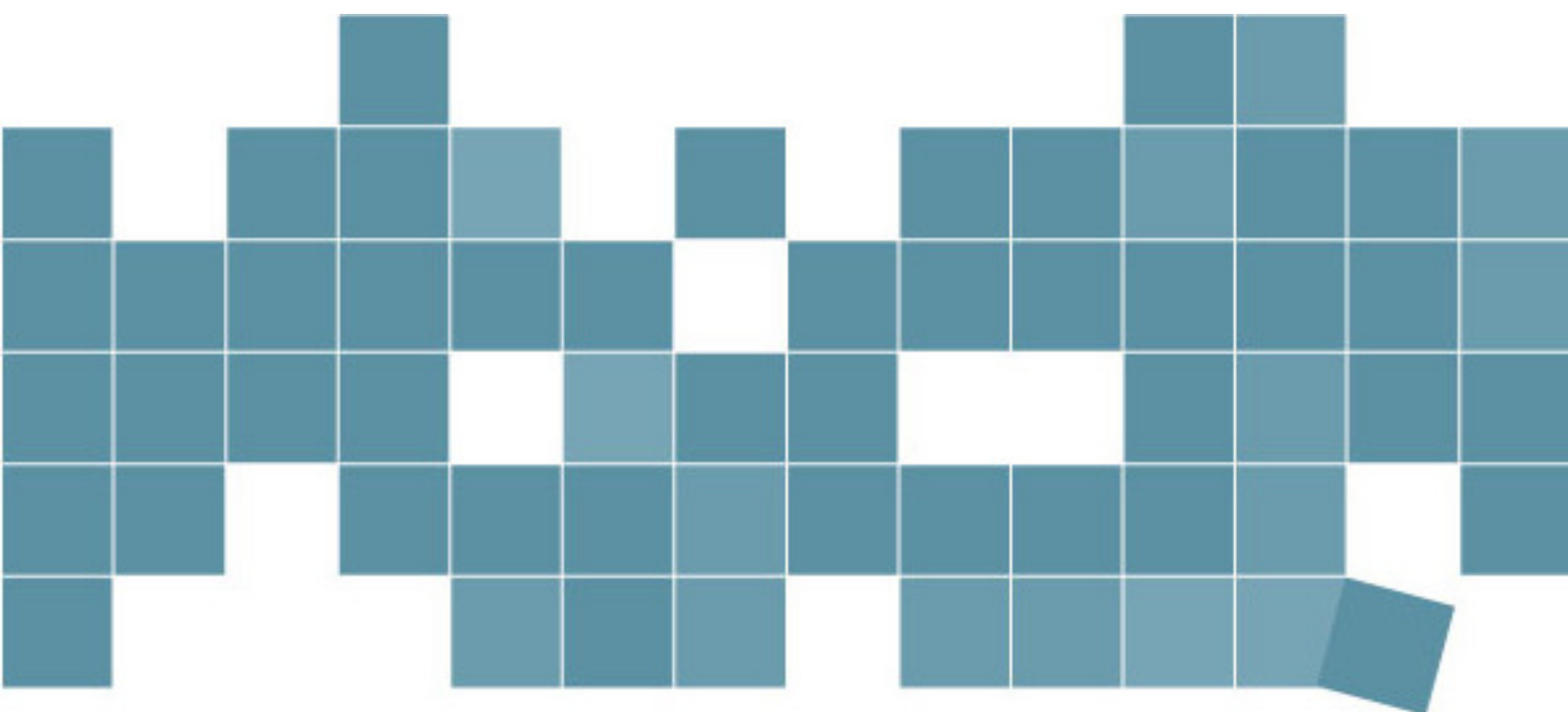


# Vägtrafikens externa effekter 2006





## Förord

SIKA fick i regleringsbrevet 2006 i uppdrag att redovisa beräkningar av trafikens externa effekter. Uppdraget redovisas genom föreliggande rapport.

Detta uppdrag har återkommit i SIKA:s regleringsbrev sedan flera år tillbaka, och redovisningarna har genom åren haft olika karaktär beroende på vilka nya uppgifter som framkommit under året. I år koncentreras redovisningen på vägtrafikens externa effekter. I föreliggande rapport sammanfattas tidigare gjorda beräkningar av vägtrafikens externa effekter samt ny kunskap och nya värderingar som tillkommit på senare tid. Rapporten innehåller även nya beräkningar av de externa effekternas internaliseringsgrad.

Ett annat viktigt underlag för årets redovisning är en rapport från VTI, som för närvarande är under slutjustering och kommer att publiceras av VTI under januari 2007.

Författare till föreliggande rapport har varit Gunnel Bångman, Göran Friberg, Michael Heen, Per-Ove Hesselborn och Petter Hill vid SIKA samt Lena Nerhagen, VTI, har medverkat med synpunkter på textutkast.

Stockholm i december 2006

Kjell Dahlström  
Generaldirektör

## Innehåll

1	Inledning.....	4
2	Nu gällande skattningar av marginalkostnader.....	6
3	Användning av infrastruktur.....	11
4	Trafikolyckor.....	15
5	Trafikbuller.....	19
6	Luftföroreningar, exklusive utsläpp av koldioxid.....	21
7	Utsläpp av koldioxid.....	30
8	Total marginalkostnad och internaliseringsgrad.....	32
9	Avslutande kommentarer.....	34
	Referenser.....	37

# 1 Inledning

**SIKA har ett uppdrag från regeringen**, sedan flera år tillbaka, att undersöka värderingsmetoder för samt analysera och sammanställa beräkningar av marginalkostnaderna för trafikens externa effekter. I regeringens uppdrag till SIKA ingår även att jämföra beräknade marginalkostnader för trafikens externa effekter med skatte- och avgiftsuttaget, d v s att beräkna den s k internaliseringsgraden.

Med trafikens externa effekter avses de effekter som trafikanterna åsamkar övriga samhället genom sitt utnyttjande av infrastruktur för transporter, men som inte utgör kostnader/intäkter för trafikanterna själva. De externa effekterna tas därför inte hänsyn till i privat- och företagsekonomiska kostnadskalkyler och vid trafikantens beslut om resor och transporter. Trafikanternas resor och transporter kan därför ha en omfattning och sammansättning som inte är den optimala ur samhällets synpunkt. En styrning av resor och transporter mot en mera samhällsekonomiskt effektiv struktur och omfattning kan göras via skatter och avgifter på resor och transporter. Om trafikanter åläggs skatter och avgifter som motsvarar storleken på de externa effekterna så kommer trafikanternas privatekonomiska res- och transportkostnadskalkyler att beloppsmässigt överensstämma med de samhällsekonomiska kostnadskalkylerna, d v s de externa effekterna har internaliserats. Trafikantens beslut om resor och transporter kommer i så fall att överensstämma med vad som är samhällsekonomiskt effektivt.

**Syftet med denna rapport** är att undersöka tre saker. För det första, om det för närvarande finns bättre och mer tillförlitliga skattningar av marginalkostnaderna än nu gällande värden. För det andra, om det finns anledning till och underlag för att differentiera marginalkostnaderna mer än vad som nu är fallet (hittills har beräkningarna differentierats med avseende på trafik i tätorter respektive landsbygd och med avseende på olika typer av fordon). För det tredje, hur internaliseringsgraden har utvecklats under senare år. **Rapporten har avgränsats** till att omfatta endast de externa effekterna av vägtrafik. Motsvarande undersökning för andra trafikslag kommer att göras senare.

**Marginalkostnaden, för trafikens externa effekter**, består av flera kostnadskomponenter som vanligtvis delas in i fyra olika kategorier, nämligen Infrastrukturkostnad, Olyckskostnad, Miljökostnad och Trafikantkostnad. Infrastrukturkostnaden består vanligtvis av kostnader för slitage och deformation av infrastrukturen (d v s kostnader för drift, underhåll och reinvestering), vilka i sin tur kan bestå av olika enskilda kostnadskomponenter för olika trafikslag. Olyckskostnaden består av den externa olyckskostnaden d v s den förväntade kostnaden för de olyckor och den olycksrisk som ett fordon utsätter andra trafikanter för (och övriga människor) och som trafikanten själv inte tar hänsyn till i sin privata reskostnadskalkyl. Miljökostnaden består av luftföroreningar, buller

och vibrationer etc. Trafikantkostnaden är liktydigt med trängselkostnad, d v s kostnader för andra trafikanter p g a förseningar och osäker restid.

**Dispositionen av detta PM är följande:** Inledningsvis redovisas de skattningar av marginalkostnader, för externa effekter av vägtrafik, som gäller för närvarande (avsnitt 2). Därefter följer en genomgång av nya skattningar som har gjorts under senare tid (avsnitt 3-8). I avsnitt 9 redovisas internaliseringsgraden och dess förändring de senaste åren. I avsnitt 10 avslutas rapporten med en sammanfattning och tolkning av resultaten.

## 2 Nu gällande skattningar av marginalkostnader

Nu gällande skattningar av marginalkostnader för vägtrafikens externa effekter presenteras i tabell 1. Marginalkostnaderna är beräknade utifrån den sammansättning av fordon som bilparken hade år 2000 och är uttryckta i 2001 års priser. De flesta kostnadskomponenter har ursprungligen beräknats i en tidigare prisnivå än år 2001. Dessa värden har, i enlighet med ASEK-gruppens rekommendationer (se SIKA, 2002), räknats upp till 2001 års värde med hjälp av konsumentprisindex (korrigering m a p penningvärdets förändring) och i vissa fall även med real BNP-ökning per capita (korrigering av genomsnittlig betalningsvilja m a p realinkomstens ökning). Marginalkostnaderna har beräknats separat för tätortstrafik och landsbygdstrafik. Tätorterna representeras av Landskrona, som är en mediantätort m a p folkmängd.

Den skattade **marginalkostnaden för infrastruktur** består av kostnaden för slitage och deformation av vägen, d v s drifts- och underhållskostnad. Den förstnämnda kostnadskomponenten består av kortsiktiga och löpande åtgärder för att hålla vägar öppna för trafik medan den senare består av kostnaden för mera långsiktigt hållbara reparationer av vägar. Marginalkostnaden för slitage och deformation kan förväntas variera med fordonsvikt, typ av fordon, typ av väg och trafikflöde. De redovisade värdena gäller för en genomsnittlig väg i landet. Marginalkostnaden slitage och deformation p g a lastbilstrafik gäller för lastbilar med eller utan släp. Den nedre delen av intervallen gäller för lastbilar utan släp, den övre för lastbilar med släp.

**Marginalkostnaden för olyckor** på väg består av två delar – en intern och en extern olyckskostnad. Den interna olyckskostnaden består av den olycksrisk och förväntade olyckskostnad som trafikanten själv tar hänsyn till i sin egen privata kalkyl över total reskostnad, t ex genom att anpassa egen körstil och hastighet. Den externa olyckskostnaden är den olycksrisk och förväntad olyckskostnad som trafikanten utsätter andra människor för, och som trafikanten inte räknar med och anpassar sig efter. Det är den externa olyckskostnaden som är en extern effekt och som därför är relevant att korrigera med ekonomiska styrmedel. En effektivitetsbetingad avgift motsvarande förväntad marginell extern olyckskostnad leder till optimal trafikvolym, men inte nödvändigtvis optimalt körbeteende och optimal trafiksäkerhet.

Andelen extern olyckskostnad (i förhållande till total olyckskostnad) är olika för olika fordon och trafikmiljöer. Större fordon ger t ex större förväntad extern olyckskostnad eftersom större fordonsvikt ger värre skador på andra fordon vid en olycka. Ansvarsregleringen vid olyckor (ansvarsregelsystem samt böter och kompensationer) är en annan faktor som sannolikt påverkar trafikanters grad av

internalisering av olyckskostnader och därmed också den externa marginella olyckskostnaden. (SIKA, 2003a)

De förväntade marginella externa olyckskostnader som redovisas i tabell 1 har räknats upp till 2001 års priser genom en uppräknings av penningvärdet med KPI från 1999 till 2001 samt en uppräknings av real inkomst per capita med ökningen av real BNP per capita från 1992 till 2001.

**Tabell 1 Skattade marginalkostnader för trafik på väg, på landsbygd och i tätorter. Kr/fkm, 2001 års prisnivå.**

PBk = Personbil, bensindriven, med katalysator  
 PBuk = Personbil, bensindriven, utan katalysator  
 PDK = Personbil, dieseldriven, med katalysator  
 PDuk = Personbil, dieseldriven, utan katalysator  
 LB 3,5-16 = Tung lastbil 3,5 – 16 ton  
 LB >16 = Tung lastbil > 16 ton

Fordonstyp och trafikmiljö	Infrastruktur: Slitage & Deformation	Olyckor: Extern olyckskostnad	Miljö: Buller	Miljö: Emission exkl CO <sub>2</sub>	Totalt exkl CO <sub>2</sub>	Miljö: Emission CO <sub>2</sub>	Totalt Inkl CO <sub>2</sub>
<b>PBk:</b>							
Landsbygd	0,01	0,14	0,009	0,02	0,18	0,27	0,45
Tätort	0,01	0,25	0,081	0,11	0,45	0,41	0,86
<b>PBuk:</b>							
Landsbygd	0,01	0,14	0,009	0,26	0,42	0,28	0,70
Tätort	0,01	0,25	0,081	0,66	1,00	0,44	1,44
<b>PDK:</b>							
Landsbygd	0,01	0,14	0,009	0,02	0,17	0,23	0,40
Tätort	0,01	0,25	0,081	0,23	0,57	0,32	0,89
<b>PDuk:</b>							
Landsbygd	0,01	0,14	0,009	0,05	0,21	0,27	0,48
Tätort	0,01	0,25	0,081	1,30	1,64	0,39	2,03
<b>LB 3,5-16:</b>							
Landsbygd	0,02-0,04	0,35	0,06	0,33	0,76-0,78	0,83	1,59-1,61
Tätort	0,02-0,04	0,61	0,56	1,10	2,30-2,32	0,77	3,06-3,08
<b>LB &gt;16:</b>							
Landsbygd	0,05-0,12	0,35	0,14-0,31	0,69	1,23-1,46	1,64	2,86-3,10
Tätort	0,05-0,12	0,61	1,29-2,82	1,66	3,62-5,22	1,89	5,51-7,11

Källa: SIKA (2004)



De **marginalkostnader för miljöeffekter** av vägtrafik som skattats består av kostnaden för buller samt emissioner av koldioxid och andra ämnen. Skattningen av **marginalkostnaden för buller** består av uppdaterade värden<sup>1</sup> av den bullervärdering som gjordes i den s k ASEK2-värderingen slutet av 1990-talet (SIKA, 2004). Dessa värden bygger på en hedonisk<sup>2</sup> värdering av effekter i bostadsområden av bullerstörningar från vägtrafik (SIKA, 2002). Vid skattning av marginalkostnaden har man beräknat den samhällsekonomiska kostnaden för en ökning av buller med 1 decibel (dBA) utefter hela vägnätet, multiplicerat med den bullerökning som ett tillkommande fordon beräknas medföra i en viss typ av miljö, dividerat med den totala vägsträckan för denna miljötyp (SIKA, 2003a). Beräkningen innebär att man viktar den samhällsekonomiska kostnaden för buller från ytterligare ett fordon i en viss typ av miljö, med denna miljöns andel av den totala trafikmiljön. Den innebär också att den marginalkostnad som skattas är en form av genomsnittlig marginalkostnad för ytterligare ett fordon i en viss typ av miljö.

Marginalkostnaden för buller är bl a beroende av antalet personer som påverkas av bullret (d v s hur tätbefolkad omgivningen runt vägen är). Marginalkostnaden har därför skattats separat för landsbygd och tätorter (med Landskrona som typisk tätort). De värden som har använts gäller för den typ av miljö som har tätast befolkningsstruktur. Effekten på bullerstörningen av fordonets hastighet har också vägts in vid skattningen, vilket medför att bullerkostnaden för tunga lastbilar ligger inom ett intervall. Den undre delen av intervallet gäller vid färd i hög hastighet, den övre vid färd i låg hastighet.

**Marginalkostnaden för luftföroreningar** p g a vägtrafik delas normalt sett upp i utsläpp av koldioxid (CO<sub>2</sub>) och övriga emissioner. Övriga emissioner består av utsläpp av kväveoxider (NO<sub>x</sub>), svaveldioxid (SO<sub>2</sub>), kolväten (VOC, inklusive kolmonoxid, CO) och partiklar. Partiklarna består av mycket små inhalerbara partiklar (PM<sub>2,5</sub>), men kan även innehålla större inhalerbara partiklar (PM<sub>10</sub>). De förstnämnda partiklarna kallas oftast för avgaspartiklar eftersom de kan innehåller partiklar från förbränningen av bränslet<sup>3</sup>. De större inhalerbara partiklarna, även kallade slitagepartiklar (PM<sub>10</sub> – PM<sub>2,5</sub>), består bl a av vägdamm. Effekter av slitagepartiklar har hittills inte värderats. De marginalkostnader, för koldioxid och övriga emissioner, som fortfarande gäller baseras på de värderingar av utsläpp av olika ämnen som fastställdes vid den senaste översynen av samhällsekonomiska kalkylprinciper och kalkylvärden (ASEK3, se SIKA, 2002 och 2003a).

Effekterna av luftföroreningar delas vanligtvis upp i tre olika kategorier: lokala, regionala och globala effekter. **Lokala effekter av vägtrafik** är de direkta effekter av luftföroreningar som uppstår i närområdet runt källan till utsläppen. De lokala effekter som värderas är hälsoeffekter p g a utsläpp av partiklar, kväveoxider, svaveldioxid och kolväten samt nedsmutsning p g a partiklar. De

---

<sup>1</sup> Uppdateringen består av en indexuppräknning på totalt 16,8% med hänsyn till förändringar av penningvärde från 1999 – 2001 och ökad realinkomst per capita.

<sup>2</sup> I hedoniska värderingsmetoder värderas icke-prissatta nyttigheter indirekt genom utnyttjande av marknadsdata för prissatta nyttigheter. Ett exempel är att buller har värderats indirekt genom studier av fastighetsprisvariationer mellan olika miljöer med olika bullernivåer.

<sup>3</sup> Avgaspartiklar är egentligen mindre än PM<sub>2,5</sub> (de ingår i PM<sub>0,1</sub>) men inkluderas i de beräkningar som gäller för PM<sub>2,5</sub>.

lokala effekterna värderas genom tillämpning av samma typ av effektkedjemodell som rekommenderas inom EU-projektet ExternE (SIKA, 2002). Det innebär att man härleder den samhällsekonomiska kostnaden för utsläpp av ett givet ämne från betalningsviljan för en minskning av de effekter som ytterst förorsakas av det givna ämnet (Friedrich *et al*, 2001 eller European Commission, 2005). Härledningen av kostnaden för utsläpp görs via effektsamband i form av ”exponerings-respons”-funktioner (ER-funktioner, även kallade ”dos-respons”-funktioner), som beskriver de förväntade fysiska (t ex medicinska eller biologiska) effekterna av en viss dos eller viss exponering av ett givet ämne. Hälsoeffekterna av luftföroreningar består dels i förkortad livslängd (mortalitet) och dels i ökad sjuklighet (morbidity). Den ekonomiska värderingen av mortalitet bygger på en uppskattning av det förväntade värdet av ett förlorat levnadsår, VOLL (Value Of a Lost Life year), som har härletts från det skattade förväntade värdet av ett liv, VSL (Value of a Statistical Life)<sup>4</sup>. VSL är i sin tur en skattning av den samhällsekonomiska kostnaden för en dödsolycka i trafiken (SIKA, 2003a). Användningen av VSL-värden för olyckor som grund för beräkningen av förkortad livstid på grund av luftföroreningar har ifrågasatts. Ett skäl till detta är skillnaden i det sammanhang där riskerna för förkortad livstid uppstår. Risker för död genom trafikolycka är sannolikt lättare att undvika än risker för förkortad livslängd på grund av luftföroreningar, åtminstone om man bor i en tätort. Detta faktum anses kunna motivera att värderingen av ökad dödlighet p g a luftföroreningar härleds från ett högre VSL än det som används för trafikolyckor. En korrigering av värdet för denna typ av ”sammanhangsfaktor” har inte gjorts (SIKA, 2005b). Den ekonomiska värderingen av kostnaden för ökad sjuklighet har gjorts schablonmässigt genom ett procentuellt påslag på värderingen av mortalitet (SIKA 2003a).

**Regionala effekter** består av direkta och indirekta effekter av luftföroreningar som uppstår inom ett större område kring källan till utsläppen. De indirekta effekterna av utsläppen består i att en del av de emitterade ämnena (primära förorenande ämnen) genomgår kemiska reaktioner och ombildas till nya ämnen (sekundära förorenande ämnen) som även de har negativa effekter på miljön (svaveldioxid kan t ex ombildas till sulfater och kväveoxider till nitrater). De regionala effekter av vägtrafik som värderas är hälsoeffekter p g a utsläpp av partiklar, kväveoxider, svaveldioxid och kolväten samt naturskadeeffekter p g a kväveoxider, svaveldioxid och kolväten. Värderingen av de regionala effekterna har inte gjorts med en metod som fångar in individernas preferenser, utan baseras på åtgärds-kostnaden för att uppnå politiskt uppsatta miljömål (SIKA, 2005b).

**Globala effekter** uppstår som en följd av att luftföroreningar ständigt finns närvarande i atmosfären, i större eller mindre omfattning. De består framförallt av atmosfärgaser som bidrar till att förändra koncentrationen av bl a koldioxid (CO<sub>2</sub>), metan (CH<sub>4</sub>), vattenånga (H<sub>2</sub>O) och dikväveoxid (N<sub>2</sub>O), vilka bidrar till växthuseffekten med global uppvärmning och förväntade klimatförändringar som följd. De förväntade klimatförändringarna kan i sin tur få avsevärda konsekvenser i form av ändrade levnadsförhållanden (t ex ändrade nederbördsförhållanden som kan bidra till utbredning av öknar, översvämningar etc). Globala effekter kan också uppstå p g a partiklar. Möjligen kan partiklarna verka avkylande,

---

<sup>4</sup> VSL motsvarar det diskonterade värdet av VOLL, räknat över den förväntade livstiden.

åtminstone regionalt, och därmed helt eller delvis, direkt eller indirekt, motverka den globala uppvärmningen. Denna effekt av partiklar är dock för närvarande svår att kvantifiera.

De globala effekterna av vägtrafik beror bl a på att vägtrafiken är den största källan för utsläpp av växthusgasen koldioxid (CO<sub>2</sub>). **Marginalkostnaden för utsläpp av koldioxid** bygger på det värde som rekommenderas av ASEK-gruppen, d v s 1,50 kr/kg utsläpp av CO<sub>2</sub> (SIKA, 2002; 2005d). Detta värde motsvarar den nivå som av ASEK-gruppen bedömdes vara nödvändig för att genom skatt på utsläpp av CO<sub>2</sub> nå det transportpolitiska etappmålet om oförändrad nivå på utsläppen av CO<sub>2</sub> inom transportsektorn år 2010, i förhållande till år 1990 (SIKA, 2002).

Trafikantkostnader, d v s kostnader för trängsel, har ännu ej skattats. Det finns visserligen ASEK-värden för tidskostnaden för väntetid, men inte värden för sämre kvalitet och restidsosäkerhet. Det pågår dock arbete inom detta område. Arbete pågår t ex med att ta fram s k ”volume-delay”-funktioner (VD-funktioner) som visar hur mycket biltrafikens hastighet sänks vid ökning av trafikflödet. De funktioner som hittills skattats fungerar dock bra endast vid måttlig trängsel, inte vid flöden som ligger nära kapacitetstaket d v s där den externa effekten är som störst. En värdering av trängselkostnader kräver därför tillgång till mera tillförlitliga VD-funktioner (SIKA, 2004).

### 3 Användning av infrastruktur

Enligt EU-kommissionens projekt EUNET består marginalkostnaden, för slitage och deformation av vägar, av driftskostnad, underhållskostnad och reinvesteringskostnad. Driftkostnaden definieras som löpande kostnader för att hålla vägen öppen för trafik. Underhållskostnader definieras som kortsiktiga kostnader för service och mindre reparationer av vägar och reinvesteringskostnad som mera långsiktiga reparationer (t ex ny beläggning). Denna uppdelning i och definition av komponenter i infrastrukturkostnaden rekommenderas av EU-projektet HEATCO (HEATCO, 2006) som arbetat med att ta fram riktlinjer för enhetliga värderingar av transportkostnader i unionens medlemsländer. HEATCO-projektet bistår inte med några skattningar av infrastrukturkostnader, eftersom kostnaden är beroende av faktorer som vägsystemets standard och struktur, geografiska och klimatmässiga förhållanden, underhållsstrategi för vägnätet etc, med andra ord faktorer som är specifika för varje enskilt land. Metoden att skatta kostnaderna för slitage och deformation måste därför anpassas efter de förhållanden som råder i varje enskilt land.

Det har gjorts flera skattningar av infrastrukturkostnaden än den nu gällande. En av dem gjordes av Vägverket år 2000. Denna skattning bygger på erfarenhetsmässig bedömning av den rörliga kostnadens (i förhållande till trafikvolym) andel av total underhållskostnad samt en bedömning av den lätta och tunga trafikens andel av kostnaderna (Vägverket, 2000). Resultatet av denna beräkning visas i tabell 2 under 'Vägverket 2000'. VTI gjorde år 2002 en skattning av reinvesteringskostnaden, i termer av den merkostnad som ökad trafikvolym medför genom att tiden mellan investeringar i nya beläggningar förkortas. I denna skattning är problemet formulerat så att man har en fast beläggingskostnad men variabla beläggingsintervall, i stället för en tidsmässigt sett fast underhållsstrategi och variabel kostnad per underhållstillfälle beroende på trafikvolym och grad av deformation. Skattningen bygger på data från Vägverkets LTPP-databas (Long Term Pavement Performance). Marginalkostnaden beräknas i detta fall med hjälp av en skattad elasticitet för reinvesteringstidpunkt, som funktion av trafikvolymen i termer av antalet standardaxlar (SIKA, 2005a). Resultat från denna skattning visas i tabell 2 under 'Lindberg 2002'.

År 2003 gjorde Vägverket ytterligare en skattning av infrastrukturkostnaden, denna gång med ekonometrisk metod och baserad på data från LTPP- och Vägdaten. I detta fall skattades en kostnadsfunktion á la Cobb-Douglas och därmed kostnadselasticiteten  $m$  a  $p$  trafikvolymen, som kan användas för beräkning av marginalkostnaden (Vägverket, 2003). Den skattade kostnadselasticiteten för personbilar blev i denna analys negativ, vilket teoretiskt sett är ett orimligt resultat. En personbil kan emellertid förväntas ge mycket litet vägslitage jämfört med tunga fordon. Enligt Vägverket (2003) krävs det i storleksordningen 10 000 personbilar för att ge ett slitage motsvarande en tung lastbil. En möjlig förklaring till att kostnadselasticiteten för personbilar fick fel

tecken i skattningen kan därför vara att en personbils bidrag till slitaget och deformationen av en väg är så litet att det är svårt att fånga upp i en ekonometrisk skattning. Marginalkostnaden för drift- och underhåll kan med andra ord vara försumbar för personbilar.

**Tabell 2** Marginalkostnad för slitage- och deformation. Genomsnittligt värde för olika vägtyper. Kr/fkm. (\* = kr/lastbilskm, då endast tunga fordon antas bidra till slitage)

Pb = Personbil, Lb = Lastbil, SA = genomsnittligt antal standardaxlar, kr/SAkm = kr per standardaxlar och kilometer

Fordonsslag	Drift/underhåll Vägverket 2000 1999 års pris	Reinvestering Lindberg 2002	Drift/underhåll Vägverket 2003 1998-2002 års pris	Underhåll/ reinvestering Beräkning utifrån Haraldsson (2006)* 1998-2002 års pris
<b>Pb</b>	0,01	?	?	-
<b>Lb, 3,5-16 ton utan släp</b>	0,02-0,15	0,03	0,06	0,12
<b>Lb, 3,5-16 ton med släp</b>	0,05-0,32	0,06	0,14	0,25
<b>Lb &gt;16 ton utan släp</b>	0,06-0,36	0,07	0,15	0,28
<b>Lb &gt; 16 ton med släp</b>	0,14-0,87	0,17	0,38	0,67
<b>Medel, alla Lb &gt; 16 ton</b>	0,15			
<b>Medel, alla Lb</b>				0,38 (0,29 kr/SAkm)

Källa: Vägverket (2000, 2003) samt beräkning utifrån resultat i Haraldsson (2006).

Den senaste svenska skattningen av marginalkostnaden för slitage och deformation har gjorts, med ekonometrisk metod, på VTI av Haraldsson (2006). Analysen bygger på data över samtliga drifts- och underhållskostnader för svenska vägar under 1998 – 2002. Drift ("operation activities") definieras i denna studie som de åtgärder som krävs för att hålla vägsystemet i funktion och som resulterar i kortsiktiga effekter och ekonomiska värden som varar mindre än ett år, vilket liknar HEATCOs definition av både drifts- och underhållskostnad. Underhåll ("maintenance activities") definieras som åtgärder för att bevara och rekonstruera vägens funktion och som resulterar i effekter och ekonomiska värden som varar mer än ett år, vilket liknar HEATCOs definition av reinvesteringskostnad. Data från Vägverkets redovisning har matchats med väg- och trafikdata från Vägdatabanken och formar en uppsättning paneldata för olika kostnadslag över 5 år. Kostnadsdata är fördelade på olika typer av vägar (belagda vägar och grusvägar), driftområden och regioner och omfattar trafikdata för både personbilar och lastbilar.

Även i Haraldsson (2006) har marginalkostnaden beräknas utifrån den totala kostnadens elasticitet  $m$  a  $p$  trafikvolymen, som i sin tur erhållits från en ekonometriskt skattad kostnadsfunktion. Marginalkostnaden per fordon har

skattats för olika vägtyper och regioner, men inte fordonsvikt. I modellen är marginalkostnaden för drift av väg kopplad till totala antalet fordon (personbilar och lastbilar). Marginalkostnaden för underhåll är däremot kopplad enbart till tunga fordon. Orsaken till detta är att en personbils bidrag till slitage och deformation av vägar anses vara försumbart. Vanligtvis antas behovet av underhåll av vägar orsakas av det antal fordonsekvivalentfaktorer (FEF) som passerar (vilket inte driftkostnaden nödvändigtvis behöver göra). FEF, eller antalet standardaxlar för ett fordon, är ett mått som härletts från den s k fjärdepotens-regeln som beskriver relationen mellan vikt (i ton) per fordonsaxel och vägslitage<sup>5</sup>. Genomsnittligt FEF för tunga fordon i Sverige är 1,3 (utifrån den fördelning på fordonstyper vi hade år 1989, se Vägverket 2000). Personbilar däremot har en FEF som är nära noll.

Enligt resultaten i Haraldsson (2006) är skattningen av driftskostnadens elasticitet m a p trafikvolym, och indirekt även marginalkostnaden för drift, inte statistiskt säkerställd (värdena är inte signifikant skilda från noll). Detta kan betyda att elasticiteten och marginalkostnaden verkligen är noll, d v s att driftskostnaden är en fast kostnad som är oberoende av trafikvolymen. Det kan å andra sidan betyda att det finns en marginell driftskostnad men att skattningen av kostnadselasticiteten är behäftad med alltför stor osäkerhet för att vara tillförlitlig. För underhållskostnader är den skattade marginalkostnaden för tunga fordon 0,30 kr/fkm på belagda vägar och 2,21 kr/fkm på grusvägar. Genomsnittligt, för samtliga vägar och regioner, är marginalkostnaden för tunga fordon 0,38 kr/lastbilskm.<sup>6</sup> Detta motsvarar ca 0,29 kr/SAkm (standardaxel och km).

Resultaten i Haraldsson (2006) skiljer sig avsevärt från nu gällande skattade värde (se tabell 1), där marginalkostnaden för slitage och deformation p g a tunga fordon ligger inom intervallet (0,02-0,12) kr/fkm. En viktig skillnad, jämfört med den hittills gällande skattningen, är dock att Haraldsson hänför det totala behovet av och kostnaden för underhåll till tunga fordon, inte samtliga fordon. I den hittills gällande värderingen antas även personbilarna bidra till slitage och deformation, och därmed även till underhållskostnaden.

Enligt Haraldsson (2006) är personbilars FEF nära noll, vilket skulle innebära att inte bara driftskostnaden utan även marginalkostnaden för underhåll är försumbar. Även Vägverket räknade i sina skattningar med att en personbils bidrag till slitage och deformation är försumbart (Vägverket, 2003). Detta kan verifieras med ett enkelt räkneexempel, givet att den s k fjärdepotensregeln gäller. En personbil som väger 1,5 ton och har vikten jämnt fördelad på de två axlarna har ett FEF på ca  $0,3 \cdot 10^{-4}$ . Lastbilar med en genomsnittlig bruttovikt på mellan 10 och 20 ton har FEF inom intervallet ca 0,2 – 0,7, trots att de kan ha vikten fördelad på fler än två axlar. Lastbilarna har alltså FEF-värden som är i storleksordningen 10 000 gånger större än värdena för personbilar. I ljuset av detta framstår nu gällande skattningar av marginalkostnaden för slitage och deformation (0,01 kr/fkm för personbilar, 0,02-0,04 kr/fkm för tunga fordon på 3,5 – 16 ton samt 0,05-0,12 för fordon över 16 ton) som diskutabla. Marginalkostnaden för personbilar borde antagligen sättas lika med noll. I så fall, om all underhållskostnad orsakas av tung trafik, är det inte

<sup>5</sup>  $FEF = (\sum(\text{vikt i ton/axel})^4)/10^4$

<sup>6</sup> Eftersom tunga fordon är de enda som antas bidra till slitage så blir enheten lastbilskilometer istället för fordonskilometer.

orimligt att den skattade marginella underhållskostnaden för tung trafik är avsevärt större än nu gällande värden. Haraldssons (2006) skattade värden för tung trafik behöver därför alls inte vara anmärkningsvärda, även om de möjligen kan vara osäkra.

### Differentiering av infrastrukturkostnaden

Viktigaste faktorn bakom nedbrytning av vägar är axeltrycket, d v s totalvikt i kombination med axelkonfiguration. Slitage och deformation anses vara kopplat till antalet standardaxlar, som i sin tur definieras med hjälp av den s k fjärdepotens-regeln. Det finns emellertid kritik mot fjärdepotensregeln. Det finns skattningar som tyder på både högre och lägre potens, d v s annan progressivitet i sambanden mellan totalvikt, axelkonfiguration och slitage (SIKA, 2005a). Det är alltså inte helt säkert att fjärdepotensregeln är den bästa att utgå ifrån. Problemet är dock att det, med tanke på osäkerheten och variationen i resultaten av skattningar av potensen, är det svårt att avgöra vad som skulle vara relevant att ersätta fjärdepotensregeln med.

Andra faktorer som har betydelse för slitage och deformation kan vara hastighet, klimat och markförhållanden, luftfjädring (ger mindre skador) och singeldäck i stället för dubbelmonterade däck (ökar slitaget), ringtryck (lägre tryck minskar slitaget) (SIKA, 2005a). Tillförlitligt underlagsmaterial för en differentiering av marginalkostnaden m a p dessa faktorer finns emellertid inte ännu.

## 4 Trafikolyckor

I EU-projektet HEATCOs rekommendationer för värdering av marginalkostnad för olyckor (eller snarare risk för olyckor) förordas att man i första hand utgår från ekonomiska data (riskvärdering och kostnader för materiella effekter och hälsoeffekter av olyckor) som tagits fram i och som gäller för det egna landet. HEATCO (2006) tillhandahåller emellertid skattade värden som skall kunna användas i den händelse nationella värden inte finns att tillgå. I Sverige finns det skattade olyckskostnader som kan användas, men det kan ändå vara av intresse att se hur de förhåller sig till HEATCOs värden. I tabell 3 visas HEATCOs och ASEKs värdering av effekter av en trafikolycka i form av dödsfall, svår eller lätt skada<sup>7</sup> samt egendomsskada. HEATCOs värdering av risk är osäker och känslighetsanalyser rekommenderas som spänner över ett intervall från 1/3 av det skattade värdet till 3 ggr det skattade värdet. ASEKs värdering är högre än HEATCOs (ca 8% för dödsfall och ca 30% för svår skada). ASEKs riskvärdering ligger dock inom ramen för HEATCOs intervall för känslighetsanalyser.

**Tabell 3 Kostnad för dödsfall och skadade i trafiken. 1000 sek i 2001 års prisnivå<sup>8</sup>.**

	Dödsfall	Svår personskada	Lätt personskada	Egendoms- skada
<b>Riskvärdering:</b>				
HEATCO	14 806	1 916	148	
ASEK	16 269	2 503	113	
KESO	17 900 – 47 200	3 600 – 9 400	-	
<b>Övriga kostnader:</b>				
HEATCO	1 481	464	24	-
ASEK	1 242	621	62	13
<b>Totalt:</b>				
HEATCO	16 287	2 380	172	-
ASEK	17 511	3 124	175	13

Källa: SIKA (2005d), HEATCO (2006) och Hultkrantz *et al* (2006).

<sup>7</sup> HEATCOs distinktion mellan svår och lätt skada är att en svår skada kräver sjukhusvård och ger bestående skador, dock icke dödliga.

<sup>8</sup> Resultaten från KESO är omräknade från 2004 års till 2001 års prisnivå med hänsyn till ändring i penningvärde (KPI) på 4,5% och real inkomst (BNP/capita) på 7% från 2001 till 2004. HEATCOs värden är omräknade från faktorpriser i Euro i 2002 års prisnivå till marknadspriser i sek och 2001 års prisnivå med en faktor 1,2 (till marknadspris), valutakursen 9,0 och index 98 p g a 2% minskat KPI och 2% minskad BNP/capita.



En svensk värdering av risk för dödsfall eller svåra skador p g a trafikolyckor har gjorts inom ramen för KESO-projektet (ett projekt i samarbete mellan Örebro universitet och VTI, på uppdrag av Vägverket). I detta projekt har bl a värdet av ökad trafiksäkerhet undersökts genom en betalningsviljestudie bland innevånare i Örebro. Resultaten från betalningsviljestudien innebär en värdering av liv (VSL, value of a statistical life) motsvarande 17,9 – 47,2 milj kr i 2001 års prisnivå (ursprungsvärdet i 2004 års pris är 20,1 – 53,0 milj kr) och en värdering av en svår personskada motsvarande 3,6 – 9,4milj kr i 2001 års pris (4,0 – 10,6 i 2004 års pris) (Hultkrantz *et al*, 2006). Orsaken till intervallen i skattningen är att individer tycks värdera en minskning av trafikrisker olika beroende på om minskningen sker via åtgärder som görs privat eller via offentlig sektor.<sup>9</sup> De skattade värdena, för VSL och en svår personskada, från KESO-projektet är ca 10% respektive 44% högre än ASEKs värden, om man utgår från de lägre värdena som gäller för offentliga lösningar av trafiksäkerhetsproblem. De högre KESO-värdena, som gäller för privata lösningar, är 3 respektive 4 ggr så höga som ASEKs värden.

För att få rätt skattning av risken för trafikolyckor krävs att alla trafikolyckor rapporteras. I HEATCO uppmärksammar man problemet med underrapportering av olyckor och rekommenderar en schablonmässig uppräknig av officiella olyckstal, och därmed också beräknad olycksrisk, utifrån genomsnittsvärden som skattats för Europa (eller egna nationella korrigeringstal om sådana finns). De genomsnittliga korrigeringstal som HEATCO har skattat visas i tabell 4.

**Tabell 4**      **Rekommenderade korrigeringsfaktorer för underrapportering av vägolyckor (alla olyckor/rapporterade olyckor).**

	<b>Dödsfall</b>	<b>Svår personskada</b>	<b>Lätt personskada</b>	<b>Genomsnittlig personskada</b>	<b>Endast materiella skador</b>
<b>Genomsnitt</b>	1,02	1,50	3,00	2,25	6,00
<b>Bilar</b>	1,02	1,25	2,00	1,63	3,50
<b>MC/Moped</b>	1,02	1,55	3,20	2,38	6,50
<b>Cykel</b>	1,02	2,75	8,00	5,38	18,50
<b>Fotgängare</b>	1,02	1,35	2,40	1,88	4,50

Källa: HEATCO (2006)

### Differentiering av olyckskostnaden

Det finns anledning att tro att den förväntade externa olyckskostnaden varierar med fordonens vikt. Skälet är bl a att konsekvenserna av en olycka blir svårare ju större och tyngre fordon som är inblandade. Vid VTI har Gunnar Lindberg (2006) gjort en ekonometrisk skattning av den marginella olyckskostnaden för tunga

<sup>9</sup> Enligt denna studies resultat så är betalningsviljan för trafiksäkerhetsåtgärder som vidtas inom offentliga sektorn lägre än betalningsviljan för trafiksäkerhetsåtgärder som vidtas privat, givet en och samma riskreduktion. Liknande resultat har rapporterats från andra studier inom andra värderingsområden.

fordon, i relation till körd sträcka, och dess variation med fordonets vikt. De data som används i undersökningen är uppgifter från Bilprovningen om körda sträckor under 1999, för fordon över 3,5 ton, samt uppgifter från Vägverket om alla polisrapporterade olyckor under 1999. Nivån på skattningarna av marginalkostnaden är mindre relevant, eftersom skattningarna baseras på data från 1999 och de ekonomiska värdena (riskvärdering och materiella kostnader) bygger på de officiella värden som tillämpades år 2000 då analysen gjordes (ASEK2). Resultaten är emellertid av intresse när det gäller marginalkostnadens variation med fordonsvikt. Relationen mellan marginalkostnader för fordon i olika viktklasser kan mycket väl gälla även om den absoluta nivån på den skattade marginalkostnaden är inaktuell.

Enligt Lindberg (2006) är olyckor där tunga fordon är inblandade ofta allvarligare än olyckor med enbart personbilar, p g a att fordonen är tyngre och har större dimension, att de har mindre effektiv acceleration t ex i uppförsbackar och retardation vid inbromsningar, jämfört med personbilar. På grund av dessa faktorer är det inte orimligt att anta att olyckskostnaden varierar inte bara mellan lastbilar och personbilar utan även mellan tunga fordon i olika viktklasser.

I analysen har fordonen grupperats i 7 viktklasser där fordon över 12 ton definieras som tunga fordon. Enligt Lindbergs resultat (2006) så ökar totala antalet olyckor med ökad lastbilstrafik. Ökningen av antalet trafikolyckor sker emellertid i avtagande grad. Bilar utan släp har fler olyckor än bilar med släp, förmodligen beroende på att bilar med släp oftare kör utanför tätorter. Risken för olyckor, räknat per fordon, ökar med ökad fordonsvikt. Tungas fordon har större antal olyckor totalt sett, men eftersom de också kör längre sträckor så har de inte större olycksrisk per körd fordonskilometer. Av den totala marginalkostnaden för olyckor faller i genomsnitt endast 9% på trafikanten (intern kostnad), resten (91%, varav 11 procentenheter är systemkostnader som faller på staten) är extern kostnad.

Den externa marginalkostnaden för olyckor är beräknad utifrån en skattning av sannolikheten för en olycka, där denna sannolikhet är modellerad som en funktion av bl a fordonets ålder, totalvikt, antal axlar, vikt per axel samt körsträcka. Resultatet av modellskattningarna stöder antagandet om att sannolikheten för en olycka ökar med fordonets totalvikt, vikt per axel och körd sträcka. Tre modeller är skattade, varav två har använts för att beräkna marginalkostnader.

**Tabell 5** Index för olika viktklasser, m a p extern marginalkostnad för olyckor. Viktklass (15,00 – 18,99) ton är bas för index (index = 100). Modell 3 gäller för fordon  $\geq$  12 ton. (MC = marginalkostnad)

Totalvikt, 1 000ton	Index MC <sub>1</sub> Modell 2	Index MC <sub>tot</sub> Modell 2	Index MC <sub>1</sub> Modell 3	Index MC <sub>tot</sub> Modell 3
3,5 – 11,99	16	-		
12 – 14,99	30	-	28	-
15 – 18,99	100	100	100	100
19 – 22,99	87	115	92	119
23 – 26,98	117	126	120	129
27 – 30,97	166	250	175	258
31 -	324	496	342	513

Källa: Beräkningar gjorda utifrån resultat i tabell 15 i Linberg (2006b).

I tabell 5 redovisas dessa beräknade marginalkostnader, för olika viktklasser, i indexform. Den absoluta nivån på de skattade marginalkostnaderna kan ifrågasättas, då skattningarna baseras på ekonomiska inputvärden som är inaktuella idag. Den relativa förändringen däremot, av de skattade marginalkostnaderna över viktklasser, är intressant att studera då den kan ha generell giltighet. I tabellen redovisas två olika typer av externa marginalkostnader (MC<sub>1</sub> och MC<sub>tot</sub>)<sup>10</sup>, för varje skattad modell. Marginalkostnaden MC<sub>1</sub> består av den marginella olyckskostnad som drabbar andra trafikanter. Marginalkostnaden MC<sub>tot</sub> består av MC<sub>1</sub> plus en eventuell effekt i form en förändring av trafikantens egna interna marginalkostnad för olyckor. Om man antar att trafikanten internaliserar margineffekten på sin egen olycksrisk så är MC<sub>1</sub> den relevanta externa marginalkostnaden. Resultaten i tabell 5 antyder att olyckskostnaden i grova drag varierar icke-linjärt, sannolikt progressivt ökande, med fordonsvikten (se kolumn 2 och 4 i tabell 5).

För att förbättra skattningarna av förväntade olyckskostnader och för att kunna erhålla en marginalkostnad som är differentierad med avseende på både fordons- och vägtyper krävs flera studier av sambanden mellan risk och olyckor. En annan viktig del i det fortsatta arbetet med värdering av olyckor är att studera trafikanternas riskuppfattning och riskbeteende. Detta skulle t ex kunna ge bättre kunskap för att avgöra vad som är intern och extern olyckskostnad.

<sup>10</sup> I modellerna består den externa marginalkostnaden för olyckor av två komponenter. Den ena komponenten består av marginalkostnaden för ökad olycksrisk för andra trafikanter. Den andra är en marginalkostnad för ändrad intern olycksrisk och olyckskostnad för trafikanten. Den senare komponenten är negativ. Detta beror på att risken för olyckor ökar i avtagande grad med kördistans. Om trafikanten själv tar hänsyn till denna effekt vid bedömning av den interna olyckskostnaden (trafikanten utgår från marginalkostnaden istället för genomsnittskostnaden för den interna olyckskostnaden) så består den marginella externa olyckskostnaden enbart av den förstnämnda komponenten.

## 5 Trafikbuller

Den skattning av marginalkostnaden för buller som fortfarande gäller utgår från en förenklad modell där nivån på marginalkostnaden är beroende enbart av den bullernivå som personer utsätts för, om bullret är inomhus eller utomhus samt fordonets hastighet. Ett fordonets marginalkostnad för buller beror emellertid inte enbart på antalet personer som påverkas av bullret och fordonets hastighet. Bullerkostnaden antas även bero på fordonsegenskaper som t ex fordonstyp, fordonmodell, vilken typ av däck som används etc. Den kan dessutom bero på var, när och hur man kör, dvs vilken väglänk bilisten kör på, vid vilken tidpunkt som vägen trafikeras och bilistens körsstil. Den beror också på omgivningens bullerspridningsegenskaper och de aktiviteter som pågår i den bullerutsatta miljön. En modell som tar hänsyn till samtliga de faktorer som påverkar bullerstörningar och därmed bullerkostnaden skulle bli oerhört omfattande och datakrävande. Därför har man hittills satsat på en enklare ansats där man utvecklar ljudutbredningsmodeller för ett antal hypotetiska miljöer (typmiljöer), som därefter får representera (approximativt) alla verkliga miljöer. Denna metod behöver emellertid utvecklas, liksom tillgången till data (SIKA, 2004).

Några nya svenska skattningar av marginalkostnader för buller från vägtrafik, eller underlag för ytterligare differentiering av bullerkostnaden är ännu inte tillgängliga. Inom det europeiska HEATCO-projektet har däremot värden för buller från vägtrafik, per person som utsätts för bullerstörning och år, skattats för olika europeiska länder. I dessa värden ingår kostnaden för psykosociala effekter som irritation ("annoyance") och vissa hälsoeffekter hos individer som drabbas av buller. Hälsoeffekterna har värderats med hjälp av ER-funktioner (effektkedjemetoden) medan värderingen av psykosociala effekter som irritation utgår från individens betalningsvilja för att slippa sådana effekter. Enligt HEATCO (2006) är värderingen av hälsoeffekter högst osäker och bör ses som en indikation på möjliga kostnader för hälsoeffekter av buller. HEATCOs värden liknar ASEKs genom att bägge avser ekvivalentnivåer av buller, inte maximala nivåer. HEATCOs redovisade värden tycks emellertid vara trubbigare än ASEKs eftersom HEATCO inte skiljer på kostnaden för utomhus- och inomhusbuller, vilket ASEK gör.

De av HEATCO skattade värdena för Sverige (per utsatt person och år) ligger betydligt lägre än de hittills använda ASEK-värdena (se tabell 6). De bullerkostnader som skattats inom HEATCO ökar också mindre progressivt, vid ökad nivå på bullerstörningen, jämfört med gällande svenska ASEK-värden. Utöver de värden som redovisas i HEATCO (2006) så finns det nyare studier gjorda (bl a i Sverige), vars resultat använts för att skatta även psykosociala effekter med hjälp av effektkedjemetoden. Resultaten av dessa beräkningar (kallad "new approach") är under granskning och rekommenderas ännu så länge endast för känslighetsanalyser. En diskussion om huruvida de svenska ASEK-

värdena behöver modifieras kan därför med fördel vänta tills värdena enligt ”new approach” är färdiggranskade.

**Tabell 6** Värdering av buller enligt ASEK och HEATCO.  
Sek per utsatt och år (2001 års pris).<sup>11</sup>

Buller (dBA) (ekvivalentnivå utomhus samt dag/kväll/natt-nivå)	Värde enligt ASEK	Värde enligt HEATCO
51 - 52	150	93
55 - 56	810	477
60 - 61	1 750	964
65 - 66	3 020	1 441
70 - 71	6 780	1 918
75 - 76	16 220	3 183
80 - 81		3 992

Källa: SIKA (2005d) och HEATCO (2006)

Ett problem som bör lösas i framtiden är att differentiera värderingar av buller med avseende på arbets- respektive rekreativmiljöer. Ett annat är att dagens bullervärden gäller enbart för buller som är relativt konstant under en längre period (t ex buller från vägtrafik under dagtid). Buller från enstaka ljudtoppar (t ex enstaka fordon på vägarna nattetid) kan ha en annan störande effekt, och därmed också en annan marginalkostnad. Ett tredje problem är att de värden som nu används kanske inte omfattar alla kostnader för hälsoeffekter som buller kan ge upphov till.

<sup>11</sup> HEATCOs värden är justerade med hänsyn till skillnader mellan olika länder i realinkomst och köpkraft (Purchasing Power Parity, PPP). Värdena är omräknade från Euro i 2002 års faktorpris till Sek i 2001 års marknadspris genom valutakursen 9,0, faktorn 1,2 för att få marknadspris. Värdena har räknats om från 2002 till 2001 års prisnivå enligt de principiella rekommendationer som ges av ASEK3 (se SIKA, 2002). Det innebär att HEATCOs värden räknats om med hänsyn till förändringen av KPI (2%) och real inkomst (2%) mellan år 2001 och år 2002 (en faktor 0,96).

## 6 Luftföroeningar, exklusive utsläpp av koldioxid

År 2003 avslutades den svenska ExternE-studien, ett projekt i samarbete med VTI, TFK och IER i Stuttgart. Ett delresultat bestod i en skattning av svenska transportsektorns marginalkostnader för lokala och regionala effekter av luftföroeningar, med hjälp av de värderingsmetoder och parametrar som tillämpas i ExternE (Bickel *et al*, 2003). Denna skattning kommer fortsättningsvis att refereras till som svenska ExternE. Beräkningar gjordes av totalkostnader för luftföroeningar för samtliga transportslag i Sverige. Skattade marginalkostnader per fordonskilometer för vägtrafik, som visas i tabell 7, har beräknats utifrån totala kostnader estimerade inom svenska ExternE och trafikens sammansättning på olika fordon år 2000 enligt Johansson och Ek (2003). I tabell 7 visas även marginalkostnader beräknade utifrån värden som skattats i Europeiska Kommissionens projekt HEATCO (HEATCO, 2006). Dessa skattningar bygger i grunden på samma metodik som ExternE. HEATCO kan ses som en fortsättning på ExternE, där man tagit fram differentierade skattningarna för de olika europeiska länderna, samt gemensamma riktlinjer för utformning av projektvärdering inom transportsektorn. Kostnaden enligt HEATCO är beräknad utifrån emissionsfaktorer från Johansson och Ek (2003).

I svenska ExternE värderas lokala och regionala hälsoeffekter samt vissa regionala effekter på material (nedsmutsning och nedbrytning av material). Skattningen av dessa effekter är gjord genom effektkedjeansatsen och baseras alltså på ER-samband. Regionala effekter på ekosystemet, i form av försurning och övergödning, ingår också. I dessa fall utgår inte den ekonomiska värderingen från individens betalningsvilja för att slippa miljöeffekterna ifråga. Värderingen är gjord utifrån alternativkostnaden för miljöeffekter, närmare bestämt kostnaden för de åtgärder som krävs för att uppfylla politiskt uppsatta miljömål och undvika vissa miljöeffekter.

I ExternE har man inte ställt krav på trovärdighet hos varje enskild ER-funktion utan istället använt ett paket av ER-funktioner som bedömts vara trovärdiga. ER-funktioner har skattats för avgaspartiklar ( $PM_{2.5}$ )<sup>12</sup>, ozon, svaveldioxid ( $SO_2$ ), kvävedioxid ( $NO_2$ ), nitrater, sulfater, kolmonoxid (CO) och cancerogena ämnen. De hälsoeffekter som värderas är bl a kronisk och akut dödlighet, sjukhusbesök p g a luftrörsrelaterade besvär, besök på akuten, nedsatt aktivitet, akuta effekter hos astmatiker, andningssymtom allmänt hos befolkningen, kroniska luftvägssjukdomar. I svenska ExternE värderas alltså lokala effekter i form av hälsoeffekter av  $PM_{2.5}$ ,  $SO_2$ , CO och cancerogena ämnen samt nedbrytning av material p g a  $SO_2$  (dock icke effekter på byggnadsverk som anses ha ett särskilt

---

<sup>12</sup> Partiklarna  $PM_{2.5}$  kommer fortsättningsvis att benämnas avgaspartiklar, även om avgaspartiklarna egentligen är bara en delmängd av  $PM_{2.5}$  (avgaspartiklarna är egentligen  $PM_{0.1}$ ).

kulturellt värde). Lokala effekter av kväveoxider ( $\text{NO}_x$ ) värderas inte, utan enbart regionala effekter via ozon och nitrater. Detta för att undvika dubbelräkning, då effekterna av  $\text{NO}_x$  och partiklar är korrelerade. De lokala effekter på ekosystemet som ingår är påverkan på grödor. Effekter på övriga ekosystemet, t ex försurning och övergödning, ingår som regionala effekter.

De regionala effekter som värderats består, förutom av vissa effekter på ekosystemet, av hälsoeffekter av  $\text{PM}_{2.5}$ ,  $\text{NO}_x$  (via nitrater och ozon) olika former av kolväten (VOC, via ozon) och  $\text{SO}_2$  (direkt och via sulfater). Estimerade hälsoeffekter av ozon adderas till partiklarnas effekter. Regionala effekter i form av försurning och övergödning har i svenska ExternE beräknats enbart för lastbilar och bensindrivna personbilar. För övriga kategorier fordon har effekterna inte ansetts kvantifierbara.

HEATCOs värdering omfattar lokala primära effekter av avgaspartiklar ( $\text{PM}_{2.5}$ ) och svaveldioxid ( $\text{SO}_2$ ) samt sekundära effekter (via ozon, sulfater och nitrater) av  $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_2$  och vissa kolväten (NMVOC). Lokala effekter av kolmonoxid och cancerogena ämnen samt sekundära (regionala) effekter av partiklar, som ingår i svenska ExternE, ingår inte i HEATCOs värdering. I HEATCO ingår heller inte regionala effekter på ekosystemet som försurning och övergödning (vilket i sin tur innebär att HEATCOs värdering bygger helt och hållet på effektkedjeansatsen och individuell betalningsvilja). De effekter som ingår i HEATCOs värdering anses, av HEATCO (2006), utgöra minimum för vad som bör ingå i en beräkning av kostnaderna för luftföroreningar av vägtrafik.

I tabell 7 redovisas svenska ExternEs skattning av kostnaden för lokala och regionala effekter på hälsa, material och grödor i kolumnen 1 (från vänster), kostnaden för regionala effekter på ekosystemet (försurning och övergödning) i kolumn 2 och den totala marginalkostnaden (per fordonskilometer) i kolumn 3. HEATCOs skattning av marginalkostnaden för lokala och regionala effekter på hälsa, material och grödor visas i kolumn 4 (jämförbar med svenska ExternEs skattade kostnad i kolumn 1). I femte kolumnen har total marginalkostnad beräknats i form av HEATCOs skattning plus svenska ExternEs skattning av regionala effekter på ekosystemet. Detta för att få ett mått som är jämförbart med den totala marginalkostnaden i kolumn 3. I kolumn 6 redovisas, för jämförbarhetens skull, nu gällande skattning baserad på ASEK-värden (se även tabell 1, denna skattning benämns fortsättningsvis som ASEK-skattningen).<sup>13</sup>

De skattade marginalkostnaderna i svenska ExternE är avsevärt lägre än ASEK-skattningen, för alla fordonstyper i såväl landsbygds- som tätortstrafik. Skillnaden mellan skattningarna kan bero på hur utsläppen värderas och/eller vilka uppmätta halter och exponeringseffekter man räknar med. För landsbygdstrafik ligger skattningen baserad på HEATCOs värden på samma nivå som svenska ExternE, och alltså betydligt lägre än ASEK, trots att HEATCOs värdering inkluderar färre emitterade ämnen än svenska ExternE. För dieselfordon i tätortstrafik ger däremot HEATCOs värdering betydligt högre marginalkostnader än både svenska ExternE eller ASEK-skattningen.

---

<sup>13</sup> I nu gällande skattning är marginalkostnaden beräknad både för personbilar med katalysator och utan katalysator (se tabell 1). I tabell 7 redovisas enbart kostnaden för personbilar med katalysator.

**Tabell 7 Marginalkostnad för emissioner. Lokala och regionala effekter enligt Svenska ExternE (kolumn 1-3) och enligt HEATCO (kolumn 4) Sek/fkm, 2001 års pris<sup>14</sup>.**

	Lokala + regionala effekter; hälsa, skörd material	Regionala effekter; eko-system	Summa kostnad, Svenska ExternE	HEATCO Effekter på hälsa, skörd, material	Summa kostnad, HEATCO + effekter på eko-system	Kostnad baserad på ASEK värden
<b>Personbil, bensin</b>						
Landsbygd	0,03	0,05	0,08	0,02	0,07	0,27
Tätort	0,05	0,06	0,11	0,10	0,16	0,41
<b>Personbil, diesel</b>						
Landsbygd	0,03	0,02	0,05	0,03	0,05	0,23
Tätort	0,10	0,04	0,14	0,71	0,75	0,32
<b>Buss</b>						
Landsbygd	0,17	0,14	0,31	0,14	0,28	-
Tätort	0,46	0,29	0,75	1,95	2,24	-
<b>Tung lastbil</b>						
Landsbygd	0,27	0,33	0,60	0,22	0,55	0,83 - 1,64
Tätort	0,47	0,53	1,00	2,17	2,70	0,77 - 1,89
<b>MC/Moped</b>						
Landsbygd	0,05	0,00	0,05	0,05	0,05	-
Tätort	0,08	0,00	0,08	0,48	0,48	-

Svenska ExternE tar delvis hänsyn till andra typer av utsläpp än ASEK och har delvis annan värderingsmetod än ASEK. I ASEK värderas endast lokala effekter av partiklarna PM<sub>2,5</sub> samt lokala och regionala effekter av svaveldioxid (SO<sub>2</sub>), kväveoxider (NO<sub>x</sub>) och kolväten (VOC). I svenska ExternE värderas samma effekter som i ASEK, med undantag för att lokala effekter av kväveoxider (NO<sub>x</sub>) inte ingår (SIKA, 2005c). Eftersom effekterna av lokal spridning av partiklar och kväveoxider är korrelerade skulle en värdering av bägge emissionerna medföra risk för dubbelräkning. SIKA har också rekommenderat att man, i enlighet med svenska ExternE, värderar enbart regionala hälsoeffekter av kväveoxider (SIKA, 2005c). I svenska ExternE värderas lokala och regionala effekter, på hälsa och material, av utsläpp av kolmonoxid (CO), Bensen, Benso(a)Pyren (BaP), 1,3-Butadien och dieselpartiklar. De fyra förstnämnda ämnena är kolväten, alltså VOC, vilket värderas även i ASEK. Det är däremot oklart om dieselpartiklarna ingår i ASEKs värdering av partiklar. En annan skillnad är att ASEK-värderingen omfattar endast lokala effekter i tätorter. I svenska ExternE beräknas däremot kostnader för lokala effekter både för tätorter och landsbygd (SIKA, 2005b).

<sup>14</sup> I svenska ExternE är kostnaderna beräknade i Euro och i 1998 års faktorpris. Kostnaderna har omräknats till sek med valutakursen 9,0 och räknats upp från faktorpris till marknadspris med faktorn 1,2. Värdena har dessutom räknats upp från 1998 års pris till 2001 års pris utifrån en ökning av KPI med 4% och en ökning av real inkomst (BNP per capita) med 9%. I enlighet med rekommendationerna av ASEK (SIKA, 2002) är det endast värden som bygger på individuella betalningsviljor som har räknats upp m a p ökning av real inkomst, inte värden som bygger på marknadspriser. Värden baserade på åtgärdskostnader har därför inte korrigerats m a p förändring av real inkomst. HEATCOs värden är omräknade från faktorpris i Euro och 2002 års pris, till marknadspris i sek och 2001 års pris, enligt samma principer som omräkningen av svenska ExternE, och exakt samma sätt som HEATCOs värden för buller.



En orsak till skillnaden mellan ASEKs beräkningar och svenska ExternE kan vara att ASEKs värdering av partiklarna PM<sub>2.5</sub> är felaktig. De exponeringsberäkningar som värderingen av PM<sub>2.5</sub> bygger på gäller sannolikt för PM<sub>10</sub>, d v s inklusive slitagepartiklar, vilket innebär en överskattning av exponeringen för de mindre partiklarna (Nerhagen *et al*, 2005).

De lokala effekterna värderas i ASEK med effektkedjemetoden (även kallad IP-metoden), på samma sätt som i svenska ExternE. De regionala effekterna värderas däremot helt och hållet utifrån åtgärdskostnaden för att uppnå politiskt uppsatta miljömål, istället för skadekostnad värderad utifrån individers betalningsvilja. I svenska Extern E används bägge metoderna vid värdering av regionala effekter. Regionala hälsoeffekter och nedbrytning av material värderas utifrån skadekostnad enligt effektkedjemetoden, medan regionala effekter på ekosystemet värderas utifrån åtgärdskostnad (SIKA, 2005b).

Det finns en viktig skillnad mellan marginalkostnadsberäkning enligt ASEK respektive svenska ExternE när det gäller effektsambandet för förtida död (mortalitet) p g a partikelutsläpp. I ASEK har utsläpp av avgaspartiklar antagits leda till 0,57% ökad dödlighet per µg/m<sup>3</sup> i högre bakgrundshalt av PM<sub>2.5</sub>. I ExternE utgick man ursprungligen från ett effektsamband som låg i samma nivå som ASEKs, men valde senare att sänka den beräknade effekten på mortalitet till ca en tredjedel av det ursprungliga värdet (0,24% ökad dödlighet per µg/m<sup>3</sup>). Detta är en bidragande orsak till att svenska ExternE har lägre skattade marginalkostnader än ASEK. ExternE har emellertid, efter svenska ExternE, återgått till det ursprungliga effektsambandet för ökad dödlighet p g a avgaspartiklar (SIKA, 2005c). HEATCOs beräkningar bygger på detta ursprungliga effektsamband, som ExternE har återgått till.

Det finns även en skillnad mellan svenska ExternE och ASEK beträffande den ekonomiska värderingen av ökad dödlighet, som är en av de viktigaste posterna i värderingen av effekterna av luftföroreningar. I svenska värderingar har värdet av ett förlorat år av liv (value of a lost life year, VOLL) härletts från det värde som ASEK rekommenderar för värdering av ett olycksfall med dödlig utgång i trafiken. Ett problem som diskuterats, i samband med att man använder detta värde som bas för värdering av VOLL, är den s k ”sammanhangsfaktorn” (även kallad kontextfaktorn). Sammanhangsfaktorn innebär i detta fall att förkortad livslängd p g a luftföroreningar skulle värderas annorlunda än dödsfall genom t ex olyckor p g a att riskerna för den förstnämnda typen av dödsfall är påtvingade. Detta skulle kunna innebära att VOLL blir underskattat om det härleds från ett VSL beräknat för olyckor. I tidigare ExternE-värderingar har sammanhangsfaktorn inkluderats på så sätt att VOLL vid mortalitet p g a luftföroreningar utgått från ett VSL som var dubbelt så högt som det VSL som använts vid värdering av trafikolyckor. Denna värderingsprincip har inte delats av SIKA (SIKA, 2005c) och även ExternE väljer numera (efter svenska ExternE) att inte räkna med någon sammanhangsfaktor (Nerhagen *et al*, 2005). Ytterligare en skillnad mellan ASEK-värderingen och svenska ExternE är att risken för ökad sjuklighet har, i ASEK, värderats genom ett procentuellt påslag på mortalitetsvärdet, medan man i svenska ExternE värderar denna effekt med hjälp av effektkedjemetoden.

Ett mera allmänt problem med tillämpning av ExternE på svenska förhållanden är att spridningsmodellen inte är validerad för svenska förhållanden och att man inte har med alla effekter på ekosystemet. Den faktiska exponeringen av luftföroreningar verkar vara situationsberoende, d v s effektsambanden kan skilja sig åt mellan olika miljöer. Effekterna på människors hälsa av luftföroreningar kan t ex skilja sig åt mellan länder med olika klimat (SIKA, 2003b).

VTI, Institutionen för folkhälsa och medicin vid Umeå Universitet och SLB Analys har, på uppdrag av SIKA och Vägverket, gjort en granskning av beräkningarna i svenska ExternE för att utifrån detta ta fram förslag på beräkningsmetod för externa kostnader av trafikens luftföroreningar. Studien omfattar lokala och regionala effekter på människors hälsa och naturen (effekter på material ingår inte i studien) av trafikens luftföroreningar, men inte globala effekter som växthuseffekten. Studien omfattar därmed alla relevanta utsläpp i luften utom utsläpp av växthusgaser, däribland koldioxid (CO<sub>2</sub>). Resultaten av studien finns presenterat i Nerhagen *et al* (2005).

Ett generellt problem vid värdering av miljöeffekter är att resultatet av effektskattningarna beror på vilken upplösning man har, d v s vilken detaljeringsgrad man har vid mätning av effekterna. Beräkningarna i ExternE har, enligt Nerhagen *et al* (2005) låg upplösning, vilket när det gäller t ex Stockholm innebär att exponeringen för emissioner underskattas med en faktor 1,5. Om halterna av emissioner kombineras med befolkningsdata kan man få befolkningsviktade värden för exponering. Enligt Nerhagen *et al* (2005) bör befolkningsviktade halter användas som mått på exponeringen i ett område. I sådant fall kan en relativt låg upplösning användas och ändå ge tillförlitliga resultat (skillnaden i beräknad exponering är mindre än 10% mellan 5 km, 500m och 100 m upplösning).

Vid värdering av lokala effekter av trafikens luftföroreningar förordas den s k effektkedjemodellen (även kallad IP-metoden), som både svenska ExternE och ASEK-värderingen helt eller delvis bygger på. De rekommendationer som Nerhagen *et al* (2005) ger när det gäller värdering av lokala och regionala effekter av trafikens luftföroreningar presenteras kortfattat i tabell 8.

**Tabell 8 Rekommendationer av VTI, för värdering av luftföroreningar. Korrigeringar i förhållande till svenska ExternE.**

<b>Förslag till justering</b>	
<b>Allmänt:</b>	Finare detaljeringsgrad eller befolkningsviktade halter av emissioner vid beräkning av exponering för luftföroreningar.
<b>Lokala effekter:</b>	
Avgaspartiklar PM <sub>2,5</sub>	Effekter på dödlighet bör (tillsvidare) följa WHO:s rekommendation, d v s 6% ökning av mortaliteten för 10µg/m <sup>3</sup> högre bakgrundshalt av PM <sub>2,5</sub> . Ett högre ER-samband bör användas vid känslighetsanalyser. Värdering av mortalitet (VOLL) bör (tillsvidare) baseras på ASEKs värde för dödlighet (VSL) vid trafikolyckor. Ingen "sammanhangsfaktor" vid värdering av VOLL.
Slitagepartiklar (PM <sub>10</sub> – PM <sub>2,5</sub> )	Bör ingå. Effektsambanden skiljer sig troligtvis från PM <sub>2,5</sub> . Sjukdomseffekter föreslås (tillsvidare) skattas till ca 60% av sjukdomseffekterna av partiklarna PM <sub>2,5</sub> . Effekt på dödlighet mindre än för partiklarna PM <sub>2,5</sub> . Bör inkludera endast "en något förkortad livslängd bland äldre". Ingen "sammanhangsfaktor" vid värdering av VOLL.
Kolmonoxid (CO)	Bör ingå. Använd kostnad från svenska ExternE.
Kväveoxider (NO <sub>x</sub> )	Bör ej ingå, p g a risk för dubbelräkning.
Svaveldioxid (SO <sub>2</sub> )	Bör ej ingå, p g a risk för dubbelräkning.
Bensen	Bör ingå. Använd kostnad från svenska ExternE.
1,3-Butadien	Bör ingå. Använd korrigerad kostnad från svenska ExternE, där effekten skalats ner med en faktor 100.
Benso(a)pyren BaP	Bör ingå. Använd kostnad från svenska ExternE.
Dieselpartiklar	Bör ej ingå, p g a risk för dubbelräkning
<b>Regionala effekter:</b>	Skattning av skadekostnad, enligt effektkedjemetoden, osäker p g a komplicerat värderingsproblem (svårt skatta ER-samband). Standard-price-metoden är ett möjligt alternativ, men modeller ej helt färdigutvecklade. Därför är åtgärds-kostnader (den typ av skattningar som nu används i ASEK) fortfarande det rimligaste alternativet.

Källa: Nerhagen, L., Forsberg B., Johannson C. och Lövenheim B. (2005).

En av de viktigaste posterna i värderingen av luftföroreningar är kostnaden för ökad mortalitet, d v s kostnaden för förtida död (VOLL) på grund av luftföroreningar. VOLL har hittills härletts från värdering av olycksfall med dödlig utgång (VSL) i trafiken. Det finns nya studier där VOLL värderas direkt, men det råder fortfarande stor osäkerhet kring dessa skattningar. På grund av detta så rekommenderas att man även i fortsättningen, tillsvidare, beräknar kostnaden för förkortad livslängd utifrån ASEKs värde på VSL. Enligt Nerhagen *et al* (2005) är detta en något förenklad värderingsmetod, jämfört med ExternE, men ändå lämplig att använda till vidare, bland annat p g a överskådlighet.

Nerhagen *et al* (2005) har inte funnit stöd, i de studier de granskat, för att dödsfall p g a luftföroreningar skall värderas annorlunda än dödsfall p g a andra orsaker. Sammanhangsfaktorn bör med andra ord inte räknas med.

Den diskonteringsränta, som används vid beräkning av VOLL, bör enligt ASEKs rekommendationer sättas till 4%. I svenska ExternE användes diskonteringsräntan 3%. Beräkningar i Nerhagen *et al* (2005) visar emellertid att diskonteringsräntan har liten betydelse för beräkningen av kostnaden för påverkan på dödlighet av emissioner av PM<sub>2,5</sub>, som är den största och viktigaste kostnadsposten i värderingen av luftföroreningarnas lokala effekter.

Partiklar, är enligt WHO, den förorening som har störst påverkan på människors hälsa. Hälsoeffekter av emissioner av avgaspartiklar (PM<sub>2,5</sub>), ger upphov till den största kostnaden i den svenska ExternE-studien. Den främsta effekten av utsläpp av avgaspartiklar är förtida död till följd av en generellt ökad dödlighet hos vuxna. Vid kvantifiering av denna ökade dödlighet så förordas en tillämpning av WHO's rekommenderade effektsamband, d v s 6% ökning av totalmortaliteten för 10µg/m<sup>3</sup> högre bakgrundshalt av PM<sub>2,5</sub>. Det finns nyligen skattade samband som har visat på 3 ggr högre effekt på totala mortaliteten. Dessa värden föreslås för användning i känslighetsanalyser (Nerhagen *et al*, 2005). WHO's värden är i nivå med det som nu används i europeiska ExternE, och den nivå som SIKA har förordat (SIKA, 2005b). Sjukdomseffekter p g a avgaspartiklar (PM<sub>2,5</sub>) föreslås värderas enligt svenska ExternE-studien, då dessa värden, om än osäkra, stämmer överens med resultat som framkommit i andra studier.

Slitagepartiklar bör ingå i kostnadsberäkningarna, vilket hittills inte varit fallet. Slitagepartiklar genereras främst genom fordonens kontakt med vägbanan och lämnar, t ex i Stockholm, störst bidrag till den totala halten av partiklar. Slitagepartiklar är mindre farliga för hälsan än PM<sub>2,5</sub>, bl a beroende på att de är större och inte tränger lika långt ner i lungorna som avgaspartiklar. För slitagepartiklar bör beräkningen därför endast avse en något förkortad livslängd bland äldre. Beträffande sjukdomseffekter av slitagepartiklar ges inget förslag på effektberäkningar för enskilda sjukdomstillstånd. De effektsamband, för hälsoeffekter, som finns är baserade på få studier och betydligt mer osäkra än för PM<sub>2,5</sub>. Problemmrådet är ännu relativt utrett och det behövs, enligt Nerhagen *et al* (2005), en diskussion kring vilka sjukdomseffekter som bör ingå i kostnadsberäkningen samt nya studier för säkrare ER-samband. Det behövs också bättre kunskap om emissionerna av slitagepartiklar i olika delar av Sverige. På kort sikt, tills frågan är mera utredd, föreslås att man värderar sjukdomseffekterna av slitagepartiklar till 60% av kostnaden för sjukdomseffekterna av PM<sub>2,5</sub>. Upphovsmännen bakom ExternE har rapporterat resultat som tyder på att effekterna av de respektive typerna av partiklar har denna relation.

För övriga emissioner, och deras lokala effekter, gäller följande rekommendationer från Nerhagen *et al* (2005) (se även tabell 8):

Korttidseffekterna av kolmonoxid (CO) bör ingå i kostnadsberäkningen.

Effekterna av 1-3-Butadien, Bensen och Benso(a)Pyren bör också ingå. I nuläget är det bäst att använda resultatet från svenska ExternE (kr/kg), med vissa

justeringar. Effekten av 1-3-Butadien som användes i svenska ExternE-studien bör skalas ned med en faktor 100. Effektsambanden för olika ämnens påverkan på cancer är dock osäkra och bör granskas ytterligare.

Effekter av kväveoxider ( $\text{NO}_x$ ), svaveldioxid ( $\text{SO}_2$ ) och dieselpartiklar bör ej ingå i kostnadsberäkningen eftersom det innebär risk för dubbelräkning av effekter och kostnader (deras effekter beror troligtvis på och speglas av partikeleffekterna).

Regionala effekter är komplicerade att värdera p g a att utsläppen genomgår kemiska reaktioner (bildar sekundära kemiska ämnen) och att det har effekter både på hälsa och ekosystemet. Även i detta fall har effekter av partiklar störst betydelse för hälsokostnader (i detta fall sekundärt bildade partiklar). När det gäller effekter på naturen så värderar ExternE enbart luftföroreningarnas lokala effekter på grödor. Detta beroende på bristen på ER-samband för övriga ekosystemet. ASEKs värdering (och nu gällande marginalkostnadsberäkning) baseras på regionala effekter värderade utifrån åtgärds-kostnad. Ett annat alternativ för värdering av effekter på ekosystemet är den s k ”standard-price”-metoden. Även detta är en alternativkostnadsvärdering byggd på åtgärds-kostnader. I detta fall beräknas emellertid åtgärds-kostnaden utifrån kritiska belastningsgränser istället för av staten fastställda mål för reduktion av emissioner. I ExternE har beräkningar gjorts med denna metod för effekter i form av försurning och övergödning. Den modell som används för ”standard-price”-metoden, RAINS-modellen, har en del brister och oklarheter beträffande kvaliteten på beräkningarna. Enligt Nerhagen *et al* (2005) är RAINS- modellen, trots att den behöver förbättras på en rad punkter, det hittills bäst utvecklade instrumentet för att göra åtgärds-kostnadsberäkningar. Eftersom effektkedjemetoden inte kan ses som tillämpbar inom en nära framtid, p g a svårigheten att ta fram ER-samband för eko-systemet, så skulle ”standard-price”-metoden kunna vara ett intressant alternativ även för svenska kostnadsberäkningar. Nerhagen *et al* (2005) är emellertid tveksamma till att utan ytterligare granskning använda de värden som hittills tagits fram med denna metod. De föreslår därför inte någon revidering av de kostnader för regionala effekter som nu används i ASEK.

Rent generellt har alternativkostnadsvärdering enligt åtgärds-kostnadsmetoden nackdelen att den inte fångar den negativa nytta som människor upplever vid sjukdom, d v s den underskattar kostnaden för luftföroreningarnas hälsoeffekter. Som motvikt till detta skall dock ställas det faktum att värderingar enligt effektkedjemetoden (IP-metoden) kräver omfattande modellering, detaljerade och kostsamma beräkningar samt är svåra att granska för utomstående och ger resultat som beror på kvaliteten på indata (Nerhagen *et al*, 2005).

Sammanfattningsvis kan man, av den granskning som Nerhagen *et al* (2005) har gjort, dra slutsatsen att skattningar av marginalkostnaderna för luftföroreningarna metodmässigt bör göras delvis enligt svenska ExternEs principer och delvis enligt ASEK-skattningens principer samt att effekter av slitagepartiklar ( $\text{PM}_{10}$ ) bör inkluderas i värderingen. Det faktum att slitagepartiklar hittills inte ingått i värderingarna (åtminstone inte explicit) kan möjligen innebära att marginalkostnaden för luftföroreningar är högre än vad såväl svenska ExternE som ASEK-skattningen anger.

HEATCOs värden ger marginalkostnader som är avsevärt högre än både svenska ExternE och ASEK-skattningen för dieseldrivna fordon i tätortstrafik (tung lastbilar, bussar och dieseldrivna personbilar). Värdena för landsbygdstrafik (alla fordonstyper) och bensindrivna personbilar i tätortstrafik är på samma nivå som i svenska ExternE och betydligt lägre än i ASEK-värderingen. Det faktum att HEATCOs värden avviker på detta sätt från svenska ExternE och ASEK-skattningen kan möjligen bero på att HEATCO utgår från andra exponeringssamband för tätorter och/eller effektsamband för dieselaygaser. Orsaken till denna skillnad i värdering och vilken av skattningarna som har de mest relevanta värdena för dieseldrivna bilar och tätortstrafik behöver undersökas närmare.

### Differentiering av marginalkostnad för emissioner

Arbete pågår bl a med att ta fram situationsspecifika emissionsfaktorer (när och var trafiken äger rum). Kallstarter, avdunstning, flödes hastighet och antalet stopp har betydelse för emissionerna. Kallstartemissionerna beror främst på omgivnings- och starttemperatur och körd sträcka sedan start. Varmutsläppen beror på körmönstret och hastigheten. Starkast hastighetsberoende är kväveoxidutsläppen. Emissioner i tätorterna kan tänkas bli mycket högre vid körning genom innerstaden än vid körning på stadens större trafikleder, även om det sistnämnda alternativet skulle innebära en längre sträcka (men däremot mindre exponering p g a lägre befolkningstäthet) (SIKA, 2003a).

## 7 Utsläpp av koldioxid

Försök har gjorts att skatta hälsoeffekter, naturskadeeffekter etc, av utsläpp av koldioxid, utifrån effektkedjemetoden och med hjälp av ER-samband. Dessa beräkningar är emellertid extremt osäkra, bl a på grund av att kunskapen om effekterna av globala klimatförändringar är ofullständig. De värden som hittills tagits fram underskattar systematiskt de verkliga kostnaderna (SIKA, 2003a; HEATCO, 2006). Med andra ord är beräknad åtgärdskostnad, utifrån fastlagda politiska miljömål, än så länge, den enda rimliga värderingsmetoden för globala miljöeffekter.

I Sverige värderas utsläpp av koldioxid för närvarande utifrån åtgärdskostnaden för att uppfylla det trafikpolitiska målet om en reduktion av utsläppen så att man år 2010 når 1990-års nivå på utsläppen. Utifrån detta mål har åtgärdskostnaden för koldioxidutsläpp beräknats till 1,50 kr/kg (SIKA, 2002 eller 2004). Reduktionen av koldioxidutsläpp har emellertid gått långsammare än vad man hoppats på. Om målet att år 2010 nå ner till 1990 års utsläppsnivå skall kunna uppfyllas krävs idag starkare styrning och styrmedel. Den åtgärdskostnad som idag krävs, för att klara det uppsatta målet har beräknats till ca 2,70 kr/kg utsläpp (SIKA, 2005c).

I HEATCO (2006) presenteras skattningar av värden på koldioxidutsläpp som motsvarar åtgärdskostnaden för att uppnå miljömålen för år 2010 enligt Kyoto-protokollet alternativt EUs mål om begränsning av klimatförändringarna till + 2 °C av jordens medeltemperatur (som är ett striktare krav än det förstnämnda). Kostnaden för att uppnå det senare målet kan, enligt HEATCO (2006), leda till så höga åtgärdskostnader som €95 per ton utsläpp av CO<sub>2</sub>. Detta motsvarar i svenska kronor och marknadspris (valutakurs 9,0 och faktor 1,2 för uppräknings till marknadspris) ca 1,03 kr/kg CO<sub>2</sub>-utsläpp. Det värde som HEATCO rekommenderar är €22 per ton, med intervallet €14 – €51 för känslighetsanalys. Detta motsvarar i svenska priser 0,23 kr/kg CO<sub>2</sub>-utsläpp, med intervallet 0,15 – 0,55 kr/kg för känslighetsanalys. Det rekommenderade värdet är alltså enbart en sjättedel av det värde man räknar med i Sverige.

En sak som bör påpekas är att HEATCOs skattning av kostnad för globala effekter avser koldioxidekvivalenter, d v s inte enbart utsläpp av koldioxid utan den totala mängden utsläpp av samtliga växthusgaser. För exempelvis utsläpp på hög höjd från flyg så rekommenderar HEATCO att man tar mängden utsläpp av CO<sub>2</sub> gånger 2 för att få mängden koldioxidekvivalenter av den totala effekten av samtliga klimatpåverkande ämnen som flyget släpper ut i atmosfären. Även om man i svenska beräkningar värderar enbart CO<sub>2</sub>-utsläpp så borde man ändå, vid användning av ASEK-värden, som regel få större kostnad för globala effekter jämfört med en beräkning med HEATCOs värden och koldioxidekvivalenter.

Det faktum att man inom transportsektorn i Sverige räknar med en kostnad, för utsläpp av CO<sub>2</sub> och globala miljöeffekter, som uppenbarligen är betydligt högre

än i övriga Europa kan möjligen bero på att transportsektorn i Sverige har en högre ambitionsnivå när det gäller reduktion av utsläpp av CO<sub>2</sub>. Givet att de nationella, eller sektorsvisa, miljömålen inte satts lägre än vad internationella överenskommelser kräver, så är det rimligt att det är de egna landets politiska mål som skall utgöra grunden för värderingen. Med andra ord behöver ASEK-värdet för utsläpp av CO<sub>2</sub> inte nödvändigtvis sänkas p g a att man räknar med lägre värden i andra länder. Däremot behövs en fortsatt diskussion om huruvida ASEK-värdet bör anpassas till Europa-nivå eller höjas för att fortfarande spegla åtgärds-kostnaden för att uppnå det trafikpolitiska målet för CO<sub>2</sub>-utsläpp år 2010.



## 8 Total marginalkostnad och internaliseringsgrad

Internaliseringsgraden är den andel av trafikens marginalkostnader för externa effekter som korrigeras genom skatter/avgifter. De skatter som är intressanta i detta sammanhang är de som varierar med körd sträcka, och därmed med marginalkostnaden, d v s energiskatten och koldioxidskatten. I tabell 9 visas de skattesatser som gäller f o m 1 januari 2006. Nu gällande skattesatser motsvarar ca 0,90 kr/kg CO<sub>2</sub>-utsläpp från bensen, ca 1,03 kr/kg CO<sub>2</sub>-utsläpp från diesel av miljöklass 1 och ca 0,98 kr/kg CO<sub>2</sub>-utsläpp från diesel av miljöklass 2 eller 3 (Skatteverket, 2006 samt Naturvårdsverket, 2006).

**Tabell 9 Bränsleskatter i Sverige år 2006, sek/liter bränsle.**

Bränsle, kr/liter	Energiskatt	Koldioxidskatt	Summa skatt
<b>Bensin:</b>			
Miljöklass 1	2,86	2,13	4,99
Akrylatbensin	1,28	2,13	3,41
Miljöklass 2	2,89	2,13	5,02
Annan bensin	3,56	2,13	5,69
<b>Olja, ofärgad:</b>			
Miljöklass 1	1,04	2,62	3,66
Miljöklass 2	1,29	2,62	3,91
Miljöklass 3	1,61	2,62	4,23
<b>Olja, grönfärgad</b>	0,74	2,62	3,36
<b>Naturgas och metan</b>	0	1,12	1,12
<b>Gasol</b>	0	1,36	1,36

Källa: Skatteverket (2006)

I tabell 10 redovisas aktuell internaliseringsgrad (skatt/marginalkostnad), beräknad utifrån nu gällande skattesatser och hittills gällande marginalkostnadsskattningar i kr/liter bränsle och omräknade till 2005 års pris.<sup>15</sup> Beräkningen av internaliseringsgrad är uppdelad i två delar, dels energiskatten i förhållande till totala marginalkostnaden exklusive kostnaden för utsläpp av CO<sub>2</sub> och dels koldioxidskatten i förhållande kostnaden för CO<sub>2</sub>-utsläpp. Beräkningarna bygger på att alla använder bränsle av miljöklass 1 (såväl diesel som bensin).

<sup>15</sup> Beräkningarna bygger på marginalkostnaderna uttryckta i kr/liter bränsle i tabellerna 8.1 – 8.6 i SIKA (2003a), uppräknade till 2005 års pris med KPI och tillväxt av BNP/capita. Det var inte möjligt att räkna om kostnaderna till 2006 års pris eftersom 2006 års värden, på årsbasis, för KPI och BNP/capita ännu inte är tillgängliga.

Bensindrivna personbilar med katalysator som kör på landsbygden är de enda som betalar en energiskatt motsvarande den skattade totala marginalkostnaden, exklusive CO<sub>2</sub>-utsläpp. I tätorter är det däremot bara 64% täckning av den skattade marginalkostnaden. Dieseldrivna personbilar (med katalysator) och tunga fordon har en internaliseringsgrad på ca 25-33% på landsbygden och ca 8 -13% i tätorter. Energiskatten är m a o ganska låg i förhållande till den skattade marginalkostnaden (exklusive kostnad för CO<sub>2</sub>-utsläpp). Om man jämför med motsvarande värden som beräknades år 2004 så har internaliseringsgraden ökat med ca 8 procentenheter för dieseldrivna personbilar (med katalysator) och tung trafik i landsbygds trafik och med ca 2-4 procentenheter i tätortstrafik. En ökning av beskattningen med en speciell typ av skatt på trafik i tätorter, särskilt för dieseldrivna personbilar och tung trafik, skulle alltså behövas för att denna trafik skall bära åtminstone lika stor relativ andel av sina kostnader som landsortstrafik.

Koldioxidskatten motsvarar mellan 58% och 66% av marginalkostnaden för CO<sub>2</sub>-utsläpp, värderade enligt 1,50 kr/kg som är en åtgärds kostnad som är lägre än den som i dagens läge skulle krävas för att uppnå det trafikpolitiska utsläppsmålet till år 2010. Inte heller i detta fall bär trafiken den skattade marginalkostnad som den beräknas ge upphov till.

**Tabell 10 Internaliseringsgrad, Skatt/marginalkostnad (2005/2006 års priser), %.**  
(Värden inom parentes är beräknad internaliseringsgrad år 2004).

Typ av fordon	Energiskatt Landsbygd	Energiskatt Tätort	Koldioxidskatt Landsbygd/Tätort
<b>Personbil, bensin med katalysator</b>	104 (103)	64 (64)	58
<b>Personbil, bensin utan katalysator</b>	48 (48)	31 (31)	58
<b>Personbil, diesel med katalysator</b>	30 (22)	13 (9)	66
<b>Personbil, diesel utan katalysator</b>	31 (22)	6 (4)	66
<b>Lastbil, 3,5-16 ton</b>	25-26 (18)	8 (6)	66
<b>Lastbil, 16 &gt; ton</b>	27-32 (19-23)	9-12 (6-9)	66

## 9 Avslutande kommentarer

De sammanfattande slutsatser man kan dra av vad som framkommit i denna rapport är följande:

**Infrastrukturkostnad:** Marginalkostnaden för drift och underhåll av vägar har skattats med olika metoder både av Vägverket och VTI. En sak som både Vägverket och VTI verkar vara överens om är att kostnaden för slitage och underhåll på personbilstrafik sannolikt är så liten att den är försumbar. Denna kostnad kan med andra ord sättas till noll. Följaktligen är det sannolikt att infrastrukturkostnaden för tunga fordon är högre än i nuvarande ASEK-skattning. De nyaste skattningarna från Vägverket och VTI (Vägverket 2003 och Haraldsson (2006)) ligger inom intervallet 0,06-0,25 för lastbilar på 3,5 - 16 ton och intervallet 0,15 – 0,67 för lastbilar tyngre än 16 ton. Dessa intervall ligger inom de kostnadsintervall som skattades av Vägverket år 2000. Eftersom skattning av infrastrukturkostnader uppenbarligen är svårt (i detta fall är t ex inte HEATCO (2006) beredd att ge några förslag på värden som kan användas) kan det vara lämpligt att använda sig av intervallskattningar som sannolikt omfattar det korrekta värdet istället för att använda punktskattningar (d v s ett enda värde). I detta fall är det lämpligt att utgå från resultaten av Vägverkets och VTIs senaste skattningar, d v s utgå från marginalkostnaden noll för alla lätta fordon och ovan nämnda intervall för tunga fordon. I det fall punktskattningar behövs (t ex som input i modeller) kan 0,15 kr/fkm för lastbilar 3,5-16 ton och 0,40 kr/fkm för lastbilar > 16 ton vara lämpliga värden att utgå från (dessa värden ligger ungefär mittemellan Vägverkets och VTIs skattade).

**Olyckor:** HEATCOs förslag till riskvärdering av liv och personskador är något lägre än de som ASEKs skattning av olyckskostnad baseras på. Nya resultat från det svenska KESO-projektet antyder emellertid att värdena kan vara betydligt högre än nu gällande ASEK-värden. Det finns därför knappast någon anledning att anpassa beräkningen av olyckskostnader efter HEATCOs värden. Nuvarande värden kan användas tills resultaten från KESO och andra pågående svenska projekt har analyserats och värderats. Frågan om underrapportering av olyckor och behovet av en korrigerande beräkning på grund av sådana problem bör undersökas.

**Buller:** När det gäller kostnaden för buller finns det fortfarande för lite underlag för en revidering av nu gällande värden. En granskning av resultaten av den svenska undersökningen i HEATCOs new approach bör göras, eftersom denna studie kan tänkas bidra till bättre underlag för bullerkostnadsberäkningarna.

**Emissioner exklusive CO<sub>2</sub>:** Nya beräkningar bör göras enligt de värderingsprinciper som rekommenderas i Nerhagen *et al* (2005). Efter en sådan beräkning, och en granskning av dessa beräkningar, kan det eventuellt finnas underlag för reviderade värden.

**Utsläpp av CO<sub>2</sub>:** De värden på kostnaden för koldioxidutsläpp som rekommenderas av HEATCO är avsevärt lägre än nu gällande ASEK-värde. Anledningen är att den svenska transportsektorn har högre ambitionsnivå när det gäller reduktion av koldioxidutsläpp än vad EUs åtaganden enligt Kyoto-protokollet kräver. Eftersom reduktionen av koldioxidutsläpp ner till utsläppsmålet för år 2010 inte har gått i den takt som förväntats så krävs det nu en högre åtgärdskostnad om det svenska transportpolitiska målet skall nås. Idag är den beräknade åtgärdskostnaden för att nå utsläppsmålet för år 2010 ca 2,70 kr/kg CO<sub>2</sub>-utsläpp. Eftersom utsläppen koldioxid värderas utifrån åtgärdskostnad för att uppnå politiska mål så är det i grunden en politisk diskussion som avgör vilket värde på koldioxid man skall räkna med. SIKA har tidigare föreslagit en värdering motsvarande koldioxidskatten på drivmedel, som då var ca 0,91 kr/kg CO<sub>2</sub>-utsläpp (SIKA 2005c). Nivån på koldioxidskatten kan ju också ses som en form av alternativkostnadsvärdering utifrån politiska mål. Nu har emellertid koldioxidskatten ändrats något, räknat per kg/utsläpp. Nu gällande skattesatser motsvarar ca 0,90 kr/kg av CO<sub>2</sub>-utsläpp från bensin och ca 1,03 kr/kg av CO<sub>2</sub>-utsläpp från diesel av miljöklass 1. Höjningen av koldioxidskatten för diesel antyder att en starkare styrning mot minskade koldioxidutsläpp är önskvärd ut miljöpolitisk synpunkt. På grund av detta kan det vara lämpligt att tillsvidare utgå från intervallet 0,90 - 2,70 kr/kg, med nuvarande ASEK-värde på 1,50 kr/kg som punktskattning vid beräkningar som kräver ett enstaka värde.

**Total marginalkostnad för trafikens externa effekter:** De rekommenderade värden som följer av de sammanfattande resultaten i denna rapport visas i tabell 11. De enda värden som korrigerats i tabell 11 är infrastrukturkostnaden, där en ny intervallskattning ersatt de gamla värdena, och kostnaden för emissioner av CO<sub>2</sub>, för vilken beräkningen baseras på intervallet 0,90 – 2,70 kr/kg utsläpp. I övrigt kvarstår hittills gällande värden.

Rent generellt bör marginalkostnaderna alltid beräknas och presenteras i form av intervallskattningar (i likhet med praxis i t ex ExterneE och HEATCO), med ett rekommenderat värde (en punktskattning) för användning i t ex modeller som kräver ett specifikt belopp som input.

I samhällsekonomiska sammanhang är skattningar av kostnader och intäkter alltid förenade med stor osäkerhet. Detta behöver inte nödvändigtvis bero på brister i analysen utan kan bero på problem med tillgång på data, problem vid dataregistrering, slumpen etc. Vid jämförelse av olika skattningar av kostnader eller intäkter behöver inte skillnader mellan skattningarna nödvändigtvis bero på att en är rätt/bra och de övriga fel/dåliga. Det kan lika väl bero på val av analysmetod, val av skattningsmetod och/eller att skattningarna bygger på olika datamaterial, t ex från olika källor, från olika tidpunkter eller från olika stickprov. På grund av de oundvikliga problemen med osäkerhet i skattningar är det inte den bästa strategin att bland flera olika skattningar försöka hitta den enskilda skattning som är den sanna eller den bästa. Detta är i praktiken omöjligt. Ett annat problem med en sådan strategi är att en angivelse av ett enda exakt värde kan ge fel signaler genom att det ger intryck av en säkerhet och exakthet som egentligen inte finns.

**Tabell 11 Förslag till skattade marginalkostnader för trafik på väg, på landsbygd och i tätorter. Kr/fkm, 2001 års prisnivå.**

PB = Personbil, bensindriven  
 PD = Personbil, dieseldriven,  
 LB 3,5-16 = Tung lastbil 3,5 – 16 ton  
 LB >16 = Tung lastbil > 16 ton

Fordonstyp och trafikmiljö	Infrastruktur: Slitage & Deformation	Olyckor: Extern olycks-kostnad	Miljö: Buller	Miljö: Emission exkl CO <sub>2</sub>	Totalt exkl CO <sub>2</sub>	Miljö: Emission CO <sub>2</sub>	Totalt Inkl CO <sub>2</sub>
<b>PB</b>							
Landsbygd	0	0,14	0,009	0,02	0,2	0,16-0,49	0,3-0,6
Tätort	0	0,25	0,081	0,11	0,4	0,25-0,73	0,7-1,2
<b>PD</b>							
Landsbygd	0	0,14	0,009	0,02	0,2	0,14-0,41	0,3-0,6
Tätort	0	0,25	0,081	0,23	0,6	0,19-0,57	0,8-1,1
<b>LB 3,5-16:</b>							
Landsbygd	0,06-0,25	0,35	0,06	0,33	0,8-1,00	0,50-1,49	1,3-2,5
Tätort	0,06-0,25	0,61	0,56	1,10	2,3-2,5	0,46-1,37	2,8-3,9
<b>LB &gt;16:</b>							
Landsbygd	0,15-0,67	0,35	0,14-0,31	0,69	1,3-2,0	0,98-2,95	2,3-5,0
Tätort	0,15-0,67	0,61	1,29-2,82	1,66	3,7-5,8	1,13-3,40	4,8-9,2

Den bästa strategin, vid värdering av olika skattningar, är att välja ut de skattningar som är teori- och metodmässigt korrekt genomförda och använda deras samlade resultat för att forma en intervall, inom vilket det sanna värdet sannolikt ligger. Som regel gäller att ju fler olika skattningar, av en viss kostnad eller intäkt, som finns och ju mer samstämmiga dessa skattningar är desto säkrare kan man vara på att man kommit nära det bakomliggande sanna värdet.

Det finns två stora fördelar med intervallskattningar. Den ena är att de som tar del av de skattade marginalkostnader som presenteras inte förlöds att tro att beräkningarna är fullständigt tillförlitliga. Den andra fördelen är att storleken på intervallet kan ge viss antydning om hur stor osäkerheten i skattningarna är. Bredare intervall tyder på mindre samstämmighet mellan olika skattningar och sannolikt större osäkerhet i skattningarna.

## Referenser

Bickel, P., S. Schmid och R. Friedrich (2002), *Estimation of Environmental Costs of the Traffic Sector In Sweden*. Draft 1.3, IER, University of Stuttgart.

European Commission (2005), *ExternE; Externalities of Energy; Methodology 2005 Update*. (Eds. P Bickel och R Friedrich, IER, Universität Stuttgart), EUR 21951, European Communities.

Friedrich, Rainer och Peter Bickel (eds.) (2001), *Environmental External Costs of Transport*. Berlin: Springer-Verlag.

Haraldsson, Mattias (2006), *Marginal costs for maintenance and operation – a cost function approach*. Working draft, July 11, VTI, Stockholm.

HEATCO (Developing Harmonised European Approaches for Transport Costing and Project Assessment) (2006), *Proposal for Harmonised Guidelines*. HEATCO Deliverable 5, Project funded by the European Commission. February, 2006.

Hultkrantz, L., G. Lindberg och C. Andersson (2006), *The value of improved road safety*. Journal of Risk and Uncertainty 32, 151 – 170.

Johansson, H. och M. Ek (2003), *Emissions from transport in Sweden*. TFK Report 2003:5.

Lindberg, Gunnar (2006), External accident cost of heavy goods vehicles. In: *Valuation and pricing of traffic safety*, by G. Lindberg, Dissertation, Örebro Studies in Economics 13, Örebro University.

Naturvårdsverket (2006), Emissionsfaktorer (internet). Tillgänglig på: [www.naturvardsverket.se/dokument/klimat/1422.shtml](http://www.naturvardsverket.se/dokument/klimat/1422.shtml), 2006-12-27.

Nerhagen, L., B. Forsberg, C. Johansson och B. Lövenheim (2005), *Luftföroreningarnas externa kostnader: Förslag till beräkningsmetod för trafiken utifrån granskning av ExternE-beräkningar för Stockholm och Sverige*. VTI rapport 517, VTI, Stockholm.

SIKA (2002), *Översyn av samhällsekonomiska metoder och kalkylvärden på transportområdet*. SIKA Rapport 2002:4.

SIKA (2003a), *Trafikens externa effekter: Uppföljning och utveckling 2002*. SIKA Rapport 2003:1.

SIKA (2003b), *Internalisering av godstrafikens externa effekter*. SIKA Rapport 2003:6.

SIKA (2004), *Trafikens externa effekter: Uppföljning och utveckling 2003*. SIKA Rapport 2004:4.

SIKA (2005a), *Internalisering av kostnaderna för slitage och deformation*. SIKA PM 2005:5.

SIKA (2005b), *Arbetet med att utveckla värderingar för trafikens avgasutsläpp*. SIKA PM 2005:9.

SIKA (2005c), *Förslag till reviderade värderingar av trafikens utsläpp till luft*. SIKA PM 2005:10.

SIKA (2005d), *Kalkylvärden och kalkylmetoder (ASEK): En sammanfattning av Verksgruppens rekommendationer 2005*. SIKA PM 2005:16.

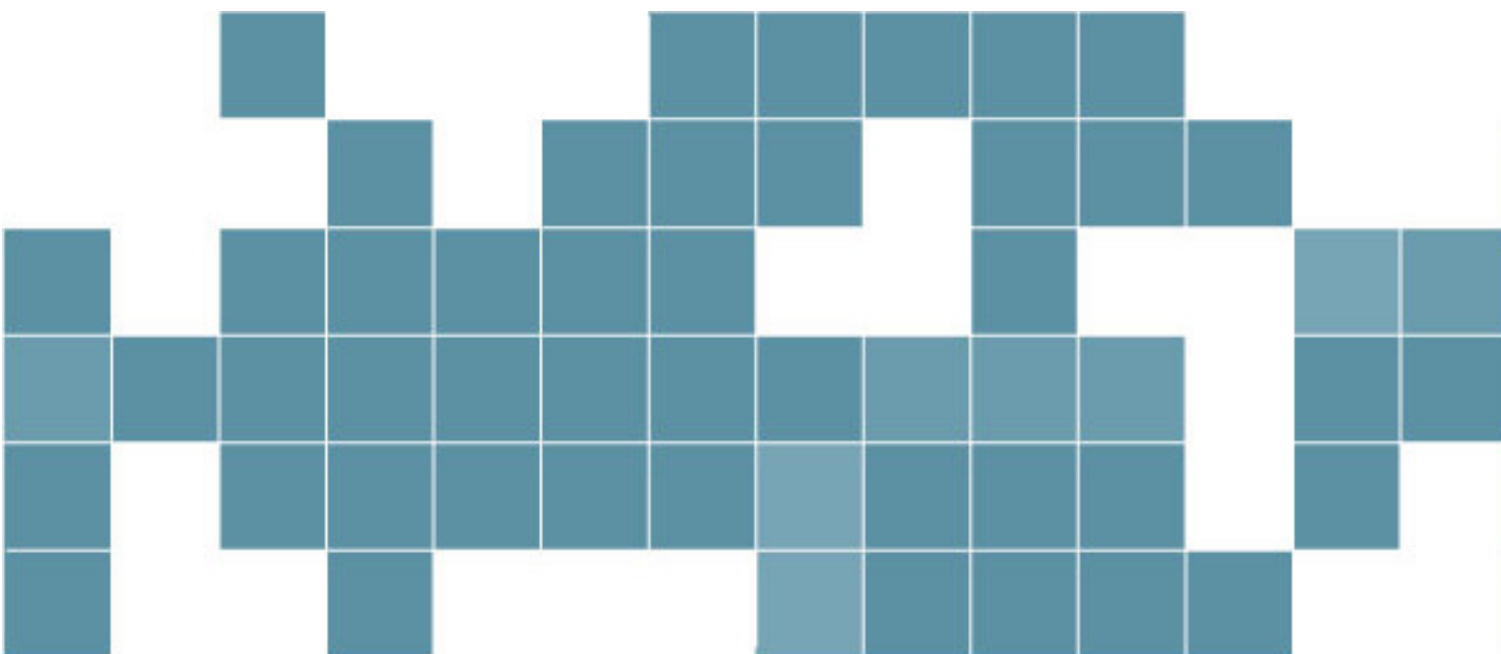
Skatteverket (2006), *Fakta om Sveriges punktskatter 2006*. SKV 493 utgåva 27, Skatteverket.

Vägverket (2000), *Marginalkostnader inom vägtransportsektorn*.  
Underlagsmaterial från Vägverket till SIKAs slutrapport gällande projektet  
”Översyn av förutsättningarna för marginalkostnadsprissättning inom  
transportsektorn”, 2000-12-20, Borlänge.

Vägverket (M. Olofsson, M. Yilma och H. Zarghampour) (2003), *Slitage och deformationer*. Delrapport, Marginalkostnadsprojektet, 2003-04-29. Borlänge.

SIKA är en myndighet som arbetar inom transport- och kommunikationsområdet. Våra huvudsakliga uppgifter är att göra analyser, nulägesbeskrivningar och andra utredningar åt regeringen, att utveckla prognos- och planeringsmetoder och att ansvara för den officiella statistiken.

Utredningarna publiceras i serierna *SIKA Rapport* och *SIKA PM*. Statistiken publiceras i serien *SIKA Statistik*, i tidskriften *SIKA Kommunikationer* samt i årsboken *Transporter och kommunikationer*. Samtliga publikationer finns tillgängliga på SIKAs webbplats [www.sika-institute.se](http://www.sika-institute.se).



Statens institut för  
kommunikationsanalys  
Box 17213, 104 62 Stockholm  
Besöksadress: Maria Skolgata 83  
Telefon 08-506 206 00  
Fax 08-506 206 10  
e-post [sika@sika-institute.se](mailto:sika@sika-institute.se)  
Internet: [www.sika-institute.se](http://www.sika-institute.se)

