



**Internalisering av trafikens  
externa effekter – nya beräkningar  
för väg och järnväg** **PM  
2011:6**



**Internalisering av trafikens  
externa effekter – nya beräk-  
ningar för väg och järnväg**

**PM  
2011:6**

**Trafikanalys**

Adress: Sveavägen 90

113 59 Stockholm

Telefon: 010 414 42 00

Fax: 010 414 42 10

E-post: [trafikanalys@trafa.se](mailto:trafikanalys@trafa.se)

Webbadress: [www.trafa.se](http://www.trafa.se)

Ansvarig utgivare: Brita Saxton

Publiceringsdatum: 2011-05-31

# Förord

Till Trafikanalys uppgifter hör att analysera och rapportera marginalkostnader för trafikens externa effekter och internalisering av dessa effekter. I denna rapport redovisas resultaten av den senaste analysen av internalisering av väg- och järnvägstrafikens externa effekter.

Gunnel Bångman, kvalificerad utredare vid Trafikanalys, har varit projektledare för rapporten

Stockholm i maj 2011

Brita Saxton  
Generaldirektör



# Innehåll

<b>Förord</b> .....	<b>3</b>
<b>Sammanfattning</b> .....	<b>7</b>
<b>1 Inledning</b> .....	<b>9</b>
<b>2 Järnvägstrafik</b> .....	<b>13</b>
2.1 Internaliserande banavgifter .....	13
2.2 Marginalkostnader för järnvägens externa effekter .....	14
Infrastrukturkostnad .....	16
Olyckskostnad .....	19
Kostnader för luftföroreningar och utsläpp av koldioxid .....	21
Buller och trängsel .....	23
Uppdateringen till basår 2009 .....	23
2.3 Marginalkostnader som används i analysen .....	25
2.4 Internalisering av järnvägstrafikens externa effekter .....	26
<b>3 Vägtrafik</b> .....	<b>31</b>
3.1 Internaliserande skatter och avgifter för vägtrafik .....	31
3.2 Marginalkostnader för vägtrafikens externa effekter .....	34
Infrastrukturkostnad .....	35
Extern olyckskostnad .....	39
Utsläpp av koldioxid .....	39
Övriga emissioner .....	40
Buller och trängsel .....	40
Uppdatering av priser till basår 2009 .....	40
3.3 Internalisering av vägtrafikens externa effekter .....	43
<b>4 Jämförelse av resultat för väg och järnväg</b> .....	<b>47</b>
Behov av fortsatt FoU om marginalkostnader för trafikens externa effekter ....	49
<b>Referenser</b> .....	<b>51</b>
<b>Bilaga Underlag från VTI</b> .....	<b>53</b>
Uppdatering plankorsningsolyckor (Lindberg, 2008).....	53





# Sammanfattning

I denna rapport redovisas nya beräkningar av internaliseringsgrad och återstående externa kostnader för väg- och järnvägstrafik. Beräkningarna baseras på ett underlag som består delvis av tidigare använda marginalkostnadsskattningar, delvis av helt nya skattningar. Trots ganska stora ökningar av den skattade marginalkostnaden för infrastruktur, särskilt för godstrafik, är den övergripande bilden ungefär densamma som i tidigare analyser, gjorda av SIKa. Internaliseringsgraden är generellt sett högre för vägtrafik än för järnvägstrafik och för bägge trafikslagen gäller att internaliseringsgraden är betydligt högre för persontrafiken än för godstransporterna.

Bilden blir delvis annorlunda om man ser till den återstående, icke-internaliserade, externa kostnaden. Den återstående externa kostnaden är en indikation på vilka skatte-/avgiftshöjningar som kan vara motiverade ur samhällsekonomisk effektivitetssynpunkt. Den återstående externa kostnaden är betydligt lägre för persontrafik (rent av nära noll) jämfört med godstrafik. Detta gäller för både väg- och järnvägstrafik. Godstrafiken på väg har den allra största återstående externa kostnaden, trots att internaliseringsgraden i procent är högre än för järnväg. Vi ser här ett exempel på det faktum att det relativa måttet internaliseringsgrad inte alltid är ett tillförlitligt mått på bristande samhällsekonomisk effektivitet då man vill jämföra olika trafikslag som har olika stora totala marginalkostnader för externa effekter.

Generellt sett krävs alltså större skatte- eller avgiftshöjningar för godstransporter än för persontrafik för att uppnå full internalisering. Det krävs också större ytterligare skatthöjningar för godstrafiken på väg än för godstrafik på järnväg, räknat i kronor per tonkilometer, för att uppnå full internalisering.

Observeras bör dock att det fortfarande saknas skattade marginalkostnader för buller och trängsel. De resultat som redovisas här gäller därför för trafikmiljöer och trafiksituationer där det inte finns uttalade trängsel - eller bullerproblem. Väg- och järnvägstrafik i våra storstadsområden kan, på grund av trängsel, trafikstörningar och buller, ha betydligt lägre internaliseringsgrader och större återstående externa kostnader än de generella värden som här har beräknats.



# 1 Inledning

Till Trafikanalys uppgifter hör att analysera kostnaderna för trafikens externa effekter och i vilken mån dessa kostnader internaliseras. Trafikanalys har påbörjat detta arbete med en analys av internaliseringsgrader och återstående, icke-internaliserade, marginalkostnader för externa effekter av väg- och järnvägstrafik. Under senare år har det tagits fram en del nytt underlagsmaterial, bl.a. nya skattningar av marginalkostnader för infrastruktur (drift, underhåll och reinvesteringar).

I föreliggande rapport presenteras en analys av internaliseringen av järnvägs- trafikens externa effekter i kapitel 2, av vägtrafikens externa effekter i kapitel 3 samt en jämförelse av resultaten för de bägge trafikslagen i kapitel 4. Vi börjad emellertid i detta inledande kapitel med en kort presentation av problemområdet och definitioner av olika begrepp.

*Externa effekter* kallas de effekter av konsumtion eller produktion, på andra personers konsumtion eller företags produktion, som inte regleras marknads- mässigt och därför inte har något pris. Att dessa effekter inte är prissatta innebär att den som orsakar negativa effekter för andra personer eller företag inte behöver betala någon kompensation för detta. Om man orsakar en positiv extern effekt får man inte betalt för den nytta man skapar för andra. Miljöförstöring är ett vanligt exempel på negativa externa effekter. En stor del av naturmiljön är gratis och kan användas fritt av alla, vilket innebär att man även kan överutnyttja delar av naturen, och därmed tillfoga negativa effekter för andra, utan att man behöver betala för detta. Vid användning/förbrukning av prissatta resurser däremot måste man alltid betala en kompensation till ägaren/säljaren för dennes förlust av en resurs.

De negativa externa effekter som väg- och järnvägstrafik kan ge upphov till är miljöeffekter i form av luftföroreningar på grund av avgaser, trafikolyckor drabbar andra trafikanter och tredje man, buller och trängsel på vägar och järnvägar. Trängsel ger externa effekter genom att ett fordon framfart kan hindra andra fordon från att komma fram, vilket leder till att deras reskostnader ökar. Slitage på och deformation av infrastrukturen är också en extern effekt av trafik. De trafikanter som bidrar till nedslitning av infrastrukturen behöver inte kompensera efterföljande trafikanter för deras ökade fordons- och trafikeringskostnader till följd av att infrastrukturen är nedsliten. Om infrastrukturen vore helt privat- finansierad så skulle användarna få betala marknadsmässiga priser för användning av infrastrukturen, priser som skulle täcka kostnader för att reparera och hålla infrastrukturen i användbart skick. När infrastrukturen är offentligt ägd och användningen av densamma inte är marknadsmässigt prissatt så blir slitage på infrastrukturen en form av extern effekt. Ökat resande med kollektivtrafik (både bantrafik och busstrafik) kan även ge positiv externa effekter genom att fler och tätare turer är till nytta för alla resenärer, inte bara för de nytillkomna resenärerna.

Negativa externa effekter av trafik är ett problem ur samhällsekonomisk effektivitetssynpunkt, eftersom de innebär att samhällets totala kostnader för trafiken är större än de privat- och företagsekonomiska kostnaderna för resenärerna/trafikanterna och trafikoperatörerna. Mellanskillnaden består av kostnaden för de negativa externa effekterna. Resor och transporter framstår alltså för resenärerna/trafikanterna som billigare än vad de egentligen är. Resultatet av detta blir att volymen resor och transporter blir större än vad som är samhällsekonomiskt effektivt.

*Internalisering* av marginalkostnaden för de externa effekterna är ett sätt att uppnå samhällsekonomisk effektivitet trots att det finns externa effekter. Internalisering innebär att man inför skatter eller avgifter som är relaterade till den konsumtion eller produktion som ger upphov till de externa effekterna, och som är lika stora som kostnaderna för de externa effekterna. Dessa skatter eller avgifter gör att de privatekonomiska kostnaderna, för de personer eller företag som ger upphov till externa effekter, blir lika stora som de samhällsekonomiska kostnaderna. Därmed blir prissättningen korrekt och samhällsekonomisk effektivitet uppnådd. Internaliserande skatter och avgifter kan beskrivas som en form av ställföreträdande utgift som gör att kostnaden för de externa effekterna blir en intern ekonomisk angelägenhet för den som orsakar effekterna. Skatterna och avgifterna kan även, om de är rätt utformade, fungera som incitament att på lång sikt försöka minska de negativa externa effekterna. I så fall bidrar de inte bara till en kortsiktig lösning på ineffektivitetsproblemet utan även till en mera långsiktig total samhällsekonomisk effektivitet.

*Internaliseringsgraden* är lika med kvoten mellan internaliserande skatter och marginalkostnaden för externa effekter. Detta är ett mått som anger hur stor andel av de totala marginalkostnaderna för externa effekter som korrigeras via internaliserande (effektivitetsbetingade) skatter och avgifter. Vid en internaliseringsgrad på 100 procent är den totala marginalkostnaden för externa effekter (samtliga kostnadskomponenter) fullständigt internaliserad och den totala privatekonomiska transportkostnaden lika stor som den totala samhällsekonomiska transportkostnaden. Mindre än 100 procent innebär att vi har en viss ineffektivitet i omfattningen och utformningen av trafik och transporter. Ökad internaliseringsgrad innebär alltså förbättringar ur samhällsekonomisk effektivitetssynpunkt. Det finns emellertid en svaghet med detta mått. Det är ett lättolkat och bra mått för utvärdering av hur externa kostnader och deras internalisering utvecklas över tiden för ett och samma trafikslag. Om man däremot vill göra en jämförelse mellan olika trafikslag, med olika storlek på kostnaden för externa effekter, så kan måttet internaliseringsgrad ge en missvisande bild.

*Återstående, icke-internaliserade, extern kostnad*, d.v.s. marginalkostnaden för externa effekter minus internaliserande skatter och avgifter, är ett mera rättvisande och relevant mått. Det gäller i synnerhet om olika trafikslag jämförs med varandra. Detta mått anger, i princip<sup>1</sup>, hur mycket skatter och avgifter behöver höjas ytterligare för att full internalisering av de externa effekterna och samhälls-ekonomisk effektivitet skall uppnås.

*Marginalkostnad* är den kostnadsenhet som är intressant i detta sammanhang. Det är liktydigt med den ökning av kostnaden för externa effekter som uppstår vid en marginell ökning av den kostnadsdrivande verksamheten (t.ex. ytterligare en körd fordonskilometer). Detta är en form av rörlig styckkostnad. Den skiljer sig dock från genomsnittlig rörlig styckkostnad om den rörliga kostnaden inte är konstant i alla sammanhang och för alla volymer.

I denna rapport redovisas en analys av trafikens externa effekter givet den befintliga transportkapaciteten i form av infrastruktur och fordonspark. Detta innebär att endast kostnader för externa effekter av trafikering beaktas. Externa effekter av infrastrukturåtgärder ingår inte, även om dessa också påverkar trafikmängden indirekt och på lång sikt. Externa effekter av produktion och förändringar av fordonsparken ingår heller inte.

---

<sup>1</sup> För att var helt korrekta skall internaliserande skatter/avgifter vara lika stora som marginalkostnaderna för externa effekter vid den trafikvolym som är samhällsekonomiskt optimal. Det är dessa marginalkostnader som ibland kallas för prisrelevanta marginalkostnader. Om marginalkostnaderna för externa effekter varierar med trafikvolymen kan de faktiska marginalkostnader som redovisas här, som är beräknade utifrån den faktiska samhällsekonomiskt och ineffektiva trafikvolymen, avvika något från de prisrelevanta marginalkostnaderna. Denna skillnad bör dock i de flesta fall vara försumbar. Därför kan den beräknade återstående marginalkostnaden för externa effekter vara ett godtagbart mått på den återstående skattehöjning som krävs för att uppnå full internalisering.



## 2 Järnvägstrafik

Enligt järnvägslagen (2004:519) skall alla järnvägsföretag och trafikorganisatörer betala avgifter som motsvarar den marginalkostnad som uppstår på grund av trafikeringen av järnvägen. De marginalkostnadsbaserade avgifterna skall motsvara inte bara Trafikverkets kostnader för att tillhandahålla infrastruktur utan även de kostnader som drabbar andra än det aktuella trafikföretaget, t.ex. kostnaden för olyckor, buller, luftföroreningar på grund av dieseldrift samt trafikstörningar och förseningar på grund av trängsel på spåren. Järnvägslagen kräver förutsätter alltså att marginalkostnaden för järnvägstrafikens externa effekter internaliseras.

### 2.1 Internaliserande banavgifter

Utöver de marginalkostnadsbaserade avgifter som motsvaras av externa effekter har Trafikverket möjlighet att, under vissa villkor, ta ut särskilda avgifter. En typ av särskilda avgifter är sådana som bidrar till täckning av infrastrukturens fasta kostnader. Villkoret för denna typ av avgifter är att de måste vara förenliga med samhällsekonomisk effektivitet. Den andra typen av särskilda avgifter är sådana som avser nyttjande av linjeavsnitt eller terminal som tillkommit som särskilt projekt. Dessa avgifter kan tillåtas vara högre än vad som är förenligt med samhällsekonomisk effektivitet. Exempel på denna typ av särskilda avgifter är de som tas ut för att bidra till finansieringen av Öresundsbron. Finansierande avgifter får tas ut under förutsättning att de inte bidrar till utslagning av något marknadssegment.

En ytterligare kategori av banavgifter är avgifter för olika speciella tjänster som Trafikverket erbjuder i samband med att järnvägsföretagen använder infrastrukturen. Sådana tjänster gäller t.ex. hantering av ansökan om tågläge, trafikledning och tillgång till kontaktledningar, trafikinformation, tillgång till plattformar och plattformsutrustning på mellanstationer etc. I de fall Trafikverket tillhandahåller tjänster för vilka det finns en marknad så får det aktuella marknadspriset användas. I annat fall skall prissättningen ske utifrån de faktiska kostnader som Trafikverket har för att producera tjänsten. Denna kategori av avgifter hör inte till de internaliserande banavgifterna eftersom de avser betalning för utförda tjänster, från köpare till säljare.

Internaliserande skatter och avgifter är sådana skatter och avgifter som syftar till att korrigera skillnader mellan totala privata och totala samhällsekonomiska kostnader, d.v.s. en form av ställföreträdande prissättning av icke-prissatta effekter. Skatter och avgifter kan ha en internaliserande funktion även om de inte har det uttalade syftet. När det gäller banavgifterna så består de internaliserande avgifterna av de banavgifter som är kopplade till externa effekter och de särskilda avgifter som är kopplade till trafikvolym.

I Tabell 2.1 visas en sammanställning av de banavgifter som är relaterade till externa effekter och särskilda avgifter som är relaterade till trafikvolymen och alltså fungerar som internaliserande avgifter.

**Tabell 2.1: Internaliserande banavgifter. Löpande priser år 2009 – 2011.**

Avgifter	Enhet	2009	2009	2010	2010	2011	2011
		Person- trafik	Gods- trafik	Person- trafik	Gods- trafik	Person- trafik	Gods- trafik
Spåraavgift	Kr/brutto- tonkm	0,0029	0,0029	0,0033	0,0033	0,0036	0,0036
Särskild avgift	Kr/brutto- tonkm	0,0078		0,0084		0,0084	
Olycks- avgift	Kr/tågkm	0,65	0,65	0,70	0,70	0,81	0,81
Tågläge, bas	Kr/tågkm	0,25	0,25	0,27	0,27	0,27	0,27
Tågläge, hög						1,67	1,67
Emissions- avgift	Kr/liter diesel	0,22	0,39	0,33	0,58	0,50	0,87
Passager högtrafik	Kr/passage					150	150

Källa: Banverket (2009, 2010)

## 2.2 Marginalkostnader för järnvägens externa effekter

I Tabell 2.2 redovisas de skattningar av olika marginalkostnadskomponenter, för järnvägstrafikens externa effekter, som för närvarande finns tillgängliga. Här redovisas både skattade värden som har använts i tidigare analyser av internalisering (SIKA 2008a) och de senast skattade värdena. I tabellen redovisas de ursprungliga skattade värdena, i reala priser men uttryckta i olika penningvärde (olika basår). I Tabell 2.5 redovisas de skattade värdena uppdaterade till basår 2009.



Tabell 2.2: Skattade marginalkostnader för järnvägstrafikens externa effekter. Reala priser i ursprungliga prisnivåer (basår).

Kostnadsslag	Enhet	Tidsperiod för data	Basår	Marginalkostnad person- resp. godståg	Referens	
<i>Infrastrukturkostnader:</i>						
Drift	Kr per tågkm	1999-2002	2002	0,48	Andersson (2006a)	
			2002	0,50	Andersson (2006b)	
			2002	0,13	Andersson (2007b)	
Underhåll	Kr per brutto-tonkm	1999-2002	2002	0,0031	Andersson (2006a)	
			2002	0,0029	Andersson (2006b)	
			2002	0,0073	Andersson (2007b)	
Reinvestering	Kr per brutto-tonkm	1999-2002	2002	0,0024*	Andersson (2006a)	
			1999-2002	2002	0,0036*	Andersson (2006b)
			1999-2009	2009	0,009	Andersson (2010)
<i>Olycks- kostnader:</i>						
Olyckor, plankorsning	Kr per tågkm	1995-2004	2001	0,22	Lindberg (2005)	
			1995-2004/07	2006	0,27	Lindberg (2008)
				2000-2008	2006	0,72 - 0,77
Olyckor, övriga	Kr per tågkm	1999-2004	2001	0,40 - 0,61	Lindberg (2005)	
<i>Emissioner:</i>						
Utsläpp av CO <sub>2</sub>	Kr per liter diesel		2006	3,87	Banverket (2006, 2010)	
			2006	3,81	Trafikverket (2010)	
Övriga utsläpp (NO <sub>x</sub> och PM <sub>2,5</sub> )	Kr per liter diesel		2006	2,3 resp. 4,0	Banverket (2006, 2010)	
			2006	1,4 - 4,4 resp. 2,0 - 4,5	Trafikverket (2010)	
Buller				Saknas		
Trängsel				Saknas		

\*Marginalkostnaden ej skattad separat utan tillsammans med underhållskostnad.

## Infrastrukturkostnad

Infrastrukturkostnaden är den kostnad som uppstår av att hålla infrastrukturen öppen och farbar och på grund av slitage och deformation av infrastrukturen. I de ekonomisystem där infrastrukturhållarens kostnader sammanställs finns emellertid inga slitage- eller deformationskostnader. Där hittar man istället drifts-, underhålls- och reinvesteringarkostnader. Driftskostnader avser åtgärder för att hålla infrastrukturen öppen för trafik. De avser aktiviteter med mycket kort tids-horisont och består, för järnvägens del, huvudsakligen av snöröjning (ca 80 %) (Andersson 2007b). Den typen av kostnader är kopplade till trafikvolym i termer av antalet tågkilometrar (tågkm). Underhållskostnader avser åtgärder med lite längre tidshorisont (ett eller ett par års mellanrum) som syftar till att hindra infrastrukturen från att förfalla i förtid. Exempel på sådana åtgärder är lagning av mindre skador på banvallar samt översyn och reparationer av växlar. Underhållskostnader är kopplade till trafikvolym i termer av bruttotonkilometrar (bruttotonkm). Kostnader för reinvestering avser kostnader för riktigt långsiktiga åtgärder (20-60 år) för att återställa spåren i ursprungligt skick (Andersson 2007b). Sådana åtgärder är spårbyten och byte av växlar. Även reinvesteringarkostnader är kopplade till bruttotonkm.

VTI har länge arbetat med att göra ekonometriska skattningar av infrastruktur-kostnadens olika komponenter. Metodmässigt beräknas marginalkostnader för infrastruktur genom att man, via någon typ av statistisk regressionsanalys, skattar en totalkostnadsfunktion som ger kostnadselasticiteter. Dessa elasticitetsvärden används för beräkning av marginalkostnader.<sup>2</sup> Ett flertal studier har presenterats under senare år (Andersson 2006a, 2006b, 2007a, s007b, Andersson et al 2010). Resultaten av dessa är följande:

### *Marginalkostnad för drift och underhåll*

Flera olika skattningar av marginalkostnaden för drift och underhåll (D&U) av järnväg har gjorts utifrån samma data men med olika metoder och modeller. Arbetet inleddes med att skapa en användbar databas över olika bandelar för perioden 1999 – 2002, med bl.a. kostnadsdata uttryckta i 2002-års priser. I Andersson (2006a) användes dessa data för att skatta marginalkostnader för drift respektive underhåll genom statistisk regressionsanalys med OLS.<sup>3</sup> I den studien skattades den marginella driftskostnaden till 0,48 kr per tågkm och den marginella underhållskostnaden till 0,0031 kr/ per bruttotonkm.

I Andersson(2006b) och (2007b) skattades D&U-kostnaderna på samma data som i Andersson (2006a), men med andra typer av modeller. I dessa fall användes paneldatamodeller. Paneldata är en kombination av tidsseriedata och tvärsnittsdata, i detta fall med avseende på bandelar. Användningen av panel-datamodeller innebär i detta fall att man använde modeller som är bättre anpassade för denna typ av data.

---

<sup>2</sup> Om man har en skattad kostnadselasticitet och en genomsnittlig kostnad så kan man beräkna marginalkostnaden med följande formel:

Marginalkostnad = Genomsnittskostnad · Elasticitet

<sup>3</sup> OLS står för Ordinary Least Squares, som är benämningen på den enklaste och vanligaste formen av regressionsanalys.

Det finns två olika grundtyper av paneldatamodeller, "Random-Effects"-modeller (RE-modeller) och "Fixed-Effects"-modeller (FE-modeller). I bägge dessa modelltyper utgår man från att det kan förekomma icke-observerade effekter, utöver de effekter som beskrivs av de data som analyseras. Skillnaden mellan modellerna är att FE-modeller utgår från att de icke-observerade effekterna är fasta parametrar kopplade till de objekt eller individer som studeras. RA-modeller utgår däremot från att de icke-observerade effekterna kan variera slumpmässigt. Detta kan bero på att studieobjekten är ett stickprov från den totala populationen eller att de icke-observerade effekterna av andra skäl är föremål för stokastiska processer. (Baltagi 1995)

När det gäller modellering med paneldatamodeller av D&U-kostnader för järnväg kan man argumentera för att det finns icke-observerade effekter av bägge typerna, dels sådana som är fasta parametrar, dels sådana som kan variera mer eller mindre slumpmässigt. När det gäller kostnader för D&U av järnväg är det rimligt att anta att de beror på behovet av D&U, som i sin tur beror på trafikvolymen men också på olika attribut hos de enskilda bandelarna och deras konstruktion. Det kan med andra ord finnas icke-observerade effekter som har en direkt och fast koppling till de respektive bandelarna. Detta talar för användning av en FE-modell. Å andra sidan beror D&U-kostnader för järnväg inte bara på behovet av D&U-åtgärder utan också på vilka beslut som fattas när det gäller att genomföra sådana åtgärder. Själva beslutsprocessen kan bidra till vissa slumpmässiga variationer i D&U-kostnaderna. Även om det skulle finnas beslutskriterier för D&U-åtgärder som är relaterade till bandelarnas fysiska tillstånd, så påverkas besluten också av budgetrestriktioner, val mellan olika typer av åtgärder, fysiska kapacitetsbegränsningar och planeringsproblem etc. De sistnämnda faktorerna är inte relaterade till bandelarnas egenskaper och kan styras av en viss slumpmässighet i förhållande till de respektive bandelarnas behov av D&U. Detta talar för att en RE-modell skulle vara lämplig. Det är därför svårt att utpeka en typ av modeller som varande otvetydigt mest lämpad för användning i detta sammanhang.

Skattningar av marginalkostnaden för D&U av järnväg har gjorts med bägge typerna av paneldatamodeller (Andersson 2006b, Andersson 2007b). I Andersson (2006b) baseras skattningen på en RE-modell, och resulterar i en marginell driftskostnad på 0,50 kr per tågkm och en marginell underhållskostnad på 0,0029 kr per bruttotonkm. Detta är ungefär samma resultat som vid tillämpningen av OLS i Andersson (2006a). Analysen i Andersson (2007b) baseras på en FE-modell och ger en marginell driftskostnad på 0,13 kr per tågkm och en marginell underhållskostnad på 0,0073 kr per bruttotonkm. Det är alltså stor skillnad på resultaten, även om den högre underhållskostnaden i Andersson (2007b) kombineras med en betydligt lägre driftskostnad. I både Andersson (2006b) och Andersson (2007b) har statistiska tester gjorts ("Hausman's specification test for fixed and random effects") för att få en indikation på vilken typ av paneldatamodell som fungerar bäst i detta sammanhang. Dessa tester gav emellertid olika resultat i de två analyserna. I Andersson (2007b) utföll testet till nackdel för RE-modellen, vilket det däremot inte gjorde i Andersson (2006b).

## *Marginalkostnad för reinvestering i järnväg*

Ett problem vid skattningar av marginalkostnaden för reinvesteringar är att kostnaderna uppstår ganska sällan och att en tidsserie med data över reinvesteringskostnader därför innehåller många observationer med värdet noll. Detta är ett fenomen som man måste ta särskild hänsyn till i den ekonometriska analysen. Andersson (2006a) och Andersson (2006b) har löst problemet med många noll-observationer genom att analysera summan av kostnader för underhåll- och reinvesteringar. Enligt resultaten i Andersson (2006a) är marginalkostnaden för underhåll och reinvestering tillsammans 0,0055 kr per bruttotonkm. Med en separat skattad underhållskostnad på 0,0031 kr per bruttotonkm skulle reinvesteringskostnaden i så fall vara ca 0,0024 kr per bruttotonkm. I Andersson (2006b) är den skattade marginalkostnaden för underhåll och reinvestering tillsammans 0,0065 kr per bruttotonkm. Då underhållskostnaden skattades separat till 0,0029 kr per bruttotonkm skulle det betyda att marginalkostnaden för reinvesteringar är ca 0,0036 kr per bruttotonkm. Det är emellertid inte invändningsfritt att beräkna marginalkostnaden för reinvesteringar på detta sätt.

I Andersson (2007a) har problemet med många noll-observationer lösts genom att formulera problemet på ett sådant sätt och att man kunnat utgå från en annan typ av data. Här har reinvesteringskostnaden skattats genom en analys av trafikvolymens effekt på infrastrukturens livscyklar. I denna analys jämförs nuvärden av de olika kostnadsströmmar som infrastrukturens framtida livscyklar och reinvesteringar ger vid olika trafikvolym. Marginalkostnaden beräknas som förändringen av nuvärdet av alla framtida reinvesteringar på grund av en tidigareläggning av nästkommande reinvestering (och alla därefter följande reinvesteringar). Nackdelen med denna skattningsmetod är att den hanterar enbart förnyelse av räls, inte samtliga reinvesteringskostnader. Den skattade kostnaden blir därför alltför låg.

I Andersson et al. (2010) har marginalkostnaden för reinvesteringar skattats med hjälp av ekonometriska modeller som är speciellt anpassade för att hantera data med många noll-observationer. De modeller som testats är Tobit, Heckit-modellen (en "sample selection model") och Cragg's "Two-part-model". Modellerna har applicerats på data från perioden 1999 - 2009, med kostnadsdata uttryckta i 2009-års penningvärde. Den modell som enligt Andersson et al. (2010) fungerar bäst är Cragg's "Two-part-model". Enligt resultaten av den modellskattningen är kostnadselasticiteten ca 0,55, vilket ger en genomsnittlig marginalkostnad på ca 0,009 kr per bruttotonkm. Dessa värden är högre än motsvarande skattade värden för underhåll. Det är, enligt Andersson et al. (2010) både förklarligt och förväntat att marginalkostnaden för reinvesteringar har högre elasticitet, med avseende på trafikvolym, än underhållskostnaden.

## Olyckskostnad

Den externa olyckskostnaden är den del av den del av olyckskostnaden som drabbar andra trafikanter och tredje person och som därför inte beaktas av den part som orsakar olyckan. Den marginella externa olyckskostnaden är mindre än den totala marginella olyckskostnaden, eftersom trafikanter och trafikoperatörer räknar med en viss förväntad olyckskostnad i sina privatekonomiska kostnadsbedömningar (den interna delen av olyckskostnaden). Att skatta den marginella externa olyckskostnaden kräver alltså att man gör en analys av dels den totala förväntade marginella olyckskostnaden, dels en bedömning av hur stor del av denna kostnad som är intern redan i utgångsläget (alltså även utan internaliserande skatter och avgifter).

De olyckor för vilka skattningar av marginalkostnaden har gjorts är plankorsningsolyckor och övriga olyckor med tredje person inblandad.

### *Plankorsningsolyckor*

Analyserna av plankorsningsolyckor baseras på data över tågolyckor med olika fordon inblandade. Olyckor där tåg och gångtrafikanter är inblandade ingår alltså inte. Däremot omfattar plankorsningsolyckorna alla olika typer av korsningar, både helt eller delvis bevakade och obevakade korsningar.

De värden som använts vid tidigare analys av internalisering av järnvägens externa effekter (SIKA 2008a) baseras på skattningar av Lindberg (2005). Lindberg (2005) använde data för år 1995-2004, uppdaterad plankorsningsinformation för år 2004 och gjorde en uppdatering av tidigare skattning av olycksrisk i förhållande till trafikflöde. Det skattade värdet på olycksriskens elasticitet användes, tillsammans med genomsnittlig olyckskostnad, för beräkning av marginalkostnaden för olyckor. Den skattade marginalkostnaden för korsningsolyckor blev 0,29 kr per korsningspassage, vilket motsvarar en marginalkostnad på 0,22 kr per tågkm.

Den skattade marginalkostnaden på 0,22 kr per tågkm baserades på en värdering av kostnaden för dödsfall och personsador från ASEK 3, med 2001 som basår (SIKA 2008a). På uppdrag av SIKA har VTI gjort en uppdatering av den skattade marginalkostnaden för plankorsningsolyckor med hänsyn till de nya reviderade samhällsekonomiska olyckskostnaderna i ASEK 4 (Lindberg 2008, se bilaga 1). Enligt denna uppdatering innebar de reviderade ASEK-värdena en uppgradering av marginalkostnaden för plankorsningsolyckor med en faktor 1,27. Efter att skattningen av marginalkostnaden för plankorsningsolyckor gjordes år 2005 har emellertid några plankorsningar byggts bort och andra byggts om för att bli säkrare. Detta har beräknats bidra till minskad marginalkostnad, motsvarande en nedskrivning av den tidigare skattade kostnaden med en faktor 0,96. Nettoeffekten av dessa två faktorer blir en uppräknings av den skattade marginalkostnaden i Lindberg (2005) med en faktor 1,22. Detta ger en marginalkostnad för plankorsningsolyckor på ca 0,27 kr per tågkm, i reala priser med 2006 som basår.

Nya skattningar av plankorsningsolyckor har gjorts av Jonsson (2010) med en ekonometrisk analys av data över plankorsningsolyckor för perioden 2000 – 2008. Denna studie bygger alltså på en kortare men färskare dataserie än Lindberg (2005).

I studien görs flera olika skattningar baserade på olika modellspecificeringar av den funktion som beskriver sannolikheten för en olycka om ytterligare ett tåg passerar korsningen. Den funktion som använts som underlag för beräkning av den marginella olyckskostnaden är en loglinjär funktion. Valet av modell motiveras bl.a. av statistiska testvärden (Akaike Information Criteria, AIC, och Bayes Information Criteria, BIC). Den beräknade marginalkostnaden per korsningspassage, givet marginaleffekten från den valda modellskattningen, är 0,94 kr. Marginaleffekten, i form av ökad sannolikhet för olycka vid ytterligare en korsningspassage med tåg, har värderats med en genomsnittlig kostnad per olycka på 12,1 miljoner kr. Denna genomsnittliga olyckskostnad baseras på samhällsekonomisk värdering av olyckor enligt ASEK 4, vilket innebär att kostnaden är uttryckt i fast pris med 2006 som basår. Marginalkostnaden per tågkm är beräknad till 0,61 – 0,77 kr per km. Att man får olika värden på marginalkostnaden per tågkm, beror på att den totala uppmätta järnvägssträckan varierar till följd av skillnader i definitioner och avgränsningar.

Den beräknade marginalkostnaden i Jonsson (2010) skiljer sig avsevärt från tidigare resultat av Lindberg (2005). Även efter uppgradering till värdering enligt ASEK 4 så är den tidigare skattningen för plankorsningsolyckor mindre än hälften så stor som den beräknade marginalkostnaden i Jonsson (2010). Att olyckskostnaden för plankorsningsolyckor skulle ha ökat kraftigt på senare år är inte vad man förväntar sig med tanke på att plankorsningarna blir färre och görs säkrare allt eftersom. Ökad tågtrafik bidrar å andra sidan till större förväntad olyckskostnad. De skattade marginaleffekter för olika modellspecificationer som redovisas i Jonsson (2010) uppvisar mycket stora variationer. Detta indikerar att skattningarna inte är särskilt robusta. Det faktum att plankorsningsolyckor är relativt sällan förekommande och data över olyckor innehåller relativt få observationer kan bidra till att slumpmässiga variationer får stort spelrum och svårigheter att få fram robusta resultat.

### *Övriga olyckor*

För övriga olyckor som drabbar tredje person (exklusive självmord) har det inte gjorts några nya skattningar efter de av Lindberg (2005) som användes i analysen av SIKÄ (2008a). Lindberg (2005) skattade marginalkostnader för övriga olyckor med två olika metoder, dels genom en kostnadsanalys och dels genom en analys av sannolikheten för att en olycka skall inträffa. Analyserna bygger på olycksdata för åren 1999-2004 från Trafikverkets/Banverkets händelseregister. I databasen ingår även Trafikverkets/Banverkets och trafikutövarnas olyckskostnader. Data från händelseregistret har kompletterats med trafikeringdata. Kostnaderna för personskadeolyckor har beräknats utifrån olyckskostnader i ASEK 3 som är uttryckta i 2001-års prisnivå.

Den ena metoden, baserad på kostnadsanalys, resulterade i skattade marginalkostnader på ca 0,49 - 0,61 sek per tågkm. Den andra metoden, baserad på

skattning av olycksrisk, gav en beräknad marginalkostnad på ca 0,40 - 0,49 kr per tågkm. Marginalkostnaden för övriga olyckor som drabbar tredje person kan alltså ligga någonstans mellan 0,40 och 0,61 kr per tågkm, i 2001-års prisnivå.

Det har inte gjorts någon uppdatering av de skattade olyckskostnaderna, med hänsyn till den reviderade värderingen av liv och hälsa, VSL (value of a statistical life) i ASEK 4. Detta innebär att marginalkostnaden för övriga olyckor kan vara något underskattad. Ökningen av olyckskostnaden från ASEK 3 till ASEK 4 hade liten effekt på den skattade marginalkostnaden när det gäller plankorsningsolyckor. Detsamma kan kanske gälla även övriga olyckor.

## **Kostnader för luftföroreningar och utsläpp av koldioxid**

I Trafikverkets/Banverkets underlag för fastställande av banavgifter (Banverket 2006, 2010) representeras kostnaden för emissioner från persontrafik av kostnadsberäkningar för motorvagnar och kostnader för emissioner från gods- trafik av kostnadsberäkningar för diesellok. Marginalkostnaden beräknas endast för de utsläpp som är mest omfattande och ger störst kostnad - koldioxid (CO<sub>2</sub>) och kväveoxider (NO<sub>x</sub>). Beräkningarna baseras på antagandet att ca 10 % av järnvägstrafiken sker i tätorter och övriga 90 % på landsbygden. Detta innebär att utsläppen från 10 % av trafiken antas ge upphov till både lokala och regionala effekter av utsläppen av NO<sub>x</sub>, medan resterande 90 % av trafiken ger endast regionala effekter av NO<sub>x</sub>. Effekterna av utsläpp av koldioxid är oberoende av om utsläppen sker på landsbygden eller i tätorter.

De värden som Banverket (2006, 2010) räknat med är 1,90 kr respektive 3,22 kr per liter diesel för NO<sub>x</sub>-utsläpp från persontrafik respektive godstrafik och 4,07 kr per liter diesel för CO<sub>2</sub>-utsläpp från både person- och godstrafik. Dessa värden uppges vara baserade på ASEK-värden i 2005-års prisnivå. Eftersom det inte finns några ASEK-värden uttryckta i 2005-års prisnivå handlar det troligtvis om ASEK-3-värden, uttryckta i 2001-års prisnivå, som har blivit uppdaterade till 2005-års penningvärde. En sådan värdering blir emellertid missvisande idag, eftersom vi har nya ASEK-värden (ASEK 4) där endast vissa värden har uppdaterats från år 2001 med hänsyn till allmän inflation och allmänna inkomstförändringar. Koldioxidvärdet har i ASEK 4 samma nominella värde som i ASEK 3, vilket innebär att det har sjunkit reellt (i förhållande till alla andra priser) från 2001-års pris till 2006-års pris. En egen beräkning av marginalkostnaderna har därför gjorts utifrån de emissionsfaktorer som Banverkets beräkningar har byggt på (Banverket 2005) och ASEK 4 värden. Dessa beräkningar visas i Tabell 2.4.

I Tabell 2.3 redovisas de ASEK-värden som använts. Kostnaden för de lokala effekterna, som varierar med bl.a. folkmängd, har beräknats för den ort som av ASEK anges som representativ genomsnittsort (SIKA 2008b, 2009a). Det är Landskrona, med en folkmängd på ca 27 000 invånare och en ventilationsfaktor lika med 1.

**Tabell 2.3: Kalkylvärden för luftföroreningar enligt ASEK 4. Kr per kg utsläpp, i 2006-års prisnivå.**

	CO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	PM <sub>2,5</sub>	VOC	SO <sub>2</sub>
A Lokala effekter	-	8,6	2 454,1	14,3	72,0
B Regionala effekter	-	75,0	-	38,0	25,0
C Globala effekter	1,5				
Landsbygd (A och C)	1,5	75,0		38,0	25,0
Tätort (A+B och C)	1,5	83,6	2 454,1	52,3	97,0
Vägt medelvärde, 10 % tätort och 90 % landsbygd	1,5	75,9	2 454,1	39,4	32,2

Källa: SIKA (2009a)

**Tabell 2.4: Marginalkostnad för emissioner från dieseldrivna motorvagnar och lok. Värdering enligt vägt medelvärde i tabell 2.3**

	CO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	PM <sub>2,5</sub>	HC*	CO*
<i>Emissionsfaktorer enl. Banverket (2005):</i>					
<i>Persontrafik (Motorvagn):</i>					
Utsläpp, kg/l diesel	2,58	0,029	0,0005	0,0015	0,0035
Kostnad, kr/liter diesel	3,87	2,20	0,13	0,06	0,14
<i>Godstrafik (Lok):</i>					
Utsläpp kg/l diesel	2,58	0,049	0,001	0,0006	0,0113
Kostnad kr/liter diesel	3,87	3,72	0,24	0,02	0,45
<i>Emissionsfaktorer enl. Trafikverket (2010):**</i>					
<i>Persontrafik (Motorvagn):</i>					
Utsläpp kg/liter diesel	2,54	0,016 - 0,051***	0,0008 - 0,0020	?	?
Kostnad* kr/liter diesel	3,81	1,21 - 3,87	0,20 - 0,49	?	?
<i>Godstrafik (Lok):</i>					
Utsläpp kg/liter diesel	2,54	0,024 - 0,056	0,0008 - 0,0012	?	?
Kostnad kr/liter diesel	3,81	1,82 - 4,25	0,20 - 0,29	?	?

\* Värderad med ASEK-värde för VOC

\*\* Intervalllets lägre gräns gäller för motorer anpassade till EU:s avgaskrav enligt Steg IIIA. Övre gränsen gäller för helt oreglerade motorer. Omräkning från kg bränsle till liter bränsle med faktorn 0,84 kg bränsle per liter bränsle.

\*\*\* Egentligen summa NO<sub>x</sub> och HC.



I Tabell 2.4 redovisas även en beräkning av kostnader för emissioner som baseras på emissionsfaktorer i underlaget till järnvägsnätsbeskrivningen för år 2012 (Trafikverket 2010). Den nya beräkningen ger en kostnad för koldioxid på 3,87 kr per liter för både person- och godstrafik, med 2006 som basår. Detta är lägre än tidigare värdering, vilket troligtvis beror på att ASEK 4 har lägre real kostnad för CO<sub>2</sub>-utsläpp än ASEK 3. För utsläpp av NO<sub>x</sub> är kostnaden 2,20 kr per liter för persontrafik och 3,72 kr/liter för godstrafik. Detta är något högre än tidigare värden, vilket bland annat kan förklaras av att kostnaden är uttryckt i 2006-års pris istället för 2005-års prinsnivå. Till detta har vi en kostnad för lokala effekter av partikelutsläpp på 0,13 kr per liter för persontrafik och 0,24 kr per liter för godstrafik.

Utsläppen av kolväten (HC) och kolmonoxid (CO) har inte värderats eftersom de inte blivit värderade av ASEK. Det finns ett ASEK-värde för flyktiga organiska föreningar, VOC (volatile organic compounds), men det kan knappast användas i detta fall. Organiska föreningar är kemiska föreningar där kol och väte ingår. Alltså ingår inte kolmonoxid i begreppet VOC. Beteckningen HC står för kolväten, vilket innebär att det till stor del sammanfaller med beteckningen VOC. Föreningar inom gruppen HC behöver emellertid inte nödvändigtvis vara flyktiga. Eftersom utsläppen av HC och CO är små har det dock ingen avgörande betydelse att de inte värderas.

I tidigare analys av internalisering av externa effekter SIKKA (2007, 2008) var marginalkostnaden för utsläpp av koldioxid beräknad utifrån ASEK:s värdering av koldioxidutsläpp på 1,50 kr per kg utsläpp.

## **Buller och trängsel**

Skattade värden saknas för genomsnittlig marginalkostnad för buller respektive trängsel och störningar i trafiken. VTI har under flera år arbetat med att skatta bullerkostnader för väg och järnväg. De grundläggande resultat som tagits fram är ännu inte tillräckligt bearbetade för att kunna användas i analyser av internalisering av externa effekter. Det är rimligt att anta att marginalkostnaderna för buller och trängsel är låga och av liten betydelse i gleset befolkade områden med sparsamt trafikerad järnväg. De kan däremot vara av betydande storlek i tätbefolkade områden och på tätt trafikerade stråk, framförallt i storstadsområdena.

## **Uppdateringen till basår 2009**

De skattade marginalkostnaderna för järnvägstrafikens externa effekter, uppdaterade till reala priser med basår 2009, visas i Tabell 2.5. Uppdateringen till basår 2009 har gjorts på följande sätt:

De skattade infrastrukturkostnader som är uttryckta i 2002-års penningvärde har uppdaterats till 2009-års nivå med producentprisindex (PPI), där  $PPI(2009/2002) = 120,4$ .

Olyckskostnaderna har, enligt ASEK:s rekommendationer, uppdaterats med hänsyn till både förändring av KPI och tillväxt av real BNP/capita, eftersom den

största delen av kostnaden är baserad på betalningsviljevärden (SIKA 2008). Detsamma gäller för emissionskostnader för utsläpp av NO<sub>x</sub> och partiklar. Marginalkostnaden för koldioxid är däremot uppdaterad med enbart KPI eftersom värderingen av utsläpp av koldioxid är gjord på andra grunder än betalningsvilja.

För uppräknig från basår 2001 till 2009 har följande index använts:

KPI (2009/2001) = 112,2,  
 Real BNP/capita (2009/2001) = 109,4,  
 Bägge indexen tillsammans ger index 122,7.

För uppräknig från basår 2006 till 2009 har följande index använts:

KPI (2009/2006) = 105,4,  
 Real BNP/capita (2009/2006) = 94,9.  
 Bägge indexen tillsammans ger index 100,0.

**Tabell 2.5: Skattade marginalkostnader för järnvägstrafikens externa effekter, i reala priser med basår 2009.**

<i>Kostnadsslag</i>	<i>Enhet</i>	<i>Persontrafik</i>	<i>Godstrafik</i>	<i>Referens</i>
Drift	Kr/tågkm	0,58	0,58	Andersson (2006a)
		0,60	0,60	Andersson (2006b)
		0,16	0,16	Andersson (2007b)
Underhåll	Kr/brutto-tonkm	0,0037	0,0037	Andersson (2006a)
		0,0035	0,0035	Andersson (2006b)
		0,0088	0,0088	Andersson (2007b)
Reinvestering	Kr/brutto-tonkm	0,0029	0,0029	Andersson (2006a)
		0,0043	0,0043	Andersson (2006b)
		0,009	0,009	Andersson (2010)
Olyckor, plankorsning	Kr/tågkm	0,27	0,27	Lindberg (2005)
		0,27	0,27	Lindberg (2008)
		0,62 - 0,77	0,62 - 0,77	Jonsson (2010)
Olyckor, övriga	Kr/tågkm	0,49 - 0,75	0,49 - 0,75	Lindberg (2005)
Emissioner, CO <sub>2</sub>	Kr/liter diesel	4,08	4,08	Banverket (2006, 2010)
		4,02	4,02	Trafikverket (2010)
Övriga emissioner, (NO <sub>x</sub> & PM <sub>2,5</sub> )	Kr/liter diesel	2,3	4,0	Banverket (2006, 2010)
		1,4 - 4,4	2,0 - 4,5	Trafikverket (2010)

## 2.3 Marginalkostnader som används i analysen

I Tabell 2.6 visas en sammanställning av de marginalkostnader som använts vid analysen av grad av internalisering och återstående extern kostnad. När det gäller marginalkostnaden för drift och underhåll av infrastruktur samt plankorsningsolyckor kommer både de äldre och nyare skattningar att användas i analysen.

Det finns ingen som helst anledning att tvivla på kvaliteten i genomförandet av de senaste skattningarna som gjorts. Man kan emellertid inte ta det för självskrivet att de senaste gjorda skattningarna alltid är de mest rättvisande. Ekonometriska metoder syftar till att skilja slumpmässiga faktorer från kausala samband, men det är ändå ofrånkomligt att slumpmässiga variationer kan ha visst inflytande på resultatet av skattningarna. Det finns dessutom många tekniska och praktiska svårigheter med ekonometrisk modellering som kan påverka resultaten. Ekonometriska analyser ger oss inte de sanna värdena även om de är gjorda enligt konstens alla regler. De kan bara ge oss de resultat som är de mest sannolika (vilket i för sig är bra nog).

Att avgöra vilka av de befintliga skattningarna, de äldre eller de nyaste, som är de bästa och mest rättvisande är alltså inte enkelt. En utväg ur detta problem är att arbeta med intervall av värden. Om intervallen baseras på flera olika kvalitativt sett väl genomförda skattningar av marginalkostnader är sannolikheten betydligt större att man ringar in det sanna värdet, än om man försöker träffa rätt med en punktskattning av ett enda exakt belopp.

Skattningarna av marginalkostnaden för drift- och underhåll baseras på en ganska begränsad mängd data (paneldata för fyra år). Man kan dessutom argumentera för att bägge typerna av paneldatamodeller, som använts i de två senaste analyserna, kan vara relevanta i detta sammanhang. Vi har därför valt att utgå från en intervallskattning av marginalkostnaden som omfattar båda skattningarna baserade på paneldatamodeller. För reinvesteringskostnaden baseras den senaste skattningen på kostnadsdata från en betydligt längre tidsserie (1999 – 2009) än tidigare skattningar. Dessutom används en typ av modell som är bättre lämpad för den aktuella typen av data. Det finns alltså två faktorer som talar för att den senaste analysen bör ge säkrare resultat. Därför har vi i det fallet valt att basera vår analys på enbart på det senaste skattade värdet.

För plankorsningsolyckor har vi, för säkerhets skull, räknat med ett intervall bestående av både den tidigare använda och den senaste skattade marginalkostnaden.

**Tabell 2.6: Sammanställning av de marginalkostnader för järnvägen externa effekter som använts i analysen av de externa effekternas internalisering. Kostnader i reala priser med basår 2009.**

<i>Kostnadsslag</i>	<i>Enhet</i>	<i>Persontåg</i>	<i>Godståg</i>
Drift	Kr/tågkm	0,2 - 0,6	0,2 - 0,6
Underhåll	Kr/bruttotonkm	0,004 - 0,009	0,004 - 0,009
Reinvestering	Kr/bruttotonkm	0,009	0,009
Olyckor, plankorsning	Kr/tågkm	0,3 - 0,7	0,3 - 0,7
Olyckor, övriga	Kr/tågkm	0,5 - 0,7	0,5 - 0,7
Emissioner, CO <sub>2</sub>	Kr/liter diesel	3,0 - 4,0	3,0 - 4,0
Övriga emissioner (NO <sub>x</sub> och PM <sub>2,5</sub> )	Kr/liter diesel	1,4 - 4,4	2,0 - 4,5

Kostnaden för emissioner utgörs av de skattade värden som redovisats i Tabell 2.4 och Tabell 2.5, med undantag för utsläpp av koldioxid. Marginalkostnaden för koldioxidutsläpp enligt ASEK:s värdering har kompletterats med en värdering utifrån gällande koldioxidskatt. År 2009 var koldioxidskatten 3,01 kr per liter diesel, vilket motsvarar ca 1,17 kr per kg utsläpp. Skälet till att ASEK:s koldioxidvärde kompletteras med denna värdering är att man med fog kan hävda att koldioxidskatten är ett uttryck för de politiska preferenserna när det gäller reduktion av koldioxidutsläpp. Koldioxidskatten skulle därför kunna vara ett lika relevant mått på åtgärds-kostnaden för koldioxidutsläpp som det nuvarande ASEK-värdet. (ASEK:s nuvarande koldioxidvärde är en åtgärds-kostnad som är härledd från politiska mål angående reduktionen av koldioxidutsläpp inom transportsektorn.)

## 2.4 Internalisering av järnvägstrafikens externa effekter

I Tabell 2.7 och Tabell 2.9 redovisas summan av alla internaliserande banavgifter som betalades under år 2009 och summan av alla marginalkostnader för trafiken under år 2009. Eftersom marginalkostnaderna och banavgifterna är kopplade till olika trafikmått (bruttotonkm, tågkm och liter bränsle) kan man inte direkt jämföra marginalintäkter och – kostnader (vilket man kan för vägtrafik där alla komponenter är uttryckta i fordonskm). Man måste först beräkna totala årliga kostnader och avgifter för all trafik. Internaliseringsgrader kan beräknas som kvoten mellan totala årliga betalningar av banavgifter och total årlig marginalkostnad för externa effekter. För att den återstående, icke-internaliserade externa kostnaden skall kunna beräknas måste emellertid totala årliga kostnader och intäkter räknas ner till kostnad och intäkt per personkm respektive tonkm. De trafikvolymerna som använts vid dessa beräkningar är de volymer som redovisas i Tabell 2.8.

**Tabell 2.7: Summa internaliserande banavgifter för all trafik på svensk järnväg år 2009. Miljoner kr.**

<i>Avgift</i>	<i>Person- trafik totalt</i>	<i>varav eldrift</i>	<i>varav diesel- drift</i>	<i>Gods- trans- porter totalt</i>	<i>varav eldrift</i>	<i>varav diesel- drift</i>
Spårvagnavgift	60,8	59,4	1,4	112,9	107,5	5,5
Särskild avgift	163,5	159,7	3,8	-	-	-
Olycksavgift	62,0	57,7	4,4	26,4	24,2	2,1
Tåglägesavgift	23,8	22,2	1,7	10,2	9,3	0,8
Emissioner	1,4	-	1,4	5,2	-	5,2
<b>Totalt</b>	<b>311,6</b>	<b>298,9</b>	<b>12,7</b>	<b>154,7</b>	<b>141,0</b>	<b>13,6</b>
Banavgift per pkm resp. tonkm	0,027			0,008		

**Tabell 2.8: Trafik- och transportarbete samt bränsleförbrukning för järnvägstrafik, år 2009.**

	<i>Trafik, milj tågkm</i>	<i>Trafik, milj brutto- tonkm</i>	<i>Förbrukn. av diesel, milj liter</i>	<i>Trafik- arbete, mdr pkm</i>	<i>Transport- arbete, mdr tonkm</i>
<b>Persontrafik:</b>					
Eldrift	88,6	20 471	-		
Dieseldrift	6,7	489	6,5		
<b>Totalt</b>	<b>95,4</b>	<b>20 960</b>	<b>6,5</b>	<b>11 340</b>	
<b>Godstrafik:</b>					
Eldrift	37,2	37 066	-		
Dieseldrift	3,3	1 882	18,0		
<b>Totalt</b>	<b>40,6</b>	<b>38 947</b>	<b>18,0</b>		<b>19 405</b>

*Källa: SIKa (2009b)*

**Tabell 2.9: Summa marginalkostnader för externa effekter för all trafik på svensk järnväg år 2009. Miljoner kr.**

<i>Kostnadsslag</i>	<i>Person- trafik, totalt</i>	<i>varav eldrift</i>	<i>varav diesel- drift</i>	<i>Gods- trafik, totalt</i>	<i>varav eldrift</i>	<i>varav diesel- drift</i>
Drift	19,1 – 57,2	17,7- 53,2	1,3 – 4,0	8,1 – 24,4	7,4 – 22,3	0,7 – 2,0
Underhåll	83,8 – 188,6	81,8- 184,2	2,0 – 4,4	155,8- 350,5	148,3 – 333,6	7,5 – 16,9
Reinveste- ring	188,6	184,2	4,4	350,5	333,6	16,9
Olyckor, plankorsning	28,6 – 66,8	26,6- 62,1	2,0 – 4,7	12,2 – 28,4	11,2 – 26,0	1,0 – 2,3
Olyckor, övriga	47,7 – 66,8	44,4 - 62,1	3,4 – 4,7	20,3 – 28,4	18,6 – 26,0	176 – 2,3
Koldioxid (CO <sub>2</sub> )	19,5 - 26,0		19,5 – 26,0	54,0 – 72,0		54,0 – 72,0
Övriga emissioner	9,1- 28,6		9,1- 28,6	36,0- 81,0		36,0 – 81,0
Totalt	396,5 – 622,7	354,8 – 545,9	41,7- 76,8	636,9 – 935,2	519,1 – 741,6	117,8 – 193,5
Kr/pkm eller kr/tonkm	0,035 – 0,054			0,033 – 0,048		

Utifrån de beräknade summorna av totala marginalkostnader och banavgifter som redovisats i Tabell 2.7 och Tabell 2.9 har de resultat beräknats som redovisats i Tabell 2.10 och Tabell 2.11. Resultaten är beräknade och redovisade i intervall. Den högre gränsen i intervallet för internaliseringsgrad och lägre gränsen i intervallet för återstående extern kostnad är baserade på de äldre skattningsarna av marginalkostnader för infrastruktur och olyckor. De nyaste skattningsarna som ger betydligt högre infrastruktur- och olyckskostnader ger också högre återstående extern kostnad och lägre internaliseringsgrad.

**Tabell 2.10: Grad av internalisering av marginalkostnaden för externa effekter, för persontrafik respektive godstransporter på järnväg. Procent.**

	<i>Person- trafik, totalt</i>	<i>vara eldrift</i>	<i>varav diesel- drift</i>	<i>Gods- trafik, totalt</i>	<i>varav eldrift</i>	<i>varav diesel- drift</i>
<i>Internaliserings- grad (Banavgifter/MC)</i>	50-79	54 - 83	17 - 30	17 - 24	19 - 27	7 - 12

Enligt resultaten i Tabell 2.10 så är den beräknade internaliseringsgraden låg för järnvägstrafik, i synnerhet för godstrafik och dieseldriven trafik. Detta trots att kostnader för buller och trängsel inte är skattade och medräknade. Resultaten i Tabell 2.11 ser dock lite bättre ut. Den återstående externa kostnaden, d.v.s. den avgiftshöjning som skulle behöva göras för att vi skall uppnå full internalisering av kostnaderna, är ganska låg. Det handlar om 1- 3 öre per personkm och 3 - 4 öre per tonkm. Nu skall man emellertid komma ihåg att det går väldigt många personkm och tonkm på ett tåg och en tågresa. Räknat t.ex. per tågkm kan det trots allt röra sig om ganska stora belopp.

**Tabell 2.11: Återstående icke-internaliserad marginalkostnad för externa effekter, för persontrafik respektive godstrafik på järnväg.**

	<i>Persontrafik, totalt</i>	<i>Godstransporter, totalt</i>
Marginalkostnad för externa effekter	0,035 – 0,055	0,035 – 0,048
- Banavgifter	0,027	0,008
= Återstående extern kostnad, Kr/pkm resp. kr/tonkm	0,008 – 0,028	0,027 – 0,040

Om man ställer de återstående externa kostnaderna i relation till de banavgifter som redan betalas (år 2009) så finner man att 2009-års banavgifter skulle behöva höjas med åtminstone 30 % för att full internalisering ska uppnås för persontrafiken på järnvägen. För godstrafiken skulle avgifterna behöva åtminstone tredubblas. Detta kan vara lågt räknat, åtminstone för tätortstrafik, med tanke på att buller- och trängselkostnader inte ingår.

De största avgiftshöjningarna bör naturligtvis gälla den dieseldrivna trafiken eftersom den har lägre internaliseringsgrad och högre återstående extern kostnad än eldriven trafik. Samtidigt bör påminnas om att höjda banavgifter är ett medel som ger samhällsekonomisk effektivitet i det korta perspektivet. En kompletterande lösning, som bidrar till samhällsekonomisk effektivitet i ett mer långsiktigt perspektiv, är att försöka minska de externa kostnaderna, t.ex. genom minskad trafik med dieseldrift, effektivisering av D&U av infrastrukturen etc.





# 3 Vägtrafik

## 3.1 Internaliserande skatter och avgifter för vägtrafik

De skatter och avgifter som man betalar för att köpa, äga och köra bil är:

- Accis, vid köp av bil, som numera är differentierad och lägre för miljöbilar.
- Fordonsskatt, som är en årlig avgift för att få köra fordonet, och som även den kan vara lägre för miljöbilar och bilar som går på andra bränslen än fossila.
- Skatt på försäkringspremier för bilförsäkringar, som är ett led i att låta bilisterna betala en större del av de totala olyckskostnaderna.
- Drivmedelskatter, i form av energiskatt och koldioxidskatt på fossila bränslen.
- Förmånsbeskattning av tjänstebilar.

Internaliserande skatter är de som fungerar som en form av ställföreträdande betalning för de externa effekter man orsakar. De internaliserande skatterna och avgifterna måste alltså vara relaterade till någon av de faktorer som är kostnadsdrivande när det gäller marginalkostnaden för externa effekter. För trafikens externa effekter är trafikvolym den viktigaste kostnadsdrivaren, både direkt och indirekt via bränsleförbrukning.

I det korta tidsperspektivet är det drivmedelsskatterna som påverkar transportvolymen och transportkostnader och trafikvolymen. På lång sikt kan även fordonsskatten och accisen påverka trafikvolymen eftersom de påverkar benägenheten att köpa bil och därmed valet av färdmedel. De påverkar emellertid inte valet av körsträcka genom att öka den rörliga privata transportkostnaden så att den närmar sig den samhällsekonomiska transportkostnaden. På kort sikt kan dessa skatter och avgifter snarast ge incitament till ökad körsträcka. Om man ändå har köpt en dyr bil och betalat den årliga fordonsskatten så gäller det att använda bilen, annars har man betalat dessa utgifter onödan. Det är alltså bara drivmedelsskatterna som påverkar de privata res- och transportkostnaderna på samma sätt som priserna på infrastruktur, trafikolyckor och emissioner skulle göra om dessa effekter vore marknadsmässigt hanterade och marknadsprissatta som vanliga varor och tjänster.

Det faktum att de internaliserande skatterna för vägtrafik är helt kopplade till förbrukningen av fossila bränslen kan ge problem i framtiden när användningen av andra bränslen ökar. Fordon som inte använder fossila bränslen behöver inte betala vare sig energiskatt eller koldioxidskatt (t.ex. etanol och el). Men, även dessa fordon kan ge upphov till buller, trafikolyckor och andra typer av externa

effekter. För dessa fordon blir internaliseringen av marginalkostnader för externa effekter lika med noll. Idealet vore alltså att ha drivmedelsskatter som motsvarar de externa kostnaderna på grund av emissioner och en kompletterande avgift som motsvarar marginalkostnaden för övriga externa effekter och som inte är kopplad till bränsleförbrukningen.

I Tabell 3.1 redovisas en sammanställning av drivmedelsskatterna. Där framgår att de inte ändrats i någon större utsträckning från 2009 fram till idag. Drivmedelsskatterna för diesel har ökat i löpande pris med knappt 5 % på två år. För bensin är de aningen lägre än tidigare. Detta innebär att de övergripande slutsatser som analysen av år 2009 ger vid handen bör vara giltiga även för år 2010 och 2011.

**Tabell 3.1: Drivmedelsskatter för vägtrafik. Kr per liter bränsle. Löpande priser år 2009 – 2011.**

	<i>Bensin MK1</i>	<i>Diesel MK1</i>
<i>2009</i>		
Energiskatt	3,08	1,33
Koldioxid- skatt	2,44	3,01
Totalt	5,52	4,34
<i>2010</i>		
Energiskatt	3,06	1,32
Koldioxid- skatt	2,44	3,01
Totalt	5,50	4,33
<i>2011</i>		
Energiskatt	3,06	1,52
Koldioxid- skatt	2,44	3,02
Totalt	5,50	4,54

*Källa: Skatteverket (2011)*

I Tabell 3.2 visas genomsnittlig bränsleförbrukning och i Tabell 3.3 genomsnittlig skatt per fordonskm för olika typer av fordon. De värden för bränsleförbrukning som använts av SIKA gällde för svensk bilpark år 2000. Vi har ersatt dessa med mera aktuella värden från Trafikverket (2011). De nya genomsnittsvärdena är något fåtal procent lägre än de tidigare använda värdena för år 2000.

Tabell 3.2: Bränsleförbrukning i liter per km samt trafikarbete i mdr km, år 2009.

Fordonstyp	Bränsle- förbr.	Bränsle- förbr.*	Bränsle- förbr.*	Trafik- arbete	varav trafik i tätorter	varav trafik på landsväg
	Medel	Landsväg	Tätort			
Personbil, bensin	0,087	0,08	0,11	50,8		
Personbil, diesel	0,067	0,06	0,08	13,5		
Lätt lastbil, bensin	0,095	0,09	0,11	1,3		
Lätt lastbil, diesel	0,100	0,09	0,11	6,4		
Landsvägs- buss, diesel	0,21	0,16	0,35	0,4	0,1	0,3
Stadsbuss, diesel	0,32	-	0,32	0,5	0,5	
Tung lastbil utan släp, diesel	0,23	0,22	0,27	1,3	0,3	1,0
Tung lastbil med släp, diesel	0,41	0,37	0,51	3,3	0,8	2,5
Motorcykel, bensin	0,063	0,06	0,06	0,8	0,3	0,5

Källa: Data från Artemis-modellen enligt Trafikverket (2011)

\*Differentiering av genomsnittlig bränsleförbrukning, m.a.p. landsvägs- respektive tätortstrafik, har gjorts utifrån variationer i CO<sub>2</sub> utsläpp

**Tabell 3.3: Drivmedelskatt per fordonskm för olika typer av motorfordon. Kr per fordonskm, år 2009 och 2011.**

	2009 Lands- bygd	2009 Tätort	2009 Totalt	2011 Lands- bygd	2011 Tätort	2011 Totalt
<i>Bensindrivna fordon:</i>						
Personbil	0,44	0,61	0,48	0,44	0,61	0,48
Lätt lastbil (< 3,5 ton)	0,50	0,61	0,52	0,50	0,61	0,52
<i>Dieseldrivna fordon:</i>						
Personbil	0,26	0,35	0,29	0,27	0,36	0,30
Lätt lastbil (< 3,5 ton)	0,39	0,48	0,43	0,41	0,50	0,45
Tung lastbil utan släp	0,95	1,17	1,00	1,00	1,23	1,04
Tung lastbil med släp	1,61	2,21	1,78	1,68	2,32	1,86
Landsvägsbussar	0,69	1,52	0,91	0,73	1,59	0,95
Stadsbussar	-	1,39	1,39	-	1,45	1,45
Motorcykel	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33

*Källa: Egna beräkningar baserade på genomsnittlig bränsleförbrukning år 2009, enligt Trafikverket (2011).*

## 3.2 Marginalkostnader för vägtrafikens externa effekter.

I Tabell 3.4 redovisas skattningar av marginalkostnaden för vägtrafikens externa effekter. I Tabell 3.5 redovisas samma kostnader uppdaterade till reala priser med år 2009 som basår. Desvärre saknas det skattade marginalkostnader för infrastruktur och trafikolyckor för både lätta lastbilar, bussar och motorcyklar. Det är därför bara för personbilar och tunga lastbilar som det är meningsfullt att göra en analys av de externa effekternas internalisering. Det är angeläget att det så småningom tas fram kompletta marginalkostnadsskattningar för busstrafik, så att vi kan göra jämförelser mellan personresor med kollektivtrafik på väg och järnväg.

**Tabell 3.4: Marginalkostnader för vägtrafik, Kr per fkm. Reala priser i ursprunglig prisnivåer. Tung lastbil är lastbil med totalvikt > 3,5 ton.**

<i>Kostnadsslag</i>	<i>Personbil, bensin</i>	<i>Personbil, diesel</i>	<i>Tung lastbil utan släp, diesel</i>	<i>Tung lastbil med släp, diesel</i>
Infrastruktur (D&U, basår 2000)				
Landsbygd				
Tätort	0,01	0,01	1,00 - 1,05	2,43 - 2,56
Totalt	0,01	0,01	0,45 - 0,46	1,08 - 1,11
	0,01	0,01	1,00 - 1,05	2,43 - 2,56
Olyckor (basår 2006)				
Landsbygd				
Tätort	0,14	0,14	0,36	0,36
Totalt	0,26	0,26	0,63	0,63
	0,16	0,16	0,41	0,41
Emissioner, CO <sub>2</sub> (basår 2006)				
Landsbygd				
Tätort	0,15 - 0,26	0,14 - 0,21	0,55 - 0,80	0,94 - 1,36
Totalt	0,21 - 0,34	0,20 - 0,28	0,68 - 0,99	1,29 - 1,88
	0,17- 0,28	0,16 - 0,24	0,58 - 0,84	1,03 - 1,50
Övriga emissioner (basår 2006)				
Landsbygd				
Tätort	0,03	0,03	0,37	0,56
Totalt	0,09	0,08	0,86	1,32
	0,05	0,05	0,49	0,75
Buller	Saknas	Saknas	Saknas	Saknas
Trängsel	Saknas	Saknas	Saknas	Saknas

*Källor: Infrastrukturkostnad från Haraldsson (2007b), olyckskostnad från SIKA (2008), egna beräkningar av kostnad för emissioner baserade på emissionsfaktorer i Trafikverket (2011) och utsläppskostnader enligt ASEK4 (SIKA 2008, 2009) samt alternativ värdering av CO<sub>2</sub>.*

I de följande avsnitten kommer en beskrivning av de underliggande förutsättningar som gäller för marginalkostnaderna i Tabell 3.4 och Tabell 3.5.

## **Infrastrukturkostnad**

Marginalkostnaden för infrastruktur består av marginalkostnaden för slitage och deformation av infrastrukturen. Enligt EU-kommissionens projekt EUNET består marginalkostnaden för slitage och deformation av driftskostnad, underhållskostnad och reinvesteringskostnad. Driftskostnader definieras som löpande kostnader för att hålla vägen öppen för trafik. Underhållskostnader består av kortsiktiga kostnader för service och reparationer av infrastrukturen, medan reinvesteringskostnader består av mera långsiktiga reparationer. (HEATCO

2006) Kostnaden för slitage och deformation varierar bland annat med typ av infrastruktur, trafikflöde, typ av fordon och fordonsvikt.

Indelningen i driftskostnader och underhållskostnader i Trafikverkets/Vägverkets bokföringssystem VERA följer inte helt HEATCO:s definitioner. VERA:s driftskostnader är de kostnader som avser åtgärder för att hålla vägarna öppna och farbara och som resulterar i omedelbara och kortsiktiga effekter som varar mindre än ett år. De består dels av kostnader för vinterväghållning (plogning, sandning etc.), dels av allmänna driftskostnader för väginspektioner, administration, renhållning samt mindre och tillfälliga reparationer vid plötsliga skador på vägar eller vägrenar. Dessa driftskostnader tycks alltså omfatta såväl driftskostnader (operation costs) som underhållskostnader (maintenance costs) så som de definieras av HEATCO (2006). Underhållskostnader består, i VERA, av kostnader för åtgärder i syfte att återupprätta och upprätthålla önskvärd vägstandard, och som ger effekter under mer än ett år. De består av kostnader för underhåll av både vägnas ytskikt och underkonstruktioner samt deras avvattnings- och dräneringssystem. Detta motsvarar HEATCO:s reinvesteringskostnader samt eventuellt delar av HEATCO:s underhållskostnader, beroende på vart gränsen går mellan kort och lång sikt.

Infrastrukturen för vägtrafik är inte en genuint kollektiv nyttighet<sup>4</sup> och därför är det inte självklart att infrastrukturkostnaden för vägtrafik är en extern kostnad. Skälet till att marginalkostnaden för den svenska väginfrastrukturen är en extern effekt är att vår infrastruktur är skattefinansierad och användningen av vägarna i grunden avgiftsfri (om vi bortser från trängselavgifterna i Stockholm). Om vägarna vore helt privatfinansierade och prissatta med marknadsmässiga vägavgifter, så vore infrastrukturkostnaden en del av res- och transportkostnaden på samma sätt som biljettpriiser, istället för en extern kostnad.

Tidigare redovisade analyser av graden av internalisering av vägtrafikens externa effekter (SIKA 2007) har baserats på skattningar av Vägverket från år 2003. Även VTI har, från år 2000 och framåt, arbetat med att skatta marginalkostnaden för slitage och deformation av vägar. Den marginalkostnad som används i denna analys är resultat från Haraldsson (2007b) där totalkostnadsfunktioner skattats och kostnadselasticiteter samt marginalkostnader för drift och underhåll beräknats.<sup>5</sup> De data som legat till grund för analysen är paneldata<sup>6</sup> över Vägverkets drifts- och underhållskostnader under åren 1998 – 2002 för 145 olika driftsområden. Kostnaderna är differentierade med avseende på typ av väg (belagd väg eller grusväg).

I Haraldsson (2007b) skattas både kortsiktiga och långsiktiga kostnadselasticiteter och marginalkostnader. Observera dock att Haraldsson (2007b) i

<sup>4</sup> Vägar har tidigare räknats som kollektiva nyttigheter på grund av frånvaro av trängsel på vägarna (marginalkostnaden för ytterligare en användare är noll) och att det varit tekniskt svårt att åstadkomma ett väl fungerande och inte alltför dyrt avgiftssystem (icke-delbarhet).

<sup>5</sup> Marginalkostnaden har beräknats med hjälp av formeln:  $MC = \epsilon \cdot AC$ , där  $\epsilon$  = kostnadselasticiteten m.a.p. trafikarbetet och AC är genomsnittlig tota kostnad per fordonskilometer. Av denna formel framgår att marginalkostnaden innebär full kostnadstäckning om kostnadselasticiteten är större än 1.

<sup>6</sup> Paneldata är en kombination av tidsseriedata och tvärsnittsdata.

detta sammanhang använder begreppen kort och lång sikt på annat sätt än vad som är brukligt i nationalekonomi. Normalt sett innebär begreppet långsiktiga kostnader att (i stort sett) alla kostnader är rörliga, medan man på kort sikt har färre rörliga variabler och därför både rörliga och fasta kostnader. I Haraldsson (2007b) avser kortsiktiga kostnader de omedelbara marginalkostnader som uppstår samma år som trafikökningen sker, medan långsiktiga kostnader omfattar även de marginalkostnader som, till följd av trafikökningen, uppstår vid senare tidpunkter. Den s.k. kortsiktiga marginalkostnaden visar alltså endast en del av den totala marginalkostnad som uppstår. De s.k. långsiktiga marginalkostnaderna är därför de relevanta kostnaderna att räkna med.

En sak som skiljer analysen i Haraldsson (2007b) från tidigare gjorda analyser av marginalkostnader för svensk väghållning är att den bygger helt på data över observerade kostnader. Tidigare analyser har till viss del baserats på konstruerade kostnadsdata framtagna genom expertbedömningar. Detta talar för att Haraldssons resultat är mer tillförlitliga, trots att data spänner över endast 5 år. En annan faktor som talar till fördel för de skattade marginalkostnaderna i Haraldsson (2007b) är att analysarbetet är väl dokumenterat och även metodmässigt granskat, i och med att det är en del av ett avhandlingsarbete. Trafikanalys har därför valt att basera denna analys på Haraldssons skattade marginalkostnader, istället för de ofullständigt dokumenterade marginalkostnads-skattningar som tidigare använts.

Haraldssons avhandlingsarbete omfattar även en analys av kostnader för reinvestering i ny vägbeläggning (Haraldsson 2007a). Reinvesteringskostnaden består i det fallet av den ökade kostnad som blir följden av tidigareläggning av investering i ny vägbeläggning på grund av ökat vägsitage. Man utgår i detta fall från att det i utgångsläget finns en viss reinvesteringsstrategi som bygger på att vägbeläggningen har en viss livslängd. Om vägsitage ökar och denna livslängd förkortas så måste nytt ytskikt läggas tidigare än beräknat, vilket leder till ökad kostnad.<sup>7</sup> Kostnaden för investering i ny vägbeläggning ingår emellertid som en del i den underhållskostnad som analyserats i Haraldsson (2007b). Det skulle alltså innebära viss dubbelräkning om denna marginalkostnad för reinvestering skulle räknas med, utöver marginalkostnaden för drift och underhåll.

### *Driftskostnad*

Enligt Haraldsson (2007b) är den marginella driftskostnaden 0,01 sek/fkm för belagda vägar och 0,56 kr/fkm för grusvägar. De skattade elasticiteterna för total driftkostnad och drift av vinterväghållning är emellertid icke-signifikanta, vilket innebär att marginalkostnaden är noll (eller nära noll). Det tycks alltså inte finnas ett entydigt samband mellan totala driftkostnader och mängden trafikarbete.

Det faktum att enskilda vägtyper har signifikanta kostnadselasticiteter och marginalkostnader men inte vägar totalt sett gör resultaten lite svårtolkade. Att det skulle vara ett svagt eller obefintligt samband mellan trafikvolym och driftskostnader för vinterväghållning, d.v.s. för att hålla vägar öppna och farbara

---

<sup>7</sup> Marginalkostnaden uppstår p.g.a. att nuvärdet av kostnaden för alla framtida reinvesteringar i ny vägbeläggning ökar, då samtliga framtida reinvesteringar flyttas närmare i tiden.

vintertid, framstår som rimligt. Däremot bör det vara mindre troligt att det saknas ett samband mellan trafikvolym och totala driftskostnader, med tanke på att kostnader för kortsiktiga underhållsåtgärder (varaktighet mindre än 1 år) ingår i driftskostnaderna. På grund av detta har vi valt att ta fasta på de signifikanta skattade resultaten för enskilda vägtyper. Vi har försiktigtvis låtit kostnaden för belagda vägar gälla för samtliga vägar.

Skattningen av marginalkostnaden baseras på kostnadsdata i löpande pris från 1998 till 2002, varför prisnivån har bedömts ligga på en genomsnittlig nivå motsvarande år 2000.

### *Underhållskostnad*

Behovet av underhåll beror på vägslitage, som i sin tur beror bland annat på fordonens vikt i förhållande till antalet axlar, d.v.s. antalet standardaxlar (SA)<sup>8</sup>. Genomsnittligt antal standardaxlar (SA) för tunga fordon i Sverige är 1,3. För personbilar är motsvarande värde praktiskt taget noll.<sup>9</sup> Det är därför rimligt att anta att underhållskostnaden beror i stort sett enbart på den tunga trafiken. Det antagandet har gjorts i Haraldsson (2007b). Ett skäl till detta är de praktiska problemen med att göra en ekonometrisk analys som hanterar både personbilar och tunga fordon samtidigt. I Haraldsson (2007b) redovisas ingen bestämd definition av tunga fordon. I och med att analysen bygger på data från Trafikverket/Vägverket borde definitionen av tunga fordon vara Trafikverkets gängse definition, d.v.s. fordon med en totalvikt på minst 3,5 ton.

Den skattade långsiktiga<sup>10</sup> marginalkostnaden för totalt vägunderhåll är enligt Haraldsson (2007b) lika med 1,34 – 1,41 kr/fkm för tunga fordon. För underhåll på belagda vägar är marginalkostnaden ca 0,59 - 0,61 kr/fkm och för underhåll på grusvägar ca 1,58 - 1,61 kr/fkm. För trafik på landsbygd har marginalkostnaden för totalt vägunderhåll använts och för tätortstrafik har marginalkostnaden för underhåll på belagda vägar använts. Dessa skattade marginalkostnader är genomsnittsvärden som gäller för all tung trafik. För att få separata marginalkostnader beräknade för tunga lastbilar med släp respektive utan släp måste de skattade värdena differentieras med hänsyn till antalet standardaxlar.

En omräkning till marginalkostnader för lastbilar med släp respektive utan släp har gjorts utifrån uppgifter från Vägverket (2003) om genomsnittligt antal standardaxlar per fordon för olika typer av ekipage. Genomsnittet för samtliga tunga fordon i Sverige är 1,3 standardaxlar (SA). Enligt Vägverket (2003) har tunga lastbilar med totalvikt över 16 ton 0,96 SA om de kör utan släp och 2,35 SA om de kör med släp. Tung lastbilar med totalvikt på mellan 3,5 och 16 ton

<sup>8</sup> Benämns även för fordonsekvivalentfaktorer, FEF, eller på engelska ESAL:s. Den s.k. fjärdepotensregeln som beskriver relationen mellan vikt per fordonsaxel och vägslitage är:  $SA = FEF = (\sum_j v_j^4) / 10^4$  där  $v_j$  = vikt, mätt i ton/axel, för axel j

<sup>9</sup> Detta kan verifieras med ett enkelt räkneexempel med fjärdepotensregeln. Lastbilar med en genomsnittlig bruttovikt på mellan 10 och 20 ton har SA inom intervallet 0,2 – 0,7 trots att de kan ha vikten fördelad på fler än två axlar. En personbil som väger 1,5 ton och har vikten jämnt fördelad på två axlar har ett SA på ca  $0,3 \cdot 10^{-4}$ , d.v.s. 0,00003. Lastbilarna har alltså SA-värden som är i storleksordningen 10 000 gånger större jämfört med personbilar.

<sup>10</sup> Det vill säga den totala marginalkostnaden som inkluderar både omedelbara kostnader och kostnader som uppstår med viss tidmässig fördröjning.



har 0,39 SA utan släp och 0,85 SA med släp. Dessa värden skulle behöva vägas samman till ett genomsnitt för alla tunga fordon med totalvikt över 3,5 ton. På grund av avsaknad av underlag har vi inte kunnat göra en sådan sammanvägning. En annan och enklare utväg har valts. Eftersom lastbilar med totalvikt på mer än 16 ton står för 99,2 – 99,6 procent av hela transportarbetet på väg och fraktar 99 procent av den godsmängd som transporteras på väg så har SA-värdena för lastbilar med totalvikt på mer än 16 ton fått gälla för alla tunga fordon. Den skattade marginalkostnaden för underhåll, enligt Haraldsson (2007b), har multiplicerats med en faktor 0,74 (0,96/1,3) för att ge marginalkostnaden för tunga fordon utan släp och en faktor 1,81 (2,35/1,3) för att ge marginalkostnaden för tunga fordon med släp. Den beräknade marginalkostnaden för totalt underhåll blir då 0,99 - 1,04 kr/fkm för lastbil utan släp och 2,42 - 2,55 kr/fkm för lastbil med släp. För belagda vägar (tätortstrafik) blir den beräknade marginalkostnaden 0,44 - 0,45 kr/fkm för lastbil utan släp och 1,07 - 1,10 för lastbil med släp.

### *Reinvesteringskostnad*

Den skattning av underhållskostnad som redovisas ovan omfattar även reinvesteringskostnader.

### **Extern olyckskostnad**

Marginalkostnaden för vägtrafikolyckor är den kostnad som använts i tidigare analyser, och som presenteras bl.a. i SIKA (2008). Denna marginalkostnad baseras på ASEK 3-värden, uppdaterade med hänsyn till ändrat penningvärde från basår 2001 till 2006. Det senare innebär en uppräkningskostnad med ca 20 %. Den samhällsekonomiska kostnaden för förlust av ett liv, VSL (value of a statistical life) reviderades emellertid i ASEK 4 till följd av nya forskningsresultat. VSL fick ett värde som var ca 30 % större än tidigare och ökade alltså realt med ca 10 % i förhållande till övriga ASEK-värden. Kostnaden för förlust av liv och hälsa utgör den största delen av den totala kostnaden för trafikolyckor med dödsfall eller personskador (övriga kostnader är materiella kostnader i form av produktionsbortfall, sjukvård etc.). En real ökning av VSL borde därför ge utslag på marginalkostnaden för olyckor. Det faktum att den beräknade marginalkostnad för vägtrafikolyckor som här används inte har korrigerats med hänsyn till den reala ökningen av VSL kan alltså innebära alltså en viss underskattning av olyckskostnaden. Å andra sidan har bilisternas försäkringspremier höjts genom ökad beskattning, vilket gör att den externa delen av den totala olyckskostnaden sannolikt har minskat något. En korrigering har inte gjorts för denna faktor heller. Dessa två källor till "bias" i skattningen av den marginella olyckskostnaden motverkar varandra och kan, åtminstone delvis, ta ut varandra.

### **Utsläpp av koldioxid**

De emissionsfaktorer som använts har tagits fram av Trafikverket med hjälp av den s.k. Artemis-modellen (Trafikverket 2011). Värdering av utsläpp har gjorts genom ett intervall. Den övre gränsen i intervallet består av ASEK:s värdering av koldioxid på 1,50 kr per kg utsläpp, med 2006 som basår. Den nedre gränsen består av koldioxidskatten. Orsaken till detta är att man med fog kan hävda att koldioxidskatten är ett relevant mått på åtgärds-kostnaden för utsläpp av

koldioxid. År 2006 var den skatten 2,13 kr/liter bensin av miljöklass 1, vilket motsvarar ca 0,90 kr/kg utsläpp av CO<sub>2</sub>. För diesel av miljöklass 1 var koldioxid-skatten 2,62 kr/liter, vilket motsvarar ca 1,03 kr/kg CO<sub>2</sub> för diesel. Vi har i beräkningarna använt värdet 1 kr per kg utsläpp av CO<sub>2</sub>.

## Övriga emissioner

Marginalkostnaderna för övriga emissioner avser utsläpp av svaveldioxid, kväveoxider, partiklar och VOC<sup>11</sup>. Beräkningarna av marginalkostnader för olika typer av fordon och bränslen bygger på emissionsfaktorer framtagna med Artemis-modellen (Trafikverket 2011) samt kalkylvärden från ASEK 4 för lokala och regionala effekter av luftföroreningar (SIKA 2009a). I värderingen av partikelutsläpp ingår dessvärre ingen kostnad för slitagepartiklar. Detta bidrar till att marginalkostnaden för övriga emissioner kan vara något underskattad.

ASEK har olika värdering av effekter av övriga emissioner i tätorter och på landsbygden. Detta beror på att man räknar med både lokala och regionala effekter av emissioner i tätorter, men endast regionala effekter på landsbygden. Det finns inte något sammanvägt genomsnittligt ASEK-värde att tillgå för emissioner totalt sett. Den genomsnittliga marginalkostnaden för totala övriga utsläpp har därför beräknats genom att marginalkostnader för tätorter respektive landsbygd har vägts ihop utifrån fördelningen av transportarbetet på landsvägs- och tätortstrafik (som visas i Tabell 3.2).

## Buller och trängsel

Nya skattningar av bullerkostnad för väg- och järnvägstrafik har gjorts av VTI, men beräkningar i form av genomsnittlig marginalkostnad per fkm finns ännu inte tillgängliga. De skattade bullerkostnader för väg som tidigare redovisats är baserade på ASEK-värden för buller. Det råder emellertid stor osäkerhet rörande kvaliteten på dessa marginalkostnadsskattningar. Därför kan det vara lika bra att tillsvidare avstå från att inkludera en bullerkostnad för väg.

Skattningar av genomsnittlig marginalkostnad för trängsel saknas. Det är rimligt att anta att den normalt sett är noll för landsvägstrafik. Den kan däremot vara av betydande storlek i vissa tätorter, framförallt i storstadsområdena.

## Uppdatering av priser till basår 2009

I Tabell 3.5 redovisas marginalkostnaderna i reala priser uppdaterade till basåret 2009. Marginalkostnaderna har uppdaterats med hjälp av följande index:

Infrastrukturkostnaden har uppdaterats med producentprisindex (PPI), där PPI (2009/2000) = 122,7.

Marginalkostnaden för olyckor och för övriga emissioner som baseras på betalningsviljevärden har, enligt ASEK:s rekommendationer, uppdaterats med KPI och BNP/capita. KPI (2009/2006) = 105,4 och BNP (fast pris)/capita (2009/2006) = 94,9 Bägge indexen tillsammans bildar ett index på 100,0.

<sup>11</sup> "Volatile Organic Compounds", omfattar diverse olika kolföreningar, dock icke koldioxid som behandlas separat.

Emissioner av CO<sub>2</sub> har uppdaterats så att den övre gränsen i intervallet, som motsvarar ASEK-värdet, har räknats upp med enbart KPI. Ingen uppdatering med BNP/capita har gjorts eftersom ASEK-värdet inte är ett betalningsviljevärde utan en form av åtgärds kostnad. Den nedre gränsen av intervallet, som baseras på koldioxidskatten, har uppdaterats med den faktiska ökningen av koldioxidskatten från år 2006 till år 2009.

**Tabell 3.5: Marginalkostnader för vägtrafikens externa effekter, i reala priser med basår 2009. Kr/ffkm.**

<i>Kostnadsslag</i>	<i>Personbil, bensin</i>	<i>Personbil, diesel</i>	<i>Tung lastbil utan släp, diesel</i>	<i>Tung lastbil med släp, diesel</i>
<b>Infrastruktur (D&amp;U)</b>				
Landsbygd	0,01	0,01	1,22 - 1,29	2,98 - 3,14
Tätort	0,01	0,01	0,55 - 0,56	1,33 - 1,36
Totalt	0,01	0,01	1,22 - 1,29	2,98 - 3,14
<b>Olyckor</b>				
Landsbygd	0,14	0,14	0,36	0,36
Tätort	0,26	0,26	0,63	0,63
Totalt	0,16	0,16	0,41	0,41
<b>Emissioner, CO<sub>2</sub></b>				
Landsbygd	0,17 - 0,27	0,15 - 0,22	0,63 - 0,84	1,08 - 1,43
Tätort	0,24 - 0,36	0,23 - 0,30	0,78 - 1,04	1,48 - 1,98
Totalt	0,20 - 0,30	0,18 - 0,25	0,67 - 0,89	1,18 - 1,58
<b>Övriga emissioner</b>				
Landsbygd	0,03	0,03	0,37	0,56
Tätort	0,09	0,08	0,86	1,32
Totalt	0,05	0,05	0,49	0,75
<b>Summa skattad MC</b>				
Landsbygd	0,35 - 0,45	0,33 - 0,40	2,58 - 2,86	4,98 - 5,49
Tätort	0,60 - 0,72	0,58 - 0,65	2,82 - 3,09	4,76 - 5,29
Totalt	0,42 - 0,52	0,40 - 0,47	2,79 - 3,08	5,32 - 5,88

I Tabell 3.5 är marginalkostnaderna uttryckta i kronor per fordonskilometer. Om jämförelser skall kunna göras mellan olika trafikslag måste marginalkostnaderna vara uttryckta i kronor per personkilometer eller tonkilometer. Detta redovisas i Tabell 3.6.

Beräkningen av persontrafikens marginalkostnad per personkilometer baseras på en genomsnittlig belägningsgrad på 1,5, vilket är ungefär mitten av det

intervall som bildas av resultaten i RES 0506 (1,2 – 1,7). För godstransporter baseras beräkningen på en medellast för tunga fordon. Den har beräknats utifrån Trafikanalys statistik över inrikes godstransporter med svenska lastbilar, fördelad på transporterad godsmängd, antal transporter för olika typer av ekipage etc. (SIKA 2009c, tabell 3). Utifrån denna statistik kan medellasten beräknas på två sätt, dels som kvoten av totalt transportarbete och totalt antal körda kilometer, dels som kvoten mellan totalt transporterad godsmängd och total antal transporter. För tunga fordon utan släp ger bägge beräkningsmetoderna en medellast på 4,3 ton. För tunga fordon med släp ger den förstnämnda kvoten en medellast på 18,6 ton och den sistnämnda en medellast på 16,1 ton per ekipage. Vi har utgått från 17,4 ton per ekipage, som är ungefär mitten av intervallet (16,1 – 18,6).

**Tabell 3.6: Marginalkostnaden för vägtrafikens externa effekter, i kr per fordonskm samt kr per personkm respektive tonkm. Reala priser med basår 2009. Belägningsgrad i procent och medellast i ton.**

<i>Marginalkostnad</i>	<i>Personbil, bensin</i>	<i>Personbil, diesel</i>	<i>Tung lastbil utan släp, diesel</i>	<i>Tung lastbil med släp, diesel</i>
Kr/fkm				
Landsbygd	0,35 - 0,45	0,33 - 0,40	2,58 - 2,86	4,98 - 5,49
Tätort	0,60 - 0,72	0,58 - 0,65	2,82 - 3,09	4,76 - 5,29
Totalt	0,42 - 0,52	0,40 - 0,47	2,79 - 3,08	5,32 - 5,88
Belägningsgrad resp. medellast	1,5	1,5	4,3	17,4
Kr/pkm resp. Kr/tonkm				
Landsbygd	0,2 - 0,3	0,3	0,6 - 0,7	0,3
Tätort	0,4 - 0,5	0,4	0,7	0,3
Totalt	0,3	0,3	0,6 - 0,7	0,3

### 3.3 Internalisering av vägtrafikens externa effekter

I Tabell 3.7 och Tabell 3.8 redovisas beräkningar av internaliseringsgrad (skatt i förhållande till marginalkostnader) samt återstående extern kostnad (marginalkostnader minus drivmedelskatter) för vägtrafiken år 2009.

**Tabell 3.7: Internaliseringsgrad (skatter/marginalkostnader) för vägtrafikens externa effekter, i procent.**

	<i>Personbil, bensin</i>	<i>Personbil, diesel</i>	<i>Tung lastbil utan släp</i>	<i>Tung lastbil med släp</i>
Landsbygd	98-126	65-79	33-37	29-32
Tätort	84-101	53-60	38-42	42-47
Totalt	92-114	62-73	32-36	30-32

Av Tabell 3.7 framgår att vägtrafiken har generellt sett högre internaliseringsgrad än trafik på järnväg (Tabell 2.10 i kapitel 2). För vägtrafiken har, i likhet med järnvägstrafiken, godstransporter lägre internaliseringsgrad än persontrafik. För vägtrafiken är det bensindrivna personbilstrafik som har den högsta internaliseringsgraden. Enligt de beräkningar som redovisas i Tabell 3.7 betalar bilister med bensindrivna bilar i stort sett hela den samhällsekonomiska kostnaden för biltrafiken. Här bör dock påminnas om att buller- och trängselkostnader inte ingår. Det är möjligt och troligt att bensindrivna personbilstrafik i landsvägstrafik i glesbygden betalar i stort sett hela sin samhällsekonomiska kostnad, men sannolikt inte personbilstrafik i tätorter med buller- och trängselproblem.

Om trängselproblem internaliseras genom speciella trängselavgifter, så kan en analys av internalisering av externa effekter bli rättvisande även om trängselkostnader inte ingår i analysen. Detta förutsätter dock att inte heller trängselavgifterna ingår i analysen samt att trängselavgifterna är lika stora som den marginella trängselkostnaden.

Enligt resultaten i Tabell 3.7 är det måttligt stor skillnad i internaliseringsgrad mellan trafik i tätorter och på landsbygden, trots högre miljö- och olycks-kostnader. Det beror på att de högre marginalkostnaderna för tätortstrafik delvis kompenseras av att tätortstrafik har högre bränsleförbrukning och därmed betalar mer drivmedelsskatter (för tung trafik med släp har tätortstrafiken t.o.m. högre internaliseringsgrad än trafik på landsbygden). Här får vi återigen påminna om att buller- och trängselkostnader inte finns beräknade. Om sådana kostnader inkluderats skulle internaliseringsgraden för tätortstrafik vara lägre än de beräkningar som redovisas i Tabell 3.7.

**Tabell 3.8: Återstående icke-internaliserad kostnad för externa effekter (marginalkostnader – skatter). Reala priser med basår 2009.**

	<i>Personbil, bensin</i>	<i>Personbil, diesel</i>	<i>Tung lastbil utan släp</i>	<i>Tung lastbil med släp</i>
<i>Kr per fkm</i>				
Landsbygd	(- 0,1) – 0,0	0,1	1,6 - 1,9	3,4 – 3,9
Tätort	0,0 - 0,1	0,2 – 0,3	1,6 - 1,9	2,5 – 3,1
Totalt	0,0	0,1 -0,2	1,8 - 2,1	3,5 – 4,1
<i>Kr/pkm eller Kr/tonkm</i>				
Landsbygd	(-0,1) - 0	0,1	0,4	0,2
Tätort	0 - 0,1	0,2	0,4	0,2
Totalt	0,0	0,1	0,4 - 0,5	0,2

Den beräknade återstående, icke-internaliserade, externa marginalkostnaden redovisas i Tabell 3.8. Personbilstrafik har betydligt lägre återstående extern kostnad än tung trafik och trafik med bensindrivna bilar har lägre återstående kostnad än dieseldrivna.

Den återstående externa kostnaden är ett mått på hur mycket internaliserande skatter och avgifter skulle behöva höjas för att full internalisering och samhälls-ekonomisk effektivitet skall uppnås. Enligt resultaten i Tabell 3.8 finns det inte något påtagligt behov av ytterligare skattehöjningar för bensindriven personbilstrafik, såvida inte det finns speciella trängselproblem som behöver åtgärdas. Att dieseldriven personbilstrafik har större återstående externa kostnader än personbilstrafik beror främst på att de, genom lägre bränsleförbrukning och lägre energiskattesats, betalar lägre skatt (år 2009). År 2011 har dock drivmedelsskatterna för diesel höjts i förhållande till bensin. Den återstående externa kostnaden för dieseldriven personbilstrafik bör därför vara något mindre idag.

Enligt resultaten i Tabell 3.8 är det de tunga transporter och godstrafiken som avviker mest från en samhälls-ekonomiskt effektiv kostnadsstruktur. Den skattehöjning som, enligt resultaten i Tabell 3.8, krävs för att uppnå full internalisering av de externa effekterna är mer än 1,5 kr per fordonskm för tunga lastbilar utan släp och mer än 2,5 kr per fordonskm för lastbilar med släp. Detta skulle innebära mer än en fördubbling av de drivmedelsskatter som tung trafik betalar idag (se Tabell 3.3).

Här bör påminnas om att höjningar av internaliserande skatterna kan, i ett längre tidsperspektiv, kompletteras med och delvis även ersättas av åtgärder för att minska kostnaderna för externa effekter. Med minskat vägslitage, färre olyckor och mindre luftföroreningar så sjunker den totala och återstående

marginalkostnaden för externa effekter. Användning av alternativa bränslen och lägre hastighet på vägarna kan vara sätt att minska de externa kostnaderna även för tung trafik.





## 4 Jämförelse av resultat för väg och järnväg

Att jämföra internaliseringen av kostnader för externa effekter för olika trafikslag är intressant eftersom det kan ge en fingervisning om dels i vilken utsträckning internaliserande skatter och avgifter kan behöva förändras, dels i vilken turordning det kan var lämpligt att göra sådana förändringar. Om fullständig internalisering av trafikens externa effekter av olika skäl inte är möjlig att uppnå, åtminstone inte i det korta perspektivet, så är den näst-bästa-lösningen att de olika trafikslagen har sina externa kostnader internaliserade i ungefär samma utsträckning. Detta beror på att stora skillnaden i internalisering av externa effekter mellan olika trafikslag ger olika konkurrenssituation för de olika trafikslagen. Lika villkor bör så långt möjligt eftersträvas (även om det inte alltid är helt lätt att avgöra vad lika villkor innebär).

**Tabell 4.1: Sammanställning av internaliseringsgrader och återstående extern kostnad för väg- och järnvägstrafik år 2009.**

	<i>Järnväg, person- trafik</i>	<i>Järnväg, gods- trafik</i>	<i>Väg, personbil bensin</i>	<i>Väg, personbil diesel</i>	<i>Väg, lastbil u. släp</i>	<i>Väg, lastbil m. släp</i>
<i>Internaliserings- grad (procent):</i>						
All trafik	50 - 79	17 - 24	92 - 114	62 - 73	32 - 36	30 - 32
varav:						
Eldrift	54 - 83	19 - 27				
Dieseldrift	17 - 30	7 - 12				
Landsbygd			98 - 126	65 - 79	33 - 37	29 - 32
Tätorter			84 - 101	53 - 60	38 - 42	42 - 47
<i>Återstående extern kostnad (kr/personkm resp. kr/tonkm):</i>						
All trafik	0,01 - 0,03	0,03 - 0,04	0,0	0,1	0,4 - 0,5	0,2
Landsbygd			(-0,1) - 0	0,1	0,4	0,2
Tätorter			0 - 0,1	0,2	0,4	0,2

I Tabell 4.1 visas en sammanställning av de beräknade internaliseringsgraderna och återstående, icke-internaliserade externa kostnader för väg- och järnvägs- trafik. Av dessa resultat framgår tydligt det faktum att internaliseringsgrader inte alltid ger samma bild som återstående externa kostnader i absoluta tal vid jämförelser mellan olika trafikslag. Om de totala kostnaderna för externa effekter är olika stora för olika trafikslag, så representerar en procents internaliserings- grad olika stora belopp i absoluta tal för de olika trafikslagen.

Internaliseringsgraden är generellt sett högre för trafik på väg än trafik på järn- väg. Detta gäller även vid separata jämförelser av personresor respektive godstransporter. Personresor har emellertid högre internaliseringsgrad än godstransporter, för såväl väg- som järnvägstrafik. Om vi tittar på den återstående, icke-internaliserade marginalkostnaden för externa effekter så visar även dessa värden att persontrafik betalar sina totala samhällsekonomiska kostnader i högre grad än godstransporter. Däremot är de återstående externa kostnaderna generellt sett större, i absoluta tal, för vägtrafik än för järnvägstrafik.

Generellt sett krävs det alltså större ytterligare skatthöjningar för vägtrafik än avgiftshöjningar för järnvägstrafik för att uppnå full internalisering, om man räknar i kronor per tonkm eller personkm. Generellt sett krävs också större skatte- och avgiftshöjningar för godstransporter än för persontrafik för att uppnå full internalisering.

Att uppnå full internalisering av alla externa effekter för alla trafikslag är sannolikt inte ett realistiskt alternativ i det korta tidsperspektivet. Förbättrad samhälls- ekonomisk effektivitet, under likvärdiga konkurrensvillkor, kan dock uppnås genom ökning av internaliserande skatter och avgifter för i första hand gods- transporter på väg och i andra hand godstransporter på järnväg.

En viktig sak att komma ihåg är att marginalkostnader för trängsel och buller inte ingår i de beräkningar som har redovisats. De övergripande resultat som relaterats ovan gäller alltså under förutsättning att det inte finns några uttalade trängsel- eller bullerproblem. Framförallt höga trängselkostnader kan kullkasta de slutsatser som resultaten i Tabell 4.1 visar. Detta bör hållas i minnet när det gäller bedömningar av den samhällsekonomiska effektiviteten av trafik och transporter i storstäder och andra tätbefolkade områden. Godstransporter på järnväg kan alltså ha högre återstående externa kostnader än godstransporter på landsväg, och större skäl för höjda avgifter, om det gäller transporter längs stråk där järnvägen har väldigt hög belastning och lätt får problem med trafik- störningar och förseningar. Även personbilstrafik med bensindrivna bilar kan ha höga återstående externa kostnader som motiverar höjda skatter eller nya avgifter i tätbefolkade områden med hög belastning på vägnätet.

Om trängselkostnader internaliseras genom speciella trängselavgifter, så kan man göra rättvisande beräkningar av återstående externa kostnader även om trängselkostnader inte inkluderas i beräkningarna. Detta gäller förutsatt att även trängselavgifter exkluderas i beräkningarna och att de är lika stora som de marginella trängselkostnaderna.

## **Behov av fortsatt FoU om marginalkostnader för trafikens externa effekter**

Det finns tyvärr fortfarande många och stora brister när det gäller tillgången till tillförlitliga skattningar av marginalkostnader för trafikens externa effekter. Väg- och järnvägstrafikens externa effekter hör till de bäst kartlagda och värderade, men även inom dessa områden behövs fortsatt forskning och utredning. Det är t.ex. endast vissa delar av vägtrafiken som har analyserats – personbilar och tunga lastbilar. För bussar, lätta lastbilar (lastbilar med totalvikt på mindre än 3,5 ton) och motorcyklar finns det underlag för beräkning av marginalkostnaden för luftföroreningar. Däremot saknas underlag för beräkningar av infrastruktur-kostnader och olyckskostnader för dessa typer av fordon. Lätta lastbilar och motorcyklar kan kanske jämföras med personbilar när det gäller vägslitage och infrastrukturkostnader, men kan bussar jämföras med lastbilar i detta avseende? Detta behöver utredas närmare.

När det gäller olyckskostnad finns det all anledning att tro att den externa olyckskostnaden för bussar och motorcyklar skiljer sig från kostnaden för personbilar och lastbilar. Vid trafikolyckor med bussar kan man förvänta sig att det är fler personer som drabbas av olyckan och för motorcyklar kan man förvänta sig att olycksriskerna är större. Även dessa saker behöver utredas och marginalkostnader fastställas.

Som redan tidigare nämnts så saknas användbara skattningar av bullerkostnader för samtliga trafikslag och fordonstyper. VTI har en längre tid arbetat med att skatta marginalkostnaden för buller från väg respektive järnväg. Problemet är att bullerkostnaderna ännu inte presenterats i det format som behövs i detta sammanhang. Bullervärden som är användbara för analyser av internalisering bör dock kunna tas fram inom en nära framtid. Avsaknaden av marginalkostnader för trängsel är ett större problem. Här har arbete med kostnadsskattningar knappt påbörjats. Det är mycket viktigt att marginalkostnader tas fram inom detta område, eftersom det är rimligt att tro att trängselproblemet och trängselkostnader i vissa fall kan vara så stora att de påtagligt påverkar och förändrar den bild som resultaten i Tabell 4.1 ger.



# Referenser

Andersson, M., (2006a), "Marginal cost pricing of railway infrastructure operation, maintenance and renewal in Sweden: From policy to practice through existing data". *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Boards*, 1943, 1-11.

Andersson, M., (2006b), "Marginal railway infrastructure cost estimates in the presence of unobserved effects". Working Paper VTI, Manuscript version: 2006-09-11. (VTI Paper 2007:11 är reviderad version av denna.)

Andersson, M., (2007a), "Marginal railway renewal costs: A survival data approach". Working Paper Nr 2007:10, VTI.

Andersson, M., (2007b), "Fixed Effects Estimation of Marginal Railway Infrastructure Costs in Sweden". Working Papers No 2007:11, VTI, (S-WoPEc 2007:11).

Andersson, M., (2010), "Marginal cost of railway infrastructure wear and tear for freight and passenger trains in Sweden". Working Papers No 2010:5, VTI.

Andersson, M., Smith A., Wheat P. and Wikberg Å. (2010), "The Marginal Cost of Railway Track Renewals: A Sample Selection Modeling Approach". Working Paper, VTI (S-WoPEc 2010:14).

Baltagi, B. H., (1995), "Econometric analysis of panel data". Chichester: John Wiley & Sons.

Banverket, (2005), "Underlag för klassning av dieseldrivna järnvägsfordon". Miljösektionen Järnväg och samhälle, Rapport 2005:11 SM.

Banverket, (2006), "Underlag till kapitel 6 Avgifter i Banverkets Järnvägsnätsbeskrivning 2008". Järnväg och samhälle, Rapport 2006-12-09. (Ärendenummer: HK06-1756/SA10).

Banverket, (2009), "Järnvägsnätsbeskrivning 2009". Del 1 Utgåva 2009-07-01. Online, tillgänglig på: [www.trafikverket.se](http://www.trafikverket.se)

Banverket, (2010), "Underlagsrapport avgifter i Banverkets järnvägsnätsbeskrivning 2011". Version 2009-12-13. Ärendenummer: F10-4086/TR00. Datum: 2010-01-15.

Haraldsson, M., (2007a), "The marginal cost for pavement renewal – a duration analysis approach". Ingår i "Essays on transport economics" (doctoral dissertation), *Economic studies 104*, Uppsala universitet.

Haraldsson, M., (2007b), "Marginal costs for road maintenance and operation – a cost function approach". Ingår i "Essays on transport economics" (doctoral dissertation) . *Economic studies 104*, Uppsala Universitet.

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.

Jonsson, L., (2010), "Marginal Cost Estimation for Level Crossing Accidents: Evidence from the Swedish Railway 2000-2008", VTI.

Lindberg, G., (2005), "Den svenska järnvägstrafikens olycksavgift – en anpassning mot marginalkostnaderna". VTI/TEK, version 2005-12-04.

Lindberg, G., (2008), "Uppdatering plankorsningsolyckor". Redovisning av uppdrag från SIKA, 2008. Bilaga 1 i denna rapport.

SIKA, (2007), "Vägrafikens externa effekter 2006". SIKA PM 2007:1.

SIKA, (2008a), "Järnvägens externa effekter 2007". SIKA PM 2008:1.

SIKA ,(2008b), "Samhällsekonomiska principer och kalkylvärden för transportsektorn: ASEK 4". SIKA PM 2008:3.

SIKA,(2009a), "Värden och metoder för transportsektorns samhällsekonomiska analyser – ASEK 4". SIKA Rapport 2009:3.

SIKA, (2009b), "Bantrafik 2009". Online, tillgänglig på: [www.trafa.se](http://www.trafa.se)

SIKA, (2009c), "Lastbilstrafik 2009". Online, tillgänglig på: [www.trafa.se](http://www.trafa.se)

SIKA, (2010), "Sjöfartens externa effekter". SIKA PM 2010:1.

Skatteverket (2011), Skattesatser och skatteregler. Online, tillgänglig på: [www.skatteverket.se/priva/skatter/biltrafik/....](http://www.skatteverket.se/priva/skatter/biltrafik/....) .

Trafikverket (2010), "Underlagsrapport – Avgifter i Järnvägsnätsbeskrivning 2012". Utgåva 2010-12-10, Ärende nummer: TrV 2010/103 137.

Trafikverket (2011), "Handbok för vägrafikens luftföroreningar 2009", Bilaga 6:1. Online, tillgänglig på: [www.trafikverket.se](http://www.trafikverket.se)

# Bilaga

## Underlag från VTI

### Uppdatering plankorsningsolyckor (Lindberg, 2008)

I banavgiften ingår en komponent för plankorsningsolyckor som baseras på estimerade samband i Lindberg (2005) mellan tågvolym och antal inträffade olyckor 1995-2004, olycksvärderingen som gällde 2005 och den korsningstäthet som rådde 2004. I denna uppdatering korrigeras både för att olycksvärderingen har stigit sedan 2005 men även för att ett stort antal plankorsningar dels tagits bort och dels byggts om för att bli säkrare vilket påverkar marginalkostnaden per tågkm.

### Olycksvärderingen

Dagens komponent för plankorsningsolyckorna baseras på Lindberg (2005) som i sin tur är en utvidgad analys av de samband som skattades i Lindberg (2002). Marginalkostnaden per tågpassage beror dels på hur olycksrisker varierar med tågvolymen men även på hur stora kostnaderna blir när en olycka väl inträffar. Olyckskostnaderna i sin tur beror starkt på olycksvärderingarna.

Tabell 0.1 visar hur olycksvärderingarna har förändrats från de värden som användes i Lindberg (2002), de värden som ligger bakom dagens olyckskomponent i Lindberg (2005) fram till dagens ASEK-värden (SIKA, 2008b). De plankorsningsolyckor som ger personskador leder ofta till döden för den inblandade vägtrafikanten. Detta gör att värderingen av dödsfall dominerar den totala kostnaden. Av detta skäl väljer vi att räkna upp marginalkostnaden med en faktor som är direkt relaterad till förändringen av olycksvärderingen för dödsfall. För en uppdatering av dagens plankorsningsolyckskomponent baserad på Lindberg (2005) till ett värde baserat på värderingen i ASEK 4 ska marginalkostnaden i Lindberg (2005) multipliceras med faktorn 1,27.

Tabell 0.1 - Olycksvärdering

	Lindberg (2002) (ASEK 1 och 2)	Lindberg (2005) (ASEK 3)	Uppdaterat värde (ASEK 4)
Dödsfall	14200000	17511000	22321000
Svårt skadad	2600000	3124000	4147000
Lindrigt skadad	150000	175000	199000

### Förändrad sammansättning plankorsningar

Tabell 0.2 visar hur antalet plankorsningar av olika typer har varierat över åren. Framför allt är det plankorsningar utan skyddsanordning samt de med enklare skydd som har minskat i omfattning. Antalet plankorsningar med helbom har

däremot ökat. I BIS 2007 anges plankorsningar med enkla skydd och helt utan skydd i en samlingskategori.

**Tabell 0.2 - Plankorsningar olika typer**

<b>Antal korsningar totalt</b>	<b>Lindberg (2002)<sup>12</sup></b>	<b>Lindberg (2005)<sup>13</sup></b>	<b>BIS 2007</b>
Med helbom	1204	1207	1243
Med halvbom	1032	1057	1018
Med ljud/ljus signal	688	604	548
Med enkla skydd	1118	1057	
Utan skyddsanordning	4558	3623	
<i>Utan skyddsanordning samt enkla skydd</i>	<i>5676</i>	<i>4680</i>	<i>4332</i>
<b>Summa korsningar<sup>14</sup></b>	<b>8600</b>	<b>7548</b>	<b>7141</b>
<b>Banlängd<sup>15</sup></b>	<b>9821</b>	<b>9882</b>	<b>9821</b>

För att kunna uppdatera dagens olyckskomponent utifrån den förändrade sammansättningen av korsningstyper måste separata skattningar av marginalkostnaden per tågpassage användas för respektive korsningstyp. I Lindberg (2002) är separata sådana samband skattade för olika typer av plankorsningar vilket gör det möjligt att ta hänsyn till den förändrade sammansättningen av plankorsningar i uppdateringen och inte bara den totalt minskade korsningstätheten. Genom att använda marginalkostnadsskattningarna för olika korsningstyper i Lindberg (2002) samt uppgifter om antal korsningar per km av olika typ enligt Tabell 0.3 kan en uppräknig göras utifrån den förändrade sammansättningen av korsningstyper och den totala förändringen i antalet korsningar.

**Tabell 0.3 - Korsningar per km**

<b>Antal korsningar per km</b>	<b>Lindberg (2002)</b>	<b>Lindberg (2005)</b>	<b>BIS 2007</b>
Med helbom	0,12288	0,12221	0,12657
Med halvbom	0,10533	0,10693	0,10366
Med ljud-/ljussignal	0,07022	0,06111	0,05580
Med enkla skydd	0,11410	0,10693	
<i>Utan skyddsanordning samt enkla skydd</i>	<i>0,57930</i>	<i>0,47356</i>	<i>0,44110</i>
Utan skyddsanordning	0,46520	0,36663	
<b>Totalt – alla korsningstyper</b>	<b>0,87773</b>	<b>0,76381</b>	<b>0,72712</b>

<sup>12</sup> Korsningsinformationen gäller för 1997 enligt Lindberg (2002).

<sup>13</sup> Korsningsinformationen gäller för 2004 enligt Lindberg (2005).

<sup>14</sup> Uppgifterna från BIS skiljer sig något från de officiella uppgifterna i SIKA (2008a). I de estimerade modellerna i Lindberg (2002) samt Lindberg (2005) har uppgifter från BIS använts och det är även dessa som redovisas i tabellen.

<sup>15</sup> Uppgifter om banlängd är hämtade från SIKA (2008a) och gäller normalspåriga statliga banor. För Lindberg (2002) används 1997 års banlängd, för Lindberg (2005) används 2003 års banlängd (samma som anges för kmkostnad i Lindberg (2005)). För uppdatering till 2007 används uppgifter om banlängd för 2007.



Genom att multiplicera antalet korsningar per km av respektive typ med den estimerade marginalkostnaden per korsningspassage i Lindberg (2002) och summera över alla korsningstyper kan en total kostnad per tågkm tas fram för de tre tidpunkterna. För 2007 redovisas korsningstyperna utan skyddsanordning samt de med enklare skydd tillsammans. I beräkningarna antas därför att förhållandet mellan plankorsningar med enkla skydd samt utan skyddsanordningar är konstant över tiden.

I Lindberg (2002) räknas marginalkostnaden per korsningspassage fram på två olika sätt. Tabell 0.4 visar marginalkostnaden per tågpassage för de olika korsningstyperna. För att kunna applicera värdena på korsningsinformation från 2007 har en marginalkostnad för samlingskategorin med korsningar utan skydd samt med enkla skydd räknats fram som ett vägt medelvärde av de båda korsningstyperna.

**Tabell 0.4 - Marginalkostnader ur Lindberg (2002)**

<b>Marginalkostnad per passage (kr)</b>	<b>Marginalkostnad – estimerade värden</b>	<b>Marginalkostnad - observerade sannolikheter</b>
Med helbom	0,58	0,34
Med halvbom	0,58	0,82
Med ljud-/ljussignal	0,94	1,73
Med enkla skydd	0,58	0,91
Utan skyddsanordning	0,18	0,06
<i>Utan skyddsanordning samt enkla skydd</i>	<i>0,26</i>	<i>0,23</i>

Eftersom dagens plankorsningsolyckskomponent baseras på resultaten ur Lindberg (2005) som inte redovisar separata marginalkostnadsskattningar för olika korsningstyper har förändringen mellan Lindberg (2005) och ett uppdaterat värde räknas fram genom att beräkna en total marginalkostnad per tågkm med de marginalkostnader som ges av Tabell 0.4 tillsammans med antalet korsningar av olika typ för respektive år i enlighet med Tabell 0.3. Utifrån detta har sedan den procentuella förändringen i marginalkostnad på grund av ändrad korsningstäthet mellan 2004 och 2007 räknats fram.

En förändrad korsningstäthet och sammansättning av korsningar ger att marginalkostnaden i Lindberg (2005) ska justeras ned med en faktor 0,865 till 2007 när marginalkostnaderna i Lindberg (2002) baserade på observerade sannolikheter används medan marginalkostnaden ska justeras ned med faktorn 0,959 när istället marginalkostnaderna beräknade utifrån estimerade värden används.

### ***Sammantagen justering av olyckskomponenten för plankorsningar***

På grund av ökade olycksvärderingar ska dagens marginalkostnad justeras upp med en faktor 1,27. Samtidigt har antalet plankorsningar och i synnerhet de farligaste typerna minskat vilket leder till en minskad marginalkostnad per tågkm.

Beroende på beräkningsmetod ska marginalkostnaden justeras ned med 0,865 respektive 0,959 på grund av förändringen i korsningstäthet. Sammantaget ger detta en justeringsfaktor på 1,09 ( $1,27 \cdot 0,865$ ) respektive 1,22 ( $1,27 \cdot 0,959$ ). Marginalkostnaden för plankorsningsolyckor som ligger inbakad i dagens banavgift är 0,22 kr per tågkm. En uppräknig i enlighet med ovanstående skulle därför ge en kostnad per tågkm på 0,24 kr/tågkm respektive 0,27 kr/tågkm när hänsyn tagits till nuvarande korsningstäthet samt de olycksvärderingar som slagits fast i ASEK 4.

### *Referenser*

SIKA (2008a), Bantrafik 2007, Statistik 2008:29

SIKA (2008b), Samhällsekonomiska principer och kalkylvärden för transportsektorn: ASEK 4, PM 2008:3

Lindberg, Gunnar, (2002), The marginal cost of road/rail level crossing accidents on Swedish railways, PM, VTI/TEK.

Lindberg, Gunnar, (2005), Den svenska järnvägstrafikens olycksavgift – en anpassning mot marginalkostnaderna. PM, VTI/TEK, Reviderad version: 2005-12-04.





Trafikanalys är en kunskapsmyndighet för transportpolitiken. Vi analyserar och utvärderar föreslagna och genomförda åtgärder inom transportpolitiken. Vi ansvarar även för officiell statistik inom områdena transporter och kommunikationer. Trafikanalys bildades den 1 april 2010 och har huvudkontor i Stockholm samt kontor i Östersund.