

Samfundsøkonomiske vurderingsmetoder for politiske styringsmidler i transportsektoren

Niels Buus Kristensen, COWI¹

Abstract: *The Danish Ministry of Transport has carried out a project with the purpose of investigating the potential for and the social costs of implementing various policy measures in order to reduce the total emissions of CO₂ from the transport sector in Denmark. The overall objective has been to improve the basis for policy decisions in the efforts to fulfil the national target for reduction of the CO₂-emissions from the transport sector. This has been achieved by calculating estimates of the social costs for a long list of potential policy measures.*

This paper focuses on the developed method for calculation of the social costs related to the implementation various policy measures such as taxes and other economic instruments, investments, technology improvements and regulations. The approach is based on (partial) welfare economics and takes into account a wide range of cost elements, not just investment and operating costs but also consumer surplus losses and gains as well as a first attempt to estimate the external costs per vehicle kilometre arising from infrastructure use, congestion, accidents, air pollution and noise.

Indledning

I dette indlæg præsenteres den metode, der er anvendt ved opgørelsen af de samfundsøkonomiske omkostninger i forbindelse med Trafikministeriets arbejde "CO₂-reduktioner i transportsektoren"². Formålet med arbejdet har været at analysere alternative styringsmidlers reduktionspotentialer og samfundsøkonomiske omkostninger med henblik på at kunne nedbringe transportsektorens CO₂-udslip gennem omkostningseffektive tiltag. Der er indledningsvist opstillet et "bruttokatalog" over styringsmidler, hvorefter der er foretaget konsekvensanalyser af størsteparten, og de væsentligste, af disse ca. tredive styringsmidler.

Et centralt element i analyserne har været at sammenligne omkostningerne på tværs af styringsmidlerne. Der er derfor tilstræbt at anvende en metode, der på konsistent vis medtager de samme typer af omkostninger, uanset om der er tale om eksempelvis investeringer i energibesparende teknologier, afgiftsforøgelser eller lovgivningskrav om iblanding af biobrændstoffer i benzinen.

I sammenligningen mellem alternative tiltag er der valgt at tage udgangspunkt i begrebet omkostningseffektivitet. Der foretages en opgørelse af de samlede nettoomkostninger, dvs. omkostninger fratrukket eventuelle gevinster *bortset* fra CO₂-reduktionen, som divideres med den beregnede CO₂-reduktion ved styringsmidlet. De resulterende enhedsomkostninger pr. ton CO₂ kan betragtes som en *skyggepris* for de CO₂-gevinster, der opnås ved gennemførelsen af det pågældende styringsmiddel. Skyggeprisen kan danne grundlag for sammenligning af omkostningerne på tværs af styringsmidlerne med henblik på at minimere de samfundsøkonomiske omkostninger ved en givet reduktionsmålsætning.

¹ Parallelvej 15, DK-2800 Lyngby, Tlf.: +45 45 97 22 12, Fax: +45 45 97 22 12, e-mail: nbu@cowi.dk

² Resultaterne fra projektet er præsenteret i det foregående indlæg "Samfundsøkonomisk prioritering af CO₂-tiltag i transportsektoren" v. Michael Soetman, Trafikministeriet.

For stort set alle de analyserede styringsmidler vil såvel omkostninger som CO₂-effekter strække sig over længere perioder. Konsekvensberegningerne for alle styringsmidler foretages for den langsigtede effekt i forhold til et fælles basisscenarie, der skal illustrere den fremtidige udvikling med uændret politik. Som basisscenarie er benyttet det 'Referencescenarie' for transportsektorens udvikling frem til 2005, som blev opstillet i forbindelse med udarbejdelsen af Regeringens plan 'Trafik 2005', og som er dokumenteret i 'Transportsektorens miljøbelastning' fra Trafikministeriet 1994. Alle beløb opgøres i 1995-prisniveau. Endelig diskonteres såvel CO₂-effekten som alle øvrige gevinster og omkostninger med en kalkulationsrente på 5%, som også benyttes af Energistyrelsens opgørelser for energisektoren.

Problemstillinger i transportsektoren

Ovenstående overordnede principper for sammenligning af alternative tiltag er grundlæggende baseret på den tilgang, som anvendes af Energistyrelsen. Af to grunde er det imidlertid fundet nødvendigt at foretage modificeringer og udbygninger i forhold til Energistyrelsens metode:

For det første er metoden ikke direkte anvendelig til omkostningsberegninger ved analyser af afgiftsændringer, idet omkostningerne her ikke umiddelbart kan beregnes som prisen på medgåede varer og tjenester. Omkostningerne må i stedet medtages i form af tabt konsumentoverskud ud fra en velfærdsøkonomisk betragtning.

For det andet er der en række specielle vanskeligheder, der i særlig grad gør sig gældende i transportsektoren:

Selve produktionsomkostningerne udgør kun en del af de samfundsøkonomiske omkostninger, der er forbundet med transport. En meget betydelig del af de samlede omkostninger består af de tidsomkostninger, som den enkelte trafikant oplever, og af eksterne omkostninger for samfundet som helhed i form af ulykker, luftforurening, infrastrukturslid mv. Yderligere er transport ikke blot et spørgsmål om at komme fra A til B inden for en bestemt tid. Kvalitetsparametre så som komfort, fleksibilitet, sikkerhed er centrale faktorer i valget af transportform. Opgørelse af disse former for omkostninger kræver en analytisk værdisætning, idet de ikke betales på et marked, og der derfor ikke umiddelbart kan observeres en markedspris for deres værdi.

Mens energibesparelser via teknologiske forbedringer er den dominerende form for energibesparelser i energisektoren, handler det i transportsektoren i lige så høj grad om at få folk til at begrænse deres transportomfang eller varetage deres transportbehov på en anden, mindre energikrævende måde. Adfærdspåvirkninger er således et vigtigt element i de fleste af de styringsmidler, der er relevante for reduktion af CO₂-udslippet i transportsektoren. Inden for energisektoren inddrages tiltagenes adfærdspåvirkninger typisk ikke, idet disse vurderes at være af mindre betydning.

Forskellen kan illustreres med følgende eksempel: Ved en given forbedring af personbilernes brændstoffektivitet vil den direkte energibesparelse i betydeligt omfang blive modvirke af, at bilisterne vil køre mere, fordi det nu koster mindre pr. km. Tilsvarende kan en forbedring af køleskabenes energieffektivitet give anledning til, at husholdningerne anskaffer flere køleskabe, men denne tendens vil antageligt være af væsentlig mindre betydning i forhold til energibesparelsen for de eksisterende køleskabe.

Når adfærdseffekterne inddrages, kan man ikke længere regne i faktorpriser og se bort fra afgifterne som værende blot transfereringer, hvor de omkostninger, som afgiften pålægger forbrugerne, modsvares af en tilsvarende gevinst for skatteborgerne.

Afgifterne betyder, at Markedspriserne på transport afspejler forbrugernes betalingsvilje for ydelserne, men afgifterne betyder, at faktorpriserne repræsenterer de direkte produktionsomkostninger, der er medgået i produktionen af transportydelserne. Kun hvis afgifterne præcis afspejler de marginale eksternalitetsomkostninger, kan markedspriserne benyttes som et udtryk for de *samlede* samfundsøkonomiske omkostninger ved transporten. I praksis er dette imidlertid ikke tilfældet, hverken for niveauet eller strukturen i afgifterne. Dette får stor betydning, når man ikke kan se bort fra adfærdsendringerne, idet de samfundsøkonomiske omkostninger i så fald afhænger af afgifternes størrelse i udgangssituationen. Denne problemstilling får særlig stor betydning i transportsektoren, der i endnu højere grad end energisektoren er præget af, at der allerede i dagens situation er pålagt høje afgifter på køb og brug af transportmidler.

Afgifters indflydelse på omkostningerne

Problematikken og den valgte løsningsmetode illustreres bedst ved et eksempel. Antag, at der gennemføres en forøgelse af brændstofafgifterne med henblik på at reducere CO₂-udslippet via en begrænsning af bilkørslen. For enkelheds skyld antages, at benzinen har en produktionspris på 2 kr pr. liter, og at afgiften øges fra 3 til 4 kr/l, og der ses i første omgang bort fra eksternalitetsomkostningerne.

Ses der indledningsvist bort fra ændringen i efterspørgslen efter benzin, betaler forbrugerne nu 1 kr mere pr. liter. Det samme beløb tilfalder i første omgang staten, som imidlertid antages at neutralisere provenustigningen gennem nedsættelse af andre skatter. Tabet for benzinformbrugerne opvejes således af en tilsvarende gevinst for andre forbrugere til gode. Der vil således samlet hverken være tale om samfundsøkonomiske omkostninger eller en CO₂-gevinst, men blot en omfordeling mellem forbrugerne.

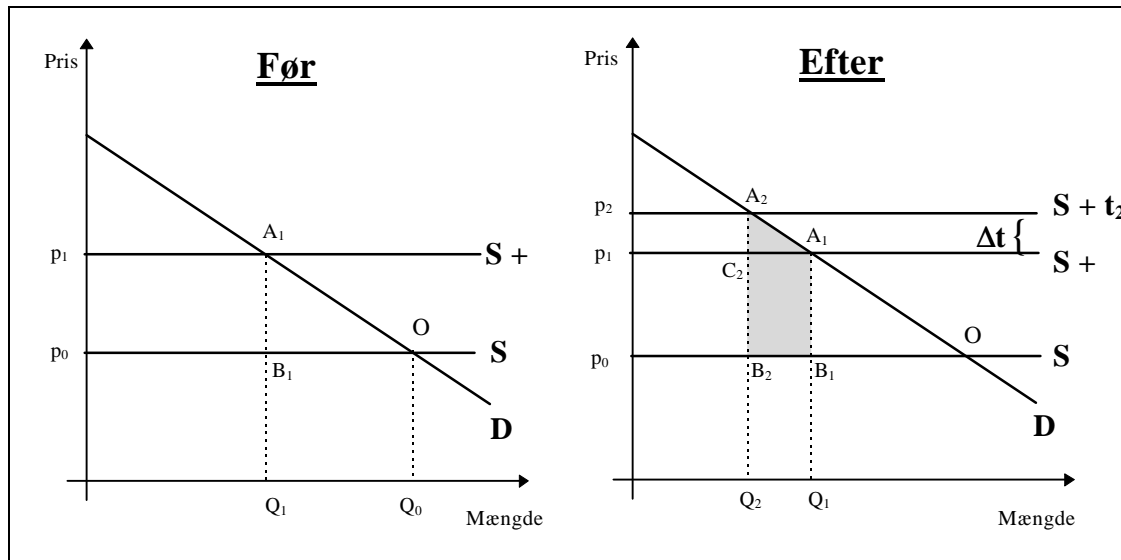
CO₂-gevinsten opstår ved at forbruget af benzin falder, hvilket beror på, at nogle forbrugere ikke er villige til at betale 6 kr/l for den benzin, der bortfalder men kun de 5 kr/l, som var prisen før afgiftsstigningen. I gennemsnit antager vi derfor, at forbrugernes betalingsvillighed for den benzin, der bortfalder, i gennemsnit er 5½ kr/l, mens de før kun betalte 5 kr/l, som de nu sparer. Forskellen på ½ kr/l er forbrugernes velfærdstab ved forbrugsnedgangen. Denne omkostning, der kaldes det tabte *'konsumentoverskud'* (eng.: 'consumer surplus') gør sig gældende, uanset om der er tale om en afgiftsstigning eller en forøgelse af producentprisen.

Forbrugerne mister ligeledes 1 kr/l på den benzin, de fortsat køber. Men dette tab opvejes som ovenfor af en tilsvarende provenustigning for staten, hvorimod det ved en forøgelse af producentprisen ville være reelle samfundsøkonomiske omkostninger.

Staten mister derimod et afgiftsprovener på 3 kr/l fra den bortfaldne forbrug af benzin, som altså ikke opvejes af en tilsvarende gevinst for forbrugerne. En anden fortolkning af dette tab er, at forbrugerne tidligere kun beslaglagde produktionsressourcer for 2 kr men betalte 5 kr for hver liter benzin. For hver liter benzin, der spares væk, køber de noget andet, som beslaglægger produktionsressourcer for 5 kr. Før og efter opnår de nytte for 5 kr men i sidstnævnte tilfælde koster det samfundet 3 kr mere at producere goderne.

Med de valgte taleksempler får vi altså et samlet samfundsøkonomisk tab på 3,50 kr/l, som kan tolkes som et udtryk for afgifternes forvriddende effekter i forhold til en økonomisk efficient resourceallokering.

I Figur 1 er foretaget en mere generel præsentation af den samme problemstilling, stadig uden inddragelse af eksternaliteter og andre markedsimperfektioner. Figuren viser sammenhængen mellem pris og efterspørgsel hhv. udbud af en vare, i eksemplet benzin eller trafikarbejde med personbil.



Figur 1: Velfærdstab ved forøgelse af en afgift

Under fravær af markedsimperfektioner kan efterspørgsels- (D-) og udbudskurven³ (S-) antages at afspejle henholdsvis den marginale nytte for forbrugerne og de marginale samfundsøkonomiske omkostninger. Skæringspunktet mellem udbuds- og efterspørgselskurven, punktet O i venstre diagram, udgør med andre ord den samfundsøkonomiske optimale situation.

'Konsumentoverskuddet' uden en afgift udgøres af arealet af den trekant under D-kurven, der afgrænses af 2.-aksen, og linestykket p_0O .

I en situation med en afgift på t_1 parallelforskydes udbudskurven op til $S+t_1$, og markedsligevægten forskydes til A_1 med mængden Q_1 . Forbrugerne betaler da ligevægtsprisen p_1 pr. enhed, og staten inkasserer afgiften $Q_1 t_1$, mens producenterne stadig opnår prisen p_0 . *Nettovelfærdstab* svarer da til arealet af trekanten ΔOA_1B_1 , idet tabet svarende til arealet af rektanglet: $\dot{y} p_1 A_1 C_1 p_0$ (for forbrugerne) modsvares af statens afgiftsprovener⁴.

³ Udbudskurven antages for enkelhedens skyld at være vandret, hvilket dog ikke påvirker resultaterne. Den mere generelle situation med stigende udbudskurve er beskrevet i Arbejdsnotatet "Samfundsøkonomisk omkostningseffektivitet i transportsektoren", COWI 1996.

⁴ Havde der i stedet for en afgiftsstigning været tale om en situation med en reel stigning i produktionsomkostningerne på t_1 pr. enhed, ville de samlede samfundsøkonomiske omkostninger ikke være t_1 gange Q_0 , men derimod kun t_1 gange Q_1 plus $\frac{1}{2} t_1$ gange $Q_1 - Q_2$, svarende til trekanten ΔOA_1B_1 , idet forbrugerne tilpasser deres transportomfang som følge af omkostningsstigningen. En effekt der ofte negligeres i forbindelse med samfundsøkonomiske betragtninger.

Går vi herefter over til at se på velfærdstabt ved en forøgelse af afgiften fra t_1 til t_2 er situationen illustreret i det højre diagram i Figur 1. Udbudskurven forskydes atter opad med t_2 og markedsligevægten findes nu i punktet A_2 . Parallelt med før bliver det samlede velfærdstab nu lig arealet af trekant ΔA_2OB_2 i forhold til situationen *uden afgifter*. Omkostningerne ved afgiftsstigningen er derfor forskellen i forhold til situationen før forøgelsen, dvs. arealet af trapezoiden $A_2A_1B_1B_2$.

Omkostningerne kan underopdeles i forbrugertabet $\Delta A_2A_1C_2$ og det mistede afgiftsprovenu $\ddot{y}C_2A_1B_1B_2$. Skatteyderne vinder endvidere et afgiftsprovenu svarende til rektanglet $\ddot{y}p_2A_2C_2p_1$, som imidlertid modsvares af tilsvarende forbrugertab ved en nettoberegning af de samfundsøkonomiske omkostninger.

Det skraverede areal $A_2A_1B_1B_2$, er således *nettovelfærdstabt* for forbrugere og skatteborgere ved *forøgelsen* af afgiften.

Som en rimelig approximation antages, at efterspørgsels- og udbudskurven er rette linier inden for det betragtede område, hvorved vi på enkel vis kan beregne de samfundsøkonomiske omkostninger som arealet af trapezoiden ($\frac{1}{2}$ gange summen af siderne - hhv t_1 og t_2 - ganget med 'højden', dvs. Q_1 minus Q_2): $\frac{1}{2} (t_1 + t_2) (Q_1 - Q_2) = (t_1 + \frac{1}{2}\Delta t) (-\Delta Q)$, hvor $\Delta t = t_2 - t_1$ og $\Delta Q = Q_2 - Q_1$ er ændringen i hhv. afgiften og efterspørgslen efter varen. De samfundsøkonomiske omkostninger afhænger altså ikke alene af *afgiftstigningens* størrelse, men også af afgiftens størrelse i udgangssituationen.

Hidtil har der for enkelheds skyld været set bort fra eksternaliteter. Det antages i det følgende, at de marginale eksternalitetsomkostninger kan opgøres til 'e' (pr. km) inden for de ændringer, der betragtes. Den samlede ændring i eksternalitetsomkostningerne kan følgelig beregnes til $e \Delta Q$, som altså vil være negativ, da eksternalitetsomkostningerne falder.

Resultatet fra ovenstående eksempel kan derfor generaliseres til følgende:

De samfundsøkonomiske omkostninger opgøres som summen af	
• Efterspørgselsændringen gange den oprindelige afgift tillagt halvdelen af afgiftsstigningen:	$-\Delta Q (t_1 + \frac{1}{2}\Delta t)$
• Ændringen i eksternalitetsomkostningerne:	$\Delta Q e$

Ofte vil det imidlertid være formålstjenligt at opgøre det første punkt som *bruttovelfærdstabt*, dvs. opdelt på forbrugere og stat, hvorved skatteborgernes velfærdsgevinst/-tab opgøres som samlede ændring i afgiftsprovenuet for staten, mens øgede/formindskede forbrugerpriser som følge af de ændrede afgifter medregnes som tab/gevinst for forbrugerne. I relation til Figur 1 betyder det, at arealet af $\ddot{y}p_2A_2C_2p_1$ der kan beregnes som $Q_2 \Delta t$, medtages både som et tab for forbrugerne og en gevinst i form af et øget provenu for staten.

I en sådan **bruttoopgørelse** kan der altså opdeles på tre typer af omkostninger, hvor summen af de to første naturligvis stadig svarer til første punkt i den ovenstående opgørelsesmåde:

- **Ændringen i konsumentoverskud, inkl. afgiftsændringer**
- **Ændringen i statens nettoprovenu**
- **Ændringen i eksternalitetsomkostningerne**

Under ændringen i statens afgiftsprovenu skal tillige medregnes afledte effekter i form af ændringer i provenuet fra andre afgifter i transportsektoren. Eksempelvis vil en forøgelse af brændstofafgifterne give anledning til et reduceret provenu fra registreringsafgiften som følge af et afledt fald i bilsalget.

Derimod tages der ikke højde for, at et øget/mindsket afgiftsprovenu eventuelt vil kunne anvendes til at nedsætte hhv. nødvendiggøre en forøgelse af forvridende skatter på andre markeder, eksempelvis arbejdsmarkedet. Herved vil omkostningerne ved forøgelse af afgifterne i transportsektoren formentlig blive undervurderet. På den anden side inddrages heller ikke den afledte forøgelse af CO₂-udslippet i andre sektorer, der vil følge af forbrugsskiftet væk fra transport og nedsættelsen af andre skatter. Der er således tale om en partiel sektorbetragtning, hvor der ikke inddrages afledte effekter i andre sektorer, hverken forøgelse af CO₂-udslip eller velfærdsgevinster ved nedsættelse af forvridende afgifter.

Opgørelse af eksternalitetsomkostninger

I det foregående er de samfundsøkonomiske omkostninger ved et givet styringsmiddel opgjort uden stillingtagen til, hvorledes eventuelle eksternalitetsomkostninger konkret kan opgøres. I en tænkt situation, hvor alle afgifter i udgangssituationen præcist afspejlede eksternalitetsomkostningerne, ville disse kunne betragtes som internaliserede via afgifterne. I den samfundsøkonomiske omkostningsopgørelse kunne afgifterne i så fald indgå på lige fod med de øvrige privatøkonomiske omkostninger ved produktionen, og deres forvridende effekter ville bortfalde.

Da overensstemmelsen mellem afgiftsstruktur og eksternalitetsomkostninger ikke kan siges at være til stede i praksis, må der derfor i stedet foretages en separat opgørelse af afgiftsændringernes effekt på forbrugere og skatteborgere på den ene side, jvf. det ovenstående afsnit, og deres effekt på eksternalitetsomkostningerne for samfundet som helhed på den anden.

Det er på forhånd klart, at det er uhyre vanskeligt at foretage en pålidelig opgørelse af transportens eksterne effekter, endsiige en omkostningsopgørelse i kroner og øre. På den anden side er der klart en tendens til at disse svært-kvantificerbare omkostninger ikke får tilstrækkelig vægt i den efterfølgende anvendelse af analyserne, hvis de ikke inddrages eksplicit, men kun nævnes som forbehold i præsentationen af den samlede (partielle) omkostningsopgørelse.

Som konsekvens heraf er der gjort et forsøg på at opgøre dele af eksternalitetsomkostningerne i økonomiske termer. I erkendelse af, at resultaterne er behæftet med en betydelig grad af ikke-kvantificerbar usikkerhed og skønnede værdier, vil resultaterne blive repræsenteret i form af et interval, der dækker over et lavt og et højt skøn, i stedet for et middelskøn.

Afgrænsning

Selvom der således vil blive medtaget en række centrale eksternalitetsomkostninger i økonomiske størrelser er det dog erkendt, at ikke er muligt at kvantificere og værdisætte alle de eksternalitets-

omkostninger, der er forbundet med transportsektoren. I nedenstående tabel er der skelnet mellem de effekter, der er set bort fra, og de effekter der, i hvert fald delvist, er søgt værdisat.

Tabel 1 Oversigt over værdisatte og udeladte eksternalitetseffekter i transportsektoren

Værdisatte eksterne effekter	Udeladte eksterne effekter
<ul style="list-style-type: none">• Uheld• Støj• Luftforurening (ekskl. CO₂)• Infrastrukturelid• Trængsel	<ul style="list-style-type: none">• Forbrug af udtømmelige ressourcer• Barriereeffekt og utryghed• Vand- og jordforurening• Visuelle gener

Det er således langt fra alle de eksterne effekter, der er inddraget, og for især støj og luftforurening er opgørelsen ikke fuldstændig. Det vurderes dog, at de medtagne effekter repræsenterer størstedelen af de eksterne omkostninger fra transport.

Opgørelsesprincipper

I det følgende gives en kort beskrivelse af opgørelsesprincipperne for eksternalitetsomkostningerne. I beregningen af et styringsmiddels konsekvenser i form af eksternalitetsomkostninger tages der udgangspunkt i en opgørelse af de marginale eksternalitetsomkostninger pr. km. På basis heraf kan de samlede eksternalitetsomkostninger opgøres ud fra ændringerne i trafikarbejdet.

Opgørelsen af de marginale eksternalitetsomkostninger pr. km følger i princippet den samme fremgangsmåde for hver type eksternalitet og kan sammenfattes i følgende trin:

- Definition og afgrænsning
- Kvantificering i fysiske termer
- Opstilling af sammenhæng mellem trafikomfang og den fysiske effekt
- Estimation af en pris pr. fysisk enhed
- Beregning af de marginale omkostninger pr. km for hver køretøjskategori
- Differentiering i enhedsomkostninger for land og by

Udgangspunktet for opgørelsen er dagens situation. Da de beregnede eksternalitetsomkostninger principielt skal afspejle situationen i 2005, er der for hver eksternalitet foretaget en "fremskrivning" til dette tidspunkt ud fra de forventede ændringer i trafikarbejdet.

Eksternalitetsomkostningerne opgøres for fire køretøjstyper: personbiler, varebiler, lastbiler og busser samt for cykler/knallerter. For cykler/knallerter regnes kun med uheldsomkostninger. For de øvrige transportformer udenfor vejsektoren medregnes typisk kun luftforurening, som vil blive baseret på gennemsnitlige emissionsfaktorer. De samlede luftforureningsomkostninger for disse transportformer opgøres herefter ved brug af beregnede enhedsomkostninger i form af kr/kg.

Infrastruktur

For både trængsel og infrastruktur er metoden til beregning af de marginale eksterne omkostninger baseret på de offentlige udgifter til vedligeholdelse og udbygning af vejnettet.

De marginale eksterne trængselsomkostninger består af den øgede transporttid, som *andre* bilister påføres, ved at deres rejsehastighed falder, når der opstår kapacitetsproblemer i vejnettet. Da der ikke foreligger opgørelser af trængselsomkostningerne, er det i stedet valgt at tage udgangspunkt i et et groft skøn over forebyggelsesomkostningerne, som er estimeret ved en opgørelse af omkostningerne til imødekomme behovet for øget vejkapacitet, som følge af forøgelsen af trafikomfanget. I praksis er anvendt de gennemsnitlige årlige omkostninger til nyanlæg over ti-årsperiode med forrentning og afskrivning på hhv. 5% og 2½% p.a. Metoden forudsætter stærkt simplificerende, at nyanlægene i perioden præcis modsvarer det trafikskabte behov for kapacitetsudvidelse uden forbedring af den gennemsnitlige kvalitet af infrastrukturen.

Infrastrukturslidet er opgjort som de årlige vedligeholdelsesudgifter. Da der er tale om en lang sigtsbetragtning, hvor kapaciteten kan tilpasses trafikomfanget, betragtes samtlige vedligeholdelsesomkostninger som variable. Disse er herefter fordelt på køretøjerne efter antal kørte kilometer, hvor der tages højde for at slid på belægningen afhænger af køretøjernes størrelse.

Ulykker

Eksternalitetsomkostninger ved uheld er opgjort ud fra gennemsnitsbetragtninger for de samfundsøkonomiske omkostninger, der er forbundet med uheldsrisikoen pr. km ved øget kørsel. En del af disse omkostninger skal imidlertid ikke medtages i de eksterne omkostninger, idet den egenrisiko som personer *selv* påtager sig ved at bevæge sig ud i trafikken er en intern omkostning, der indgår i vedkommendes valg af transportomfang og transportform. Dette gælder imidlertid ikke for den øgede risiko, som man påfører andre ved sin trafikale adfærd. I eksternalitetsomkostningerne ved uheldsrisikoen ved øget kørsel opgøres således kun velfærdstabt ved skader for en eventuel *modpart*. Endvidere betragtes alle de offentlige udgifter ved et uheld som eksternalitetsomkostninger, dvs. både udgifter ved skader på personer i vedkommende køretøj samt en eventuel modpart, eftersom disse omkostninger netop bæres af det offentlige.

Baseret på uheldsstatistikken fra Danmarks Statistik er der beregnet egen og modpart skadesrisici pr. km for alle køretøjskategorier. Disse risici pr. km er herefter ganget med beregnede omkostninger pr. skadestype baseret på Vejdirektoratets enhedspriser, hvori indgår et estimat for trafikanternes villighed til at betale for nedsat skadesrisiko.

Luftforurening

Luftforurening er her afgrænset til de lokale og regionale effekter af følgende stoffer: NO_x, HC (VOC), SO₂, CO og partikler. Luftforurening er den af de medtagne eksternaliteter, der er vanskeligst at vurdere skadesomkostningerne ved. Derfor er der i det følgende valgt at basere luftforureningsomkostningerne på en indirekte bestemt politisk betalingsvilje i form af beslutningen om indførelse af katalysatorer på personbiler. Den således opgjorte politiske betalingsvilje altså hverken dækker over skadesomkostningerne eller de faktiske forebyggelsesomkostninger men er baseret på de daværende forventninger til omkostningerne.

Beregningsteknisk er omkostningerne pr. gram af de enkelte stoffer opgjort ud fra den daværende vurdering af omkostningerne pr. bil divideret med den samlede (skadelighedsvægtede) reduktion i

emissionerne i katalysatorens levetid. Omkostningerne pr. km er herefter baseret på de forventede emissionsfaktorer for de fire køretøjstyper i 2005.

Støj

Beregningsen af støjomkostningerne tager udgangspunkt i Danmarks Statistiks publicerede tal for antallet af støjbelastede boliger samt antagelser om, hvorledes øget trafik påvirker støjniveauet. Enhedsomkostningerne for støj er i hovedtræk opstillet på baggrund af de støjbelastede individers betalingsvillighed for at undgå støj. Betalingsvilligheden er estimeret ud fra husprisernes variation med støjniveauet.

Marginale eksternalitetsomkostninger pr. kørt kilometer

I dette afsnit præsenteres de samlede skøn over de marginale eksternalitetsomkostninger i form af omkostningerne pr. km ved øget kørsel for vejtransportens transportmidler, dvs. opdelt på personbiler, varebiler, lastbiler, busser og cykler/knallerter. Det er klart, at der også inden for disse kategorier vil være store variationer afhængigt af de konkrete forhold, som kørslen udføres under. Men i det omfang de foretagne analyser kun giver resultater vedrørende generelle ændringer i trafikarbejdet for hver af disse transportmidler må gennemsnitsbetragtninger benyttes, jvf. Tabel 2. I det omfang, der foreligger mere detaljeret viden kan man eventuelt benytte opdelingen på land og by. Endelig kan man ved detaljeret viden ved meget specifikke projekter, hvor der foreligger selvstændige kvantificeringer af visse af eksternalitetseffekterne, eksempelvis antal dræbte og tilskadede, i stedet benytte disse opgørelser kombineret med enhedspriser for hver enkelt type af eksternalitet.

I relation til fortolkningen og anvendelsen af de nedenfor præsenterede skøn over de totale eksternalitetsomkostninger pr. km for de forskellige køretøjskategorier er det væsentligt at fremhæve en række forbehold og svagheder ved tallene. Opgørelserne skal således ses som et første bud på størrelsesordenen af eksternalitetsomkostningerne snarere end egentlige estimater, hvilket også indikeres af den store forskel mellem det høje og det lave skøn. I forlængelse heraf er der grund til at resumere en række forbehold ved opgørelserne.

For det første inkluderer tallene ikke en værdisætning af alle typer eksternaliteter fra transportsektoren. Bort set fra CO₂-effekten, som naturligvis ikke er medtaget, drejer det sig formentlig primært om visuelle gener i landskabet, barriereeffekter, forbrug af udtømmelige ressourcer, samt jord- og grundvandsforurening.

For det andet er der for nogle af de medtagne eksternaliteter kun foretaget en partiel opgørelse af omkostningerne. Det gælder særligt støjomkostningerne, hvor kun generne for boliger med høj støjbelastning er medregnet. Derimod er ikke medtaget stærk trafikstøj i forbindelse med arbejdspladser, daginstitutioner og andre opholdssteder eller svagere trafikstøj, som blot er generende gennem forstyrrelse af det generelle indtryk af fred og ro.

For det tredje skal man være opmærksom på, at anvendelsen af skadesomkostningsprincippet, som nærværende opgørelse primært har anvendt, kan give anledning til overvurdering af eksternalitetsomkostningerne, i det omfang den samme reduktion kunne have været opnået billigere ved et *alternativt* tiltag, som samtidig overflødiggøres ved implementering af det analyserede styringsmiddel.

Endelig er der foretaget opgørelse på henholdsvis et lavt og et højt skøn for enhedsomkostningerne af de pågældende eksternaliteter. Intervallet kan ikke opfattes som et egentligt usikkerhedsinterval, idet der kun er foretaget en skønsmæssig vurdering af et højt og et lavt skøn ud fra eksisterende alternative bud på enhedsomkostningerne af de pågældende eksternaliteter. Derimod er der ikke foretaget en vurdering af usikkerheden på kvantificeringen af de samlede eksternaliteter i fysiske størrelser. De nedenstående høj/lav-intervaller må derfor betragtes som et *minimumsskøn* for usikkerheden på opgørelsen af enhedsomkostningerne for de enkelte eksternaliteter, ligesom det ikke giver mening at benytte midtpunktet af intervallet som et middelskøn for omkostningerne.

Med disse meget stærke forbehold præsenteres nedenfor de beregnede skøn over de marginale eksternalitetsomkostninger pr. kørt km for de ovennævnte køretøjstyper og underopdelt på komponenter:

Tabel 2. Høje og lave skøn for de marginale eksternalitetsomkostninger opdelt på køretøjstyper. (kr/km).

(kr / km)	Personbil		Varebil		Lastbil		Bus		Cykel/Knallert	
	Lav	Høj	Lav	Høj	Lav	Høj	Lav	Høj	Lav	Høj
Infrastruktur	0.19	0.19	0.24	0.24	0.72	0.72	0.48	0.48	-	-
Støj	0.02	0.03	0.03	0.06	0.14	0.28	0.10	0.21	-	-
Luftforurening	0.03	0.04	0.03	0.06	0.18	0.30	0.25	0.41	-	-
Uheld	0.05	0.15	0.09	0.26	0.32	0.95	0.18	0.54	0.10	0.15
Ialt	0.29	0.41	0.39	0.62	1.36	2.25	1.01	1.64	0.10	0.15

Anmrkn.: Eksklusiv omkostninger i form af forbrug af udtømmelige ressourcer, visuelle gener, barriereeffekter og jord- og grundvandsforurening.

Det ses af tabellen, at de tunge køretøjer, lastbiler og busser, ikke uventet, giver anledning til klart de største eksternalitetsomkostninger pr. kørt km, uanset om man vælger at se på de høje eller de lave skøn. At der er en faktor 3 - 5 til forskel mellem det høje og lave skøn, illustrerer vanskelighederne ved at opgøre eksternaliteterne i økonomiske termer.

Omkostningerne i forbindelse med infrastruktur (herunder trængsel) og uheld er for alle køretøjer de væsentligste komponenter, idet det dog bør erindres, at luftforureningsomkostningerne er estimeret ud fra den afslørede politiske betalingsvillighed i form af kravet om katalysator på nye personbiler og derfor ikke er en opgørelse af skadesomkostningerne. For uheldsomkostningernes vedkommende er det bemærkelsesværdigt, at tallene for personbiler og cyklister/knallerter er af samme størrelsesorden⁵. Støj udgør generelt en lille andel af de samlede eksternalitetsomkostninger.

⁵ Medregnes de interne omkostninger, dvs. skaderne på hhv. bilisten og cyklisten selv, er omkostningerne ca. dobbelt så store pr. km for cyklisterne i f.t. bilisterne.