effekter på natur kunne en også tenke seg at arealeffektene ble verdsatt ut ifra tilsvarende metodikk, slik at nytten av intakte/defragmenterte naturarealer var basert på folks preferanser.⁴² I utgangspunktet er det ikke kjent om folk vil være villig til å betale for å bevare/defragmentere et gitt naturareal, eller hvorvidt de er villige til å betale langt mer enn det som det ville koste å gjenopprette/defragmentere arealet. Estimaten for marginale eksterne kostnader, akkurat som nyttesiden i en nytte-kostnadsanalyse, burde prinsipielt være preferansebasert/betalingsvillighetsbasert

⁴² For de fleste arealbruksbeslutninger blir ikke naturbevaring verdsatt økonomisk – dette er blant de såkalte ”ikke-prissatte effektene” i norske prosedyrer for konsekvensanalyser/nytte-kostnadsanalyser av transportprosjekter (Statens vegvesen 2006). Transport/infrastruktur legger beslag på areal og vil nødvendigvis ha effekt på habitater av dyreliv, hvorvidt infrastrukturen/trafikken skaper tilnærmet uoverstigelige hindringer eller bidrar til økt dødelighet/skade pga påkjørsler (Forman og Alexander 1998, Iuell mfl. 2003, Coffin 2007, van der Ree mfl. 2011, Freudenberg mfl. 2013). Men, slike naturhabitateffekter (tap/fragmentering) kommer ikke med som (negativ) nyttekomponent i NKA av infrastruktur, ei heller evt. positive nytteeffekter av infrastrukturbygginger som kan redusere naturfragmenteringseffekt og/eller utvide habitater – som kan oppnås ved å legge tunneller under naturarealene (Bevanger mfl. 2005). Det er nok mest sannsynlig at slike ikke-prissatte effekter vil bli undervurdert heller enn overvurdert i konsekvensutredninger (Israelsson 2001), og kanskje spesielt hvis NKA med de prissatte effektene gir en klar ”anbefaling”, selv om en slik NKA ikke fullt ut reflekterer alle nytteeffektene av infrastrukturprosjektet (Moore og Pozdena 2004, Ivehammar 2006).

(Mishan 1971, Trumbull 1990).⁴³ Dog er det også utfordringer i forbindelse med bruk av betalingsvillighetsbaserte enhetskostnader, hvorvidt disse er basert på markedspriser eller ikke-markedspriser, fordi de økonomiske verdiene gjerne kan være kontekstavhengige. Dette kontekstproblemet er sannsynligvis større for natur- og landskapseffekter enn for effekter på, for eksempel, ulykker. Likevel har Grudemo (1994) og Grudemo mfl. (2002) foreslått en relativt enkel men generalisert betalingsvillighetsbasert beregningsmetodikk for infrastrukturinnngrep i natur- og landskapsområder (inkludert kulturlandskap), dvs. primært den delen av naturen som benyttes for rekreasjon eller har landskapsestetiske verdier. Grudemo mfl. (2002) foreslo følgende hovedklassifisering: i) infrastrukturbarrierer mot vann, ii) endringer i kulturlandskap, iii) endringer i naturområder nær byer, iv) endringer i urbane miljø, v) endringer i urbane grøntområder, og v) bro over vann. Betalingsvillighetsestimater for å bevare (unngå inngrep i) landskap innenfor disse klassene skulle baseres på verdioverføringsmetodikk (Navrud og Ready 2007), dvs. bruk av en verdifunksjon for de ulike klassene (Grudemo mfl. 2002). Verdifunksjonen var en funksjon av typen $WTP=f(X,Y,Z)$, der betalingsvilligheten (WTP) er en funksjon av "eksponering", som for eksempel avstanden mellom byggeplassen og den berørte befolkningens bosteder (X), sosioøkonomiske kjennetegn ved den berørte befolkningen, som inntekt, utdanning og demografiske variable (Y), og infrastruktur-egenskapene, som for eksempel "lengden" på inngrepet, eller arealinngrepsomfang, vegtype (à la den sveitsiske inndelingen i fire vegtyper) og ÅDT (Z). Det bør bemerkes at denne "svenske tilnærmingen" var begrenset til det mer direkte estetiske/bruksmessige ved natur-/landskapsbevaring, men prinsipielt kan samme verdiberegningsmetodikk brukes for natur- og landskapsinngrep som "kun" har habitatfunksjon, hvorvidt den menneskelige verneinteressen da er basert på det å bevare eksistensen av et økosystem og/eller at det i noen grad kan ha en indirekte brusverdi (for eksempel at naturområdet bidrar til å øke sannsynligheten for å se dyr eller for jaktutbytte i et nærliggende område). I alle høve ville en generalisert betalingsvillighetsbasert beregningsmetodikk for infrastrukturinnngrep i natur- og landskapsområder kunne gi teoretisk mer korrekte inndata til beregning av marginale eksterne kostnader ved vegtransportens effekt på natur- og landskap.⁴⁴

⁴³ Det finnes en betydelig mengde litteratur om økonomisk verdsetting av å bevare naturområder (Bateman og Willis 1999, Lindhjem 2007), om enn ikke nødvendigvis så mange studier som er knyttet til transportcase. Sundberg og Söderqvist (2004) presenterte en oppsummering av miljøverdsettingsstudier i Sverige, hvorav en relativt liten del omhandlet effekter av transportinngrep, og da primært rekreasjonsmessige/estetiske effekter, heller enn naturhabitateffekter. For naturhabitateffekter (tap/fragmentering) er det behov for nye (norske) verdsettingsstudier og nytte-kostnadsanalyser som nettopp omfatter naturareal-/transportkonflikter, og tiltak for å unngå/redusere negative natureffekter.

⁴⁴ Det er altså ikke uproblematisk å foreta overføringer av verdsettinger av naturbevaring fra ett sted til et annet, for både omfanget/konteksten/eksponeringen (X, Z) og preferansene/befolkningen (Y) kan variere mellom stedene der verdiene ble hentet fra og det nye, spesifikke transportprosjektet (Navrud og Ready 2007). Dog kan den framgangsmåten som foreslås av Grudemo mfl. (2002) i noen grad ta hensyn til slike forskjeller, litt å la annen type metaregresjon.

V.3.3.2 Vann- og jordforurensing

I tillegg til habitateffekter, at naturarealer blir fjernet eller splittet, kan naturarealer bli forurenset pga vegtransport, dvs. ved avrenning av for eksempel tungmetaller og hydrokarboner (Legret og Pagotto 1999).⁴⁵ For en slik effekt kan en tenke seg en estimeringsprosedyre basert på en kombinasjon av reparasjonskostnader, for eksempel for å fjerne/reducere forurensing/overgjødning fra et areal (ikke luftbåren hvis det tas med under "luftforurensing"), og tiltakskostnader, for å begrense/hindre årsak til habitatforringelse, for eksempel tetting for forurensende avrenning fra transportårer eller kanalisering av avrenning til rensebasseng/sandfilteranlegg eller lignende (Håøya og Storhaug 2013).⁴⁶ Igjen kan slike kostnader (sammen med data for infrastrukturlengde, vegklasser og ÅDT/kjøretøytypefordelinger) fordeles på den motoriserte trafikken. Følgende estimerte eksterne marginalkostnader per kjøretøykm for jord-/vannforurensing er foreslått for Sveits (tabell V3.3.5):

Tabell V3.3.5. Marginale eksterne jord- og vannforurensingskostnader ved vegtransport, 2012-kr per kjøretøykm, Sveits

	kr per kjøretøykm					Total
	Personbil	Buss	MC	Varebil	Tunge kjøretøy	
Jord- og vannforurensing	0,01	0,14	0,005	0,02	0,14	0,01

Kilde: ARE (2006).

Som antydnet ovenfor – selv om disse kostnadsestimatene ikke kan benyttes direkte for norske forhold, så gir de antakelig en god indikasjon på hva som ville være den eksterne kostnaden for norske forhold basert på kompensasjonskostnads-/tiltakskostnadsberegninger.

⁴⁵ Det kan muligens, innenfor en ramme av marginalkostnadsklassifisering, være vanskelig å avgrense slik avrenning til jord og vann mot luftbåren forurensing og driftskostnader, men det vil her være snakk om forurensing fra selve infrastrukturen (vegfundament, -overflate, rekkverk, osv.), fra kjøretøyene (lekkasjer, utvaskinger ved nedbør) og fra den forurensingen som oppstår ved slitasjen (og som ikke nødvendigvis har direkte driftsmessige kostnader). Maibach mfl. (2008) nevner også, innenfor samme kontekst, at naturarealet også kan bli forringet av støy eller blir "forurenset" visuelt / estetisk sett, og mht kompensasjonskostnad eller tiltakskostnad kunne en her tenke seg oppsetting av støyskjerming og/eller visuell avskjerming.

⁴⁶ For reparasjonskostnadene er det blitt foreslått et kostnadsintervall på ca 10 til 40 2000-Euro per kvadratmeter (Schreyer mfl. 2004), eller ca 35-60 Euro per kubikkmeter (Maibach mfl. 2008).

Transportøkonomisk institutt (TØI)

Stiftelsen Norsk senter for samferdselsforskning

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

TØI utvikler og formidler kunnskap om samferdsel med vitenskapelig kvalitet og praktisk anvendelse. Instituttet har et tverrfaglig miljø med rundt 70 høyt spesialiserte forskere.

Instituttet utgir tidsskriftet Samferdsel med 10 nummer i året og driver også forskningsformidling gjennom TØI-rapporter, artikler i vitenskapelige tidsskrifter, samt innlegg og intervjuer i media. TØI-rapportene er gratis tilgjengelige på instituttets hjemmeside www.toi.no.

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

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

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

Besøks- og postadresse:
Transportøkonomisk institutt
Gaustadalléen 21
NO-0349 Oslo

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