

# Eksterne omkostninger ved kørsel

Nye skøn for de gennemsnitlige marginale omkostninger ved kørsel





# Eksterne omkostninger ved kørsel

Nye skøn for de gennemsnitlige marginale omkostninger ved kørsel

Analysen er udarbejdet af:

Transportministeriet  
Skatteministeriet  
Finansministeriet

September 2024

# Indholdsfortegnelse

<b>1.</b>	<b>Resumé .....</b>	<b>4</b>
1.1	Omkostninger .....	6
1.2	Anbefalinger til fremtidig opdatering af Transportøkonomiske Enhedspriser .....	7
1.2.1	Anbefalinger vedrørende trængsel .....	7
1.2.2	Anbefalinger vedrørende uheld .....	7
1.2.3	Anbefalinger vedrørende luftforurening .....	8
1.2.4	Anbefalinger vedrørende klima .....	8
1.2.5	Anbefalinger vedrørende støj .....	9
1.2.6	Anbefalinger vedrørende vejslid .....	9
<b>2.</b>	<b>Introduktion til eksterne omkostninger ved kørsel .....</b>	<b>10</b>
2.1	Opgørelse af eksterne omkostninger .....	11
2.1.1	Indbyrdes sammenhæng og differentiering .....	13
<b>3.</b>	<b>Trængsel .....</b>	<b>14</b>
3.1	Metode .....	15
3.1.1	Beregning af den marginale eksterne omkostning i TE 2.0 .....	16
3.1.2	Justering af metode anvendt i TE 2.0 .....	19
3.2	Anvendelse af marginale eksterne omkostninger .....	26
<b>4.</b>	<b>Uheld .....</b>	<b>27</b>
4.1	Metode .....	28
4.1.1	Beregning af den marginale eksterne omkostning .....	29
4.2	Anvendelse af marginale eksterne omkostninger .....	34
<b>5.</b>	<b>Lufforurening .....</b>	<b>36</b>
5.1	Metode .....	37
5.2	Anvendelse af marginale eksterne omkostninger .....	41
<b>6.</b>	<b>Klima .....</b>	<b>43</b>
6.1	Metode .....	44
6.2	Anvendelse af marginale eksterne omkostninger .....	46
<b>7.</b>	<b>Støj .....</b>	<b>47</b>
7.1	Metode .....	48
7.2	Anvendelse af marginale eksterne omkostninger .....	51
<b>8.</b>	<b>Vejslid .....</b>	<b>52</b>
8.1	Metode .....	53
8.2	Anvendelse af marginale eksterne omkostninger .....	54
<b>9.</b>	<b>Kilder .....</b>	<b>55</b>

<b>10. Bilag</b> .....	<b>58</b>
Bilag 1: Eksempelberegning af marginal trængselsomkostning for en strækning.....	59
Bilag 2: Omregning fra typisk hverdag til årsdøgn .....	60
Bilag 3: Fordeling af kørsel på turformål .....	60
Bilag 4: Tidsomkostning pr. dagstype .....	61
Bilag 5: Metode til beregning af Transportøkonomiske Enhedspriser for uheld .....	61
Bilag 6: Marginale eksterne omkostninger for uheld - Økonomi og Miljø 2013, 2018 og 2021 .....	62
Bilag 7: Beregningseksempel for opdateret uheld .....	63
Bilag 8: Mørketal.....	66
Bilag 9: Antagelser vedr. udregning af afgift pr. km.....	69

# Resumé

1

Denne analyse er et resultat af et tværministerielt samarbejde, der systematisk har kortlagt og belyst estimaterne for eksterne omkostninger ved kørsel, med særligt fokus på trængsels- og uheldsomkostninger. En gruppe eksperter bestående af Ninette Pilegaard og Otto Anker Nielsen fra Danmarks Tekniske Universitet (DTU), Lars Gårn Hansen fra De Økonomiske Råd (DØR) samt Mogens Fosgerau fra Københavns Universitet (KU) har været inddraget for faglig sparring og for at kvalitetssikre arbejdet.

DØR konkluderede i Økonomi og Miljø 2021, at privatbilismen generelt er underbeskattet, når man sammenligner med de marginale eksterne omkostninger ved kørsel. Dette var et skifte fra Økonomi og Miljø 2018, som konkluderede, at beskatningen af konventionelle biler overstiger de eksterne omkostninger ved kørsel med 30-60 pct.

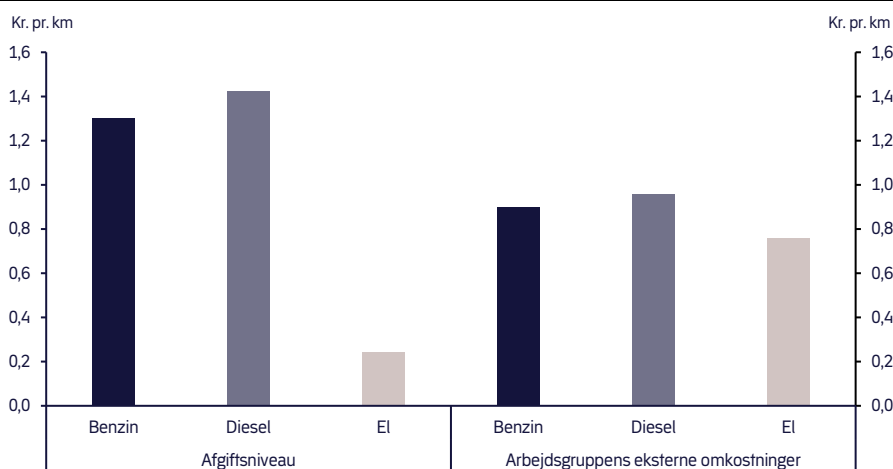
Ændringerne fra 2018 til 2021 skyldes primært, at DØR i 2021 anvender højere marginale eksterne omkostninger for trængsel og uheld end tidligere. En lignende forøgelse skete i forbindelse med opdateringen af de Transportøkonomiske Enhedspriser i 2020 (TE), som også førte til en væsentlig forøgelse af de marginale trængsels- og uheldsomkostninger sammenlignet med tidligere versioner af TE.

Ovenstående forhøjelser af de marginale eksterne omkostninger ved kørsel og de heraf afledte konsekvenser for vurderingen af den aktuelle bilbeskatning gav anledning til nedsættelse af en tværministeriel arbejdsgruppe, der fik til formål at efterse de metoder, der er anvendt ved de seneste opgørelser af de marginale eksterne omkostninger af DØR og i TE.

Baseret på arbejdsgruppens undersøgelser er der opstillet nye skøn for gennemsnitlige marginale eksterne omkostninger ved trængsel og uheld samt forslag til fremtidige opdateringer, herunder opdatering af metode og input.

Anvendes de opdaterede værdier for trængsel og uheld samt de øvrige omkostninger fra TE 2.0, som det anbefales i denne analyse, overstiger beskatningen af nyregistrerede benzin- og dieselmotorer i 2023 de gennemsnitlige eksterne omkostninger ved privatbilisme. Nyregistrerede elbiler skønnes i 2023 at være underbeskattede ift. de eksterne omkostninger, *jf. figur 1.1*. Det bemærkes dog, at dele af de eksisterende afgifter medfører en internalisering. Ud fra et samfundsøkonomisk hensyn bør bilafgifterne anvendes til at regulere bilkørselens eksterne omkostninger.

**Figur 1.1: Afgiftsniveau og eksterne omkostninger opdelt på drivmiddel i 2023 for personbiler (2024-priser)**



Anm.: Afgiftsniveauet angiver det gennemsnitlige afgiftsniveau for nyregistrerede personbiler i 2023 opdelt på benzin, diesel og el. Afgifter udgøres af registreringsafgift, ejer- og udligningsafgift, afgift af ansvarsforsikring og brændstofafgifter (inkl. moms). Der er taget udgangspunkt i de forventede strukturelle nyregistreringer i 2023. De eksterne omkostninger angiver den gennemsnitlige marginale omkostning for bilfåden i 2023 (trængsel i 2022) opdelt på benzin, diesel og el. Antagelserne er præsenteret i Bilag 9.

Kilde: Skatteministeriet og egne beregninger

## 1.1 Omkostninger

Eksterne omkostninger ved biltransport udgør forskellen mellem den samlede samfundsøkonomiske omkostning forbundet med kørslen og de privatøkonomiske omkostninger, som bilisten inddrager i sin egen beslutning om at køre bil.

Det er arbejdsgruppens anbefaling, at der fremover anvendes de gennemsnitlige marginale eksterne omkostninger for bilkørsel ved samfundsøkonomiske analyser, *jf. tabel 1.1*.<sup>1</sup>

**Tabel 1.1: Gennemsnitlige marginale eksterne omkostninger**

Kr. pr. km (2024-priser)	Personbil	Varebil	Lastbil
Trængsel*	0,52	0,52	1,52
Uheld	0,13	0,23	1,32
Lufforurening	0,05	0,15	0,13
Klima	0,11	0,16	0,63
Støj	0,09	0,13	0,20
Vejslid	0,01	0,02	1,54
<b>I alt</b>	<b>0,92</b>	<b>1,21</b>	<b>5,34</b>

Anm. De marginale omkostninger kan variere betragteligt på tværs af køretøj, geografi og tidspunkt. \* Opgjort for et 2022-trafikniveau. De restreerede omkostninger repræsenterer et 2023-niveau. Omkostningerne i TE har en større differentiering end denne analyse. Summen matcher ikke grundet afrundinger.

Kilde: Transportministeriet og egne beregninger.

De gennemsnitlige marginale eksterne omkostninger i tabel 1.1 bør anvendes til overordnede samfundsøkonomiske analyser, såsom en vurdering af afgiftsniveauet i forhold til eksternaliteten forbundet med kørsel. Da de marginale eksterne omkostninger kan variere betragteligt på tid og geografi, vil de gennemsnitlige marginale eksterne omkostninger ikke altid være relevante for det enkelte køretøj eller vejstrækning. F.eks. vil det ved en kilometerbaseret vejafgift for personbiler være oplagt at differentiere vejafgiften på tid og geografi, hvorved de gennemsnitlige marginale eksterne omkostninger ikke bør benyttes.

Den gennemsnitlige marginale eksterne omkostning ved trængsel er baseret på et 2022-trafikniveau for personbiler og varebiler og udgør 0,52 kr. pr. km, *jf. tabel 1.1*. Omkostningerne er nedjusteret fra hhv. 0,75 og 0,79 kr. pr. km i TE 2.0. For lastbiler fastsættes omkostningen til ca. 1,52 kr. pr. km, nedjusteret fra 1,60 kr. pr. km.

Nedjusteringen afspejler tilpasninger ift. metoden i TE 2.0, så de gennemsnitlige marginale eksterne omkostninger nu:

- Er baseret på et gennemsnitligt årsdøgn i stedet for en typisk hverdag.
- Indeholder effekt af trængselskrydsforsinkelser.
- Anvender et 2022-trafikniveau i stedet for et 2025-scenarie.
- Korrigerer for størrelsen af vejnettet i GMM.

Ændringerne beskrives mere detaljeret i afsnit 3.1.2.

Den gennemsnitlige marginale eksterne omkostning ved uheld fastsættes for personbiler til i gennemsnit at udgøre 0,12 kr. pr. km svarende til 1/3 af omkostningen angivet i TE 2.0. For vare- og lastbiler fastsættes omkostningen til hhv. 0,18 og 1,32 kr. pr. km svarende til ca. en halvering af omkostningen i TE 2.0.

<sup>1</sup> Transportministeriet udarbejder ofte samfundsøkonomiske analyser på et højere detaljeniveau, end de her angivne værdier tillader, hvorfor andre metoder benyttes. De opdaterede priser ændrer ikke denne tilgang.

Nedjusteringen afspejler et metodeskift. Beregningerne, der ligger til grund for de lavere marginale omkostninger ved uheld, er baseret på den tilgang DØR anvender i Økonomi og Miljø 2021. Metoden adskiller sig fra metoden anvendt i TE 2.0.

I forbindelse med opdateringen af de marginale omkostninger ved uheld er:

- Genberegningen baseret på uheldsdata og trafikarbejdsstatistikker fra 2018, 2019 og 2022
- Den aktuelle værdi for et statistisk liv angivet i Finansministeriets Nøgletal anvendt.

Ændringerne beskrives mere detaljeret i afsnit 4.1. De gennemsnitlige marginale eksterne omkostninger ved luftforurening, klima, støj og vejslid er uændrede ift. TE 2.0.

## 1.2 anbefalinger til fremtidig opdatering af Transportøkonomiske Enhedspriser

Analysen har styrket vurderingen af den gennemsnitlige marginale eksterne omkostning ved kørsel. På baggrund af analysen peges der dog på en række tiltag, som yderligere vil kunne styrke grundlaget for beregning af de gennemsnitlige marginale eksterne omkostninger og af de mere differentierede omkostninger i TE.

### 1.2.1 Anbefalinger vedrørende trængsel

Grundlaget for beregning af den gennemsnitlige marginale eksterne omkostning ved trængsel vil kunne styrkes yderligere ved:

- At metoden til at omregne fra hverdagsdøgn til årsdøgn forfines, idet omregningen til årsdøgn ved nuværende metode er baseret på en antagelse om proportionalitet mellem kritisk trængsel og trængsel generelt.
- At der differentieres på tid og geografi, samt der medregnes trængselskrydsforsinkelser i alle differentieringer. Hvis trængselskrydsforsinkelse ikke kan medtages, bør differentieringen ikke foretages.
- At der anvendes en tidsprofil for trængselsomkostningerne baseret på det forventede trafikarbejde over årene fremfor, at der omregnes fra et scenarieår til andre år via BNP-fremskrivninger og prisudviklinger, idet trafikarbejdet har en væsentlig betydning for de marginale eksterne omkostninger.
- At de marginale eksterne omkostninger opdateres efter, at GMM forventeligt er blevet opdateret i slutningen af 2025/2026. Det primære datagrundlag i GMM opdateres i løbet af 2024-2025, så basisåret repræsenterer trafikniveauet i 2023. Modellens nuværende basisår er 2010.

### 1.2.2 Anbefalinger vedrørende uheld

Grundlaget for beregning af den gennemsnitlige marginale eksterne omkostning ved uheld vil kunne styrkes yderligere ved:

- At grænsefladen mellem systemomkostninger og velfærdsomkostninger afklares yderligere, herunder også valget mellem private (internaliserede) omkostninger og ikke-



internaliserede omkostninger. I den sammenhæng kan det afklares, hvilke elementer der med rimelighed kan antages at være internaliserede, og hvilke der ikke kan.

- At velfærdsomkostninger vurderes i forhold til værdien af et statistisk liv, inklusive påvirkning af familie og nære relationer. Herunder kan det vurderes, om de nuværende procenter i forhold til skadesgrad kan blive mere retvisende.
- At nye opdateringer indeholder en beskrivelse af opgørelsen af risikoelasticiteten. Herunder kan opdateringen indeholde en analyse af risikoelasticitetens ændring over tid og homogenitet mellem kollisionstyper.
- At mørketal opdeles efter transportform og skadesgrad, samt enueheld og uheld, hvor der er flere involveret, idet ikke alle typer af uheld har en (fuld) ekstern omkostning. For eksempel antages det, at velfærdstabet ved enueheld i bil er internaliseret i bilistens beslutning om at køre, mens dette ikke er tilfældet for systemomkostningerne.
- At der ved fremskrivninger af uheldsomkostninger tages hensyn til udviklingen i bilparkens vægt.

### 1.2.3 anbefalinger vedrørende luftforurening

Grundlaget for beregning af den gennemsnitlige marginale eksterne omkostning ved luftforurening vil kunne styrkes ved:

- At der i beregningsgrundlaget i T.E. 2.0 indgår nyeste emissionsfaktorer fra DCE. Ved væsentlige ændringer fra DCE kan en ekstra opdatering overvejes.
- At ensrette behandlingen af luftforurening fra elproduktion og fra produktion af anden brændstof (benzin og diesel). I de nuværende beregninger inkluderes emissioner fra elproduktionen, mens emissionerne i f.eks. raffinaderiprocessen ikke gør.
- At det ved fremtidige opdateringer undersøges, om SO<sub>2</sub>- og NO<sub>x</sub>-udledninger allerede er internaliseret gennem afgifter på disse udledninger.

### 1.2.4 anbefalinger vedrørende klima

Grundlaget for beregning af den gennemsnitlige marginale eksterne omkostning ved klima vil kunne styrkes ved:

- At ensrette behandlingen af klimaudledninger fra elproduktion og fra produktion af anden brændstof (benzin og diesel). I de nuværende beregninger inkluderes emissioner fra elproduktionen, mens emissionerne i f.eks. raffinaderiprocessen ikke gør.
- At der ved fremtidige opdateringer undersøges, hvor store dele af de eksterne skadeomkostninger ved drivhusgasudledninger, der forudsættes at være internaliseret, og at der fastsættes en ensartet metode på tværs af de eksterne omkostninger. Ved den eksterne skadevirkning på klima er der ikke taget højde for afgifter på biler og brændstof samt, at transportsektoren fra 2027 bliver kvotebelagt (ETS2). Der kan f.eks. teoretisk argumenteres for, at indførelse af et ETS2 medfører, at de eksterne skadeomkostninger fra CO<sub>2</sub>-udledninger på klima ved diesel- eller benzinkøretøjer bliver helt eller delvist internaliseret.).

### 1.2.5 anbefalinger vedrørende støj

Grundlaget for beregning af den gennemsnitlige marginale eksterne omkostning ved støj vil kunne styrkes ved:

- At der ved fremtidige opdateringer foretages en undersøgelse af sundhedseffekterne ved støjeksponering, idet de eksisterende enhedsomkostninger alene adresserer iskæmisk hjertesygdom. Studier har identificeret en bred vifte af negative sundhedseffekter forbundet med støjeksponering.
- At der ved inkludering af flere sundhedseffekter tages højde for korrelationen mellem forskellige sygdomme for at undgå overvurdering af de samlede sundhedseffekter.
- At der bruges den nyeste støjmodellering og at man medtager støj fra andre steder end ved boliger. Dette kunne f.eks. være arbejdspladser og børnehaver/skoler.
- At undersøge elbilers betydning for omfanget af støj, da elbiler larmer mindre ved hastigheder under 50 km/t.

### 1.2.6 anbefalinger vedrørende vejslid

Grundlaget for beregning af den gennemsnitlige marginale eksterne omkostning ved vejslid vil kunne styrkes ved:

- At opdateringen tager hensyn til, at trafikarbejdet er steget væsentligt siden 2004, og at materialepriser er steget blandt andet på grund af overgangen til "grøn" asfalt.
- At andelen af kørselsafhængige omkostninger kvalificeres ved fremtidige opdateringer.
- At det undersøges, om indførelsen af den kilometerbaserede vejafgift betyder, at vejslidselementet er (delvist) internaliseret for lastbiler.
- At basisåret fremadrettet omregnes til historiske år via prisindeks for asfaltarbejde. Fremskrivningsåret baseres fortsat på skøn for udviklingen i nettoprisindekset og BNP pr. capita.
- At undersøge hvorvidt overgang til ellastbiler indebærer øget vejslid, idet deres vægt generelt er højere end traditionelle lastbiler.

# Introduktion til eksterne omkostninger ved kørsel

# 2

En retvisende værdiansættelse af de eksterne omkostninger knyttet til bilkørsel er centralt for at kunne opgøre de samfundsøkonomiske omkostninger ved bilkørsel. Eksterne omkostninger opstår, når aktiviteter udført af én eller flere personer har en negativ/positiv effekt på andre, som ikke tages i betragtning ved beslutningstagning om aktiviteten.

Eksterne omkostninger ved biltransport udgør forskellen mellem den samlede samfundsøkonomiske omkostning forbundet med kørslen og de privatøkonomiske omkostninger, som bilisten inddrager i sin egen beslutning om at køre bil.

I et ureguleret marked inkluderer bilisterne ikke alle omkostninger forbundet med deres transport i deres privatøkonomiske valg. Derfor vil et ureguleret marked ende i en ligevægt, der ikke er samfundsøkonomisk optimal, hvor alle omkostninger/gevinster (interne og eksterne) ikke indgår i beslutningen. Når ligevægten i et ureguleret marked med eksterne omkostninger ikke er samfundsøkonomisk optimal, skyldes det, at producenten (trafikanten) af godet (transportaktiviteten) ikke pålægges den skadesomkostning, vedkommende påfører samfundet.

Med andre ord er prisen for godet (transportaktiviteten) for lav, og der vil opstå et dødvægtstab/efficiensstab. For at reducere (eller fjerne) dødvægtstabet kan staten regulere markedet, for eksempel ved hjælp af skatter og afgifter, for at øge markedsprisen til et niveau, der sikrer, at producenten (trafikanten) pålægges den skadesomkostning, han påfører samfundet – således vil den eksterne skadesomkostning blive internaliseret i prisen på trafikantens transportaktivitet.

## 2.1 Opgørelse af eksterne omkostninger

De eksterne omkostninger kan opgøres på flere måder, som totale eksterne omkostninger, gennemsnitlige eksterne omkostninger eller marginale eksterne omkostninger (herunder gennemsnitlige marginale omkostninger).

Gennemsnitlige og marginale omkostninger indgår til tider i samfundsøkonomiske konsekvensanalyser, såsom cost-benefit- og cost-effectiveness analyser. Typisk er det dog de marginale omkostninger, der anvendes.

I denne analyse rettes fokus på de gennemsnitlige marginale eksterne omkostninger. På skønnes omkostningerne for følgende eksterne omkostninger:

- Trængsel
- Uheld
- Luftforurening
- Klima
- Støj
- Vejslid

**Trængselsomkostninger** opstår, når et ekstra køretøj reducerer hastigheden for andre køretøjer på vejene, og dermed øger rejsetiden for disse køretøjer. Trængselsomkostningen er således den ekstra rejsetid for andre køretøjer og dermed for samfundet, når én ekstra bilist anvender infrastrukturen. Der vil typisk opstå trængsel, når trafikniveauet nærmer sig vejnettets maksimale kapacitet.

De samfundsmæssige omkostninger ved trængsel omfatter alle omkostninger for trafikanter og samfundet, såsom gener ved selve forsinkelsen, upålidelige rejsetider/ankomsttider, tabt økonomisk aktivitet osv.

Der kan endvidere være et sammenspil mellem trængsel og andre eksterne omkostninger ved kørsel. For eksempel forventes udledningen af luftforurening og CO<sub>2</sub> at være større, når der er trængsel på grund af tomgangskørsel og ændrede kørselsmønstre i byområder, mens trængsel på motorveje omvendt kan sænke farten til niveauer, der øger brændstoffektiviteten og dermed reducerer udledningen af CO<sub>2</sub> og luftforurening. Sammenhængen mellem trængsel og samfundsøkonomiske omkostninger på grund af trafikuheld er ikke entydig, fordi der dels er flere uheld ved trængsel, dels er de mindre alvorlige.

**Uheldsomkostninger** relateret til biltrafik er alle omkostninger ved et trafikuheld. Omkostningerne kan opdeles i hhv. systemomkostninger og velfærdsomkostninger, hvor systemomkostninger dækker de direkte omkostninger såsom udgifter til politi og redning, behandlingsomkostninger, materielskader og produktionsstop. Velfærdsomkostninger inkluderer det tab af velfærd, der opstår ved trafikdrab og personskader.

Markedspriser kan typisk anvendes til at bestemme systemomkostninger, men der findes ikke altid markedspriser eller officielt fastsatte enhedspriser til værdiansættelse af velfærdsomkostninger, selvom disse ofte kan værdisættes indirekte.

En del af samfundsomkostningerne forbundet med trafikuheld er internaliseret af transportbrugeren selv i kørselsvalget, da en del af risikoen tages i betragtning, når bilisten vælger at tegne forsikringer eller vælger at transportere sig med den givne transportform.<sup>2</sup> De eksterne uheldsomkostninger udgør således den del af samfundsomkostningerne forbundet med trafikuheld, som bilisten ikke selv tager højde for i sin kørsels- eller forsikringsbeslutning<sup>3</sup>.

Andre omkostninger, såsom omkostninger fra trængsel på vejene forårsaget af trafikuheld og omkostninger til begravelsesomkostninger, medtages ikke i enhedspriserne for ulykker.

**Omkostninger ved luftforurening** opstår da luftforurening har en negativ sundhedseffekt på mennesker. Indånding af luftforurenende stoffer, øger f.eks. risikoen for luftvejs- og kardiovaskulære sygdomme. Luftforurening vil føre til øgede sundhedsudgifter, tabte leveår samt udgifter forbundet med tabt eller reduceret arbejdskraft på grund af sygdom.

Ved luftforurening forstås typisk udledningen af partikler og stoffer som PM<sub>2,5</sub>, NO<sub>x</sub> og SO<sub>x</sub>. NO<sub>x</sub> og SO<sub>x</sub> stammer fra forbrænding af brændstof i motoren, mens udledningen af partikler (primært PM<sub>2,5</sub>) forekommer både under acceleration og opbremsning, f.eks. fra bremsestøv (som vil være til stede både for fossile biler og elbiler). Derudover kan bygninger, afgrøder og biodiversitet ligeledes blive beskadiget af udledningen af luftforurenende stoffer.

**Omkostningerne forbundet med klimaændringer** relateret til biltrafikken stammer fra udledningen af blandt andet kuldioxid, lattergas og metan, der alle bidrager til klimaforandringer. Klimaforandringerne, herunder global opvarmning, medfører alvorlige globale omkostninger såsom tab af biodiversitet, stigning i vandstand, hyppigere stormfloder, øget ekstremt vejr, mislykkede høstudbytter og knaphed på rent vand.

**Omkostningerne ved støj** opstår som følge af uønsket lyd, der generer eller forårsager fysisk eller psykisk skade på individer. Skader såsom hjertesygdomme, slagtilfælde, demens, forhøjet blodtryk og irritation kan opstå som følge af langvarig og hyppig udsættelse for trafikstøj.

<sup>2</sup> Uheldsomkostninger, der er dækket af forsikring kan ikke betragtes som eksterne omkostninger, da de af natur internaliseres af forsikringstageren ved selve købet af forsikringen.

<sup>3</sup> Omkostninger, der er designet til at reducere risikoen for trafikuheld – såsom forskellige afværgeforanstaltninger som autoværn, vejjump og lignende - kan ikke kategoriseres som eksterne uheldsomkostninger, da de ikke direkte skyldes et trafikuheld.



Støj fra vejtransport genereres dels af motoren (dominerer ved lavere hastigheder) og dels af dækkenes friktion mod vejbelægningen (dominerer ved højere hastigheder). Omkostningerne forbundet med trafikstøj afhænger desuden af faktorer som trafikvolumen og typer af køretøjer samt drivmiddel.

**Omkostningerne ved vejslid** kommer fra slid på vejbelægningen. Omfanget af vejsliddet afhænger primært af køretøjets vægt, vejtypen og mængden af trafik på strækningen.

### 2.1.1 Indbyrdes sammenhæng og differentiering

Eksterne omkostninger har ofte en indbyrdes sammenhæng, hvilket gør det udfordrende at betragte dem hver for sig. Yderligere faktorer som geografi, tidspunkt, hastigheder og forventninger til fremtidig udvikling i både infrastruktur og køretøjspark kan også påvirke størrelsen af disse omkostninger.

Især trængsel varierer afhængigt af sted og tid, idet trængslen på en given strækning typisk er markant mindre om natten sammenlignet med myldretiden. Tilsvarende vil trængslen være væsentligt mindre i landdistrikter end på indfaldsvejene til en af de større byer.

Når det kommer til effekter som luftforurening, støj og uheld, spiller lokaliteten også en rolle (herunder forskellen mellem by og land). Selvom udledningen af luftforurening og støjmængden ikke nødvendigvis er større i byområder end på landet, betyder den højere befolkningstæthed at flere eksponeres. Derfor er konsekvenserne af luftforurening og støj også større i byer end i landområder. For støj gælder det desuden, at natlig støj er mere forstyrrende end dagstøj, da den påvirker nattesøvnen. Når det gælder uheld, er der også en differentiering mellem by og land, primært fordi uheld i byerne oftere involverer bløde trafikanter, hvilket typisk resulterer i mere alvorlige konsekvenser.

Hastigheder har betydning for alle de eksterne omkostninger. Hastigheder påvirkes af trængsel og i visse tilfælde af trafikuheld, hvilket skaber en sammenhæng mellem trængsel og de andre eksterne effekter.

Endelig kan trafikanternes valg af rute påvirkes af trængsel og uheld, hvilket igen kan have konsekvenser for eksempelvis luftforurening på grund af længere rejseveje.

Trængsel

3

Trængsel opstår, når et ekstra køretøj reducerer hastigheden hos andre køretøjer på vejene og dermed øger rejsetiden for disse køretøjer. De eksterne omkostninger ved trængsel dækker således over den ekstra omkostning, der er for andre køretøjer og dermed for samfundet ved, at én ekstra bilist anvender infrastrukturen. Eksternaliteten opstår typisk, når trafikniveauet nærmer sig vejnettets maksimale kapacitet.

Den marginale eksterne omkostning ved trængsel skønnes med et 2022-trafikoniveau for personbiler og varebiler i gennemsnit at udgøre 0,52 kr. pr. km, *jf. tabel 1*. For lastbiler skønnes omkostningen til ca. 1,52 kr. pr. km.

**Tabel 3.1: Gennemsnitlig marginal ekstern trængselsomkostning**

Kr. pr. km (2024-priser)	Personbil	Varebil	Lastbil
Transportøkonomiske Enhedspriser (TE 2.0)	0,75	0,79	1,60
Opdateret omkostning: 2025 trafikscenarie	0,77	0,77	2,24
<b>Opdateret omkostning 2022-trafikoniveau</b>	<b>0,52</b>	<b>0,52</b>	<b>1,52</b>

Anm: Alle priser præsenteres med arbejdsudbudseffekter. TE 2.0 repræsenterer et 2025-trafikscenarie og er opgjort ekskl. trængselskrydsforsinkelser og for en typisk hverdag. De opdaterede omkostninger er opgjort inkl. trængselskrydsforsinkelser og for et årsdøgn. Kilde: Transportministeriet og egne beregninger.

Opgjort i et 2025-scenarie (trafikoniveau svarende til fremskrivningen i KF22) skønnes den gennemsnitlige marginale eksterne omkostning ved trængsel for person- og varebiler til ca. 0,77 kr. pr. km. Det svarer til niveauet ved seneste opdatering af T.E 2.0, hvor omkostningerne blev fordoblet ift. tidligere. For lastbiler skønnes den gennemsnitlige marginale eksterne omkostning til 2,24 kr. pr. km. Det svarer til en forøgelse med godt 1/3.

I det opdaterede skøn for de marginale eksterne omkostninger er der regnet for et gennemsnitligt årsdøgn og inklusive trængselskrydsforsinkelser. Skøn ved TE 2.0 blev regnet for hverdagsdøgn og uden trængselskrydseffekter. Det skal bemærkes, at de angivne marginale eksterne omkostninger for trængsel for henholdsvis TE 2.0 og omkostninger opgjort efter den justerede metode i dette notat derfor ikke er direkte sammenlignelige.

Herudover er TE 2.0, som nævnt, også beregnet ved et forventet trafikscenarie for 2025, som ligger over det historiske niveau og derfor ikke afspejler det aktuelle trafik- og trængselsniveau. Det lavere aktuelle trafikniveau skal bl.a. ses i lyset covid-19, hvor hjemmearbejde mv. bidrog til et lavere trafikarbejde. Dette kan være af strukturel karakter, og derved medføre, at det forventede trafikniveau for 2025 først realiseres senere.

Da de marginale eksterne omkostninger ved trængsel er voksende med trafikniveauet, vil de nuværende omkostninger derfor være lavere end ved et 2025-scenarie med betydeligt større trafikarbejde. TE 2.0's trængselsomkostninger kan derfor ikke anvendes til f.eks. en vurdering af, om det aktuelle bilbeskatningsniveau modsvarer de aktuelle gennemsnitlige marginale eksterne omkostninger.

## 3.1 Metode

De marginale eksterne omkostninger ved trængsel er baseret på beregninger foretaget i Grøn Mobilitetsmodel (GMM, tidligere Landstrafikmodellen), som er Transportministeriets landsdækkende trafikmodel.

Ift. de tidligere beregninger i TE 2.0 er beregningsmetoden for de opdaterede marginale eksterne omkostninger ved trængsel justeret på følgende punkter:

- Omregning fra typisk hverdag til årsdøgn
- Omregning til hele vejnettet
- Medtagelse af trængselskrydseffekter
- Korrektion af det generelle trafikniveau

- Turbaseret tilgang i GMM

Ændringerne skal ses i lyset af, at det har været arbejdsgruppens opgave at komme med bedste bud på, hvad den gennemsnitlige marginale eksterne trængselsomkostning er dags dato. Omregning fra en typisk hverdag til et årsdøgn udføres, da estimatet for en typisk hverdag ikke afspejler et reelt gennemsnit, da trængslen varierer væsentligt på tværs af ugedage og året. Omregning til hele vejnettet sker for at tage hensyn til, at GMM ikke medtager al trafik på vejene. Medtagelse af trængselskrydsforsinkelser skyldes, at trængselskrydseffekten har væsentlig indflydelse på hastighedsreduktionen og rejsetiden, som følge af trængsel i særligt byområder. Korrektion af det generelle trafikniveau sker for at kunne regne de marginale eksterne omkostninger ved andre trafikscenarier end 2025-trafikscenariet og for at komme med et mere retvisende bud for den aktuelle trafikale situation. Afsnit 3.1.1 beskriver de tidligere beregninger i TE 2.0, mens afsnit 3.1.2 beskriver justeringerne til metoden.

### 3.1.1 Beregning af den marginale eksterne omkostning i TE 2.0

De marginale eksterne omkostninger ved trængsel beregnes ved brug af GMM. Til at modellere trængsel anvender GMM såkaldte speed-flow kurver. Speed-flow kurver viser sammenhængen mellem trafikmængden på en vej og den kørte hastighed.

I det følgende redegøres kort for modellering af trafik/trængsel i GMM, speedflowkurver og beregning af skøn for den marginale omkostning ved trængsel.

#### 3.1.1.1 Modellering af trafik i Grøn Mobilitetsmodel

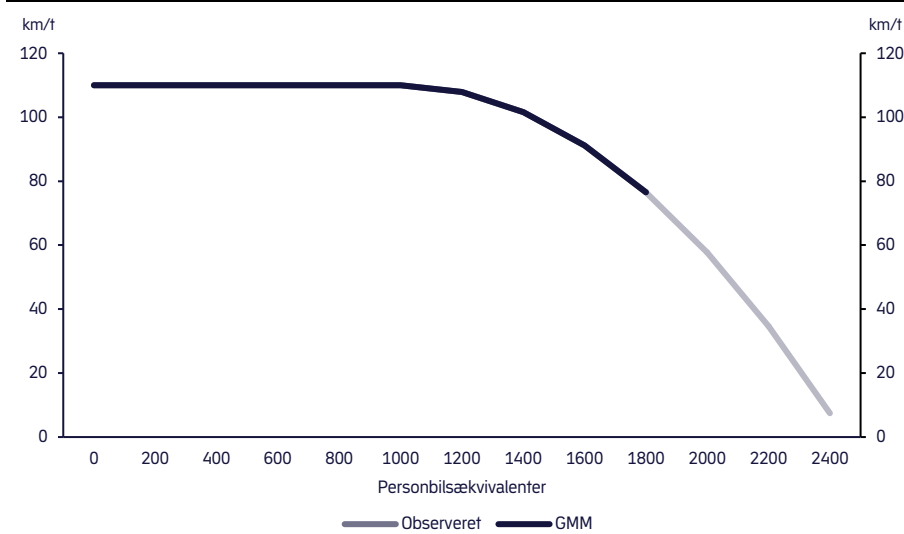
GMM er en landsdækkende trafikmodel, der beskriver trafikken mellem 900 danske zoner på en typisk hverdag. GMM omfatter i princippet alle transportmidler, men fokuserer primært på biltrafik og kollektiv transport. Vejnettet i modellen omfatter alle større veje, men ikke f.eks. mindre villaveje. Det betyder, at ca. 40 pct. af det danske vejnet er indeholdt i modellen. Det skønnes, at modellen dækker 98 pct. af de af kørte km på typiske hverdage. Der forventes ikke at være trængsel på den del af vejnettet, som ikke er en del af modellen.

I GMM er et døgn opdelt i ti tidsperioder, som dels repræsenterer myldretidstimer om morgenen og om eftermiddagen, dels de perioder som ligger før, efter og imellem myldretiderne. Modellen tager dermed hensyn til, at der er mere trængsel i myldretiden end på andre tidspunkter. Der tages også højde for, at den endelige trafikefterspørgsel på en strækning afhænger af situation på det øvrige vejnet, parallelle ruter, alternative transportmidler osv.

I modellen fordeles trafikken på vejnettet, så den enkelte bilist minimerer sine rejseomkostninger. Da rejseomkostningerne påvirkes af de andre bilister, foretager modellen iterationer indtil bilisterne ikke længere foretager ruteskift/modalskift, hvormed der er opnået en ligevægtsfordeling af trafikken.

GMM bruger af såkaldte speed-flow-kurver til modellering af længere rejsetid, *jf. figur 3.1*

Figur 3.1: Illustration af en speed-flow-kurve



Anm: Illustrationen viser, hvordan antallet af biler på en vejstrækning påvirker hastigheden. Den blå del af kurven kan observeres på vejnettet, og er estimeret ud fra bl.a. GPS-data hastigheder. Datagrundlag for estimeringen af speed-flow-kurver stammer fra Mastra og Hastrid datasættene. Den grå del af kurven er en "kunstig" forlængelse for at inkludere betydningen af den køophobning, der vil opstå, når efterspørgslen overskrider kapaciteten på 2.000 personbilsækvivalenter (i eksemplet) på en konkret strækning. GMM beregner forventede rejsetider for hver strækning i modellen og hver tidsperiode (f.eks. ml. kl. 7 og 8).

Speed-flow kurver viser sammenhængen mellem trafikmængden på en vej og den kørte hastighed.<sup>4</sup> Ved anvendelse af speed-flow kurver kan det derfor udregnes, hvordan øget trængsel fører til lavere hastigheder, og dermed længere rejsetider. Med udgangspunkt i speed-flow kurverne indeholder GMM således en række elasticiteter for sammenhængen mellem trafikmængder og øget rejsetid for modellens vejstrækninger.

GMM er opdateret med besluttede og finansierede infrastrukturprojekter og udvikling i efterspørgsel som følge af bl.a. befolknings- og BNP-fremskrivning. Dermed tages hensyn til, at der kommer mere trafik, og at den eksisterende infrastruktur udvides.

### 3.1.1.2 Udregning af gennemsnitlig marginal ekstern omkostning.

Ideelt blev elasticiteterne i GMM for forholdet mellem samlet trafik og gennemsnitshastigheder anvendt til at udregne den gennemsnitlige marginale eksterne trængselsomkostning i den konkrete situation. Det er dog ikke umiddelbart muligt at udlede den samlede gennemsnitlige marginale effekt for alle veje under ét.

I stedet for at bruge elasticiteterne i GMM for det samlede vejnet, er trængselsomkostningen fundet ved kunstigt at hæve trafikmængderne i modellen og derigennem opnå en samlet ændring i rejsetiden.

Den mest præcise tilgang til at opgøre den marginal trængselseffekt i GMM ville være at tilføje et køretøj til en strækning ad gangen og på den måde finde den marginale effekt på trængsel af en ekstra kørt kilometer. Små ændringer forsvinder imidlertid i modelstokastik, når der søges at opnå en ligevægt på vejnettet i GMM.

<sup>4</sup>Trængsel på selve strækningerne suppleres med opgørelser for nogle få strækninger, hvor kapaciteten er alvorligt overskredet, hvorved trængslen dækker flere delstrækninger (tilbagestuvning).



Antallet af ture for alle zonekombinationer og i alle tidsperioder blev i stedet varieret med henholdsvis +/- 5 pct. for hhv. person-, vare og lastbiler (en strækning-baseret tilgang).<sup>5</sup> Den marginale effekt er dermed opgjort som gennemsnittet af forskellen (marginaltid/marginal km) med mere og mindre trafik i forhold til 2025-trafikscenariet.<sup>6</sup> Herved tages der højde for, at sammenhængen mellem trafik og rejsetider ikke er lineær, jf. figur 3.1.

Justeringen i antallet af ture resulterer i ca. +/- 5 pct. mere trafik på alle strækninger, med lidt variation da nogle trafikanter vil vælge at skifte rute, når trafikmængderne ændrer sig. For at de fundne trængselseffekter kun afspejler de eksterne omkostninger, justeres trængselsresultaterne med den ændrede trafikmængde, så de udelukkende svarer til påvirkningen af den eksisterende trafik. Det vil sige, at hvis en strækning har 5 pct. mere trafik, divideres trængslen/tidsforøgelsen med 1,05, så den trængsel de ekstra ture oplever (og som antages at være internaliseret i kørselsbeslutningen), ikke påvirker resultatet.

Ud fra ovenstående udledes, hvordan ændret trafik påvirker eksisterende trafikanters hastighed og dermed rejsetid.

Endelig fastsættes værdien af den ekstra rejsetid med henblik på at få en monetær værdi af eksternaliteten. Værdien af den ændrede kørselstid bestemmes ud fra generelle monetære værdier for forsinkelsestid for forskellige køretøjstyper, og forskellige formål ved brug af DTU Transport (2007), jf. Tabel 3.2.

For erhvervs-kørsel i personbil er tidsværdierne baseret på omkostninger (timeløn), og for vare- og lastbiler desuden nogle yderligere kapacitetsomkostninger (køretøjsflåde).

**Tabel 3.2: Anvendte tidsværdier for forsinkelse til opgørelse af trængsel**

Kr. pr. time (2024-priser, for et 2025-scenarie)				
Personbil			Varebil	Lastbil
Persontimer			køretøjstimer	køretøjstimer
<i>Pendling</i>	<i>Erhverv</i>	<i>Fritid</i>		
179	729	179	798	811

Anm: Tidsværdierne gælder for alle personer på 18 år eller derover. For børn og unge under 18 år anvendes den halve tidsværdi. Værdierne for persontransport er fra 2004, og for erhverv fra 2015, og de er fremskrevet til 2025-niveau med realvæksten i BNP pr. capita og nettoprisindekset for at tage højde for stigende indkomst (betalingsvillighed) samt inflation.

Kilde: Transportøkonomiske Enhedspriser.

Beregning af den eksterne trængselseffekt udføres for alle strækninger, tidsperioder og formål/køretøjstyper.<sup>7</sup> Den gennemsnitlige marginale eksterne trængselsomkostning findes her efter ved at vægte den ekstra rejsetid med det givne ekstra trafikarbejde på strækningerne. Den marginale eksterne omkostning for varebiler og lastbiler findes ved tilsvarende beregning.

Omkostningerne i TE 2.0 opgøres på by, land, motorveje og landeveje, samt for en spids-, ikke-spids- og gennemsnitlig tidsperiode. De marginale eksterne trængselseffekter for hverdage opdelt på by og land fremgår af tabel 3.3

<sup>5</sup> Anvendelsen af en procentsats har den fordel, at strækninger og tidsperioder med meget trafikarbejde vægter højere end strækninger og tidsperioder med lidt trafik. Dette svarer til, at en gns. ekstra kilometer har mindre sandsynlighed for at forekomme på en strækning/periode med lidt trafik end på en strækning/periode med meget trafik.

<sup>6</sup> Beregningerne er fortaget med udgangspunkt i trafikniveauet i 2025-scenariet.

<sup>7</sup> Et simpelt eksempel på opgørelsen af den marginale eksterne trængselsomkostning er illustreret i bilag 1.

**Tabel 3.3: Marginal eksterne trængselseffekt**

Timer pr. km (2025-scenarie)	Personbil			Varebil	Lastbil
	Pendling	Erhverv	Fritid		
Land	0,0006	0,0001	0,0005	0,0001	0,0000
By	0,0017	0,0002	0,0029	0,0005	0,0001
<b>Samlet</b>	<b>0,0009</b>	<b>0,0001</b>	<b>0,0012</b>	<b>0,0002</b>	<b>0,0001</b>

Anm: Tallene gælder for hverdagsdøgn. Tabellen viser skøn for ændring i rejsetid for hhv. personbil, varebil og lastbil, som følge af en ekstra kørt kilometer i en personbil. Effekterne for personbiler er opgjort pr. person (dvs. inkl. effekt på passagerer), og for vare- og lastbiler pr. køretøj. F.eks. skønnes det, at en ekstra kørt kilometer i en personbil medfører en forsinkelse på 0,0009 persontimer for pendlere i personbiler.  
Kilde: Vejdirektoratet (2020).

De marginale trængselseffekter kan herefter værdisættes ved brug af værdier for rejsetid, jf. tabel 3.2. De marginale eksterne omkostninger ved trængsel for person-, vare- samt lastbiler er vist i tabel 3.4. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.** for 2025-trafikscenariet.

**Tabel 3.4: Marginale eksterne trængselsomkostninger**

Kr. pr. km (2024-priser for 2025-scenariet)	Personbil	Varebil	Lastbil
Land	0,37	0,36	1,00
By	1,44	1,51	3,29
Gennemsnit	0,70	0,74	1,49
<b>Gennemsnit med arbejdsudbudsgevinst</b>	<b>0,75</b>	<b>0,79</b>	<b>1,60</b>

Anm: Tallene gælder for hverdagsdøgn og opgøres for 2025-scenariet. Kilde: Vejdirektoratet (2020).

Det skal bemærkes, at omkostningerne i TE 2.0 fremgår uden arbejdsudbudsgevinster. Arbejdsudbudseffekten beregnes som 10 pct. af omkostningen for pendling og erhverv. I 2025 med 2024 prisniveau er den marginale eksterne trængselsomkostning for en gns. km inkl. arbejdsudbud således 0,75 kr./km, hvor den er 0,70 kr./km uden arbejdsudbud, jf. tabel 3.4.

### 3.1.2 Justering af metode anvendt i TE 2.0

I forhold til at opgøre den aktuelle gennemsnitlige marginale eksterne omkostning har den ovenfor beskrevne metode en række uhensigtsmæssigheder, som omfatter:

- At GMM ikke omfatter alle mindre veje i Danmark.
- At GMM kun dækker "almindelige" hverdage. Helligdage, weekender og ferier, hvor trængslen generelt må antages at være lavere end på hverdage, indgår ikke.
- At trængselskrydsforsinkelser ikke indgår. Manglende inklusion af trængselskrydsforsinkelser indebærer, at en væsentlig del af trængslen (særligt i byer) ikke indgår.
- At der alene er regnet i et 2025-trafikscenarie og derfor overvurderer trafikarbejdet ift. det aktuelle trafikniveau.

Disse udfordringer ved metoden anvendt i TE 2.0 korrigeres nedenfor.

I 2023 (og i 2024 prisniveau) giver trængselsforsinkelserne beregnet i GMM en marginal eksterne omkostning ved trængsel på 0,75 kr. pr. km inkl. arbejdsudbud (TE 2.0). Estimatet gælder for "typiske hverdage" og dækker ikke hele vejnettet.

Den marginale eksterne omkostning ved trængsel fra TE 2.0 kan efter korrektion for hverdag til årsdøgn og omregning til hele vejnettet skønnes til at udgøre 0,53 kr. pr. km. Justeringen er behæftet med en væsentlig usikkerhed.

### 3.1.2.1 Omregning til hele vejnettet

GMM omfatter alle større veje, men ikke f.eks. mindre villaveje. Det skønnes, at 98 pct. af trafikarbejdet er dækket af vejnettet i GMM, og at der ikke er trængsel på den del af vejnettet, som ikke er medtaget i GMM. Den marginale trængselsomkostning for hele vejnettet på hverdage kan derfor beregnes til 0,73 kr. pr. km. ( $0,75 \text{ kr. pr. km} * 0,98$ ) eller 0,00196 køretøjstimer pr. km.

### 3.1.2.2 Omregning til årsdøgn

For at kunne omregne tallet for den gennemsnitlige marginale eksterne trængselsomkostning fra et hverdagsdøgn til et årsdøgn (gns. døgn for et år), skal der tages højde for, at weekender, helligdage, sommerferieperioder og såkaldte store rejsedage, alle vil have et forskelligt trængselsbillede.

Der eksisterer i GMM ikke et grundlag til at opgøre den marginale effekt pr. km på ikke-typiske hverdage. Dette skønnes derfor via en anden kilde. Der tages udgangspunkt i hastighedsdata målt med GPS i en række køretøjer fra Connected Cars.<sup>8</sup> Herudfra opgøres, hvor mange kilometer strækning der er præget af kritisk trængsel. Kritisk trængsel er i de følgende beregninger defineret sådan, at hastigheden er lig med eller under 40 pct. af den fri hastighed.<sup>9</sup>

Det bemærkes, at opgørelsen ikke medtager den trængsel, som kun medfører nedsættelse til mellem 40 pct. og 100 pct. af den fri hastighed, at opgørelsen er ikke vægtes efter antal køretøjer på de forskellige strækninger samt at opgørelsen kun er for det "strategiske vejnet", hvilket stort set udgøres af statsvejnettet plus enkelte parallelveje, dvs. overordnede veje.

Den bærende antagelse for den følgende beregning er, at forholdet mellem kritisk trængsel på typiske hverdage og de andre dagstyper, direkte kan oversættes til forholdet mellem den eksisterende beregning af marginal trængsel for typiske hverdage og den marginale trængsel for de andre dagstyper. Det vil sige, at hvis der er halvt så mange vejkilometer med kritisk trængsel i weekenden, som på typiske hverdage, sættes den marginale effekt i weekenden til det halve af effekten for typiske hverdage. Efterfølgende vægtes med andel af trafikarbejdet for de forskellige dagstyper. Dette må forventes at være en grov antagelse.

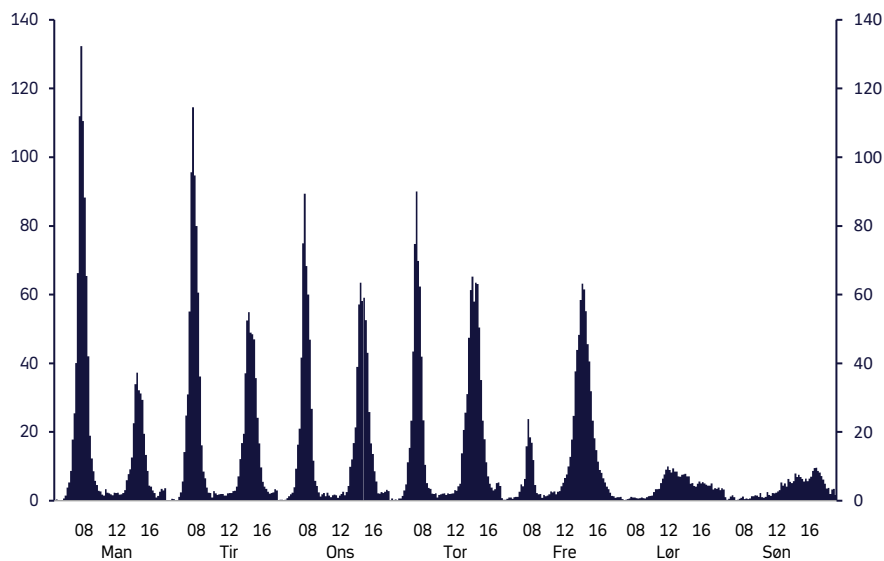
Da den marginale effekt stiger med trængselsniveauet, antages det også indirekte, at sammensætningen (kritisk trængsel, stor trængsel, begyndende trængsel) af de samlede trængselsniveauer, er ens for de forskellige dagstyper, når kritisk trængsel anvendes som proxy.

Figur 3.2 viser antallet af vejkilometer pr. kvartersinterval med kritisk trængsel på det strategiske vejnet i Danmark i efteråret 2022 –for ugedage og tidsperioder. Hvis der er kritisk trængsel i f.eks. 1/2 time på en strækningkilometer på en dag, tæller den med 2 kvartersintervaller. Som det fremgår, er der betydeligt lavere niveauer i weekenden, men dog stadig noget kritisk trængsel.

<sup>8</sup> Det kan være en udfordring for metoden, at bilerne i Connected Cars ikke nødvendigvis er repræsentative for hele bilflåden. Det vurderes dog, at de er repræsentative, når det gælder hastigheder og specielt i trængsel, hvor hastigheden presses ned for alle køretøjer. Arbejdet med at udlede kritisk trængsel fra GPS-data er foretaget af Vejdirektoratet.

<sup>9</sup> Fri hastighed er hastighed ved lave trafikbelastninger. I dette tilfælde er valgt 90 pct. fraktien af observerede hastigheder fra de anvendte 15 min intervaller på de konkrete dage. Kritisk trængsel er en prædefineret tærskel som blandt andet bruges i Vejdirektoratets "Trafikkens udvikling i tal".

Figur 3.2: Illustration af kritisk trængsel på strækninger for ugedage mellem kl. 04-20, efterår 2022



Anm: Figuren viser antallet af vejkilometer på det strategiske vejnet, niveau 1, som har oplevet kritisk trængsel pr. kvartersinterval. F.eks. var der om mandagen ca. 130 km vej, som oplevede kritisk trængsel i et kvarter. Det strategiske vejnet, niveau 1, dækker 915 km motorvej og 215 km landeveje. Figuren er en illustration.

Kilde: Transportministeriet på baggrund af GPS-data fra Connected Cars.

De store rejsedage har et meget højt niveau af kritisk trængsel pr. dag sammenlignet med typiske hverdage, men samtidig er der kun tre sådanne dage årligt i 2022, jf. tabel 3.5. Der er store udsving inden for de øvrige kategorier.

Tabel 3.5: Antal km pr. kvartersinterval med kritisk trængsel pr. dag.

	Typiske hverdage	Store rejsedage	Weekend dage	Øvrige hverdage
Antal dage	200	3	104	58
Antal kvarter-km pr. dag	1.061	2.000	290	479

Anm: Tabellen viser, hvor mange kilometer vej som oplevede kritisk trængsel i løbet af en gennemsnitsdag. En vej på to kilometer, som har to kvartersintervaller med kritisk trængsel vil altså bidrage med 4 km til dagssummen. Store rejsedage er fredag før pinse, onsdag før kristihimmelfart og torsdag før store bededag. Øvrige hverdage er blandt andet hverdage i sommerferien, uge 42 og mellem jul og nytår.

Kilde: Transportministeriet på baggrund af GPS-data fra Connected Cars.

Rejsetiden for de ikke-typiske-hverdage værdisættes i forhold til den relevante køretøjs-og formåls-sammensætning. Det antages, at trængslen her rammer mere fritidstrafik og mindre erhvervsstrafik end typiske hverdage, især på de store rejsedage. Modsat gælder, at der på ikke-typiske hverdage i gns. sidder flere personer i bilen, end det er tilfældet i de typiske hverdage. Samlet set bliver de gennemsnitlige omkostninger pr. køretøjstime lavere end på typiske hverdage. Derudover skal omkostningen vægtes i forhold til det trafikarbejde, som de forskellige dagstyper vurderes at stå for.

Den samlede marginale omkostning for trængsel på tværs af alle strækninger og dage er således beregnet til 0,53 kr. pr. km for et årsdøgn, jf. tabel 3.6. Det svarer til en faktor på 0,74 i forhold til hverdagsdøgn.

Tabel 3.6: Trængselseffekt opdelt på dagstyper og samlet effekt

	Typisk hverdag	Store rejsedage	Weekend-dage	Øvrige hverdage	Årsdøgn (sum)
Marginal trængselseffekt, kr. pr. km	0,73	1,03	0,17	0,30	
Andel af trafikarbejdet, pct.	59	2	21	18	100
Marginal trængselseffekt vægтет ift. trafikarbejdet, kr. pr. km	0,43	0,02	0,04	0,05	0,53

Anm: Den marginale trængselseffekt er opgjort i 2024-priser, med forsinkelserne fra 2025-scenariet. Den marginale trængselseffekt udregnes med baggrund i effekten for "typisk hverdag" og forholdet mellem antal kilometer med kritisk trængsel, som fremgår af tabel 3.5, og hensyntagen til den relevante sammensætning af trafik, hvilket påvirker den relevante timeomkostning. Udregningen af den marginale trængselseffekt for de enkelte "dagstyper" er illustreret i bilag 2. Store rejsedage er fredag før pinse, onsdag før Kristi Himmelfart og torsdag før store bededag. Øvrige hverdage er blandt andet hverdage i sommerferien, uge 42 og mellem jul og nytår. Kun effekten for et årsdøgn er korrigeret for at udregne for hele vejnettet, jf. 3.2.1.1

Kilde: Transportministeriet

Beregningsmetoden kan illustreres ved at anvende weekenddage som eksempel. Weekend-dage har i tabel 3.5 27 pct. (290/1061) kritisk trængsel i forhold til typiske hverdage. Den marginale trængselseffekt på 0,0020 køretøjstimer/km, som er beregnet med GMM for typiske hverdage, omregnes derfor til 0,0005 køretøjstimer/km. Tiden sættes i forhold til en gennemsnitlig omkostning pr. time på 327 kr./time (inkl. arbejdsudbudseffekt – se bilag 4) med udgangspunkt i en vurderet sammensætning af køretøjstyper, formål, og personer pr. bil i personbiler. Den marginale omkostning for weekenddage er dermed opgjort til ca. 0,17 kr./km. Vægtet med weekenddagens andel af det samlede trafikarbejde (21 pct.) bidrager de med ca. 0,4 kr./km til det samlede resultat, jf. tabel 3.6.

### 3.1.2.3 Medtagelse af trængselkrydsforsinkelse og korrektion af det generelle trafikniveau

Trængselomkostningen i TE 2.0 repræsenterer et forventet trafikniveau i 2025. Da størrelsen af omkostningen forventes at være følsom til det antagne (eller observerede) trafikniveau justeres den marginale eksterne omkostning, så den kan repræsentere et andet trafikniveau, f.eks. 2022. Denne justering er særlig vigtig efter, at blandt andet covid-19 har skabt usikkerhed om den fremtidige udvikling i trafikarbejdet. Det gør, at et 2025-scenarie i dag formentligt er lavere end beregnet i 2020.

GMM's prognose for trafikniveauet i 2025 (med nuværende opsætning i GMM) er ca. 14 pct. højere end det reelle trafikniveau i 2022 (beregnet på baggrund af trafiktællinger på strækninger foretaget af Vejdirektoratet og kommunerne). Det svarer til, at det totale trafikniveau i 2022 ca. er 12,3 pct. under det forventede trafikniveauet i GMM for 2025.

Med henblik på at finde den marginale effekt ved et lavere trafikniveau bruges samme princip som ved de nuværende enhedspriser for den marginale trængselomkostning, dvs. med variationer af trafikarbejdet i forhold til en basis. I stedet for kun at lave en enkelt beregning omkring et basisniveau (altså plus/minus 5 pct.) foretages otte beregninger (inkl. 2025 basis) med ændret trafikomfang i den nyeste version af GMM med udgangspunkt i trafikscenariet for 2025, og med spring på 2,5 pct. (fra -17,5 pct. til plus 2,5 pct.). Med disse modelberegninger kan der foretages +/- 2,5 pct. beregninger af marginal trængsel for intervallet mellem -15 pct. og basis for 2025 prognosen, med spring på 2,5 pct. Resultatet justeres til hele vejnettet og til årsdøgnniveau, som beskrevet i afsnit 3.2.1. Resultatet fremgår af Tabel 3.7.



Tabel 3.7: Marginal trængselsomkostning ift. 2025-prognosen for personbiler (2024-priser)

Afvigelse i trafikniveau ift. GMM's prognose for 2025, pct.	-15	-12,5	-10	-7,5	-5	-2,5	0
Ny beregning inkl. krydsforsinkelser, kr./km	0,52	0,55	0,58	0,62	0,67	0,72	0,77

Anm: Beregningerne er foretaget med en anden version af GMM end der blev brugt til udregningen af trængselsomkostningen i TE 2.0, plus andre mindre forskelle (beskrevet nedenfor). Derudover er der foretaget de korrektioner, som foreslås i afsnit 3.1.1, og der er taget højde for trængselskrydsforsinkelser. Rækken er udregnet ved at benytte forholdet mellem hverdage og vejnetskorrigeret årsløgn for 2025-scenariet, jf. tabel 3.6.

Kilde: Transportministeriet.

Personbiler udgør ca. 85 pct. af den samlede trafiks kapacitetsbelastning (hvor lastbiler tæller dobbelt) svarende til, at en stigning på  $X$  personbiler ganget med 1,18 ( $1/0,85$ ) fylder lige så meget på vejene, som en stigning på  $X$  i den samlede trafik. 12,3 pct. ganget med 1,18 giver ca. 14,5 pct. Herefter kan den marginale trængsel i 2022 aflæses i tabellen ved at interpolere - 14,5 mellem resultaterne for  $x_{-12,5}$  og  $x_{-15}$  i tabellen ovenfor ( $x_{-15} + 0,5/2,5*(x_{-12,5} - x_{-15})$ ). Alternativt sættes til niveauet for "-15".

I dette tilfælde bliver den marginale eksterne trængselsomkostning i 2022 ca. 0,52 kr./km med begge tilgange. Det svarer til, at en reduktion på 12,3 pct. i det samlede trafikarbejde medfører en reduktion af den marginale eksterne omkostning ved trængsel på ca. 33 pct. (0,52 i forhold til 0,77). Tabellen kan på lignende måde bruges til at udregne andre trafikniveauer (altid som procentuel afvigelse i forhold til 2025-scenariet), og man vil dermed kunne lave en profil for den gennemsnitlige marginale omkostning ved trængsel, som varierer over årene i takt med at transportarbejdet udvikler sig.

For vare- og lastbiler er der udført en ny beregning hvor 2025-scenariet, er omregnet til et 2022-niveau ved at bruge forholdet mellem 2025 og 2022 for personbiler.

Ovenstående tabel kan derudover anvendes til at justere til trafikniveau for vare- og lastbiler i et konkret år ved at anvende samme relative forskel, som tabellen for personbiler angiver. Det betyder, at hvis 2025-prognosen for lastbiler f.eks. er opgjort til  $X$  kr./km og tilsvarende for personbiler til  $Y$  kr./km, kan en stigning på f.eks. 2 pct. i samlet trafik i 2023 i forhold til 2022 aflæses til  $Z$  for personbiler, jf. ovenstående eksempel. Dette anvendes til at korrigere lastbilernes marginale eksterne omkostning i 2023 med trafikstigningen til at være lig:  $X * Z / Y$ .

#### 3.1.2.4 Ændret brug af GMM

Konceptuelt adskiller ovenstående brug af GMM sig ikke fra den, som er blevet beskrevet i afsnit 3.1. Da GMM siden 2020 er blevet opdateret og fokus er på den gennemsnitlige effekt nationalt, afviger beregningerne dog en smule.

De nye beregninger er foretaget på turniveau, mens beregningerne i TE 2.0 er strækningsbaserede. Det vil sige, at den nye beregning fokuserer på trængsel for et køretøj på de strækninger, som en tur mellem to zoner benytter, gentaget for alle ture i GMM, hvorimod den tidligere beregning udregnede samlet trængsel på de enkelte strækninger.<sup>10</sup> Dette resulterer dog i den samme strækningsstrængsel målt i køretøjstimer. Derudover er der nu foretaget "marginale" ændringer på 2,5 pct. i stedet for 5 pct. Den ændrede tilgang giver to væsentlige fordele i forhold til beregningerne fra 2020: 1) Trængselskrydsforsinkelser kan inddrages, hvor der i estimeringen fra TE 2.0 kun var strækningsforsinkelser med (se nedenstående afsnit om rejsetidskomponenter). 2) Tiden for passagerer kan medtages direkte ud fra GMM i stedet for via generelle faktorer for antal personer pr. bil.

<sup>10</sup> Ture i GMM foretages ikke mellem specifikke destinationer men mellem zoner. Dette er en forsimpning i modellen. Alle zoner er koblet op på vejnettet, hvilket betyder, at en tur går fra en zone til en anden zone via vejstrækninger, som forbinder de to zoner.

Mens inddragelse af tid for passagerer primært er en beregningsteknisk ændring, som har begrænset betydning på den gennemsnitlige marginale eksterne omkostning, øger inddragelsen af strækningsskrydsforsinkelser omkostningen markant. Det skal bemærkes, at ændringerne betyder, at det ikke er muligt at sammenligne omkostningerne direkte med TE 2.0.

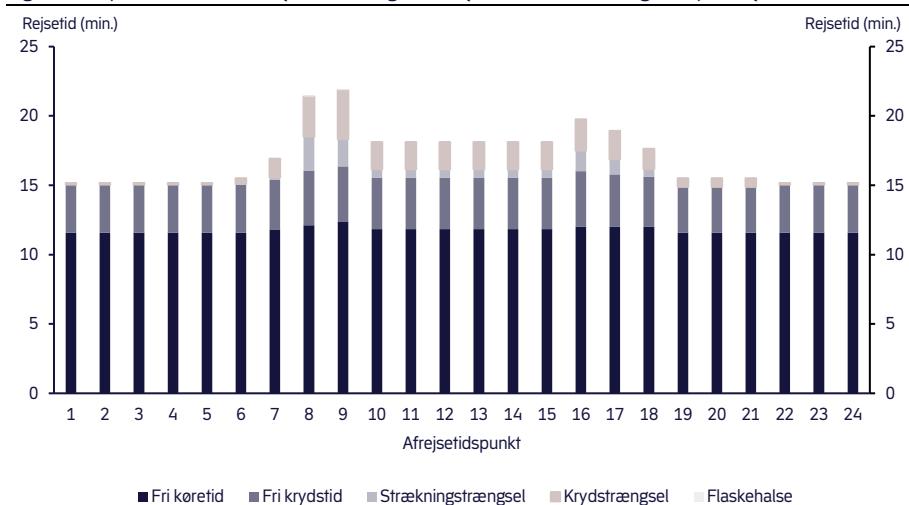
### 3.1.2.5 Krydsforsinkelser og rejsetidskomponenter

Vejnettet i GMM består af strækninger og kryds. Vejnettets opdeling i strækninger er i høj grad dikteret af kryds, men der er også faktorer, som kan medføre en underopdeling af strækninger uden kryds (f.eks. ændring i tilladt hastighed). For hver strækning og kryds opgøres rejsetid uden trafikbelastning og et tillæg for forsinkelse, som afhænger af trafikniveauet.<sup>11</sup> Det er sidste del som grundlæggende udnyttes til at finde trængselseffekten af øget trafik.

Trængselskrydsforsinkelsen er forskellen mellem krydsforsinkelsen med og uden trængsel. For eksempel vil en bilist, der skal svinge til venstre i et kryds, kunne svinge til venstre med det samme, hvis der ikke er anden trafik. Her vil krydsforsinkelsen (den interne omkostning) være den tid, bilisten evt. holder for rødt og den deacceleration, som krydset kræver. Er der derimod trængsel, skal bilisten vente på, at der bliver frit i modsatgående kørebane. Den ekstra ventetid grundet andre bilister er trængselskrydsforsinkelsen (den eksterne omkostning).<sup>12</sup>

For en specifik tur vil den samlede rejsetid fordele sig på fem tidselementer i GMM jf. figur 3.3. Det er "Strækningstrængsel", "Krydstrængsel" og "flaskehalse", som bruges til at udregne den eksterne omkostning. Medtagelsen af trængselskrydsforsinkelser er vigtig, da det vil være den dominerende trængselseffekt i byer.

Figur 3.3: Rejsetid mellem Kastrup Lufthavn og Rådhuspladsen ved forskellige afrejsetidspunkter



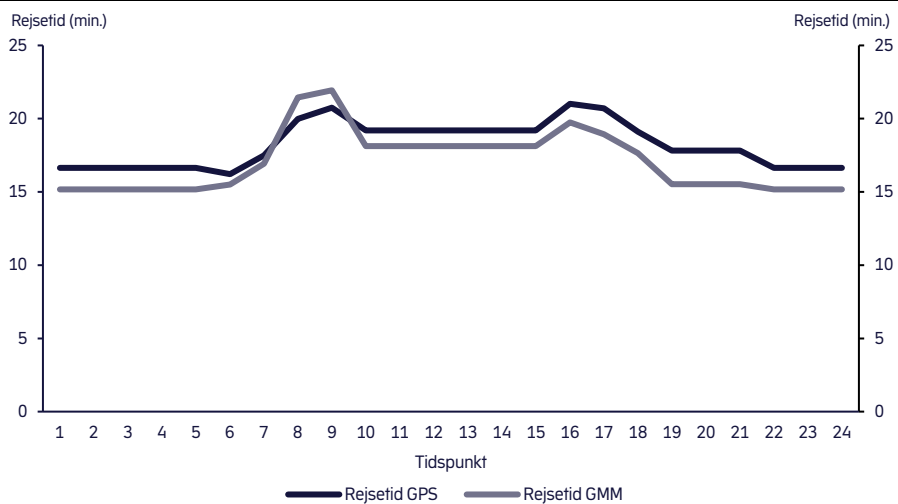
Anm.: Figuren illustrerer rejsetiden ved forskellige begyndelsestidspunkter opdelt på fem rejsetidskomponenter. Udregningen af rejsetiden er foretaget med GMM. Fri køretid og krydstid er rejsetiden, såfremt der ingen trængsel er. Strækning- og krydstrængsel er den ekstra rejsetid som opstår som følge af trængsel. Flaskehalse er ekstra rejstid grundet trængsel, som ikke er fanget af de foregående blandt andet pga. tilbagestuvning. Kilde: Transportministeriet.

<sup>11</sup> For at bedre at fange konsekvenserne af de største overbelastninger, opgøres der desuden et specielt flaskehalstillæg for de mest overbelastede lokaliteter. Denne komponent har dog begrænset betydning i GMM i øjeblikket.

<sup>12</sup> En uddybning af krydsmodellering i GMM kan findes i: "Bedre modellering af trængsel i Landstrafikmodellen ved indarbejdelse af modul til beregning af krydsforsinkelser." COWI (2014).

Sammenlignes den samlede rejsetid i GMM for den specifikke tur med en opgørelse fra GPS-data ses en fin overensstemmelse, jf. figur 3.4.

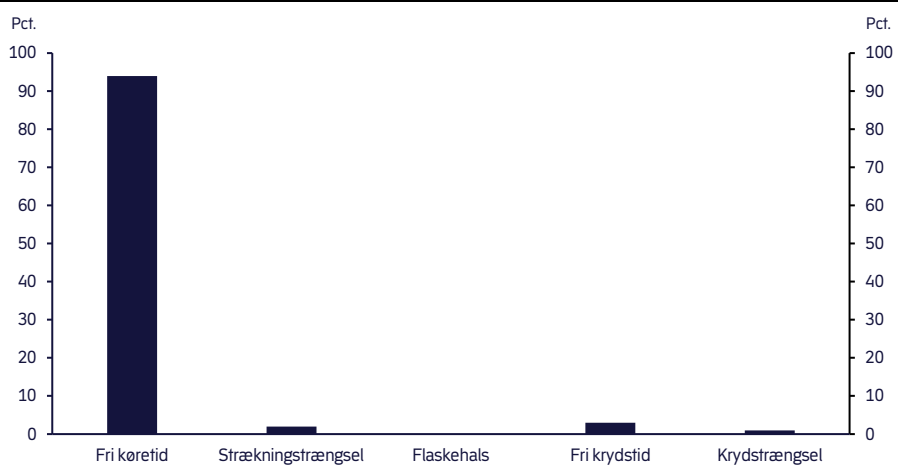
**Figur 3.4: Sammenligning af modelresultater med GPS-målinger**



Anm: Figuren viser forskellen mellem modelberegninger og GPS-målinger på en specifik tur mellem Kastrup Lufthavn og Rådhuspladsen. Kilde: Transportministeriet.

For hele modelvejnettet i en basiskørsel er kørselstiden fordelt på tidskomponenter som præsenteret i figur 3.5.

**Figur 3.5: Fordeling af kørsel på tidskomponenter i basisscenariet**



Anm: Figuren viser opdelingen af kørselstid på et hverdagsdøgn for basisscenariet. Kilde: Transportministeriet.

Som det fremgår, udgør trængsel/forsinkelse kun en mindre del af rejsetiden for en gns. tur. I basiskørslen fordeles trængsel på, strækningstrængsel (ca. 65,4 pct.), krydstrængsel (ca. 31,2 pct.), og de særlige flaskehalse (ca. 3,4 pct.).

Justeringen efter en generel forskel i trafikniveau, som i tabel 3,7, er en relativ simpel løsning på kort sigt, som har nogle svagheder. F.eks. er forskellen mellem trafik på strækninger i GMM og talt trafik i 2022 ikke helt ligeligt fordelt på vejnettet. Forskellen kan også tænkes at være skævt fordelt på tidsperioder. Derudover kan der være forskel mht. grundantagelser ift. f.eks. infrastruktur og placering af antal boliger og arbejdspladser i det beregnede år, og de år niveauet eventuelt sammenlignes med.

## 3.2 Anvendelse af marginale eksterne omkostninger

De marginale eksterne omkostninger anvendes ofte som input i afgiftsmodeller og i samfundsøkonomiske beregninger af infrastrukturprojekter.

Til afgiftsmodeller har de dog den begrænsning, at de marginale eksterne trængselsomkostninger er afhængige af trafikarbejdet. Sættes afgiften til den fundne marginale trængselsomkostning, vil bilisterne reagere på afgiften ved at justere på deres kørsel. Dette vil resultere i nye marginale trængselsomkostninger, som igen vil få bilisterne til at ændre på deres kørsel. Dette vil foregå indtil en ligevægt opstår. Dette kan eksempelvis ses i kapitlet omkring omlægning af bilbeskatning fra De Økonomiske Råd (2021). Her analyseres et 2030-scenarie, hvor de marginale eksterne trængselsomkostninger i basissituationen (ved den nuværende bilbeskatning) estimeres til ca. 1 kr. pr. km. Efter en mulig omlægning til kørselsdifferentierede afgifter, hvor afgiften er sat lig den marginale eksterne trængselsomkostning uden afgifter, ender den gennemsnitlige ligevægtsafgift i byerne på 0,63 kr. pr. km og på landet på 0,27 kr. pr. km, hvilket er noget lavere end de oprindelige gennemsnitlige marginale eksterne omkostninger inden en afgiftsoplægning.

De opdaterede marginale eksterne omkostninger repræsenterer de gennemsnitlige marginale eksterne trængselsomkostninger, som de ser ud i 2022 – dvs. uden f.eks. trængselsafgifter eller andre former for kørselsafgifter. Ved introduktion af nye afgifter vil trængselsomkostningerne således ændre sig. Dette gælder ligeledes, hvis/når bilparken og kørselsmønstre/mængde ændres over tid, samt når der sker ændringer i infrastrukturen. Der skal derfor principielt udregnes nye værdier for de marginale eksterne trængselsomkostninger, når der sker ændringer i disse parametre. Dette gælder både i basisscenarier og i nye policyscenarier.

Dertil kommer, at de opdaterede omkostninger ikke er differentierede på geografi og tidspunkt, hvilket vil være oplagte dimensioner at differentiere på ved en evt. vejafgift.

I samfundsøkonomiske analyser af nye infrastrukturprojekter anvendes ofte ændringer i trafikarbejde samt tilhørende ændringer i rejsetid. Således opfanges ændringer i trængsel i ændringer i rejsetiden beregnet med trafikmodeller. Denne ændring værdisættes via en generisk tidsværdi for hhv. rejsetid og trængselstid (DATIV studiet fra 2004) og således ikke via den marginale eksterne trængselsomkostning, som vil være for generel at anvende på specifikke infrastruktur projekter.

Det er en generel udfordring at anvende værdier baseret på nedslag i et konkret år, når der forventes en realudvikling (stigende trængsel), hvis værdierne skal bruges over en længere årrække. P.t. kan der laves tilsvarende GMM-beregninger indtil 2035, hvor et rimeligt sikkert bud på udviklingen i infrastrukturen kendes (Infrastrukturplanen 2035), men ikke længere. Bl.a. covid-19 og høje brændstofpriser har dog medført, at den faktiske trafikudvikling har været lavere end forventet, hvorfor beregninger for senere år også er behæftet med en vis usikkerhed.

Uheld

4

Når en trafikant bevæger sig ud i trafikken, medregner han/hun, kun sin egen risiko for at være impliceret i et uheld. Effekten på andre trafikanternes uheldsrisiko indregnes ikke i valget og anses derfor som en ekstern omkostning ved kørsel.

En del af de samlede omkostninger ved trafikuheld er internaliseret af trafikanten selv, dels i valget om at køre dels i valget om at tegne forsikringer. De eksterne uheldsomkostninger er således den del af samfundsomkostningerne knyttet til trafikuheld, som bilisten ikke selv tager højde for i sin kørsels- eller forsikringsbeslutning.

Uheldsomkostninger relateret til kørsel på veje omfatter alle omkostninger forbundet med trafikuheld. Omkostningerne kan opdeles i hhv. systemomkostninger og velfærdsomkostninger. Systemomkostninger indeholder de direkte omkostninger i form af omkostninger til politi og redning, behandlingsomkostninger, materielskadeomkostninger og produktionstab. Velfærdsomkostninger indeholder velfærdstabet ved trafikuheld. Disse omkostninger er baseret på værdien af statistisk liv (VSL).

En gennemgang af tidligere estimater i Transportøkonomiske Enhedspriser (TE 2.0) og DØR 2013/2021 har givet anledning til genberegning af de marginale eksterne omkostninger ved uheld. Genberegningen er foretaget med udgangspunkt i metoden fra DØR 2013/2021.

Den marginale eksterne omkostning ved uheld skønnes for personbiler til i gennemsnit at udgøre 0,12 kr. pr. km, jf. tabel 4.1. For vare- og lastbiler skønnes omkostningen til hhv. 0,18 kr. pr. km og 1,32 kr. pr. km.

**Tabel 4.1: Gennemsnitlig marginal eksterne uheldsomkostning**

Kr. pr. km (2024-priser)	Personbil	Varebil	Lastbil
Transportøkonomiske Enhedspriser (TE 2.0)	0,39	0,31	2,35
<b>Opdateret pris</b>	<b>0,13</b>	<b>0,23</b>	<b>1,32</b>

Anm: De opdaterede omkostninger er baseret på uheldsstat og trafikarbejde for 2018, 2019 og 2022 samt på den aktuelle værdi for et statistisk liv ifølge Finansministeriets Nøgletal. Den gennemsnitlige marginale eksterne omkostning afspejler den gennemsnitlige vægt på ca. 1.750 kg for nye biler i 2022. Med mørketalskorrektion er der anvendt faktorer på 2,23 og 10,38 for alvorligt og lettere tilskadekomne. TE 2.0 estimatet opgøres for 2023.

De marginale eksterne omkostninger ved uheld blev senest opdateret i 2020, hvor de blev forøget væsentligt. I TE 2.0 var de eksterne uheldsomkostninger en del højere end det opdaterede skøn angivet i tabel 4.1. For personbiler udgør det opdaterede skøn ca. 1/3 af skønnet i TE 2.0.

Metode, datagrundlag og beregninger nedenfor er vist for personbiler. Tilsvarende metode og data er anvendt for vare- og lastbiler.

## 4.1 Metode

Den gennemsnitlige marginale eksterne omkostning ved uheld i TE 2.0 er baseret på en meta-analyse, som fastlægger, at den gennemsnitlige marginale eksterne omkostning udgør 60 pct. af den gennemsnitlige uheldsomkostning. Grundlaget for de 60 pct. fremgår ikke.

Metoden anvendt i TE 2.0 betyder, at den marginale eksterne omkostning er afkoblet fra risikoelasticiteten, hvorved et øget eller mindsket trafikarbejde eller antal uheld ingen effekt har på den marginale omkostning.

Risikoelasticiteten indgår derimod direkte i beregningerne af den marginale effekt ved den metode DØR anvender. Denne metode er derfor lagt til grund ved beregningen af de opdaterede marginale eksterne omkostninger ved uheld, hvor beregningerne er baseret på uheldsstat og trafikarbejde for 2018, 2019 og 2022 samt på den aktuelle værdi for et statistisk liv som følger af Finansministeriets Nøgletal.

Metoden har været anvendt i Økonomi og Miljø 2013, 2018 og 2021 og er inspireret af Jansson (1994) og Lindberg (2001). Metoden for beregning af den marginale eksterne uheldsomkostning er baseret på en traditionel tilgang, som inddrager systemomkostningerne ved uheld (omkostninger som påføres samfundet i form af f.eks. udgifter forbundet med skadestuer, eventuelle indlæggelser og efterfølgende pleje, udgifter til politi og redning, samt nettoproduktionstab) og velfærdsomkostninger ved uheld (omkostninger for den uheldsramte og pårørende i form af legemsbeskadigelse, lidelse og afsavn). Velfærdstab for trafikdrab er baseret på værdien af statistisk liv (VSL), som pt. er fastsat af Finansministeriet til 41 mio. kr. (2023-priser). For alvorligt og lettere tilskadekomne kan værdien af et statistisk liv ikke umiddelbart anvendes direkte. Velfærdstab for svært tilskadekomne er fastsat til 13 pct. af VSL, mens værdien for lettere tilskadekomne opgøres til 1 pct. af VSL.<sup>13</sup>

Metoden inddrager endvidere risikoen for andre kategorier af trafikanter (f.eks. lette trafikanter) og effekten af ændret uheldsrisiko ved øget trafik. Metoden af Jansson og Lindberg er kombineret med en ekstra vægtskomponent, som gør uheldsomkostningerne afhængige af bilens vægt, idet en tungere bil gør mere skade på modparten end en lettere bil.

De tidligere estimater for uheld i de TE 2.0 blev beregnet via en anden metode og uddybes i bilag 5. En gennemgang af resultaterne fra DØR 2013/2021 kan findes i bilag 6.

#### 4.1.1 Beregning af den marginale eksterne omkostning

I det følgende redegøres kort for, hvordan de marginale eksterne omkostninger ved sammenstød mellem personbiler beregnes, og hvordan de beregnes for sammenstød mellem personbiler og lette trafikanter, jf. Bjørner mfl. (2013). For en eksempelberegning henvises til bilag 3.

##### 4.1.1.1 Sammenstød mellem personbiler

Lad de samlede uheldsomkostninger være givet ved:

$$TC = \sum_i (a_i + c_i) Q r_{Bi} \quad (1)$$

Hvor  $r_{Bi}$  er den gennemsnitlige risiko pr. kørt km for at en personskade med skadesgrad  $i = \{\text{dræbt, alvorlig personskadet, lettere personskadet}\}$  mellem to personbiler  $B$ .  $r_{Bi} = \frac{S_i}{Q}$ , hvor  $S_i$  er det samlede antal skader med skadesgrad  $i$  og  $Q$  er den samlede biltrafik i km.  $a_i$  er den gennemsnitlige velfærdsomkostning for personer med skaden  $i$ , mens  $c_i$  er den gennemsnitlige systemomkostning ved skaden  $i$ , som ikke betales af den enkelte trafikant. Det gennemsnitlige antal skader justeres ift. mørketal, jf. bilag 8.

De marginale *eksterne* uheldsomkostninger ved skader i forbindelse med sammenstød mellem to biler ( $MEC_{BB}$ ) er givet ved de marginale *samlede* omkostninger fratrukket de (marginale) *private* omkostninger ved en ekstra kørt kilometer. De marginale private omkostninger svarer til risikoen ved en given skade multipliceret med de private velfærdsomkostninger og summet over skadestyper,  $\sum_i a_i r_{Bi}$ .<sup>14</sup> De marginale eksterne omkostninger for uheld er således givet ved:

<sup>13</sup> Denne metode er anbefalet i HEATCO-projektet på baggrund af anvendelse af den samme metode i de store projekter UNITE og Recordit. Disse projekter lægger sig i øvrigt op ad en anbefaling fra ECMT (European Conference of Ministers of Transport under OECD) tilbage fra 1998. Endvidere har man i Bickel et al. (2005) vurderet omkostningerne anvendt i en række lande. Deres resultater viser også, at andele på hhv. 13 pct. og 1 pct. virker plausible.

<sup>14</sup> Det antages, at de (marginale) private ulykkesomkostninger svarer til den gennemsnitlige private omkostning pr. km ud fra en antagelse om, at føreren af den "ekstra" kilometer ikke er mere eller mindre sikker end andre førere. Det antages implicit at føreren af bilen medregner risikoen for uheld i kørselsbeslutningen, hvorfor denne er internaliseret. Såfremt at det kun er en andel af de private omkostninger der er internaliseret, f.eks. grundet imperfekt information vil omkostningen være højere.



$$\begin{aligned}
MEC_{BB} &= \frac{\partial TC}{\partial Q} - \sum_i a_i r_{Bi} \\
&= \sum_i \left[ (a_i + c_i) \left( r_{Bi} + \frac{Q \partial r_{Bi}}{\partial Q} \right) - a_i r_{Bi} \right] \\
&= \sum_i \left[ (a_i + c_i) \left( \frac{Q \partial r_{Bi}}{\partial Q} \right) + c_i r_{Bi} \right] \\
&= \sum_i [(a_i + c_i) r_{Bi} E_B + c_i r_{Bi}] \quad (2)
\end{aligned}$$

Hvor  $E_B = \frac{\partial r_{Bi}}{\partial Q} \frac{Q}{r_{Bi}}$  er den førømtalte risikoelasticitet (den relative ændring i risikoen i forhold til den relative ændring i den samlede biltrafik i km). Det første led i ligning (2) er således den omkostning, som en ekstra bilist påfører andre trafikanter i kraft af, at bilistens tilstedeværelse på vejen kan påvirke risikoen for andre trafikanter. Det sidste led er den forventede systemomkostning pr. kørt km. Dette er omkostninger, som den enkelte trafikant ikke selv betaler og derfor heller ikke kan forventes at inddrage i sin beslutning om at køre en ekstra kilometer. I bilag 7 er vist et beregningseksempel.

#### 4.1.1.2 Sammenstød mellem personbil og lettere trafikant

Med udgangspunkt i, at der er to køretøjer, bil (B) og lettere trafikant (L)<sup>15</sup>, kan de marginale eksterne omkostninger for uheld mellem bil og lettere trafikant beskrives tilsvarende ligning (2), som:

$$MEC_{BL} = \sum_i [(a_i + c_i) r_{Li} ((1 - \theta_i) + E_L) + \theta_i c_i r_{Li}] \quad (3)$$

Hvor  $r_{Li}$  er den tilsvarende risiko pr. kørt km for skade  $i$ , ved sammenstød mellem personbil og lettere trafikant  $L$  (målt ift. bilkørslen) og  $E_L$  er den relative ændring i antallet af skader ved sammenstød mellem personbiler og lette trafikanter i forhold til den relative ændring i antallet af kørte kilometer i personbilen.  $\theta_i$  er en fordelingsparameter, som angiver andelen af tilskadekomne med skadeskategori  $i$ , som er bilister (eller passagerer). Tilsvarende er  $(1 - \theta_i)$  andelen af tilskadekomne lette trafikanter ved sammenstød mellem personbil og lette trafikanter.

De samlede marginale eksterne uheldsomkostninger ved kørsel i personbil inkluderer bidrag fra sammenstød mellem personbiler (ligning 2) og bidrag fra sammenstød mellem personbiler og lette trafikanter (ligning 3). Derudover medtages omkostningerne ved eneuheld og sammenstød med tungere kategorier af køretøjer (varebiler, lastbiler og busser). Formen for disse svarer grundlæggende til ligning (2) og ligning (3), men er ikke vist her.

#### 4.1.1.3 Ændring i bilflådens gennemsnitlige vægt

Det forventes, at bilens vægt ændrer sig over tid. Ved fremskrivning af de marginale eksterne omkostninger for uheld skal der tilføjes en vægtkomponent. Den vægtafhængige komponent, som forøger omkostningerne ved tungere køretøjer, er bestemt ud fra en empirisk analyse af sammenhængen mellem færdselsuheld og bilkarakteristika. Overordnet set følger beskrivelsen tilgangen i Anderson og Auffhammer (2011), hvor der fokuseres på betydningen af personbilernes vægt for alvorligheden af uheld betinget af, at der sker et uheld.

I formlen ses på sammenstød mellem to personbiler. Lad den ene bil være den ramte (R) og den anden bil modparten (M). Benævnelsen ramt og modpart er helt arbitrære og er ikke udtryk for, hvem der er skyld i uheldet eller hvilken bil, det er gået hårdest ud over. Lad  $Y_R^*$  være en kontinuert variabel, som måler den højeste skadesgrad for førere og passagerer i den ramte bil. Lad  $Y_R^*$  være beskrevet ved følgende form (hvor  $i$  nu angiver et uheld):

$$Y_R^* = \beta_1 K G_{Mi} - \beta_2 K G_{Ri} + \gamma_1 U_i + \gamma_2 B_{Mi} + \gamma_3 B_{Ri} + \gamma_4 S_{Mi} + \gamma_5 S_{Ri} + \varepsilon_i \quad (4)$$

<sup>15</sup> Cykler, fodgængere og knallerter

Her er  $KG_M$  og  $KG_R$  er vægtene af modpartens bil og den ramte bil. Således er  $\theta_1$  en parameter, som beskriver den "eksterne effekt" af at støde sammen med en anden bil af en given vægt, mens  $\beta_2$  er et mål for den interne gevinst ved øget vægt, dvs. hvor meget risikoen mindskes ved selv at køre i en tung bil, givet der forekommer et sammenstød. Øvrige variable er forskellige vektorer af kontrolvariable, hvor  $U$  er karakteristika ved uheldet (tidspunkt, hastighedsbegrænsning, type af uheld mv.),  $B_M$  og  $B_R$  er andre karakteristika ved modpartens bil og den ramte bil (bilens alder/indregistrerings år, bilmærke mv.), mens  $S_M$  og  $S_R$  er socioøkonomiske karakteristika for fører af modpartens bil og den ramte bil (alder, køn, uddannelse mv.). Medtagelse af socioøkonomiske karakteristika for førerne kan dels tjene som en indikator for køreadfærd og dels være en indikator for, hvor udsatte personer er ved sammenstød. For eksempel har ældre personer nemmere ved at blive alvorligt skadet, da de lettere får brud på knogler.

Der observeres ikke en kontinuert variabel for skadesgraden i den ramte bil, men i stedet en kategoriseret variabel  $Y_{Ri}$ , som har værdien 3 for dræbte, 2 ved alvorligt tilskadekomne, 1 ved lettere tilskadekomne og 0 ved uskadt. Da skadesgraden er en ordnet diskret variabel, tages udgangspunkt i en generaliseret ordered logit model, som kan opskrives som følger, hvor alle de forklarende variable fra ligning (4) forenkles sammenfattes til  $X_i$ . Derved kan sandsynligheden for en given skadesgrad beskrives som:

$$P(Y_{Ri} > j) = \frac{\exp(\alpha_j + X_i \beta_j)}{1 + \exp(\alpha_j + X_i \beta_j)}, \text{ for alle } j=1, 2, \dots, K-1 \quad (5)$$

Her er  $K$  antallet af kategorier i den ordnede afhængige variabel, dvs. i vores tilfælde er  $K = 4$ . Det er som nævnt helt arbitrært hvilken af de to personbiler, som er den "ramte", og hvilken, der er "modpart". For hvert sammenstød dannes to observationer, hvor den bil, der er ramt i den ene observation, er modpart i den anden observation. I ligning (4) og (5) fokuseres på betydningen af modpartens vægt for alvorligheden af et uheld betinget af, at der er indtruffet et uheld.

Beregningerne tager udgangspunkt i et udtræk fra Vejdirektoratets register for færdselsuheld for perioden 2003-11. Dette register indeholder oplysninger om alle færdselsuheld, som er kommet til politiets kendskab. For færdselsuheld uden personskade indgår kun uheld, hvor der er større materielle skader på køretøjet. Her til er koblet oplysninger fra hhv. bilregisteret i DST og individoplysninger fra DST. For yderligere beskrivelse af data og estimation af ligning (5), se Bjørner et al. (2013).

Herefter beregnes den eksterne omkostning ved bilvariant  $v$  i forhold til en reference bil ved:

$$C_v = \frac{P(\text{uheld}) * \sum_i \tilde{\beta}_i \alpha_i f_i (KG_v - KG_{ref})}{\text{årskørsel}} \quad (6)$$

Her er  $P(\text{uheld})$  antallet af personbiler involveret i bil-bil uheld. Divisionen med den totale årskørsel i ligning (6) svarer til, at sandsynligheden for bil-bil sammenstød er opgjort pr. kørt km. Parameteren  $\tilde{\beta}_i$  er ændringen i risiko for skade  $i$ , (dødsfald, alvorlig skade og lettere persons-kade) svarende til den marginale effekt af modpartens vægt. Parameteren  $\alpha_i$  er fortsat velfærdsomkostningen ved skadesgrad  $i$  derfor dødsfald er den gængse danske værdi af værdien af et statistisk liv.<sup>16</sup> Vægten af bilvariant  $v$  og referencebilen er givet ved henholdsvis  $KG_v$  og  $KG_{ref}$ . Endelig er  $f_i$  en opregningsfaktor, som tager højde for, at den empiriske analyse af

<sup>16</sup> Det er kun velfærdsomkostningen (a), som indgår i ligningen, mens systemomkostningen (c) ikke er medtaget. Dette skyldes, at systemomkostningen allerede indgår i den traditionelle opgørelse af de marginale eksterne ulykkesomkostninger ved sammenstød mellem personbiler. I modsætning hertil indgår i ligning (2) kun velfærdsomkostningerne i sammenhæng med risikoelasticiteten. Velfærdsomkostningen i ligning (2) vedrører således ændringen i risiko, men ikke, som det her er gjort for vægteksternaliteter, eksternaliteter som valg af en stor personbil påfører andre trafikanter. I udledningen af ligning (2) er således antaget, at bilerne var homogene, dvs. ud fra en gennemsnitlig vægt.

højeste skadesgrad ikke medregner, at der kan være flere skadede i hvert køretøj. Opregningsfaktoren er på 1,14 (døde), 1,17 (alvorligt skade) og 1,34 (lettere skade).<sup>17</sup>

Bidraget fra vægteksternaliteten tillægges de øvrige bidrag til de marginale eksterne uheldsomkostninger ved kørsel i personbil, hvis det forventes, at bilernes gns. vægt er en anden, end for de biler uheldstallene er baseret på.

#### 4.1.1.4 Datagrundlag for opdaterede beregninger

Datagrundlaget består af oplysninger om antal og fordeling af trafikuheld, opgørelser af velfærdsomkostninger og systemomkostninger for dræbte, alvorligt skadede og lettere skadede personer og sammenhængen mellem antal uheld og trafikmængden (risikoelasticitet).<sup>18</sup> Uheldstal og trafikarbejde er opgjort for 2018, 2019 og 2022. Den aktuelle værdi for et statistisk liv er fra Finansministeriets Nøgletal. De nye ulykkesstatistikker indeholder tal for antallet af trafikuheld og fordeling af trafikuheld på skadesgrad, mellem by og land og mellem transportformer samt opdaterede tal for sammenhængen mellem antal uheld og trafikmængden.

Uheldsstatistikkerne korrigeres for såkaldte mørketal. Dvs. at der tages højde for, at ikke alle uheld rapporteres til politiet, jf. DTU og COWI (2021). Der er ikke korrigeret i antallet af dræbte, men alvorligt tilskadekomne antages at være underrapporteret med en faktor 2,23 og lettere tilskadekomne med en faktor 10,38, jf. DTU og COWI (2021); Kronborg Andersen og Kidholm (1998). Korrektionen er foretaget på både system- og velfærdsomkostninger. For en uddybning omkring mørketal henvises til bilag 8.

Nedenfor er de forskellige data og opdateringer heraf beskrevet.

#### Opdatering af trafikarbejde

Trafikarbejdet for personbiler er bestemt som et gennemsnit over tre år med udeladelse af år påvirket af covid-19, jf. tabel 4.2.

Tabel 4.2. Trafikarbejde med personbiler

Mio. km	2018	2019	2022	Gennemsnit
<b>Personbiler</b>	41.000	42.000	41.500	41.500

Anm.: Afrundet til 500 og inkl. kørsel med taxi.

Kilde: Danmarks Statistik- VEJ23, samt egne beregninger.

#### Opdatering af uheldsstatistikken

På baggrund af Danmarks Statistiks opgørelse af trafikuheld med personskaade er beregningerne af fordelingsparametre og risiko for uheld opdateret i tabel 4.3-4.5 nedenfor. Uheldstallene er for årene 2018-19 og 2022 mhp. at undgå år, der kan være påvirket af covid-19.

Antallet af uheld har været faldende samtidig med, at personbilers trafikmængde har været stigende, så risikoen for uheld er faldet sammenlignet med tidligere år.

<sup>17</sup> Antal dræbte/skadede i alt divideret med antal sammenstød med dræbte/skadede.

<sup>18</sup> Velfærdstabet for svært tilskadekomne opgøres til 13 pct. af VSL, mens værdien for lettere tilskadekomne opgøres til 1 pct. af VSL. Dette svarer til forudsætningerne i TE 2.0.

Tabel 4.3: Fordelingsparameter og risiko for dræbte i 2018-19 og 2022, gennemsnit

Part – modpart	Antal dræbte (2018, 2019 og 2022)			Fordelings- parameter	Personbilers trafikmængde (Mio. km pr. år)	Risiko (dræbte pr. mio. km)
	I alt	I personbil	I modpart			
Personbil - personbil	99	99	0	1,00	41.500	0,0008
Personbil - varebil	16	16	0	1,00	41.500	0,0001
Personbil - lastbil	50	47	3	0,94	41.500	0,0004
Personbil - bus	4	4	0	1,00	41.500	0,0000
Personbil - motorcykel	30	1	29	0,03	41.500	0,0002
Personbil - blød trafikant	107	1	106	0,01	41.500	0,0009
Eneuheld	98	98	0	1,00	41.500	0,0008

Kilde: Statistikbanken, UHELD10 og egne beregninger.

Tabel 4.4: Fordelingsparameter og risiko for alvorligt tilskadekomne i 2018-19 og 2022, gennemsnit

Part – modpart	Antal alvorligt tilskadekomne (2018, 2019 og 2022)			Fordelings- parameter	Personbi- lers trafik- mængde (Mio. km pr. år)	Risiko (al- vorligt til- skade- komne pr. mio. km)
	I alt	I personbil	I mod- part			
Personbil - personbil	1.027	1.027	-	1,00	41.500	0,0082
Personbil - varebil	110	87	23	0,79	41.500	0,0009
Personbil - lastbil	173	158	15	0,91	41.500	0,0014
Personbil - bus	28	19	9	0,68	41.500	0,0002
Personbil - motorcykel	271	10	261	0,04	41.500	0,0022
Personbil - blød trafikant	2.098	7	2.091	0,00	41.500	0,0169
Eneuheld	783	783	-	1,00	41.500	0,0063

Kilde: Statistikbanken, UHELD10 og egne beregninger.

Tabel 4.5: Fordelingsparameter og risiko for lettere tilskadekomne i 2018-19 og 2022, gennemsnit

Part – modpart	Antal lettere tilskadekomne (2018, 2019 og 2022)			Fordelings- parameter	Personbi- lers trafik- mængde (Mio. km pr. år)	Risiko (let- tere tilska- dekomne pr. mio. km)
	I alt	I personbil	I modpart			
Personbil - personbil	1.339	1.339	-	1,00	41.500	0,0108
Personbil - varebil	98	77	21	0,79	41.500	0,0008
Personbil - lastbil	122	112	10	0,92	41.500	0,0010
Personbil - bus	39	24	15	0,62	41.500	0,0003
Personbil - motorcykel	69	7	62	0,10	41.500	0,0006
Personbil - blød trafikant	1.170	13	1.157	0,01	41.500	0,0094
Eneuheld	713	713	-	1,00	41.500	0,0057

Kilde: Statistikbanken, UHELD10 og egne beregninger.

**Opdatering af de personrelaterede uheldsomkostninger.** De personrelaterede uheldsomkostninger er opdateret på baggrund af Finansministeriets seneste nøgletalskatalog fra juni 2023, så det forventede velfærdstab ved dødsfald er sat til værdien af et statistisk liv, mens velfærdstabet for alvorligt og lettere tilskadekomne er sat til hhv. 13 pct. og 1 pct. af værdien af et statistisk liv, jf. tabel 4.6. Systemomkostningerne fra TE 2.0 er tilsvarende opregnet til 2024-priser.

Tabel 4.6. Personrelaterede uheldsomkostninger

Kr. pr. (2024-priser)	Dræbt	Alvorligt tilskadekomne	Lettere tilskadekomne
Systemomkostninger	2.061.857	1.191.891	373.988
Personligt velfærdstab	42.104.062	5.473.528	421.041
<b>I alt</b>	<b>44.165.919</b>	<b>6.665.419</b>	<b>795.028</b>

Anm.: Systemomkostninger er korrigeret for mørketal, jf. DØR 2013.

Kilde: DØR 2013, Finansministeriets nøgletalskatalog juni 2023 og egne beregninger.

### Risikoelasticitet

I de opdaterede beregninger af de eksterne omkostninger ved uheld er der taget udgangspunkt i samme risikoelasticitet som i DØR 2021, dvs. den er forudsat at udgøre -0,34. Dermed vil en stigning i personbilers trafikarbejde på 1 pct. nedsætte risikoen for et givet uheld med 0,34 pct. I analysen er der antaget homogenitet af risikoelasticitet mellem kollisionstyper. I fremtidige opdateringer kunne det være af interesse at undersøge denne antagelse nærmere.

### Mørketals korrektion

Der korrigeres for mørketal ved at multiplicere det personlige velfærdstab med korrektionsfaktorerne, idet systemomkostningerne allerede er korrigeret, jf. DØR 2013 og 2021. De beregnede mørketal er baseret på alle uheld registreret i Landspatientregisteret, uanset transportform eller antal involverede, jf. bilag 8. En potentiel udfordring ved disse tal er dels, at alle uheld ikke er registreret i Landspatientregisteret dels, at det ikke er alle typer af uheld, som har en (fuld) ekstern omkostning. F.eks. antages det, at velfærdstabet ved en enuehald i bil er internaliseret i bilistens beslutning om at køre, mens dette ikke er tilfældet for systemomkostningerne. Det vil derfor styrke grundlaget, hvis mørketallene kan opdeles på transportform og skadesgrad, jf. bilag 8.

## 4.2 Anvendelse af marginale eksterne omkostninger

Personskader og antal uheld anvendes ofte i forbindelse med tiltag, hvor der tages udgangspunkt i konkret statistik for lokaliteten. Statistikkerne er typisk korrigeret, så de også omfatter mørketal. Der er dog ikke korrigeret for mørketallet ved velfærdsomkostninger.

Registrerede personskadeuheld opgøres ofte via effektmodeller tilknyttet trafikmodeller. Uheldene anvendes som en form for tilnærmelse til den samlede effekt, så prisen omfatter dels sundhedseffekter ved personskade, dels materielskadeuheld. Dvs. hvis der forventes en effekt på personskadeuheld, antages det, at et proportionalt antal materielskadeuheld følger med.

I infrastrukturprojekter opgøres uheldseffekter generelt som enten antal registrerede personskadeuheld, eller en kombination af forventet effekt på hhv. antal personskader og antal uheld. I de anvendte effektmodeller (som er mere opdaterede end tallene i TE), hvor output fra trafikmodellerne behandles og senere bl.a. anvendes i de samfundsøkonomiske analyser, er den marginale uheldsrisiko aftagende, så risikoen for uheld falder med stigende antal kørte km.

De marginale eksterne omkostninger ved uheld anvendes i mindre omfang i vurderinger af infrastrukturprojekter, dels fordi de kun omfatter den eksterne del af omkostningerne, og dels fordi de er af mere generel karakter, omkostningerne er et gennemsnit for alle vejtyper og

lokaliteter, inkl. kommunalveje. De marginale eksterne omkostninger er dog centrale i forbindelse med overvejelser om generelle vejafgifter.

Luffforurening

5



Lufforurening har betydelige konsekvenser for befolkningens helbred. De eksterne lufforureningsomkostninger ved kørsel stammer primært fra udledningen af NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> og partikler (PM<sub>2,5</sub>). NO<sub>x</sub> og SO<sub>2</sub> kommer fra forbrænding af brændstof og udledes via udstødningen, mens partikler (PM<sub>2,5</sub>) primært kommer fra slid af bremses og dæk.

Den marginale eksterne omkostning af lufforurening skønnes for personbiler i gennemsnit til 0,05 kr. pr. km, jf. tabel 5.1. Omkostningen skønnes i gennemsnit at udgøre ca. 0,03 kr. pr. km for benzinbiler, ca. 0,09 kr. pr. km for dieslbiler, ca. 0,015 kr. pr. km for plug-in hybridbiler og 0,013 kr. pr. km elbiler. Forskellen afspejler forskelle i effektiviteten i forbrændingen, bilparkens alder, størrelse og kørselsmønstre.

Tabel 5.1. Marginale eksterne omkostninger ved lufforurening, 2023

Kr. pr. km (2024-priser)	Personbiler	Varebiler	Lastbiler
Benzin	0,033	0,058	-
Diesel	0,093	0,166	0,135
Plug-in hybrid	0,015	0,02	-
El	0,013	0,020	0,065
Gennemsnitlige omkostninger pr. km	0,052	0,158	0,134

Kilde: Transportøkonomiske Enhedspriser 2.0.

Det bemærkes, at de marginale eksterne omkostninger for varebiler (diesel) er højere end for lastbiler. Det skyldes, at varebiler i gennemsnit er ældre end lastbiler.

Metode og beregninger nedenfor er vist for personbiler. Tilgangen er den samme for vare- og lastbiler.

## 5.1 Metode

De gennemsnitlige marginale eksterne omkostninger for lufforurening beregnes i en såkaldt dosis-responsmodel. Modellen indeholder en opgørelse af udledningerne fra køretøjer og af effekten af udledningerne på personers helbred. Disse anvendes til at beregne de marginale eksterne omkostninger for lufforurening opgjort i kr. pr. køretøjskilometer.

Udledning pr. kørt km måles i enheden lufforurening pr. kørt km (emissionsfaktorer) og bestemmes for alle transport- og brændstoftyper.<sup>19</sup> Gennemsnitsudledningen pr. km er udledt på baggrund af et detaljeret datamateriale, som også inkluderer en opdeling på transporttypens alder efter de europæiske emissionsnormer, jf. DCE (2022).

De gennemsnitlige emissionsfaktorer, som er udstødningsrelaterede eller ikke udstødningsrelaterede (PM<sub>2,5</sub>), fremgår af tabel 5.2. Tabellen viser, at udledningen af især NO<sub>x</sub> varierer mellem brændstoftyper, hvor særligt dieslbiler og til dels også benzinbiler udleder mere end både hybrid- og elbiler.

Udledningen fra elbiler kommer ikke direkte fra bilen selv, men fra produktionen af el via afbrænding af især træ og halm, jf. boks 5.1. En tilsvarende udledning fra raffinering af olie til benzin og diesel er ikke medtaget i beregningerne.<sup>20</sup> Eventuelle andre opstrøms bidrag fra

<sup>19</sup> Emissionsfaktorerne stammer primært fra COPERT-modellen, men er for tog og skibe baseret på TEMA2015-modellen. Faktorerne er vægtet sammen med oplysninger om trafikarbejde fra Banedanmark, DSB og Vejdirektoratet suppleret med oplysninger om køretøjsbestand fra Danmarks Statistik.

<sup>20</sup> Det skønnes at ca. 50-70 pct. af den brugte benzin og diesel raffineres i Danmark

produktion af brændstoffer og/eller el (f.eks. vindmøller) er heller ikke medtaget i beregningerne.<sup>21</sup> Det betyder, at NO<sub>x</sub>-udledningerne fra elbiler fremstår større end for hybridbiler.

Det bør bemærkes, at hvis der betales afgift for NO<sub>x</sub> og SO<sub>2</sub> i forbindelse med produktionen af elektricitet gennem afbrænding af træ og halm, er brændstofforbruget allerede internaliseret i elprisen og bør derfor ikke medregnes i eksternalitetsomkostningerne fra luftforurening ved elbiler.

Det bemærkes endvidere, at emissionsfaktorerne for hybridbiler (benzindelen) er mindre end emissionsfaktorerne for benzinbiler. Det skyldes, at benzinflåden består af ældre og mindre effektive biler end hybridflåden, hvorved den gennemsnitlige udledning derfor er større for benzinbiler. Sammenlignes med alderssvarende biltyper må udledningerne forventes af være ens for benzinbiler og hybridbiler (benzindelen).

Tabel 5.2. Gennemsnitlige emissionsfaktorer for personbiler, 2023

Gram pr. km	PM <sub>2,5</sub>	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>
<b>Udstødningsrelaterede</b>			
Benzin, by	0,001	0,192	0,001
Benzin, land	0,001	0,062	0,001
Diesel, by	0,011	0,522	0,001
Diesel, land	0,004	0,363	0,001
Plug-in hybrid, by, benzindelen	0,000*	0,003	0,000
Plug-in hybrid, land, benzindelen	0,000*	0,010	0,000
El <sup>1)</sup>	0,000*	0,030	0,003
<b>Ikke udstødningsrelaterede (vej, dæk, og bremses)</b>			
Personbil, by	0,0148	-	-
Personbil, land	0,0100	-	-

Anm: Der er forskel i udledningen mellem land og by, da forbrændingen i en motor generelt er mere effektiv ved højere hastigheder. 1) Ved omregning af emissionskoefficienter for elproduktion, som er i gram pr. kWh, er der brugt en omregningsfaktor for personbiler på 0,16 kWh/km, jf. klimafremskrivningen. \* Udledningen fra disse er ikke nul, men dog meget lav.

Kilde: DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi (2022)/Copert 2022 og Energistyrelsen: Samfundsøkonomiske beregningsforudsætninger for energipriser og emissioner, februar 2022.

#### Boks 5.1 Beregning af emissionsfaktorer for elbiler

Emissionen fra elbiler stammer fra afbrænding af træ og halm på elværker. Emissionsfaktorerne for elproduktion og dermed elbiler opgøres normalt i gram pr. kWh modsat emissionsfaktorerne for konventionelle biler, som opgøres i gram pr. km. Emissionen fra elproduktionen er opgjort til:

Emissionsfaktorer for elproduktion

Gram pr. kWh	PM <sub>2,5</sub>	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>
Elproduktion	0,005	0,198	0,017

Emissionsfaktorerne for elproduktion, som er opgjort i gram pr. kWh, omregnes til samme enhed som for konventionelle biler, gram pr. km ved brug af en omregningsfaktor for personbiler på 0,16 kWh/km, jf. klimafremskrivningen. Det skal nævnes, at luftforureningen fra elbiler ikke har et lokalt bidrag. Tværtimod påvirkes danskene kun delvist af den emission, som sker som led i elproduktionen, svarende til mellem 10-20 pct. af den samlede udledning, jf. tabel 5.4.

Kilde: DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi (2022) og Transportøkonomiske Enhedspriser 2.0.

Med udgangspunkt i emissionsfaktorerne beregnes eksponeringsfaktorer, som angiver eksponeringen for en given mængde af luftforurening for en bestemt mængde personer afhængigt af, hvor transporten foregår. F.eks. er eksponeringen større i byer end på landet,

<sup>21</sup> Opstrømsudledninger fra f.eks. elværker kan være udledninger ved elproduktion, udgravning af kul og produktion af vindmøller. For og diesel kan f.eks. være transport til raffinaderierne og udvinding af olie fra oliefelter i Nordsøen.

grundet en større befolkningstæthed i byer. Faktorerne er baseret på beregningsmodellen Economic Valuation of Air Pollution (EVA) AU, som er et modelleringsystem, der anvendes til beregninger af helbredseffekter og relaterede samfundsmæssige omkostninger fra luftforurening. Fra eksponering beregnes de sundhedsmæssige effekter via kendskab til sammenhængen mellem eksponering og respons, *jf. tabel 5.3.*

De samfundsøkonomiske omkostninger baseret er på viden om sundhedsmæssige effekter for de enkelte luftforurenende stoffer og sundhedsmæssige enhedspriser som værdien af statistisk liv (VSL) og værdien af tabte leveår (VLYL)<sup>22</sup>, samt omkostninger tilknyttet sygelighed<sup>23</sup>, *jf. tabel 5.3.* Sundhedsmæssige omkostninger pr. enhed luftforurening er beregnet på baggrund af forskning på sundhedsområdet.

Tabel 5.3. Sundhedseffekter, eksponerings-responsfunktioner og værdisætning af effekter i EVA

Sundhedseffekt (slutpunkter)	Eksponerings-responsfunktioner	Værdisætning DDK (2016-priser)
<b>Morbiditet (PM<sub>2,5</sub>)</b>		
Bronkitis (voksne)	7.02E-5 tilfælde pr. µgm <sup>-3</sup>	293.863 pr. tilfælde
Indlæggelser		
- åndedrætsbesvær	2.75E-5 tilfælde pr. µgm <sup>-3</sup>	74.053 pr. tilfælde
- hjertekarsygdomme	1.93E-5 tilfælde pr. µgm <sup>-3</sup>	119.194 pr. tilfælde
Lungekræft, morbiditet	1.62E-5 tilfælde pr. µgm <sup>-3</sup> (>30 år)	162.502 pr. tilfælde
Astma (9,4%; <19 år) og bronkitis (<18 år) hos børn		
- astma symptomer	4.05E-4 pr. µgm <sup>-3</sup>	9.873 pr. år
- bronkitis (hoste)	1.37E-3 pr. µgm <sup>-3</sup>	1.206 pr. år
Sygedage		
- arbejdsdage	3.93E-5 dage pr. µgm <sup>-3</sup>	2.031 pr. dag
- alle dage, netto	6.90E-2 dage pr. µgm <sup>-3</sup>	1.105 pr. dag
<b>Morbiditet (NO<sub>2</sub>)</b>		
Indlæggelser		
- åndedrætsbesvær	2.605E-5 tilfælde pr. µgm <sup>-3</sup>	74.053 pr. tilfælde
<b>Morbiditet (O<sub>2</sub> &gt; 35ppb)</b>		
Indlæggelser		
- åndedrætsbesvær	1.95E-5*SOM035 dage/år (>65 år)	74.053 pr. tilfælde
- hjertekarsygdomme	6.33E-5*SOM035 dage/år (>65 år)	119.194 pr. tilfælde
Sygedage		
- MRAD ozon (O <sub>2</sub> > 35ppb)	3.29E-5*SOM035 dage/år	584 pr. dag
<b>Mortalitet</b>		
Akut mortalitet		
- PM <sub>2,5</sub>	1.19E-5 pr. µgm <sup>-3</sup> minus SO <sub>2</sub> /NO <sub>2</sub>	31.600.000
- SO <sub>2</sub>	6.97E-7 pr. µgm <sup>-3</sup>	31.600.000
- NO <sub>2</sub>	2.61E-6 pr. µgm <sup>-3</sup>	31.600.000
- PM <sub>2,5</sub> spædbørn (3-12m)	6.15E-6 pr. µgm <sup>-3</sup>	47.400.000
- ozon (O <sub>2</sub> > 35ppb)	2.81E-6*SOM035 tilfælde pr. µgm <sup>-3</sup>	31.600.000

<sup>22</sup> Værdien af et statistisk liv er lig den tilbagediskonterede værdi af værdien alle forventede fremtidige leveår:  $VSL_a = VLYL \sum_{i=a}^{i=T} P_i^a (1+r)^{-(i-a)}$ , hvor  $P_i^a$  er sandsynligheden for at overleve år  $i$  /betinget af at have overlevet indtil en alder på  $a=40$  år (som er den antagende alder ved beregning af VSL).

<sup>23</sup> Omkostningerne består af direkte omkostninger, såsom hospitalsindlæggelse og medicin, og af indirekte omkostninger i form af produktions- og velfærdstab for individet. Disse omkostningerne stammer fra Aarhus Universitet/DCE's rapport for Miljø- og Fødevareministeriet fra marts 2019 "Miljøøkonomiske beregningspriser for emissioner 3.0" Denne rapport er også kilden til luftforureningspriser uden for transportsektoren.

Kronisk mortalitet		
- PM <sub>2.5</sub>	0.932E-3 YOLL pr. µgm <sup>-3</sup> (>30 år)	1.115.000 pr. YOLL
- NO <sub>2</sub> (>20ug/m3)	0.625E-3 YOLL pr. µgm <sup>-3</sup> (>30 år)	1.115.000 pr. YOLL

Anm.: SOMO35 beregnes ud fra summen af den højeste ozonkoncentrationer. NO<sub>2</sub> beregnes ud fra max-tirneværdi. YOLL er en forkortelse for "years og life lost".

Kilde: DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi (2019).

Værdisætningen af sundhedsmæssige omkostninger i tabel 5.3 dækker både direkte og indirekte omkostninger. De direkte omkostninger er sygehusomkostninger, og de indirekte er bl.a. velfærdsmæssige omkostninger fundet ved brug af værdien af statistisk liv og værdien af leveår samt et ældre værdisætningsstudie fra Norge for luftvejssygdomme, jf. Navrud (2001).<sup>24</sup> De enkelte rækker i tabellen repræsenterer en sygdom forårsaget af en luftforureningskilde, f.eks. f.eks. bronkitis, hvor en given koncentration af PM<sub>2.5</sub> resulterer i 7,02E-5 tilfælde, og hvor ét tilfælde vil koste ca. 300.000 kr. (2016-priser) i samfundsøkonomiske omkostninger. Næste række (under bronkitis) dækker over indlæggelser, som ikke kan henføres til bronkitis (eller lungekræft eller astma), men som dels består af åndedrætsbesvær, dels hjertekarsygdomme. Tabellen viser, at omkostningerne her er mindre pr. tilfælde end for bronkitis. Dette kan skyldes, at behandlingen er kortere og dermed mindre omkostningstung, samt at det for den enkelte ikke er helt så livsføringende som f.eks. bronkitis.

Ud over de sundhedsmæssige omkostninger er der også et mindre bidrag til de marginale eksterne omkostninger ved luftforurening fra den negative effekt, luftforureningen har på hhv. udbyttet i landbruget og skovbruget samt for tilsmudsning af bygninger. Sidstnævnte er baseret på omkostningerne til at fjerne tilsmudsningen.

Udledningerne opdeles i et regionalt bidrag og et lokalt bidrag, hvor sidstnævnte er opdelt mellem by og land. Ved luftforureningskilder i vejtrafikken ledes emissionerne ikke så hurtigt bort fra de eksponerede personer som ved punktkilder med afkast i større højde.<sup>25</sup> Særligt i bymæssig bebyggelse betyder den kraftigere eksponering, at der er større eksterne omkostninger knyttet til emissionerne. Dette gælder primært PM<sub>2.5</sub> og NO<sub>x</sub>, som resulterer i et mærkbart bidrag til koncentrationen (årsmiddelværdierne) af PM<sub>2.5</sub> og NO<sub>x</sub> i det lokale byrum. Her sker udledningerne i lav højde og tæt på mennesker. Idet de regionale beregninger stammer fra en model (DEHM<sup>26</sup>), der undervurderer eksponeringen ved kilder, hvor emissionerne sker i nærmiljøet, er der beregnet et lokalt tillæg for disse to emissioner for områder med varierende befolkningstæthed (land og by). Lokaltillæggene beregnes med UBM-modellen (Urban Background Model), som er en lokalskalamodel, der dækker hele Danmark med høj rumlig opløsning på 1 km x 1 km. For elbiler gælder desuden, at der ved elproduktion sker en udledning af PM<sub>2.5</sub>, NO<sub>x</sub> og SO<sub>2</sub> fra de større forbrændingsanlæg i energisektoren. De samlede omkostninger for luftforurening pr. kg fordelt på regionalt og lokalt bidrag fremgår af tabel 5.4.

De nationale omkostninger ved forurening fra f.eks. et kg PM<sub>2.5</sub> beregnes ved at lægge det regionale bidrag sammen med det lokale bidrag og korrigerer det for den del af omkostningerne, som kan henføres til at berøre et dansk område. Alle bidrag land/by er beregnet på baggrund af et vægtet gennemsnit af de lokale bidrag fra land/by lagt sammen med det regionale bidrag. Omkostningerne fra elproduktion er betydeligt lavere, hvilket skyldes, at forureningen bliver udledt i større højde og derfor rammer færre personer. Desuden forventes også en stigning i andelen af strøm produceret via vedvarende energi.

<sup>24</sup> Norge har nogenlunde samme forhold mht. løn under sygdom, som er tilfældet i Danmark. Derfor anses potentiel dobbelt regning mellem produktivitetstab og velfærdstab ved sygdom som værende mindre problematisk.

<sup>25</sup> Punktkilder er faste installationer som skorstene ved fabrikker osv.

<sup>26</sup> DEHM, er en langtransportmodel til beregninger af regionale baggrundskoncentrationer. Modellen dækker hele den nordlige halvkugle.

Tabel 5.4. Omkostninger ved luftforurening (globale)

Kr. pr. kg (2016-priser)	PM <sub>2,5</sub>	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>
Regionalt bidrag	903	205	1.150
Lokalt bidrag, by	558	167	0
Lokalt bidrag, land	149	42	0
Alle bidrag, land/by gns.	1.176	278	1.150
Elproduktion	265	137	134
<b>Andel af omkostninger, der rammer dansk område, pct.</b>			
Regionalt bidrag	72 pct.	34 pct.	1 pct.
Lokalt bidrag, by	100 pct.	100 pct.	100 pct.
Lokalt bidrag, land	100 pct.	100 pct.	100 pct.
For elproduktion, regionalt bidrag	21 pct.	8 pct.	9 pct.

Kilde: Transportøkonomiske Enhedspriser 2.0.

Sammenholdes omkostninger pr. kg. med emissionsfaktorerne kan de marginale eksterne omkostninger for luftforurening beregnes for hhv. by, land samt for hele landet.

Der er foretaget en geografisk afgrænsning, så kun den skade luftforureningen skaber for danske borgere medregnes i enhedspriserne pr. kørt km, dog med mulighed for også at medtage den andel, der rammer uden for Danmarks grænser.

De nuværende enhedspriser for luftforurening er baseret på emissionsfaktorer, som DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi opdaterede i 2022, samt på DCE's opdatering af sundhedseffekterne ved luftforurening.<sup>27</sup> Dette gælder omkostningerne pr. udledt enhed af hhv. NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub> og partikler (PM<sub>2,5</sub>). På baggrund af gennemsnitlige kørselsmønstre i land og by omregnes dette til gennemsnitlige omkostninger til luftforurening pr. kørt km.<sup>28</sup>

I forbindelse med opdateringen i 2022 blev der desuden lavet en fremskrivning for samtlige transportmidler, så det i enhedspriserne nu forudsættes, at bilerne i fremtiden bliver mere brændstofeffektive pr. kørt kilometer. I takt med at elbiler bliver mere udbredt, må den gennemsnitlige marginale eksterne luftforureningsomkostning pr. personbil fremadrettet alt andet lige forventes at falde.<sup>29</sup> Således er omkostningerne pr. kørt kilometer i enhedspriserne faldet i de senere år. Der blev i opdateringen i 2022 taget udgangspunkt i Energistyrelsens beregningsforudsætninger for samfundsøkonomi og Klimastatus- og fremskrivning 2022 (KF22). Det betyder, at enhedspriserne også er konsistente med KF22 og beregningsforudsætningerne.<sup>30</sup>

## 5.2 Anvendelse af marginale eksterne omkostninger

Den samlede udledning baseret på geografi opgøres typisk i en trafikmodel, f.eks. GMM. Derefter værdisættes emissionerne på baggrund af, om de sker i byen eller på landet via TE 2.0 (kr. pr. kg). Det giver mulighed for at beregne omkostningerne fra luftforurening på baggrund af de specifikke geografiske forhold, der gør sig gældende ved det givne projekt. Der er foretaget en geografisk afgrænsning, så kun den skade luftforureningen skaber for danske borgere

<sup>27</sup> DCE 2019: "Miljøøkonomiske beregningspriser for emissioner 3.0"

<sup>28</sup> Der er antaget, at 19 pct. af kørslen foregår i byerne og de resterende 81 pct. foregår på landet, hvilket er baseret på DCE opgørelse af emissionsfaktorerne for hhv. by og land.

<sup>29</sup> Bilparken fremskrives, så de ældre biler udgår. Dette betyder, at gennemsnitsudledningerne falder over tid. Der antages dog ingen teknologudvikling så gennemsnitsudledning fra 2040 og fremad forbliver uændret.

<sup>30</sup> DCE 2022: "Emissionsfaktorer til transportøkonomiske enhedspriser i perioden 2020-2040". Dokumentationsnotatet kan findes på TERESA og Transportøkonomiske Enhedspriser (dtu.dk)

medregnes i enhedspriserne pr. kørt km, dog med mulighed for også at medtage den andel, der rammer uden for Danmarks grænser.

Såfremt man ikke har adgang til en trafikmodel, eller der er tale om, at man beregner mere strukturelle tiltag, kan de marginale eksterne omkostninger for luftforurening for henholdsvis land og by anvendes. Endelig kan de gennemsnitlige marginale eksterne omkostninger for luftforurening anvendes i overvejelserne om generelle kørselsafgifter.

Klima

6



Udledningen af drivhusgasser skaber global opvarmning, uønskede klimaforandringer og klimaskader. De udgør en omkostning for verdenssamfundet. De eksterne klimaforandringsomkostninger ved kørsel består primært af udledningen af kuldioxid (CO<sub>2</sub>), samt i mindre omfang af udledningen af metan (CH<sub>4</sub>) og dinitrogenoxid (N<sub>2</sub>O). Udledningerne er en konsekvens af forbrændingen af brændstof i motoren på benzin- og dieslbiler samt elproduktion til hybridbiler og elbiler.

Den marginale eksterne omkostning skønnes for personbiler i gennemsnit til 0,11 kr. pr. km (2024-priser), jf. tabel 6.1. For varebiler og lastbiler skønnes omkostningen til henholdsvis 0,16 kr. pr. km og 0,63 kr. pr. km.

**Tabel 6.1. Gennemsnitlige marginale eksterne omkostninger ved udledning af drivhusgasser (klima)**

Kr. pr. km (2024-priser)	Personbiler	Varebiler	Lastbiler
Benzin	0,12	0,13	-
Diesel	0,12	0,17	0,63
El	0,01	0,01	0,06
<b>Gennemsnitlige marginale omkostninger</b>	<b>0,11</b>	<b>0,16</b>	<b>0,63</b>

Anm.: Ovenstående tager udgangspunkt i en CO<sub>2</sub>e-pris på 797 kr./ton opgjort for 2023 og i 2021-markedspriser.  
Kilde: Transportøkonomiske Enhedspriser 2.0.

Metode og beregninger nedenfor er vist for personbiler. Tilgangen er den samme for lastbiler og varebiler.

## 6.1 Metode

Ved opgørelsen af de marginale gennemsnitlige omkostninger for klima tages der udgangspunkt i køretøjernes sammensætning med hensyn til drivmidler og brændstofeffektivitet (km pr. l brændstof), jf. tabel 6.2.

**Tabel 6.2. Gennemsnitlig brændstofeffektivitet for hele bilparken i 2023**

	Benzinbil	Diesebil	Opladningshybrid (benzin-del)	Opladningshybrid (el-del)	Elbil
	Km pr. l	Km pr. l	Km pr. l	Km pr. kWh	Km pr. kWh
2023	14,7	13,6	15,2	5,99	6,10

Anm.: Der er taget udgangspunkt i officielle typegodkendelsestest for bilernes brændstofeffektivitet, som er korrigeret for realitetsfaktorer for at tage højde for, at den faktiske brændstofeffektivitet er lavere end den, der er oplyst af forhandleren. Den gennemsnitlige brændstofeffektivitet for dieslbiler er mindre end for benzinbiler, da dieslbiler i gennemsnit er tungere/større end benzinbiler.  
Kilde: Energistyrelsens Klimafremskrivning 2022 (KF22) til 2035.

Den gennemsnitlige brændstofeffektivitet (vægtet ift. køretøjssammensætning) kombineres med emissionsfaktorer for drivmidlet (f.eks. g CO<sub>2</sub>/L diesel), hvorved mængden af drivhusgasser i gram pr. km findes, jf. tabel 6.3. Emissionsfaktorerne er korrigeret for iblandingsprocenterne af biobrændstoffer i benzin og diesel og brændstofforbruget for den løbende energiforbedring af bilparken.

**Tabel 6.3. Drivhusgasudledning fra vejtransport for personbiler (emissionsfaktorer) i 2020**

Gram pr. køretøjskilometer	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
Benzin	138,2	0,008	0,001
Diesel	141,6	0,000	0,006
Plug-in hybrid	56,2	0,001	0,000
El	20,4	0,015	0,000

Anm.: For vejtrafikken beregnes emissionerne pr. prognoseår som produktet af emissionsfaktoren (g/km) og trafikarbejdet (km) fordelt på by, land og motorvej. Beregningerne udføres med en model udviklet på DCE, der bruger samme køretøjsopdeling og beregningsmetode som den europæiske vejemissionsmodel COPERT 5. Energistyrelsen bruger også samme model. DCE har opgjort emissionsfaktorerne på hhv. by og land og opgjort et væglet gennemsnit (19 pct. by og 81. pct. land). Opgørelsen er fra 2020.  
Kilde: DCE – Nationalt center for Miljø og Energi (2022).

Endelig tages i beregningerne af den marginale omkostning ved udledning af drivhusgasser hensyn til, at iblandingsprocenterne stiger over tid, samt at realitetsfaktoren og prisen for CO<sub>2</sub> ændres.<sup>31</sup> Anvendelse af en realitetsfaktor indebærer, at det er bilernes observerede energiforbrug, der indgår i beregningerne.

For eldrevne køretøjer anvendes prisen for de kvoteomfattede sektorer sammen med information om elforbrug fra DCE og emissionsfaktorer for elproduktion fra Energistyrelsen til at opgøre CO<sub>2</sub>-skyggeprisen. For elbiler er udledningen således proportional med CO<sub>2</sub>-indholdet i de brændstoffer, der er forbrugt ved elektricitetens produktion.

Udledningerne af Metan (CH<sub>4</sub>) og lattergas (N<sub>2</sub>O) omregnes til CO<sub>2</sub>-ækvivalenter ud fra GWP-faktorer (Global Warming Potential), der angiver effekten af de forskellige drivhusgasser målt i forhold til (CO<sub>2</sub>), jf. tabel 6.4.

**Tabel 6.4. Global opvarmning (GWP) faktorer**

	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
GWP-faktor	1	25	298

Kilde: IPCC Fourth Assessment Report efter samråd med DCE 2022.

Ved at gange brændstofeffektiviteten (tabel 6.2) med udledningskoefficienterne (tabel 6.3) og tage hensyn til de forskellige drivhusgassers GWP-faktor (tabel 6.4) kan udledningen af CO<sub>2</sub>-ækvivalenter pr. km opgøres for hver køretøjstype. Disse kombineres med prisen på CO<sub>2</sub>-ækvivalenter (CO<sub>2</sub>e), der prisfastsættes og fremskrives af Finansministeriet og bl.a. anbefales til brug for samfundsøkonomiske analyser. Finansministeriet prisfastsætter CO<sub>2</sub>e-udledning i overensstemmelse med EU's kvotepris (ETS1), der tager udgangspunkt i et princip om, at Danmark gennem EU har en bindende international forpligtigelse til at reducere CO<sub>2</sub>e-udledningen.<sup>32</sup>

Udledningen af drivhusgasser fra elbiler forudsættes i indeværende beregning at komme fra produktionen af el via afbrænding af især træ og halm, idet der ikke kommer direkte udledning ved selve kørslen. Der kan teoretisk argumenteres for, at emissioner ved elproduktion ikke udgør en ekstern omkostning, da elproduktion (f.eks. til elbiler) er underlagt EU's CO<sub>2</sub>-kvotehandelssystem, hvilket medfører, at elproducenter skal købe CO<sub>2</sub>-kvoter til den CO<sub>2</sub>, der udledes i forbindelse med deres produktion. Således kan skadesomkostningen ved udledningen af CO<sub>2</sub>e ved elproduktion forudsættes at være internaliseret i elprisen og dermed i kørselsomkostningerne. Opgørelsen af udledninger fra elproduktionen er dog stadig væsentlig, da den f.eks. anvendes ved opgørelsen af CO<sub>2</sub>e-skyggepriser.<sup>33</sup> For beregninger med en højere CO<sub>2</sub>-pris end kvoteprisen beregnes en ekstern omkostning fra udledningerne i kvotesektoren svarende til forskellen mellem de to priser.

En tilsvarende udledning/skadesomkostning fra raffinering af olie til benzin og diesel er ikke medtaget i beregningerne. Eventuelle andre opstrømsbidrag fra produktion af brændstoffer og/eller el (f.eks. vindmøller) er heller ikke medtaget i beregningerne.

<sup>31</sup> Realitetsfaktorer bruges til at korrigere bilproducenternes oplyste energiforbrug, se de stemmer overens med det observerede energiforbrug.

<sup>32</sup> CO<sub>2</sub>-kvoter fungerer grundlæggende som et finansielt aktiv, som virksomhederne kan købe og sælge afhængigt af deres forventninger til fremtidige kvotepriser i forhold til de nuværende. Finansministeriet fremskriver derfor udviklingen i ETS1-kvotepriisen med udgangspunkt i prisfastsættelsen af et finansielt aktiv. Metoden er beskrevet i svar på Finansudvalgets spørgsmål nr. 31 af 6. september 2021.

## 6.2 Anvendelse af marginale eksterne omkostninger

De marginale eksterne omkostninger for CO<sub>2</sub>-udledning kan anvendes til fastsættelse af en kilometerbaseret afgift. Endvidere kan de marginale eksterne omkostninger for CO<sub>2</sub> anvendes til overordnede beregninger, hvor der f.eks. kendes antallet af øgede/reducerede kilometer, og der ønskes et skøn for de samlede eksterne omkostninger af ændringen. Ved samfundsøkonomiske beregninger af infrastrukturprojekter opgøres typisk den samlede netfoudledning af CO<sub>2</sub> fra henholdsvis kvote- og ikke-kvotesektoren ud fra trafikmodelberegninger. De givne emissioner i kvote- og ikke-kvotesektoren værdisættes herefter ved brug af enhedspri-  
serne for CO<sub>2</sub>-udledning i TE (kr. pr. ton).

Støj

7

Støj har negative konsekvenser for befolkningens livskvalitet og helbred. De eksterne omkostninger ved støj består af gene- og sundhedsmkostninger. Geneomkostningerne er beregnet på baggrund af folks betalingsvilje for reduktion af trafikstøj i boligen. Sundhedsmkostningerne består i en opgørelse af omkostningerne for samfundet, som følger af de langsigtede påvirkninger af helbredet ved eksponering for trafikstøj.

Den marginale eksterne omkostning ved støj skønnes for en personbil til 0,09 kr. pr. km (2024-priser), jf. tabel 7.1. For varebiler og lastbiler skønnes omkostningen til henholdsvis 0,13 kr. pr. km og 0,20 kr. pr. km.

Tabel 7.1. Marginale eksterne omkostninger for støj, personbiler, 2023

Kr. pr. km (2024-priser)	Personbiler	Varebiler	Lastbiler
Benzin	0,09	0,13	-
Diesel	0,09	0,13	0,20
El	0,08	0,11	0,11
<b>Gennemsnitlige marginale omkostninger</b>	<b>0,09</b>	<b>0,13</b>	<b>0,20</b>

Kilde: De Transportøkonomiske Enhedspriser 2.0

Metode og beregninger nedenfor er vist for personbiler. Tilgangen er den samme for vare- og lastbiler.

## 7.1 Metode

Værdisætningen af gene- og sundhedsmkostninger blev første gang foretaget i en dansk kontekst i 2003. Geneomkostningerne er baseret på husprisanalyser og blev efterfølgende opdateret i forbindelse med opdateringen af enhedspriserne i 2004 (Transportministeriet, 2004) og igen med opdateringer vedr. geneomkostninger for lejligheder i 2010 (Transportministeriet, 2010).

Den marginale omkostning for støj blev i 2004 beregnet ved hjælp af modelkørsler pba. støj-kortlægning i 29 forskellige by- og landområder i Danmark. Der blev i 2010 foretaget en justering af de marginale eksterne omkostninger for transport som følge af opjustering af værdien af et statistisk liv.<sup>34</sup> Støjomkostningen blev yderligere opjusteret i 2019 ifm., at Finansministeriet opdaterede værdien af et statistisk liv.

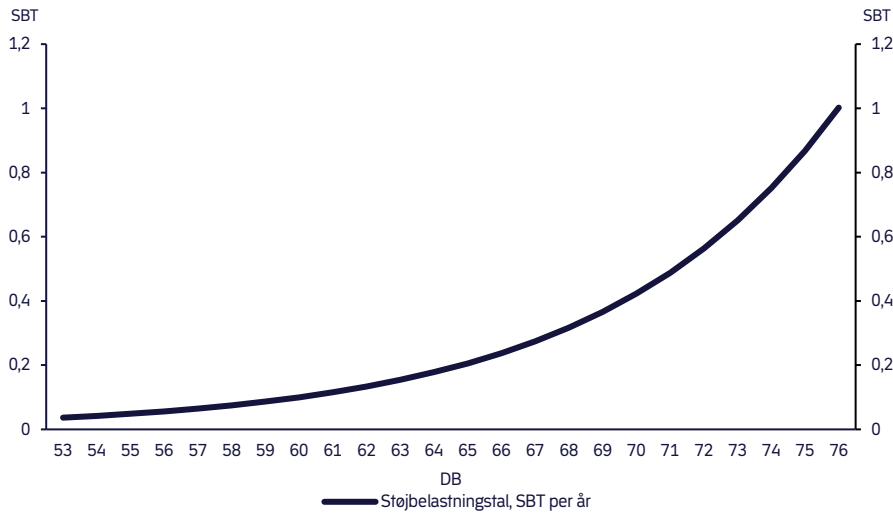
I den samfundsøkonomiske analyse knytter effekten af støj sig til den forøgelse eller reduktion af støjniveauet, der finder sted som følge af et givent tiltag. Enhedsmkostningen udtrykkes i kr. pr. støjbelastningstal (SBT). Støjbelastningstallet er udtryk for et områdes samlede støjgene. Støjbelastningstallet er sammensat således, at et område med mange mindre støjbelastede boliger kan være udsat for samme samlede gene (støjbelastningstal) som et område med få men stærkt støjbelastede boliger. Støjbelastningstallet for en konkret husstand beregnes efter formlen:

$$SBT = 0,01 \cdot 4,22^{(L_{den} - 44)/10}$$

hvor  $L_{den}$  er den beregnede støjbelastning ved boligenheden målt i decibel (dB).

Sammenhængen mellem støjniveau ( $L_{den}$ ) og støjbelastningstal (SBT) er illustreret i figur 7.1.

Figur 7.1: Sammenhæng mellem støjniveau ( $L_{den}$ ) og støjbelastningstal (SBT)



Kilde: Transportministeriet.

Den marginale eksterne omkostning ved støj findes ved en støjmodelberegning, hvor trafikken øges med 10 pct. Herved fås den marginale værdi, som forholdet mellem ændringen i SBT og ændringen i trafikarbejde, jf. Boks 7.1.

#### Boks 7.1. Beregning af enhedsprisen for støj

Den marginale omkostning af støj (kr. pr. km) udregnes ved at multiplicere enhedsprisen for SBT (kr. pr. SBT) med ændringen i støjgener (SBT pr. km) ved brug af følgende formel:

$$MC_{støj} = p_{støj} \frac{\Delta SBT}{\Delta T}$$

Værdien for  $MC_{støj}$  er udregnet ved modelkørsler, hvor personbiltrafikken er hævet med 10 pct. i hver kørsel i 29 forskellige by- og landområder i Danmark. Der er tale om et vægtes gennemsnit af by- og landområder, idet marginalomkostningen af støj varierer meget med befolkningstætheden.

$p_{støj}$  tager højde for både gene- og sundhedsmkostninger, der er opgjort til hhv. 16.796 og 27.659 kr. pr. SBT. Det giver en samlet enhedsomkostning for støj på 44.454 kr. per SBT (2024-niveau), jf. tabel 8.2.

$\Delta SBT = \sum_{i=55}^{Max} \Delta N_i SBT(L_i)$  er den samlede ændring i støjbelastningstallet som følge af stigningen på 10 pct. i personbiltrafikken.  $N$  er antallet af husholdninger i et givet støjinterval, og  $L$  er støjniveauet målt i decibel (dB).  $\Delta T$  er den samlede ændring i kilometer kørt af personbiler i området. Variablene er undersøgt i de 29 områder vha. Map-Noise, som er en model for hvor meget støj fra vejtrafik, der er i et givet område.

SBT blev første gang formelt beskrevet i vejreglen "Støjensyn ved nye vejanlæg" fra 1989. Ved fastsættelse af sammenhængen mellem støjniveau og gene- og sundhedsmkostninger tog man udgangspunkt i de dengang kendte dosis-responsundersøgelser fra 1970'erne om gener fra vejstøj. Det blev besluttet at anvende en sammenhæng, som i særlig grad vægter de gene- og sundhedsmkostninger, der optræder ved de højeste støjniveauer (derved SBT-kurvens stejle hældning ved høje støjniveauer). Dermed opnåede man, at stærkt støjbelastede boliger fik en særlig prioritering, når SBT anvendes som grundlag for prioritering af indsatser til begrænsning af vejstøj.

De samlede omkostninger ved støj beregnes som hovedregel ved, at ændringen i SBT som følge af et projekt beregnes i en effektmodel med input fra en trafikmodel. Herefter ganges

SBT på enhedsprisen pr. SBT. Dermed findes generiske værdier for støj pr. kørt kilometer baseret på gennemsnitlige kørselsmønstre, jf. tabel 7.2.

Tabel 7.2. Omkostninger ved støj

Kr. pr. SBT pr. år	2009-priser	2024-priser
Gene omkostninger	10.749	<b>16.796</b>
Sundhedsmkostninger	17.701	27.659
<b>Samlede omkostninger</b>	<b>28.450</b>	<b>44.454</b>

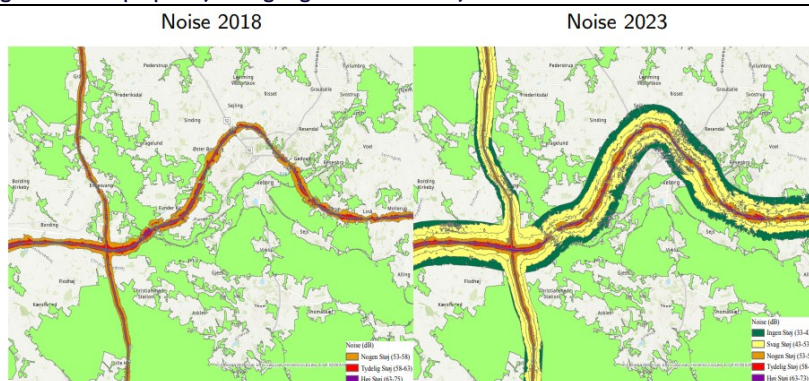
Anm: Der er omregnet fra 2009 til 2023 ved nettoprisindekset og udviklingen i BNP pr. capita.  
Kilde: Danmarks statistik og Transportøkonomiske Enhedspriser 2.0.

Ved fremskrivning af gene- og sundhedsmkostninger ved støj tages hensyn til den stigende andel elbiler, da elbiler har betydeligt lavere motorstøj lavere hastigheder, men også er lidt tungere.

### Udvikling inden for støjmodellering og sammenhæng mellem støj og sundhed

Som beskrevet ovenfor er data og sammenhænge mellem støj og sundhedseffekter fra 2003. Nye undersøgelser fra blandt andet WHO og van Kempen mfl. (2018) har dog tilføjet en række yderligere helbredseffekter som følge af støj til listen. På denne baggrund kan det derfor være relevant at opdatere enhedspriserne for trafikstøj. En opdatering af effekt-grundlaget vil også kunne tage højde for udviklingen i trafikniveauet, bosætning og støj-dæmpende tiltag, samt anvende nyere (og bedre) støjmodeller, jf. figur 7.2.

Figur 7.2: Eksempel på støjkortlægning med forskelle støjmodeller – 2018 version vs. 2023 version



Kilde: Vejdirektoratet 2023, Nye støjregninger ved støjregningsmodel Nord2000.

Ifølge WHO (2018) er der evidens for, at støj kan have følgende helbredseffekter: Iskæmisk hjertesygdom, forhøjet blodtryk, fødselskomplikationer, søvnforstyrrelser, slagtilfælde, fedme og diabetes samt psykiske lidelser. Evidensen for disse sammenhænge er af varierende kvalitet. Af særlig høj kvalitet vurderes sammenhængen mellem støj og hhv. iskæmisk hjertesygdom, slagtilfælde, type 2 diabetes og død som følge af hjertekarsygdom.

WHO har endvidere nedsat den anbefalede grænseværdi for støj til 53 dB. Dette er på baggrund af nye dosis-respons sammenhænge mellem støj og helbredseffekterne. Dette gælder for iskæmisk hjertesygdom. I Danmark er den vejledende grænseværdi for støj ved boliger 58 dB.

Derudover er der forskellige studier, der ud over de nuværende sundhedseffekter (øget risiko for hjertekarsygdomme og forhøjet blodtryk) også har kædet støj sammen med risikoen for demens og kræft, jf. Sørensen et al. (2023). Det kan senere være relevant at se på, hvorvidt resultaterne fra studierne vil kunne inkluderes i de sundhedsmæssige omkostninger ved støj.

## 7.2 Anvendelse af marginale eksterne omkostninger

De gennemsnitlige marginale eksterne omkostninger ved støj kan bruges i forbindelse med overvejelser om generelle kørselsafgifter. I samfundsøkonomiske analyser af infrastrukturprojekter beregnes de samlede omkostninger ved støj som hovedregel ved, at ændringen i SBT som følge af et projekt beregnes i en effektmodel med input fra en trafikmodel. Herefter ganges SBT med enhedsprisen per SBT.



Vejslid

8

Køretøjer slider på vejene, og den betydning den marginale kørsel har for driftsomkostninger, kan betegnes som en ekstern omkostning ved kørsel.

Den marginale eksterne omkostning ved vejslid skønnes for en personbil til 0,014 kr. pr. km (2024-priser), jf. tabel 8.1. For vare- og lastbiler skønnes omkostningen til henholdsvis 0,021 kr. pr. km og 1,54 kr. pr. km.

**Tabel 8.1. Marginale eksterne omkostninger for vejslid**

Kr. pr. km (2024-priser)	Personbiler	Varebiler	Lastbiler
Motorvej	0,007	0,010	0,770
Øvrige veje	0,020	0,031	1,992
Gennemsnit	<b>0,014</b>	<b>0,021</b>	<b>1,540</b>

Anm: Vejslid på øvrig vej er højere end på motorvej, da belægningskvaliteten er bedre på motorvej, og slidagen er derfor mindre. Ovenstående er baseret på et estimat fra 2004, som er fremskrevet med BNP-udviklingen.

Kilde: Transportøkonomiske Enhedspriser 2.0.

Metode og beregninger nedenfor er vist for personbiler. Tilgangen er den samme for vare- og lastbiler.

## 8.1 Metode

Opgørelsen af de marginale eksterne omkostninger for vejslid stammer fra 2004, jf. TRM (2004) og COWI (2010). Effekten tager udgangspunkt i alle offentlige omkostninger til udskiftning af slidlag på veje. Øvrige driftsomkostninger, såsom belysning og snerydning, antages ikke at være påvirket af kørsel og medtages derfor ikke. Der tages desuden ikke hensyn til den gene trafikanter oplever i forbindelse med reparation af slidlaget.

Det antages, at 60 pct. (afhængigt af vejtype) af omkostningerne kan betegnes som kørselsafhængige, mens resten skyldes f.eks. vejret (Transportministeriet, 2004). Fordelingen mellem køretøjstyper er bestemt ud fra målinger af, køretøjernes relative slid pr. km. Omkostningerne blev i 2010 opdateret med indeks for asfaltarbejder (COWI, 2010).

Datagrundlaget består således af de nævnte driftsomkostninger, målinger af slitage for alle køretøjstyper og kørselsomfang. Data er en blanding af danske skøn og erfaringer fra udlandet (Transportministeriet, 2004). Omkostningerne fremskrives med økonomiske nøgletal henunder vækst i BNP pr. capita.

Grundlæggende betyder ovenstående, at den eksterne omkostning findes ved at fordele de kørselsafhængige omkostninger til vejslid på køretøjstyperne, så der tages hensyn til, at f.eks. personbiler kører mere samlet end lastbiler, men at den enkelte lastbil slider mere på vejen end den enkelte personbil.

Den marginale eksterne omkostning ved vejslid skal ses som den kortsigtede udgift til vedligeholdelse af infrastrukturen. Der tages i beregningerne af de marginale eksterne omkostninger ikke hensyn til generel udvidelse af infrastrukturen ved stigende trafikmængder og afskrivninger. Således vil den marginale omkostning også afvige væsentligt fra den tilgang, som er tilladt at benytte fra EU's side f.eks. i forbindelse med fastsættelse af vejafgifter på lastbiler. Tilgangen benyttet for fastsættelse af den maksimale vejafgift for lastbiler inkluderede både kapitalværdi af eksisterende infrastruktur samt værdi af ny og planlagt infrastruktur og afskrivning af denne. Indførelsen af vejafgiften betyder, at man bør overveje om vejslidseksternaliteten er internaliseret for lastbiler i det omfang omkostningerne ved vejslid afspejles i afgifterne.

## 8.2 Anvendelse af marginale eksterne omkostninger

Ved infrastrukturprojekter opgøres direkte omkostninger til den nye infrastruktur. Ved projekter, hvor trafikarbejdet ændres eller flyttes, kan enhedspriserne for vejslid anvendes som omkostningsestimater. Ofte er det dog sådan, at trafikarbejdet forøges nogle steder og falder andre steder, så det udjævner sig, men ikke nødvendigvis på samme vejtype. Endelig kan de marginale eksterne omkostninger anvendes som input til afgiftsmodeller. Der skal dog gøres opmærksom på, at dette ideelt set kræver, at der skelnes mellem kørsel på forskellige vejtyper og vægten på køretøjet, idet de marginale eksterne omkostninger for vejslid varierer mellem vejtyper og vægten på køretøjet, *jf. tabel 8.1*.

# Kilder

Anderson, M. & M. Auffhammer (2011): Pounds That Kill: The External Costs of Vehicle Weight  
NBER working paper 17170. National Bureau of Economic Research.

Bjørner, T. B. & Kjeldsen, M. H. 2013: Trafikulykker, personbiler vægt og kørselsafgifter, Nationaløkonomisk Tidsskrift 151 (2013): 89-112.

Christian Kronborg & Kristian Kidholm (1998): "Undersøgelse af behandlingsomkostninger ved personskade med MAIS3+ ved trafikulykker", CHS Working Paper 1998:8.

COWI (2002): Trafikøkonomiske Enhedspriser for uheld – Alternative metoder til opgørelse af velfærdstab.

COWI (2010): Værdisætning af transportens eksterne omkostninger. Rapport.

COWI (2021): Beregninger foretaget af COWI for Vejdirektoratet på baggrund af connected cars data.

De Økonomiske Råd (2021): Omlægningen af bilbeskatningen. Økonomi og Miljø 2021, kapitel 1.

DTU (2022): "Transportøkonomiske Enhedspriser version 2.0"

DTU & Cowi (2021): Transportøkonomiske Enhedspriser. Tilgængelig på TERESA og Transportøkonomiske Enhedspriser (dtu.dk)

DTU Transport (2007): The Danish Value of Time Study - final report.

DØR 2013A: Økonomi og Miljø 2013, Kapitel 2 Bilbeskatning, ulykker og miljø

DØR 2013B: Dokumentation af state-of-the-art eksterne ulykkesomkostninger udregninger

DØR 2018: Økonomi og Miljø 2013, Kapitel 2 Reduktion af CO2 fra personbiler

DØR 2021: Økonomi og Miljø 2013, Kapitel 1 Beskatning af privatbilisme Finansministeriet: Nøgletalskatalog, juni 2023: [Nøgletalskatalog - juni 2023 \(fm.dk\)](#)

EU-Kommissionen (2019): 'Handbook on the external costs of transport', version 2019, EU-Kommissionen

Friedstrøm, L. (2011): A Framework for Assessing the Marginal External Accident Cost of Road Use and its Implications for Insurance Ratemaking. Discussion Paper 2011-22. International Transport Forum.

Fosgerau, M., Hjorth, K., Jensen, T. C., & Prameswari, N. (2015). Prediction model for travel time variability. DTU Transport

HEATCO, 2002-2006 - <http://heatco.iier.uni-stuttgart.de/>

INFRAS/IWW (2000): External Costs of Transport - Accident, Environmental and Congestion Costs of Transport in Western Europe. INFRAS/IWW, March 2000

Jansson, J.O. (1994): Accident Externalities Charges. Journal of Transport Economics and Policy, 28 (1), s. 31-43.

Janstrup, K.H., Kaplan, S., Hels, T., Lauritsen, J., Prato, C. G. (2016). Understanding traffic crash under-reporting: Linking police and medical records to individual and crash characteristics, Traffic Injury Prevention, 17(6), 580-584.

Kronborg Andersen & Kidholm (1998): Undersøgelse af behandlingsomkostninger ved personskade med MAIS3+ ved trafikuheld.

Københavns Kommune mfl. (2004): Projekt trængsel. Resumé.

Lindberg, G. (2001): Traffic Insurance and Accident Externality Charges. *Journal of Transport Economics and Policy*, 35 (3), s. 399-416.

Maerivoet, S. & B. De Moor (2005): Transportation planning and traffic flow models. arXiv preprint *Physics and Society*.

RECORDIT (2000): Deliverable 1: Accounting Framework. RECORDIT, november 2000.

Sørensen et al. (2023): Long-term exposure to residential transportation noise and mortality: A nationwide cohort study. *Environmental Pollution*, vol. 328. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2023.121642>

Trafikministeriet (1997): Samfundsøkonomisk omkostningseffektivitet i transportsektoren, by COWI.

Transportministeriet (2004): "External costs of transport 2nd report"

Transportministeriet (2010): "Opdatering af transportens eksterne omkostninger".

Transport økonomiske enhedspriser (TE)

TRM (2004): External Costs of Transport. 2nd Report - Marginal external cost matrices for Denmark.

van Kempen, E., M. Casas, G. Pershagen og M. Foraster (2018): WHO Environmental Noise Guidelines for the European Region: A Systematic Review on Environmental Noise and Cardiovascular and Metabolic Effects: A Summary. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15.

WHO (2018): Environmental noise guidelines for the European Region

# Bilag

## Bilag 1: Eksempelberegning af marginal trængselsomkostning for en strækning

Eksemplet tager udgangspunkt i en strækning på en kilometer med pendling som formål i et tidsinterval på én time. Der er antaget en vejkapacitet pr. time på 2.000 køretøjer og en aktuel timebelastning på 1.700 personbilsækvivalenter. Ud af de 1.700 er 1.445 personbiler, hvoraf 935 har pendling som formål. Følgende beregning viser alene konsekvensen for pendlerne.

**Tabel B1: Eksempelberegning af marginal omkostning for en strækning.**

	Basis	+5 pct.	-5 pct.
<b>Strækningsslængde, km</b>	1	1	1
<b>Antal ture</b>	1445	1517	1376
<b>Kørte km i alt</b>	1445	1517	1376
<b>Hastighed aflæst fra speed-flow kurve, km/t</b>	93	90	95
<b>Rejsetid, timer</b>	10,05	10,91	9,35
<b>Rejsetid eksisterende, timer</b>	10,05	10,39	9,84
<b>Ekstra forsinkelse for eksisterende, timer</b>		0,34	-0,21
<b>Værdi af ekstra forsinkelse, kr.</b>		54	-34
<b>Marginale eksterne trængselsomkostninger for stød, kr. pr. km</b>		0,75	0,47
<b>Gns. marginale eksterne trængselsomkostninger, kr. pr. km</b>	0,61		

Kilde: Transportministeriet

En ændring på +/- 5 pct. i antallet af samlede ture i personbil (+/- 72 ture), resulterer i en hastighedsændring fra 93 km/t til henholdsvis 90 og 95 km/t, som er "aflæst" på strækningens speed-flowkurve. Med en strækningsslængde på en kilometer, resulterer hastighedsændringerne i en rejsetidsændring for pendlerne fra 10,05 timer til henholdsvis 10,91 og 9,35 timer.

De eksterne omkostninger skal kun afspejle den tid de ekstra ture påvirker den eksisterende trafik, hvorfor der i eksemplet korrigeres for, at strækningen har 5 procentpoint mere/mindre trafik. Dette gøres ved at dividere køretiderne med henholdsvis 1,05 og 0,95, så den rejsetid de ekstra/færre ture oplever/ikke oplever, ikke påvirker resultatet. Herved bliver rejsetiden per person for de eksisterende på henholdsvis 10,39 og 9,84 timer, svarende til en ændring på henholdsvis 0,34 og -0,21 timer i forhold til udgangspunktet.

Ændringen i rejsetid kan herefter værdisættes ved brug af de Transportøkonomiske Enhedspriser for rejsetid i trængsel på 161 kr. pr. time til henholdsvis 54 kr. og -34 kr. for de to ændringer af det samlede trafikarbejde.

Omregnes det herefter til en værdi pr. km ved division med ændringen i kørte kilometer bliver den absolutte værdi for de to stød på hhv. 0,74 kr. pr. km og 0,47 kr. pr. km. At værdierne er forskellige, illustrerer den ikke-lineære sammenhæng mellem trafik og rejsetider. Den endelige marginale eksterne omkostning for pendlerne i eksemplet beregnes som gennemsnittet mellem de to, svarende til 0,61 kr. pr. km.

For denne strækning og tidsperiode opgøres effekterne desuden for de øvrige formål/køretøjstyper, hvilket giver en samlet effekt pr. ekstra personbilskilometer. I det "rigtige" regnestykke beregnes effekten i persontimer for personbiler, dvs. inkl. rejsetid for passagerer (for pendling giver det ca. 10 % mere). Bemærk at lastbiler i eksemplet ikke oplever ekstra trængsel på strækninger, fordi hastigheden ikke kommer under 80 km/t. Specielle flaskehalse bidrager derudover til resultatet, ud fra mere/mindre trafik.



Der laves tilsvarende beregninger for alle 57.000 strækninger fordelt over 10 tidsbånd på de 3 formål, pendling, fritid og erhverv samt vare- og lastbiler. Det er det vægtede gennemsnit af alle disse beregninger, som giver den samlede marginale eksterne omkostning for trængsel.

## Bilag 2: Omregning fra typisk hverdag til årsdøgn

Tabel B2: Beregning af marginal trængselsomkostning ved kørsel af en ekstra km på et gennemsnitligt årsdøgn

	Typiske rejsedage	Store rejsedag	Weekend-dage	Øvrige hverdage	I alt
Kritisk trængsel, km strækning i kvartersintervaller pr. dag <sup>1)</sup>	1.061	2.000	290	479	
Trængselsfaktor i forhold til typiske hverdage <sup>2)</sup>	1,00	1,89	0,27	0,45	
Marginal trængselseffekt, køretøjstimer <sup>3)</sup>	0,0020	0,0037	0,0005	0,0009	
Marginal trængselseffekt, kr. pr. km <sup>4)</sup>	0,73	1,03	0,17	0,30	
Andel af trafikarbejdet <sup>5)</sup>	59 pct.	2 pct.	21 pct.	18 pct.	100 pct.
Marginal trængselseffekt vægtet ift. trafikarbejde, kr. pr. km	0,43	0,02	0,04	0,05	0,53

Anm:

1) Kilde: VD's opgørelse på baggrund af GPS-data.

2) Kilde: Beregnet via forholdet mellem kritisk trængsel på typiske hverdage og de øvrige dagstyper.

3) Kilde: "Typiske hverdage" er beregnet på baggrund af GMM. Andre dage er beregnet ud fra dette tal samt trængselsfaktorerne.

4) Kilde: Udregnet i Teresa 6.0 (samfundsøkonomisk værktøj) 2023 prisniveau. Se også Bilag 3 og 4.

5) Kilde: VD's opgørelse. Dækker over 200 typiske hverdage, 3 store rejsedage, 104 weekenddage og 58 øvrige hverdage.

Kilde: Transportministeriet

## Bilag 3: Fordeling af kørsel på turformål

Tabel B3: Antaget fordeling på køretøjstyper på formål - personer pr. bil og tidsværdier (bl.a. fra DATIV) fra Enhedspriserne

	Typiske rejsedage i pct.	Store rejsedage i pct.	Weekenddage i pct.	Øvrige hverdage i pct.	Personer pr. bil	Tidsværdier kr. pr. time	Arbejdsudbud kr. pr. time
Pendling	42	5	10	20	1,07	176	17
Erhverv	6	1	3	4	1,09	718	72
Fritid	38	93	79	67	1,52	176	-
Varebil	11	1	7	7	1,00	784	78
Lastbil	4	0	1	2	1,00	832	83
I alt	100	100	100	100			

Anm: I personer pr. bil tager faktorerne højde for, at børn og unge under 18 år tæller halvt. Arbejdsudbud beregnes med 10 % af nettoeffekterne for pendlere og erhverv (2024-priser). Tidskomkostningen for pendling og fritid er baseret på et stated preference studie. Erhverv er baseret på lønudgifter, da transporttid udgør en alternativ omkostning for virksomheden. For varebiler og lastbiler udgør tidskomkostningen den tidsafhængige kørselsomkostning (løn, reparationer osv.). Tidsværdier for lastbiler er inkl. værdien af gods – ca. 30 kr./time, som ikke fremgår i TE.

Kilde: Transportministeriet

## Bilag 4: Tidsomkostning pr. dagstype

Tabel B4: Gennemsnitlige tidsomkostninger pr. køretøjstime, kr. pr. time

	Typisk hverdag		Store rejsedag		Weekend		Øvrige hverdag	
	Tid	Arbejds- udbud	Tid	Arbejds- udbud	Tid	Arbejds- udbud	Tid	Arbejds- udbud
Pendling	79	8	9	1	18	2	38	4
Erhverv	46	4	8	1	24	2	31	3
Fritid	101	-	247	-	211	-	179	-
Varebil	86	8	8	1	54	5	54	5
Lastbil	32	3	-	-	315	1	16	2
Sum	343	25	273	2	307	10	319	14
Sum i alt		<b>367</b>		<b>275</b>		<b>327</b>		<b>333</b>

Anm: Ovenstående elementer i gns. tidsomkostningen findes således: andel \* personer pr. bil \* kr. pr. time fra bilag 3. Resultaterne for de enkelte dagstyper svarer til at gange den marginale trængelseffekt kr. pr. time med køretøjstimer i bilag 2.

Kilde: Transportministeriet

## Bilag 5: Metode til beregning af Transportøkonomiske Enhedspriser for uheld

Den grundlæggende beregningsmodel for beregning af den marginale eksterne omkostning ved uheld stammer fra begyndelsen af 80'erne, men modellens metode- og datagrundlag er siden opdateret i flere omgange – senest i 2010 med nye uheldstal og materielskadeomkostninger (COWI 2010) og i 2017 med ny værdi for statistisk liv, jf. Finansministeriets anbefaling.

Før opdateringen af enhedspriserne i 2010 indgik værdien af statistisk liv (VSL) ikke eksplicit i opgørelsen af velfærdstabet. For at anvende værdien af et statistisk liv blev metoden til opgørelsen af uheldsomkostningerne revideret i 2010. Revisionen bestod i at bruttoproduktionstabet og velfærdstabet blev erstattet med nettoproduktionstabet og værdien af et statistisk liv (COWI, 2010).

Desuden indgår også omkostninger ved hhv. alvorlige personskader og lette personskader. Opdatering på basis af VSL, hvor velfærdstabet for svært tilskadekomne opgøres til 13 pct. af VSL, mens værdien for lettere tilskadekomne opgøres til 1 pct. af VSL. Denne metode (procentsatserne) er anbefalet i HEATCO-projektet på baggrund af anvendelse af den samme metode i de store projekter UNITE og RECORDIT. Disse projekter lægger sig i øvrigt op ad en anbefaling fra ECMT (European Conference of Ministers of Transport under OECD) tilbage fra 1998.

Endelig opgøres de marginale eksterne omkostninger ved uheld (km-priser) ligeledes i de Transportøkonomiske Enhedspriser. De marginale eksterne omkostninger adskiller sig fra de øvrige uheldsomkostninger, dels ved kun at dække eksterne omkostninger (så ikke materielomkostninger, og kun velfærdstabet for modparten), og dels ved at være en marginal betragtning, så det kun er effekten af en ekstra km, som medtages. Det kræver, at den marginale effekt pr. km opgøres (hvilket ligger i effektmodellerne, for priserne pr. uheld). I opgørelsen af de eksterne marginale uheldsomkostninger ved en ekstra kørt kilometer er det derfor centralt, hvordan en ekstra kørt kilometer påvirker uheldsrisikoen for andre trafikanter. Her er risikoelasticiteten en vigtig parameter.

De marginale eksterne omkostninger er et resultat af en metaanalyse af en række studiers estimerede omkostninger, heriblandt et dansk studie, hvor de marginale eksterne

omkostninger er opgjort som 60 pct. af gennemsnitsomkostninger, jf. COWI (2010) og TRM (2004).<sup>35</sup> Den primære årsag til, at der er anvendt et metastudie, skal findes i, at det ikke på daværende tidspunkt var muligt at tilvejebringe de nødvendige detaljerede oplysninger om marginale uheldsrisici for de forskellige transportformer, køretøjer og infrastruktur-typer. Det betyder, at de nuværende marginale eksterne omkostninger for uheld i TE 2.0 er afkoblet fra risikoelasticiteten.

## Bilag 6: Marginale eksterne omkostninger for uheld - Økonomi og Miljø 2013, 2018 og 2021

De Økonomiske Råds formandskab har behandlet eksternaliteter ved bilkørsel i flere af deres rapporter. Det metodiske grundlag for værdisætning af de marginale eksterne omkostninger ved uheld har været den samme i Økonomi og Miljø 2013, 2018 og 2021. Det anvendte datagrundlag og mørketal, samt fejl kan forklare en del af divergensen i de beregnede marginale eksterne omkostninger ved uheld, jf. tabel B5.

Tabel B5. Eksterne omkostninger for uheld i Økonomi og Miljø, 2013, 2018 og 2021

Kr. pr km (2024-priser)	2013	2018	2021
Enhedspris:	By: 0,39 Land: 0,05 Gennemsnit: 0,11	Gennemsnit: 0,11	By: 0,78 Land: 0,06 Gennemsnit: 0,18
Metode:	Jansson (1994), Lindberg (2001), 2012 scenarie	Jansson (1994), Lindberg (2001), 2017 scenarie	Jansson (1994), Lindberg (2001). 2030 scenarie
Ændring i data:	Delvis korrigeret for mørketal – i alle systemomkostninger og (delvist) i velfærdstabet for lettere tilskadekomne.	Opdateret risikoprofil Højere værdi af statistisk liv Tager kun højde for mørketal i systemomkostningerne	Opdateret risikoprofil Opdateret risikoelasticitet Korrigeret i forhold til mørketal i både systemomkostninger og velfærdsomkostninger.

Anm.: 2013, 2018 og 2021 er omregnet til 2024-priser for at gøre det nemmere at sammenligne på tværs af årene. Omregningen er sket på baggrund af nettoprisindekset fra FM's Konvergensprogram 2024.

Kilde: Økonomi og Miljø 2013, 2018 og 2021, samt retfælsesark til økonomi og miljø 2021.

For uheld udviklede man til Økonomi og Miljø 2013 en metode til beregning af de marginale eksterne uheldsomkostninger ved kørsel. Denne var inspireret af Jansson (1994) og Lindberg (2001). Samme metode blev anvendt i Økonomi og Miljø 2018 (og 2021), hvor risikoprofilerne dog blev opdateret for at tage højde for, at risikoen for trafikuheld pr. kørt km var faldet fra 2013 til 2018 – (og igen til 2021). Desuden blev der i beregningen anvendt en ny og højere anbefalet værdi af statistisk liv. I alle tre år er der taget udgangspunkt i omkostningerne pr. uheld fra de Transportøkonomiske Enhedspriser – dvs. både system-omkostninger og velfærdsomkostninger.

I 2013 valgte man delvist at tage højde for underrapporteringen af uheld (de såkaldte mørketal) i form af en korrektion med en faktor 5 for velfærdstabet for lettere tilskadekomne. De Transportøkonomiske Enhedspriser anvender en faktor 10 til denne korrektion, jf. Kronborg Andersen og Kidholm (1998). Som beskrevet ovenfor blev systemomkostningerne fra de Transportøkonomiske Enhedspriser anvendt i Økonomi og Miljø 2013 – både for svært og lettere tilskadekomne. Efter nærmere gennemgang har det vist sig, at disse allerede var korrigeret for mørketal med hhv. en faktor 2,23 og 10,38. Således er der i DØR 2013 korrigeret for mørketal i systemomkostninger for både svært og lettere tilskadekomne med de nævnte

<sup>35</sup> Deter uklart, hvorfor netop 60 pct. er valgt.

faktorer, mens velfærdsomkostningerne kun er korrigeret for de lettere tilskadekomne – og kun med en faktor 5. DØR begrundet dette med "...at underrapporteringen i MØRKE-tallene er mindre for de typer af uheld, der indgår i beregningen af de marginale eksterne uheldsomkostninger for personbiler. Med udgangspunkt i opgørelsen fra Ulykkes Analyse Gruppen (2005) fra Odense universitetshospital samt vurderingen i DTU Transport (2012) ser vi bort fra underrapporteret dræbte og alvorlige tilskadekomne. Dvs. der kun er underrapportering af lettere tilskadekomne. På baggrund af analysen fra Ulykkes Analyse Gruppen (2012) samt statistikken fra Danmarks Statistik, antager vi at dækningsgraden er ca. 20 pct. for lettere tilskadekomne; dvs. underrapporteringen er en faktor 5." I 2018 blev de samme systemomkostninger fra de Transportøkonomiske Enhedspriser anvendt (og dermed en korrektion for mørketal i systemomkostningerne), men velfærdstabet blev ikke korrigeret for mørketal.

I alle udgaver af Økonomi og Miljø (2013, 2018 og 2021) er det antaget, at føreren af bilen, som forårsager uheldet, internaliserer sin egen risiko for at køre galt. Kører han galt, er den eneste eksterne omkostning de systemomkostninger, han måtte påføre, f.eks. sundhedsvæsenet, som følge af uheldet. Er han derimod involveret i et uheld, hvor han ikke har skylden, er alle omkostninger eksterne, bort set fra de omkostninger, der er dækket af forsikringer.

Ligeledes bidrager systemomkostningerne (i 2013, 2018 og 2021) altid til, at der er marginale eksterne uheldsomkostninger for personbiler. Det samme er tilfældet for omkostningerne ved personbilers sammenstød med lette trafikanter. Til gengæld kan påvirkningen af uheldsrisikoen for andre bilister ved øget kørsel isoleret set have karakter af enten en ekstern omkostning, en ekstern gevinst eller være neutral. Sammenhængen mellem trafikniveau og gennemsnitlig uheldsrisiko er derfor vigtig for størrelsen og fortegnet af den marginale eksterne uheldsomkostning ved bilkørsel.

For uheld blev samme metodemæssige grundlag anvendt i Økonomi og Miljø 2021 som i 2013 og 2018. Dog blev der anvendt nye uheldsstatistikker for antallet af trafikuheld og fordeling af trafikuheld på skadesgrad, mellem by og land og mellem transportformer samt opdaterede tal omkring sammenhængen mellem antal uheld og trafikmængden (til beregning af risikoelasticiteten) fra 2019. I modsætning til Økonomi og Miljø 2018, blev uheldsstatistikkerne i Økonomi og Miljø 2021 også korrigeret for mørketal – dvs. at der blev taget højde for, at ikke alle uheld rapporteres til politiet, jf. DTU & COWI (2021). Der er ikke korrigeret i antallet af dræbte, men alvorligt tilskadekomne antages at være underrapporteret med en faktor 2,23 og lettere tilskadekomne med en faktor 10,38, jf. DTU & COWI (2021); Kronborg Andersen & Kidholm (1998). Korrektionen i Økonomi og Miljø 2021 er foretaget på både system- og velfærdsomkostninger. Det er dog efterfølgende fundet ud af, at korrektionen for mørketal i systemomkostninger er sket to gange i DØR 2021. Dette skyldes, at de anvendte systemomkostninger pr. tilskadekommen (fra de Transportøkonomiske Enhedspriser) allerede var korrigeret for mørketal. Der er efterfølgende udsendt et retteblad, hvor denne fejl er blevet rettet.

## Bilag 7: Beregningseksempel for opdateret uheld

Bilaget illustrerer ved et eksempel beregningerne af de marginale eksterne omkostninger for sammenstød mellem to personbiler, hvor udfaldet er, at en bliver dræbt. Tilsvarende beregninger laves for sammenstød mellem en personbil og andre trafikanter samt for både svært – og lettere tilskadekomne. I de samlede beregninger skelnes desuden mellem uheld i landområder og uheld i byområder.

### Sammenstød mellem personbiler:

De samlede uheldsomkostninger er givet ved:

$$TC = \sum_i (a_i + c_i) Q r_{Bi} \quad (1)$$

Hvor,  $r_{Bi}$  er den gennemsnitlige risiko pr. kørt km for, at en personskade med skadesgrad  $i = \{\text{dræbt, alvorlig personskadet, lettere personskadet}\}$  mellem to personbiler  $B$ , og

er givet ved  $r_{Bi} = \frac{S_i}{Q} \cdot S_i$ .  $S_i$  er det samlede antal skader med skadesgrad  $i$  og  $Q$  er den samlede biltrafik i km.  $a_i$  er den gennemsnitlige velfærdsomkostning for personer med skaden  $i$ , mens  $c_i$  er den gennemsnitlige systemomkostning ved skaden  $i$ , som ikke betales af den enkelte trafikant. I ligning (1) svarer  $Qr_{Bi}$  til antallet af skadede med skadesgrad  $i$ .

Med udgangspunkt i de politirapporterede uheld beregnes den gennemsnitlige risiko pr. kørt km for dræbte:

**Tabel B6. Gennemsnitlig risiko for dødsfald ved sammenstød mellem to personbiler pr. kørt km i perioden 2018-2019 og 2022.**

	Antal dræbte i alt i personbil, $S_i$	Antal dræbte i personbil - ikke modpart	Antal dræbte i modpart	Fordelingsparameter, $\theta_i$	Personbilers trafikarbejde (mio. km. pr. år), $Q$	Risiko, $r_i$ (dræbte pr. mio. km pr. år)
Personbil - personbil	99	99	-	1	124.500	0,0008
Datakilde og forklaring	Sum af ikke-modpart og modpart	Uheldsstatistik fra Vejdirektoratet - politiregistrerede uheld	Ikke-modpart / antal dræbte i alt		DST (VEJ23)	Antal dræbte i alt / trafikarbejde

Kilde: Egne beregninger

Ud fra ligning (1) og de personrelaterede omkostninger vist i tabel B7 kan de samlede uheldsomkostninger nu beregnes for personer som dræbes i sammenstød mellem to biler.

**Tabel B7. Personrelaterede uheldsomkostninger**

Kr. pr. (2024-priser)	Dræbt
Systemomkostninger, $c_i$	2.061.857
Velfærdstab (VSL), $a_i$	42.104.062
<b>I alt</b>	<b>44.165.919</b>

Kilde: Transportøkonomiske Enhedspriser og Skatteministeriet

Uheldsmodellen beskriver uheldstætheden på hhv. forskellige strækninger og i kryds ud fra den mængde af trafik, som er på strækningen/krydset. A og P er estimerede parametre i denne model.<sup>36</sup> Risikoelasticiteten kan beregnes som uheldselasticiteten fratrukket 1, jf. Friedstrøm (2011), og korrigeret for personbilers trafikandel (79 pct.).

**Tabel B8. Risikoelasticitet for personbiler**

	Uheldselasticitet	Personbilers trafikandel	Risikoelasticitet, $E_B$
Personbil	0,56	0,79	-0,34
Kilde og forklaring	Vejdirektoratet – beregnet ud fra VD's uheldsmodeller for uheldstæthed	DST – VEJ23	(Uheldselasticitet-1)*personbilers trafikandel, jf. Friedstrøm (2011)

Kilde: Vejdirektoratet.

Således er det nu muligt at beregne de marginale eksterne omkostninger for sammenstød mellem personbiler via ligning 2 i afsnit 4.1 til -0,010 kr. pr. km. Som det fremgår af resultatet, er bidraget fra sammenstød mellem personbiler negativt. Det skyldes dels, at risikoelasticiteten er negativ, hvilket vil sige, at den ekstra trafikant får risikoen pr. kørt km for andre bilister til

<sup>36</sup> Udtryk for uheldsmodel på en strækning, hvor uheldstætheden UHT er beskrevet som:  $UHT = A \cdot N^P$ , hvor N er mængden af trafik.

at falde, så første del af ligning (2) bliver negativ, dels at denne "risikoreduktion" overstiger de forventede systemomkostninger (sidste led i ligning (2)).<sup>37</sup> Dette er ikke tilfældet, hvor modparten f.eks. er lettere trafikanter, jf. tabel B9.

De samlede marginale eksterne omkostninger for personbiler består således af summen af de marginale eksterne omkostninger for de forskellige skadesgrader (dræbte, svært tilskadekomne og lettere tilskadekomne) og de forskellige modparter (varebiler, lastbiler, motorcykler, lettere trafikanter og ene uheld), jf. tabel B4.

Tabel B9: MEC for uheld: Bidrag fra de forskellige modparter og skadesgrader, kr. pr. km. 2024-priser.

Sammenstød med:							
	andre personbiler	varebil	lastbil/bus	motorcykel	knallert/fodg./cykel	Eneuheld	I alt
Dræbt	-0,010	-0,002	-0,004	0,007	0,025	-0,010	0,005
Alvorligt tilskadekommen	-0,028	-0,001	-0,003	0,018	0,148	-0,022	0,113
Lettere tilskadekommen	-0,013	0,000	-0,001	0,001	0,029	-0,007	0,008
<b>I alt</b>	<b>-0,051</b>	<b>-0,003</b>	<b>-0,008</b>	<b>0,027</b>	<b>0,202</b>	<b>-0,038</b>	<b>0,128</b>

Kilde: Egne beregninger.

Ved fremskrivning, hvor det også forventes, at bilens vægt ændrer sig i forhold til de biler, som uheldstillene er baseret på, skal vægtskomponenten tilføjes. Vægtkomponent, som beregnes ved følgende ligning:

$$c_v = \frac{P(\text{uheld}) * \sum_i \tilde{\beta}_i \alpha_i f_i (KG_v - KG_{ref})}{\text{årskørsel}}$$

Her er  $P(\text{uheld})$  antallet af personbiler involveret i bil-bil uheld divideret med bestanden af personbiler. Parameteren  $\tilde{\beta}_i$  er ændringen i risiko for skade i (dødsfald, alvorlig skade og lettere personskaade) svarende til den marginale effekt af modpartens vægt. Parameteren  $\alpha_i$  er velfærdsomkostningen ved skadesgrad  $i$  (for dødsfald den gængse danske værdi af et statistisk liv). Vægten af bilvariant  $v$  og referencebilen  $ref$  er givet ved henholdsvis  $KG_v$  og  $KG_{ref}$ . Endelig er  $f_i$  en opregningsfaktor, som tager højde for, at den empiriske analyse af højeste skadesgrad ikke medregner, at der kan være flere skadede i hvert køretøj. Opregningsfaktoren er på 1,14 (døde), 1,17 (alvorligt skade) og 1,34 (lettere skade).

Der foreligger ikke oplysninger, der umiddelbart gør det muligt at opdatere estimatet for  $P(\text{uheld})$ , idet der også indgår bil-bil uheld uden personskaade. Faldet i antallet af uheld med personskaade, siden analysen blev lavet, kunne tale for, at der også er sket et fald i antallet af bil-bil uheld uden personskaade. På den anden side indikerer oplysninger fra Forsikring og Pension, at antallet af anmeldte skader for personbiler og varebiler udgør en konstant andel af bestanden på ca. 10 pct.<sup>38</sup> På den baggrund er  $P(\text{uheld})$ , fastholdt i beregningen af vægtskomponenten og det samme gør sig gældende for opregningsfaktorerne. Herudover anvendes de relative ændringer i risikoen per 100 kg ekstra vægt, som DØR estimerede, dvs. hhv. 11,1 pct., 6,0 pct. og 3,0 pct. for dræbt, alvorligt tilskadekommen og lettere tilskadekommen til

<sup>37</sup> Den negative risikoe elasticitet betyder at en stigning i trafikarbejdet på 1 pct. nedsætter risikoen for en given ulykke med 0,34 pct. – dvs. når der køres mere, reduceres risikoen (både for bilisten selv og for andre). Men da det er en procentvis reduktion i ulykkerne, som elasticiteten er et udtryk for, vil en ændring i antallet af uheld (når der f.eks. korrigeres for mørketal) også påvirke en større reduktion i antallet af uheld, når der køres en ekstra km. Derved bliver gevinsten ved den ekstra km større end ved en situation med færre uheld (f.eks. uden mørketal).

<sup>38</sup> Kilde: skader-paa-biler-i-danmark-for-4-mia-kr.pdf (fogp.dk)

at beregne ændringen i risiko for skade i,  $\tilde{\beta}_1$ . Desuden er der anvendt de føromtalte velfærdstab samt en årskørsel på 16.000 km.

Herved skønnes vægftkomponenten at udgøre 0,006 kr. per km for hver 100 kg af bilens vægt over og under 1.750 kg.

## Bilag 8: Mørketal

Politiet laver opgørelser over de uheld, som indrapporteres af politiet. Der foreligger andre kilder til data om trafikuheld end politiets registreringer. På baggrund af disse kilder kan det påvises, at mange trafikale uheld og personskader ikke registreres af politiet – det såkaldte mørketal. Det er generelt kompliceret og forbundet med stor usikkerhed at skønne over mørketallene, bl.a. fordi det kan være vanskeligt at sammenligne politiets registre med sygehusenes registre, og fordi mørketallene varierer afhængigt af skadernes alvorlighed, transportform mv.

De vigtigste kilder i den forbindelse er tilknyttet sundhedssektoren. Dels findes Landspatientregisteret (LPR), som indeholder oplysninger om alle tilskadekomne, der har været behandlet/tilset på en akutmodtagelse ved et offentligt sygehus, dels foretager akutmodtagelserne på en række sygehuse en udvidet registrering af tilskadekomne i trafikuheld.

Blandt de sygehuse, der foretager en udvidet registrering, hører Odense Universitetshospital (OUH), hvor den særlige Uhedsanalysegruppe jævnligt publicerer opgørelser over tilskadekomne i trafikuheld og desuden sammenligner egne registreringer på sygehuset med registreringer hos politiet.

Ovenstående kilder bekræfter, at der eksisterer et ret betydeligt mørketal.

Det er imidlertid vigtigt at understrege, at heller ikke tallene fra sundhedssektoren nødvendigvis er de "rigtige" tal for trafikuheld i Danmark. Eksempelvis omfatter tallene i Landspatientregisteret ikke personer, der efter et uheld opsøger egen læge eller vagtlæge, da LPR alene er baseret på tal fra akutmodtagelser. Desuden tager de (helt naturligt) udgangspunkt i tilskadekomne personer og ikke uheld. Dermed kan disse kilder ikke bidrage til dækning af materiel skadeuheld.

Derudover skal man være opmærksom på, at mørketallene varierer betydeligt afhængigt af trafikantgrupper og skadernes alvorlighed. Generelt er de mest alvorlige skader bedre dækket af politiets registreringer end de lette skader (for dødsuheld antages dækningsgraden normalt at være 100%), og uheld, hvor der er involveret motorkøretøjer, er normalt også bedre dækket af politiets registreringer end uheld uden motorkøretøjer involveret. Især enuehald med cyklister registreres meget sjældent af politiet, mens de bidrager betydeligt til de registrerede tilskadekomster på sygehusene og i LPR.

Endelig bliver der brugt forskellige definitioner på nogle af de centrale parametre. Der kan eksempelvis være forskel på, hvad der defineres som trafikuheld hos hhv. politiet og på sygehusene, og der kan være forskel på, hvornår en person regnes som tilskadekommen. Mange af de lette tilskadekomster, der er registreret i LPR, kan være personer, der alene er blevet tilset på en akutmodtagelse eller eventuelt behandlet for overfladiske sår, og som med stor sandsynlighed ikke ville være blevet kategoriseret som tilskadekomne af politiet.

Der eksisterer ikke statistik for bidraget til mørketallet for de personer, som er tilset hos praktiserende læge eller hos vagtlægen.

De nuværende faktorer, som blev anvendt i DØR 2021 til at korrigere for mørketallet, er fra 1996 og er baseret på et studie fra 1998.<sup>39</sup> I studiet anvendes korrektionsfaktorerne til at opregne de statistiske oplysninger fra politiet vedr. trafikuheld, så de afspejler oplysningerne fra skadestuer mv., jf. tabel B 10.

**Tabel B10: Antal dræbte, alvorligt tilskadedekomne og lettere tilskadedekomne ved trafikuheld i 1996**

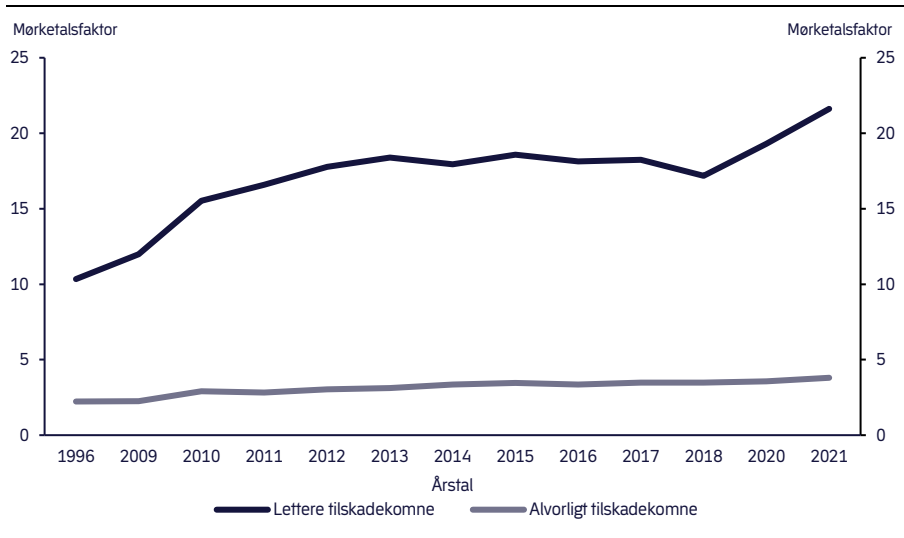
	Antal politiregistrerede		Korrektionsfaktor	Antal korrigeret for dækningsgrad	
Dræbte	514	4,98 pct.	1,0000	514	0,87 pct.
Alvorligt tilskadedekomne	5.340	51,72 pct.	2,2252	11.883	20,21 pct.
Lettere tilskadedekomne	4.470	43,30 pct.	10,3770	46.385	78,91 pct.
<b>I alt</b>	<b>10.324</b>	<b>100,00 pct.</b>	-	<b>58.782</b>	<b>100,00 pct.</b>

Kilde: Christian Kronborg og Kristian Kidholm (1998): "Undersøgelse af behandlingsomkostninger ved personskade med MAIS3+ ved trafikuheld", CHS Working Paper 1998:8.

Hvordan faktorerne er fremkommet, fremgår ikke af studiet og Danmarks Statistik er først fra 2009 begyndt at offentliggøre oplysninger, som gør det muligt at beregne mørketalsfaktorerne for alvorligt og lettere tilskadedekomne.

Fra 1996 og frem til 2009 ser det ud til, at mørketallene har været nogenlunde stabile, hvorefter de har været stigende frem til 2021, jf. figur B1. Det kunne altså tyde på, at mørketallene i dag er større, end de var i 1996.

**Figur B1: Udvikling i mørketal**



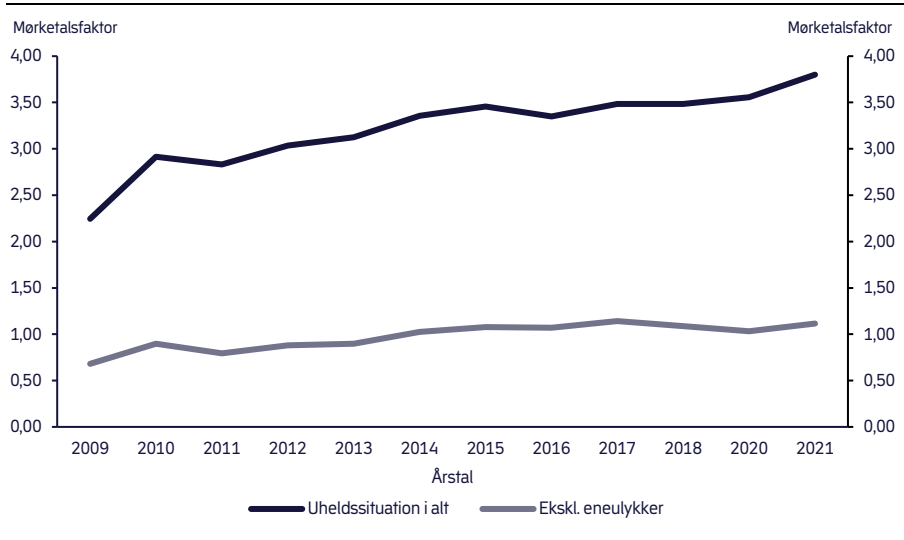
Anm: Mørketalsfaktorerne er bestemt som forholdet mellem antal alvorligt/lettere tilskadedekomne indberettet af sygehusene (MØRKE) og de indberettede af politiet (UHELD10) i alt.  
Kilde: DST (MØRKE, UHELD10).

De beregnede mørketal er baseret på alle uheld registreret i Landspatientregisteret – uanset transportform eller antal involverede. Hvis man imidlertid opdeler de alvorligt og lettere tilskadedekomne på enuehald og uheld med flere involveret bliver det tydeligt, at det særligt er enuehald, der er underrepræsenteret i politiets oplysninger og derfor har høje mørketal, jf. figur B2 og B3.

<sup>39</sup> Christian Kronborg og Kristian Kidholm (1998): "Undersøgelse af behandlingsomkostninger ved personskade med MAIS3+ ved trafikulykker", CHS Working Paper 1998:8.

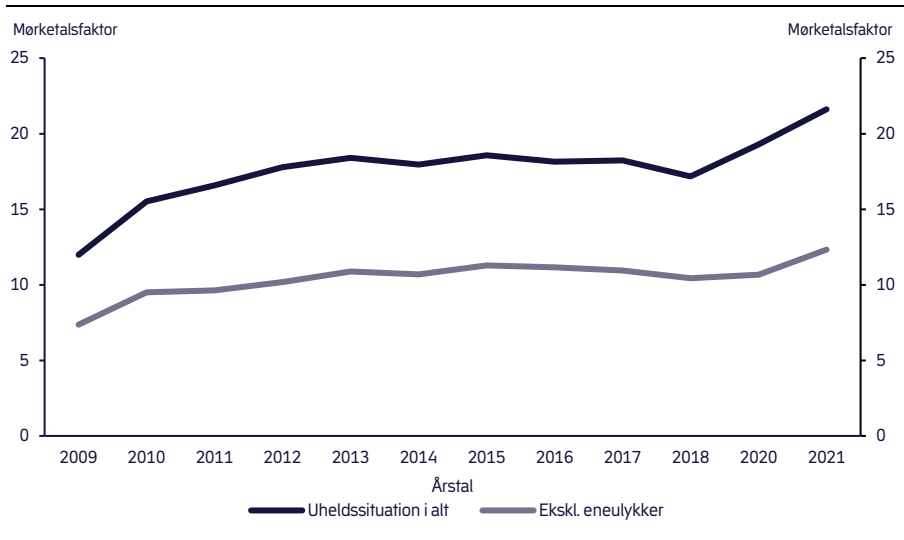


**Figur B2: Udvikling i mørketal for alvorligt tilskadekomne inkl. og ekskl. enuehald**



Anm: Mørketalsfaktorerne er bestemt som forholdet mellem antal alvorligt tilskadekomne indberettet af sygehusene (MOERKE) og de indberettede af politiet (UHELD10) i alt og ekskl. enuehald.  
 Kilde: DST (MØRKE, UHELD10).

**Figur B3: Udvikling i mørketal for lettere tilskadekomne inkl. og ekskl. enuehald**



Anm: Mørketalsfaktorerne er bestemt som forholdet mellem antal lettere tilskadekomne indberettet af sygehusene (MOERKE) og de indberettede af politiet (UHELD10) i alt og ekskl. enuehald.  
 Kilde: DST (MØRKE, UHELD10).

Til brug for de marginale eksterne omkostninger vil det være at foretrække, hvis mørketallene kunne opdeles på transportform og skadesgrad. Det vil desuden være en fordel, hvis de kan opdeles på hhv. enuehald og uheld, hvor der er flere involveret. Baggrunden for dette er, at det ikke er alle typer af uheld, som har en (fuld) ekstern omkostning – f.eks. antages det, at velfærdstabt ved enuehald i bil er internaliseret i bilistens beslutning om at køre, mens dette ikke er tilfældet for systemomkostningerne.

Såfremt det ikke er muligt at opnå denne opdeling, bør det overvejes helt at undlade at korrigere for mørketallene. Det skyldes, at beregningen af den marginale eksterne omkostning ved uheld indeholder såvel positive som negative elementer og så længe summen er positiv vil den nuværende metode altid føre til en forhøjelse af den marginale eksterne omkostning. Hvis mørketallene imidlertid først og fremmest er knyttet til de elementer, som er negative, f.eks. enuehald for alvorligt tilskadekomne, vil den korrekte mørketalskorrektion kunne føre til

en reduktion af den marginale eksterne omkostning og ikke en forhøjelse, som den nuværende metode fører til, jf. tabel B9.<sup>40</sup>

En anden udfordring er, at omkostningerne for mørketalsuheldene kan være lavere end median- eller gennemsnitsomkostningerne for de politirapporterede uheld, idet de potentielt er mindre alvorlige. Dette gælder også "internt" i kategoriseringen i alvorlige og lettere skader. Problemstillingen gælder særligt for velfærdsomkostningerne. For systemomkostningerne er de for hovedparten af omkostningerne medtaget, idet de er beregnet ud fra hospitalernes faktiske udgifter. Dette gælder dog ikke for uheld, hvor de involverede, kun har været i kontakt med vagt- eller praktiserende læge. Disse er hverken inkluderet i selve mørketallet eller i omkostningerne.

På baggrund af ovenstående overvejelser omkring mørketal anbefales det, at der på kort sigt anvendes de gamle mørketal fra 1998, velvidende, at der dels er sket en udvikling i mørketallene, dels at de indeholder potentielle uheld, som er irrelevante for de marginale eksterne omkostninger og at det derfor kan medføre en overvurdering af den marginale eksterne omkostning ved uheld. Baggrunden for denne anbefaling er, at det påtænkes at opdatere de marginale eksterne omkostninger for uheld i løbet af 2024/2025. Dette inkluderer også en revidering af og anvendelse af mørketallene.

## Bilag 9: Antagelser vedr. udregning af afgift pr. km

Antagelserne for en "gennemsnitsbil" er præsenteret i tabel B11.

Tabel B11: Antagelser vedr. "gennemsnitsbil" i 2023 og afgifter			
2024-priser	Benzin	Diesel	El
<b>Antagelser vedr. karakteristika ved "gennemsnitspersonbil"</b>			
Brændstoffeffektivitet, km/l <sup>1)</sup>	18,2	19,1	5,9 km/kWh
Drivhusgasudledning, g. CO <sub>2</sub> pr. km	127	135	0
Levetid, år	15	15	15
Årskørsel, km pr. år	13.400	22.300	13.400
Samlet kørsel, km	201.000	334.500	201.000
<b>Antagelser vedr. afgifter</b>			
Registreringsafgift, kr.	117.000	244.500	12.800
Ejerafgift, kr. pr. år <sup>2)</sup>	1.430	4.675	780
Afgift af ansvarsforsikring, kr. pr. år	500	500	500
Afgift brændstof, kr. pr. l.	5,11	3,55	0,25 kr./kWh <sup>3)</sup>
- heraf CO <sub>2</sub> -afgift, kr. pr. l.	0,42	0,48	-
- heraf energiafgift, kr. pr. l.	4,67	3,06	0,4 øre/kWh <sup>3)</sup>
Realrente	2,7 pct.	2,7 pct.	2,7 pct.
Anm. 1) Brændstoffeffektiviteten afspejler det wtp-målte forbrug og realitetskorrigeres i beregningerne for at afspejle det faktiske forbrug			
2) For dieselmotorer er ejerafgiften inkl. udigningsafgift.			
3) Elafgiftsats er proces-sats på 0,4 øre/kWh for el til opladning samt eltarif på 0,25 øre/kWh.			
Kilde: Skatteministeriet			

<sup>40</sup> Den negative risikoelasticitet betyder at en stigning i trafikarbejdet på 1 pct. nedsætter risikoen for en given ulykke med 0,34 pct. – dvs. når der køres mere, reduceres risikoen (både for bilisten selv og for andre). Men da det er en procentvis reduktion i ulykkerne, som elasticiteten er et udtryk for, vil en ændring i antallet af ulykker (når der f.eks. korrigeres for mørketal) også bevirke en større reduktion i antallet af ulykker, når der køres en ekstra km. Derved bliver gevinsten ved den ekstra km større end ved en situation med færre ulykker (f.eks. uden mørketal).

**Antagelser vedr. "gennemsnitspersonbilen"**

Brændstoffeffektiviteten, registreringsafgift og ejerafgift for benzin- diesel og elbiler er udregnet som et vægtet gennemsnit af det forventede salg af nye personbiler i 2023. Det er baseret på det faktiske salg af nye personbiler i 2022, der på baggrund af forudsætningerne i KF23 er fremskrevet til 2023. På baggrund af oplysninger fra Danmarks Statistik er årskørslen for benzin- og elbiler forudsat til at være ca. 13.400 km, mens årskørslen for dieselbiler er fastsat til ca. 22.300 km. Tilsvarende er levetiden på baggrund af oplysninger fra Danmarks Statistik forudsat at udgøre 15 år.

Med udgangspunkt i ovenstående kan man herefter beregne afgifterne pr. km efter samme metode, som anvendt i DØR (2013), jf. tabel B12.

**Tabel B12: Afgift pr. km for "gennemsnitsbiler" i 2023**

Kr. pr. km - 2024-priser	Benzin	Diesel	EI
Registreringsafgift <sup>1)</sup>	0,71	0,89	0,08
Ejerafgift	0,11	0,21	0,06
Ansvarsforsikringsafgift	0,45	0,30	0,07
Brændstofafgifter <sup>2)</sup>	0,04	0,02	0,04
<b>Samlet afgift</b>	<b>1,30</b>	<b>1,42</b>	<b>0,24</b>

Anm. 1) Registreringsafgiften er delt ud på forventet levetid en annuitet.

2) Brændstofafgifterne er opgjort inkl. moms.

Kilde: Skatteministeriet

**Tabel B12: Afgift pr. km for "gennemsnitsbiler" i 2023**

Kr. pr. km - 2024-priser	Benzin	Diesel	EI
Registreringsafgift <sup>1)</sup>	0,71	0,89	0,08
Ejerafgift	0,11	0,21	0,06
Ansvarsforsikringsafgift	0,45	0,30	0,07
Brændstofafgifter <sup>2)</sup>	0,04	0,02	0,04
<b>Samlet afgift</b>	<b>1,30</b>	<b>1,42</b>	<b>0,24</b>

Anm. 1) Registreringsafgiften er delt ud på forventet levetid en annuitet.

2) Brændstofafgifterne er opgjort inkl. moms.

Kilde: Skatteministeriet