



VARIABILITETEN HOS PERSONBILARNAS MARGINALKOSTNADER

Förord

SIKA redovisar i ett antal promemorior, SIKA PM 2005:1–13 samt en konsultrapport, resultatet av regeringsuppdraget om trafikens externa effekter 2004. I dessa promemorior sammanfattar SIKA vad som är känt om storleken på olika typer av externeffekter och redogör för olika utvecklingsinsatser som syftar till att förbättra kunskapsläget. SIKA beskriver också den faktiska transportpolitiska utvecklingen på området, liksom hur de externa effekterna i högre grad än idag skulle kunna beaktas vid utformningen av infrastrukturavgifter och andra styrmedel. Slutligen redogör SIKA för förutsättningarna att beräkna vilka effekter förändrade infrastrukturavgifter kan få på omfattningen och fördelningen av transporterna.

Denna promemoria är författad av Henrik Edwards och Elisabet Idar Angelov. Projektledare för uppdraget har varit Per-Ove Hesselborn.

På följande sida finns en lista över de promemorior som redovisningen omfattar. Samtliga promemorior finns publicerade på SIKA:s webbplats, <http://www.sika-institute.se>.

Stockholm i januari 2005

Kjell Dahlström
Generaldirektör

SIKA redovisar resultatet av regeringsuppdraget om trafikens externa effekter 2004 i följande promemorior:

- SIKA PM 2005:1 *Trafikens externa effekter 2004 – en sammanfattning*
- SIKA PM 2005:2 *Behöver vi en ny transportpolitik eller ska vi genomföra den vi har?*
- SIKA PM 2005:3 *Trafikens externa effekter – en sammanställning och analys av de senaste årens utvecklingsarbete*
- SIKA PM 2005:4 *Variabiliteten hos personbilarnas marginalkostnader*
- SIKA PM 2005:5 *Internalisering av kostnaderna för slitage och deformation*
- SIKA PM 2005:6 *Marginalkostnader – trängsel i vägtrafik*
- SIKA PM 2005:7 *Marginalkostnader – knapphet och störning på spår*
- SIKA PM 2005:8 *Effektiva styrmedel för säkrare vägtrafik*
- SIKA PM 2005:9 *Arbetet med att utveckla värderingar för trafikens avgasutsläpp*
- SIKA PM 2005:10 *Förslag till reviderade värderingar av trafikens utsläpp till luft*
- SIKA PM 2005:11 *Kan trafikbullerpolitiken göras mer effektiv?*
- SIKA PM 2005:12 *Effekter av förändrade infrastrukturavgifter för godstransporter*
- SIKA PM 2005:13 *Effekter av förändrade infrastrukturavgifter för persontransporter*
- Kågeson, Per *Transportsektorns koldioxidutsläpp och internationell handel med utsläppsrätter*

Innehåll

1	INLEDNING	5
2	VARIABILITETEN HOS MARGINALKOSTNADEN FÖR EMISSIONER.....	7
2.1	Miljörelaterade trender på nybilsmarknaden.....	7
2.2	Räkneexempel – miljö.....	8
3	VARIABILITETEN HOS MARGINALKOSTNADEN FÖR TRAFIKOLYCKOR ...	13
3.1	Olycksrisken minskar. Minskar marginalkostnaden?	14
3.2	Räkneexempel – säkerhet.....	15
4	KOMMENTARER	19
4.1	Marginalkostnaden för emissioner	19
4.2	Marginalkostnaden för trafikolyckor.....	19
4.3	Slutsatser – miljö och säkerhet.....	21
4.4	Alternativ CO ₂ -värdering – miljö och säkerhet.....	21
	REFERENSER	23

1 Inledning

Arbetet med att söka beräkna trafikens marginalkostnader har inriktats mot att ta fram marginalkostnader för genomsnittliga fordon. Dessa genomsnittsvärden är beräknade med hänsyn till fordonsparkens åldersstruktur och sammansättning av olika fordonsmodeller.

En viss uppdelning har ändå gjorts. För vägtrafiken är marginalkostnadsskattningarna uppdelade på bensin- och dieselfordon (personbilar) med respektive utan katalysator, liksom på lätta och tunga lastbilar. Detta för att åskådliggöra de stora skillnader i marginalkostnader som beror av drivmedel, reningsutrustning och fordonsvikt. I den redovisning som gjorts har man också velat belysa de betydande skillnader i marginalkostnad som beror på om trafiken sker i tätort eller på landsbygd.

Men spridningen i marginalkostnad mellan olika fordon är betydligt större än så. Nya fordon uppfyller t.ex. högre ställda emissionskrav än gamla, och har säkerhetsegenskaper som innebär att marginalkostnaden förmodligen är lägre för dessa fordon än för det genomsnittliga fordonet. För äldre fordon gäller det motsatta.

Också den geografiska uppdelning som har gjorts är alltför grov för att korrekt spegla verkligheten. I själva verket är spridningen i marginalkostnad stor mellan olika typer av tätorter. Här inverkar både befolkningstäthet, befolkningsstruktur och bebyggelseyp.

Att ta fram mer detaljerade uppgifter är tidskrävande och delvis förknippat med stora osäkerheter. I SIKAs Rapport 2004:4, *Trafikens externa effekter. Uppföljning och utveckling 2003*, finns dock ett kapitel om variabiliteten hos vägtrafikens marginalkostnader, som innehåller ett räkneexempel med beräknade marginella emissionskostnader för ett litet antal nya bilmodeller, liksom diskussioner om utvecklingen för nya fordon på miljö- och trafiksäkerhetsområdet.

Föreliggande promemoria är en modest vidareutveckling av ovan nämnda kapitel. Vi har beräknat marginalkostnaderna för emissioner för ett större antal nya bilmodeller, och presenterar dessa i avsnitt 2.¹ Vi har också gjort ett räkneexempel som berör säkerheten i nya personbilar, och diskuterar hur utvecklingen på området kan komma att påverka marginalkostnaden för trafikolyckor för nya fordon. Detta återfinns i avsnitt 3. I avsnitt 4 ges några övergripande och delvis sammanfattande kommentarer. Här presenteras också tabeller som visar de olika marginalkostnadskomponenternas relativa storlekar, både för en koldioxidvärdering på 0,91 kr/kg och för en alternativ värdering på 0,40 kr/kg.

¹ Liknande beräkningar skulle kunna göras för variabiliteten hos marginalkostnaden för bulleremissioner. De flesta nya bilar på den svenska marknaden i dag har specifika bulleremissioner på mellan 69 och 74 dBA (där det senare värdet är en övre gräns för personbilar som säljs inom EU).

Innan vi börjar vill vi påminna om att körsättet och bilens kondition i många fall är viktigare för bilars marginalkostnad än själva bilmodellen. Det kan t.ex. skilja mer i utsläpp mellan en bil vars förare kör ekonomiskt och en identisk bil vars förare har anammat en aggressiv körstil, än mellan olika bilmodeller.

2 Variabiliteten hos marginalkostnaden för emissioner

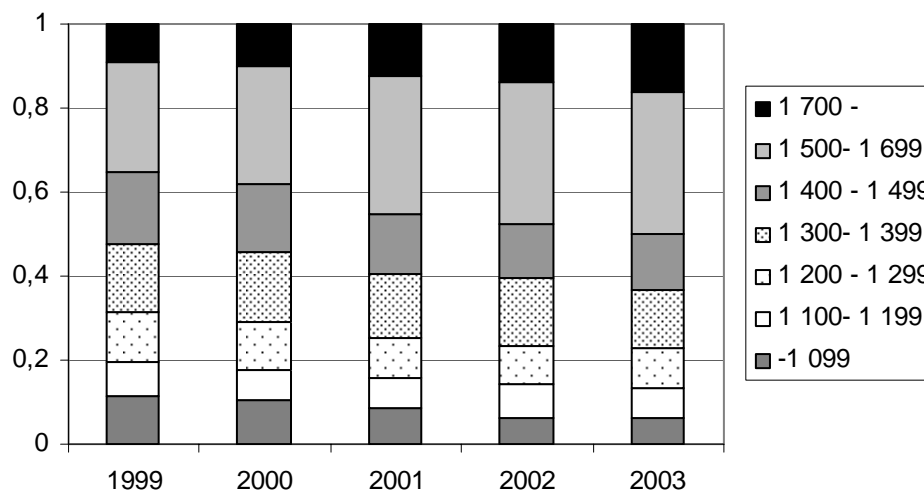
2.1 Miljörelaterade trender på nybilsmarknaden

Trots att denna promemoria fokuserar på variabiliteten i personbilarnas marginalkostnad, kan det i sammanhanget vara intressant att ägna en stunds uppmärksamhet åt två sinsemellan något motverkande trender på den svenska nybilsmarknaden, som båda påverkar den *genomsnittliga* marginalkostnaden för emissioner:

Å ena sidan blir utsläppen av NO_x, HC och partiklar (för dieslbilar) allt lägre i nya bilar; både genom utvecklingen av bensin- och dieselmotorer och genom introduktionen av nya drivmedel. Och denna utveckling tycks inte ha avstannat. Till exempel ökar antalet dieselmodeller utrustade med partikelfilter, och Toyota har utvecklat en NO_x-katalysator till sin bensindrivna modell Avensis (som dock ännu inte finns på den svenska marknaden). Antalet personbilsmodeller som kan drivas med alternativa bränslen med betydligt bättre miljöegenskaper än bensin- och dieslbilar blir också allt fler och mer effektiva.²

Å andra sidan blir den svenska fordonsparken allt tyngre och motorstarkare (se figur 1). Automatväxlade bilar blir dessutom allt vanligare i Sverige; denna andel av nybilsförsäljningen har ökat från drygt 10 procent år 1990 till 21 procent år 2003. Automatväxlade bilar drar i regel mer bränsle, och sammantaget innebär detta att den genomsnittliga bränsleförbrukningen hos bilparken inte minskar, trots effektivare motorer. Förutom åren 1997 och 1998, då de nya bilarna drog något mer i snitt, har den genomsnittliga bränsleförbrukningen legat på samma nivå – mellan 0,82 och 0,84 liter/mil – sedan 1986.

² Man bör här notera att s.k. bi-fuel-bilar bara är miljöbäst så länge de körs på det alternativa bränslet i fråga. Om en manuellt växlad Vovo V70 bi-fuel körs på bensin drar den t.ex. lika mycket som en Volvo V70 2,4 (140 hk). En automatväxlad Volvo V70 bi-fuel som körs på bensin drar mer per 100 km blandad körning (10 liter) än en automatväxlad V70 2,4 (9,7 liter).



Figur 1. Nyregistrerade personbilar 1999-2003 fördelade efter tjänstevikt i kg.
Källa: Siffror från SIKA/SCB barbetade av Bil Sweden, *Bilismen i Sverige 2004*.

2.2 Räkneexempel – miljö

Utifrån aktuella marginalkostnadsskattningar för personbilar (senast publicerade i SIKA Rapport 2004:4) har vi beräknat de marginella emissionskostnaderna för ett antal personbilar av 2004 års modell. Vi har valt de bilar i varje storleksklass (med bensin- respektive dieseldrift) som enligt Gröna Bilister ger upphov till minst miljöpåverkan. På grund av bristande tillgång på utsläppsdata för fordon med s.k. alternativa drivmedel, har vi för denna kategori endast gjort en uppskattning av marginalkostnaden för en genomsnittlig biogasdriven personbil.

Emellertid säljer de flesta av de miljöbästa bilmodellerna inte i särskilt stora kvantiteter: Mellan januari och oktober 2004 såldes 588 Toyota Prius och drygt 1 100 Ford Focus C-MAX i Sverige, men bara 73 Smart Forfour, 17 Audi A2 TDI och inte en enda Seat Cordoba Stella.³ Därför har vi också inkluderat åtta av de tio modeller som enligt Bil Sweden toppar försäljningslistan för januari–november 2004.⁴

Kostnadsberäkningarna är grundade på uppgifter om bilmodellernas bränsleförbrukning och emissioner av NO_x, HC och CO₂, som i sin tur bygger på tester enligt en av EU angiven körcykel. Uppgifterna är i de flesta fall hämtade från respektive bilmodells generalagentur i Sverige,⁵ och i några fall från den brittiska databasen VCA Car fuel data.⁶ Emellertid har vi bara tillgång till data om emissioner vid blandad körning, medan vi för marginalkostnadsberäkningarna behöver värden uppdelade på landsbygds- respektive tätortstrafik. Därför har vi

³ Bil Sweden (2004).

⁴ För Ford Focus och Renault Mégane, som ligger på plats åtta respektive nio, har vi tyvärr inte lyckats få tag på utsläppsdata.

⁵ Enligt Gröna bilister kan den förbrukning som biltillverkarna anger dock vara svår att nå i praktiken.

⁶ <http://www.vca.carfueldata.org.uk>

antagit att det relativa förhållande som råder mellan emissionsfaktorerna för genomsnittsbilen i landsbygds- och tätortstrafik också är giltigt för nya bilmodeller.

För koldioxid har dagens koldioxidskatt, 0,91 kr/kg, använts. I redovisningen av de olika marginalkostnadskomponenternas relativa storlekar har vi dessutom använt värdet 0,40 kr/kg koldioxid (tabell 7 och 8). Detta senare koldioxidvärde rekommenderas (preliminärt) för känslighetsanalys i SIKA PM 2005:10, *Förslag till reviderade värderingar av trafikens avgasemissioner*.⁷

Resultat miljöbästa bilar – emissioner

Som tabell 1 visar ligger marginalkostnaden för de miljöbästa bilarna år 2004 en bra bit under marginalkostnaden för emissioner från den genomsnittliga bilparksbilen år 2000. För den bästa bensinbilen på den svenska marknaden, elhybriden Toyota Prius HSD, har utsläppen av NO_x och HC i tätortsmiljö minskat med 97 procent. Koldioxidutsläppen från samma bilmodell är hälften så stora som från medelbilen, och räknar man också med denna minskning (och ett koldioxidvärde på 91 öre per kg), är den totala marginalkostnadsminskningen 62 procent.

I exemplet har bilar med s.k. alternativa drivmedel utelämnats p.g.a. brist på utsläppsdata. Men eftersom ett antal biogasdrivna bilar toppar Gröna Bilisters lista med miljöbästa bilar vill vi kommentera detta drivmedel något. För biogasdrivna personbilar generellt gäller att marginalkostnaden för koldioxid antas vara noll, eftersom bränslet är förnybart och nettokoncentrationen av koldioxid inte ökar i atmosfären.⁸ Gasdrift minskar utsläppen av s.k. reaktiva kolväten med 50–90 procent jämfört med bensin, och jämfört med dieselfordon är även utsläppen av partiklar och kväveoxider lägre.⁹ Vi har i tabell 1 nedan inkluderat en fiktiv genomsnittlig biogasdriven bil, som genom att inte ge några nettoutsläpp av koldioxid har en marginalkostnad för emissioner på endast omkring ett halvt öre per km.

⁷ Också denna promemoria är skriven inom ramen för SIKA:s marginalkostnadsuppdrag.

⁸ Dock kan nettoutsläppen av metan öka något vid produktion av biogas. Utsläppen av växthusgaser anses för lätta biogasfordon ligga mellan 70 och 95 procent lägre än för bensindrivna lätta fordon.

⁹ <http://www.miljofordon.se>

Tabell 1. Räkneexempel emissioner, miljöbästa bilar. Jämförelse av marginalkostnad för emissioner mellan en genomsnittlig personbil och ett antal nya bilmodeller, kr/fkm,¹⁰ 2001 års pris. Källa: Uppgifter om bränsleförbrukning och emissionsfaktorer från respektive biltillverkare, alternativt från Vehicle Certification Agency's databas, www.vcacarfueldata.org.uk.

	Marginalkostnad emissioner, kr/fkm					
	Landsbygd			Tätort		
	<i>Emiss. exkl. CO2</i>	<i>CO2 (0,91/kg)</i>	<i>Totalt</i>	<i>Emiss. exkl. CO2</i>	<i>CO2 (0,91/kg)</i>	<i>Totalt</i>
"Miljöbästa bilar", bensin*						
<i>Genomsnittsbil, bilpark 2000, bensin</i>	0,008	0,164	0,172	0,078	0,246	0,324
Smart Forfour 1,3	0,001	0,108	0,109	0,008	0,161	0,170
Seat Cordoba 1,2 12V						
Stella	0,001	0,122	0,123	0,011	0,183	0,193
Toyota Prius HSD	0,0003	0,081	0,081	0,003	0,122	0,124
Ford Mondeo 1,8 Sci	0,001	0,140	0,141	0,010	0,209	0,220
"Miljöbästa bilar", diesel*						
<i>Genomsnittsbil, bilpark 2000, diesel</i>	0,0003	0,137	0,137	0,231	0,191	0,422
Audi A2 1,2 TDI	0,0004	0,065	0,065	0,093	0,091	0,184
Audi A3 1,9 TDI	0,0002	0,115	0,115	0,086	0,161	0,247
Ford Focus C-MAX 1,6 TDCi	0,0003	0,104	0,104	0,028	0,145	0,173
Genomsnittlig biogasbil**						
Biogasbil, årsmod. 2005	0,005	0	0,005	0,046	0	0,046

* Miljöbästa bilar avser här (uppifrån och ned) den bästa bilen i småbilsklassen, lilla mellanklassen och stora mellanklassen för respektive drivmedel. För bensindrivna bilar även bästa bil i storbilsklassen. Detta enligt Gröna bilisters *Miljöbästa bilar 2004*.

** Källa: uppgifter om biogasdrivna personbilar från Vägverkets EMV-databas, bearbetade delvis med hjälp av uppgifter från Miljöbilportalen.

Resultat storsäljare – emissioner

Som tabell 2 visar är marginalkostnaden för emissioner för de nya små och mellanstora bästsäljande bilarna på nybilsförsäljningens topplista avsevärt lägre än för genomsnittsbilen. Också de större bilarna har lägre marginalkostnader, även om trenden inte är lika tydlig här, eftersom bensinförbrukningen inte har minskat i samma takt som utsläppen av NO_x och HC. Bästsäljaren Volvo V70 har t.ex. fem procent högre koldioxidutsläpp i tätort än genomsnittet, och betydligt högre utsläpp än dagens miljöbästa bilar.

¹⁰ fkm = fordonskilometer.

Tabell 2. Räkneexempel emissioner, miljöbästa bilar. Jämförelse av marginalkostnad för emissioner mellan en genomsnittlig personbil och ett antal nya bilmodeller, kr/fkm,¹¹ 2001 års pris. Källa: Uppgifter om bränsleförbrukning och emissionsfaktorer från respektive biltillverkare, alternativt Vehicle Certification Agency's databas, www.vcacarfueldata.org.uk.

	Marginalkostnad emissioner, kr/fkm					
	Landsbygd			Tätort		
Bästsäljare*	<i>Emiss. exkl. CO2</i>	<i>CO2 (0,91 kr/kg)</i>	<i>Totalt</i>	<i>Emiss. exkl. CO2</i>	<i>CO2 (0,91 kr/kg)</i>	<i>Totalt</i>
<i>Genomsnittsbil, bilpark 2000</i>	0,008	0,164	0,172	0,078	0,246	0,324
Volvo V70, 2,4, 170 hk, manuell	0,0003	0,172	0,173	0,003	0,259	0,261
Volvo V70, 2,4, 170 hk, automat	0,0002	0,185	0,185	0,004	0,277	0,281
SAAB 9-5, 2,0t, 150 hk	0,001	0,170	0,171	0,004	0,255	0,259
SAAB 9-3, 1,8t, 150 hk	0,001	0,152	0,153	0,004	0,228	0,233
VW Golf 1,6, 102 hk	0,001	0,135	0,136	0,006	0,202	0,208
Peugeot 307 2,0, 137 hk	0,001	0,147	0,148	0,005	0,220	0,225
Toyota Corolla 1,6 VVT	0,001	0,131	0,132	0,002	0,197	0,199
Volvo V50 2,4, 170 hk	0,0002	0,159	0,159	0,001	0,239	0,240
VW Passat TDI 130 (diesel)	0,001	0,122	0,123	0,002	0,184	0,185

* Bästsäljare avser här åtta av de tio bäst säljande bilmodellerna under januari-november 2004. Tillsammans motsvarar dessa modeller enligt Bil Sweden knappt 35 procent av nybilsförsäljningen under perioden.

Automatväxlade fordon drar i regel mer bränsle än manuellt växlade och har följaktligen högre marginalkostnader än genomsnittet. Som nämnts ovan har automatväxlade bilar blivit vanligare i Sverige; t.ex. är drygt en tredjedel av de Volvo V70-bilar som sålts under 2004 utrustade med automatväxel. Denna modell ger 13 procent större utsläpp av koldioxid än genomsnittet, både på landsbygd och i tätort, och har en sammanlagd marginalkostnad för emissioner på landsbygd som är åtta procent högre än genomsnittet.

Det säljs också nya bilar med ännu högre bränsleförbrukning än genomsnittsbilen och därmed också med högre marginalkostnad. Ett exempel är Volvo XC90, som inte finns med i tabellen, men som stod för knappt en procent av nybilsförsäljningen under januari-november 2004. Denna modell har 47 procent större utsläpp av koldioxid än genomsnittet.

Variabiliteten ökar i bilparken, men också inom varje årskull

Allt eftersom bilarna får bättre miljöegenskaper ökar variabiliteten i marginalkostnaden för emissioner mellan de nya miljöbästa bilarna och äldre bilar. I januari 2003 var 44,8 procent av personbilsbeståndet äldre än 10 år, och av Sveriges fyra miljoner personbilar saknar fortfarande 15 procent, eller 0,6 miljoner, katalysatorrening. Dessa står bara för 5–10 procent av antalet körda

¹¹ fkm = fordonskilometer.

kilometer (trafikarbetet), men för 40–45 procent av personbilarnas utsläpp av kväveoxider (NO_x).¹²

Också inom den senaste årskullen bilar kan man tänka sig att variabiliteten är större än inom äldre årskullar. Marginalkostnaden för koldioxidutsläpp varierar betydligt mer mellan de nya bilmodellerna än marginalkostnaden för utsläpp av NO_x, HC och partiklar. Så länge koldioxidvärdet inte sätts betydligt lägre än det värde som har använts i marginalkostnadsskattningarna, 91 öre/kg, är varje ny bilmodells specifika koldioxidutsläpp dessutom avgörande för dess totala miljörelaterade marginalkostnad. Därför är variabiliteten i den miljörelaterade marginalkostnaden sannolikt större mellan bilar av den senaste årskullen,¹³ än mellan bilar av äldre årskullar för vilka utsläppen av NO_x etc. har större betydelse i förhållande till utsläppen av CO₂.

¹² Bil Sweden (2004). *Bilismen i Sverige 2004*.

¹³ Det säljs både små, snåla bilar som släpper ut både mindre NO_x, HC, partiklar och CO₂ än tidigare modeller, och stora, törstiga bilar för vilka minskade utsläpp av NO_x, HC och partiklar ur marginalkostnadssynpunkt ”äts upp” av ökade CO₂-utsläpp.

3 Variabiliteten hos marginalkostnaden för trafikolyckor

Också på trafiksäkerhetsområdet görs betydande tekniska framsteg för personbilar. Hittills har störst resurser lagts på att förbättra krocksäkerheten¹⁴ och skydda förare och passagerare inuti fordonen med hjälp av stabilare karosser, bältesförsträckare, krockkuddar, whiplash-skydd m.m. Denna utveckling är givetvis mycket positiv, men inte så intressant ur marginalkostnadssynpunkt eftersom nämnda säkerhetsutrustning antas minska den *interna* marginalkostnaden för olyckor.

Med detta menas att föraren/bilägaren själv antas välja att lägga sina pengar på en mer eller mindre säker bil, och vid en olycka drabbas hon själv. Den del av marginalkostnaden som kan antas tas om hand på detta sätt är inte prisrelevant¹⁵ och har inte inkluderats i de marginalkostnadsskattningar som beräknats för trafikolyckor. Relevant är däremot den *externa* delen av marginalkostnaden, dvs. den som föraren/bilägaren inte tar hänsyn till vid val av bil och körsätt etc. Den externa delen av marginalkostnaden för olyckor är den som drabbar andra än föraren/bilägaren och dennas närstående vid en krock.¹⁶

Men också utvecklingen av system och finesser som kan antas minska den externa delen av marginalkostnaden för trafikolyckor har tagit fart: Karosser designas för att minska skadorna på oskyddade trafikanter som blir påkörda, avancerade stölskydd tas fram,¹⁷ utvändiga krockkuddar kan skönjas i en ännu något avlägsen framtid, och alkolås ska enligt ett riksdagsbeslut vara standard i nya bilar på den svenska marknaden från år 2012.

Dessutom introduceras en rad s.k. autonoma säkerhetssystem som ska öka kör-säkerheten¹⁸ utan att kräva någon särskild insats från föraren. Låsningsfria ABS-bromsar¹⁹ är redan standard i de flesta nya bilar och ESP,²⁰ antisladdsystem, blir allt vanligare. Här är ytterligare ett axplock:²¹

¹⁴ Dvs. mildra konsekvenserna vid en olycka.

¹⁵ Dvs. den interna delen av kostnaden är inte relevant när nivån på en avgift ska bestämmas utifrån fordonens marginalkostnad för olyckor.

¹⁶ Det kan gälla fotgängare, cyklister, andra bilister och eventuellt också passagerare i den egna bilen. Här är gränsen mellan extern och intern olyckskostnad inte knivskarp. Man kan tänka sig att en förare normalt inkluderar olycksriskerna för nära och kära i sitt körbeteende, men däremot eventuellt inte i samma utsträckning risken för okända eller löst bekanta passagerare.

¹⁷ En biltjuv kan antas vara mer än genomsnittligt riskbenägen i sin körstil, förutsatt att hon inte planerar att sälja den stulna bilen.

¹⁸ Dvs. minska risken för krock.

¹⁹ ABS = Anti locking Brake System.

²⁰ ESP = Electronic Stability Program.

²¹ Ny teknik 2004-12-01

- En infraröd kamera som ser människor och djur på upp till 400 meters avstånd. Snart finns även en stereokamera som också analyserar rörelser.
- Distanshållningssystem (radar) som håller avståndet till framförvarande bil finns i dag. Nästa generation bromsar och stannar också vid rött ljus eller i bilkö.
- Aktiv styrning, dvs. en elmotor aktiveras när föraren gör en alltför häftig undanmanöver eller om bilen sladdar. Systemet samverkar då med bilens antisladdsystem.
- Hastighetsspärr i form av en aktiv gaspedal som ger motstånd när föraren kör för fort.
- Varning till förare när fordonet är på väg att köra över vägen sido- eller mittlinje om inte blinkern är aktiverad.
- Strålkastare som vrider ljuskäglan i kurvor börjar bli standard på dyrare bilar. Kan komma att utvecklas mot strålkastare som automatiskt anpassar ljusbilden efter trafikmiljö, hastighet och väderförhållanden.

Spridningen av innovationerna mellan bilfabrikaten har hittills gått långsamt. I dag kräver varje processor i varje bilmodell ett eget program, varför system från olika underleverantörer inte alltid är kompatibla. Men till sommaren 2006 ska de stora tillverkarna av säkerhetssystem, program och bilar enas om en gemensam öppen standard i ett samarbete som kallas Autosar. Därefter tar det något år innan de första applikationerna hittar ut på marknaden.²²

3.1 Olycksrisken minskar. Minskar marginalkostnaden?

Bilarna blir alltså säkrare, och följaktligen borde också marginalkostnaden för olyckor minska. Men med hur mycket? För att kunna säga något initierat om detta måste vi veta mer om med hur mycket de nya systemen ökar både körsäkerhet och krocksäkerhet – i det senare fallet dessutom för vilka; d.v.s. för föraren eller den som blir påkörd. För som sagts ovan är det endast minskningen av den externa delen av marginalkostnaden för olyckor som är intressant i sammanhanget, och denna dels andel av marginalkostnadsminskningen är alltså inte självklar.

Folksam har analyserat över 76 000 tvåbils-kollisioner med olika bilmodeller och jämfört krockegenskaper och personskador i krockar med de olika modellerna.²³ Efter sammanvägning har man tagit fram mått på risken att dödas eller invalidiseras vid en krock i en given bilmodell. Varje bilmodell har sedan placerats på en femgradig skala; från mer än 15 procent sämre än medelbilen till 40 procent bättre än medelbilen. Endast en bil, Saab 9-3, har fått högsta betyg.

Detta system skulle kunna användas för att grovt räkna på förändringar i marginalkostnaden. Men det har för detta ändamål två brister. För det första bygger testen på verkliga olyckor, vilket innebär att det tar minst 2–3 år för en ny bilmodell att komma med på listan. För det andra har alla olyckor i Folksams studie varit tvåbils-kollisioner, medan vi är ute efter den externa delen av olyckskostnaden, som ofta inkluderar oskyddade trafikanter som gående, cyklister etc.

²² Ibid.

²³ Folksams webbsida: <http://www.folksam.se>

Kontrollerade krocktester genomförs av EuroNCAP²⁴, som består av trafikmyndigheter och organisationer inom bilbranschen i Europa. Testerna omfattar bland annat frontal- och sidokollisioner och säkerhetsbetyg ges i form av (maximalt fem) stjärnor. Förutom säkerheten för personer inuti bilarna, bedöms separat också hur säkra bilmodellerna är för barn och fotgängare (för fotgängares säkerhet ges maximalt fyra stjärnor). Eftersom resultaten bygger på kontrollerade tester kan nya modeller snabbt utvärderas. Emellertid har inte alla modeller i våra exempel testats, och stjärnbetygen är något för trubbiga för vårt syfte.

Dessutom säger krocksäkerheten hos enskilda bilar inget om körsäkerheten hos samma modeller.

Beteendeadaption kan minska den reella förbättringen i säkerhet

Även om man har kunskap om både körsäkerhet och krocksäkerhet bör man, för att utröna hur marginalkostnaden förändrats med en förmodad ökning i trafiksäkerhet, också diskutera interaktionen mellan de nya avancerade systemen och de människor som förväntas samarbeta med dem. När säkerhetssystemen i bilar blir allt mer sofistikerade finns nämligen en risk för *beteendeadaption*, dvs. att föraren anpassar sig till den förmodade förbättringen i säkerhet och tar större risker, alternativt slappnar av för mycket. Det är t.ex. bevisat att förare håller högre hastighet när ljusförhållandena förbättras vid körning nattetid.

Vissa ytterligare autonoma finesser kan förmodligen motverka sådant beteende, men frågan är om det finns acceptans bland bilägarna för system som inskränker förarens möjligheter att själv påverka körsättet. Om ett omfattande och avancerat säkerhetssystem fallerar skulle olycksrisken dessutom eventuellt vara större än i dagens standardutrustade bil, eftersom föraren då är van att bilen sköter säkerheten.

Den externa marginalkostnaden ökar med fordonets tyngd

Säkerheten hos nya bilar blir alltså allt bättre. Men för stora tunga bilar, som stadsjeepar, ökar den externa delen av den marginella olyckskostnaden eventuellt vid en faktisk krock, jämfört med genomsnittet och *allt annat lika*. Anledningen är att risken att skadas svårt eller dödas vid en olycka ökar för en oskyddad trafikant eller en person i ett lättare/lägre fordon, ju tyngre och högre det aktuella fordonet är.

3.2 Räkneexempel – säkerhet

I dagsläget har vi inte tillräckligt mycket information om nya bilars relativa säkerhetsegenskaper för att kunna utveckla variabiliteten hos personbilars marginalkostnad för olyckor, utan vågar endast drista oss till att göra ett mycket enkelt räkneexempel som en illustration av utvecklingen. Exemplet berör bilars

²⁴ EuroNCAP = European New Car Assessment Programme. Se deras webbsida: <http://www.euroncap.com>

körsäkerhet, men ger i sig inga ledtrådar om samma bilmodellens krocksäkerhet, eftersom enskilda bilmodellens specifika säkerhet inte bara beror på ett fåtal tekniska system, utan också på karossens utformning m.m.

Medan räkneexemplet för variabilitet i emissionskostnader ovan är baserat på relativt goda kunskaper om bilmodellernas specifika utsläpp, är vårt räkneexempel för trafiksäkerhet grundat på knappa empiriska data och relativt lösa antaganden. Resultaten kan alltså inte användas för annat än diskussion.

Vi har valt att i vårt exempel inkludera låsningsfria bromsar (ABS), antisladdsystem (ESP), aktiv gaspedal (ISA)²⁵ och effektivt stöldskydd (s.k. Immobiliser)²⁶. De två bäst säljande modellerna av de miljöbästa bilarna i tabell 1 ovan är inkluderade i exemplet, liksom de fyra modeller som toppade nybilsförsäljningen januari–november 2004 (dessa finns med bland modellerna i tabell 2).

ABS-bromsar har i olika studier gett olika stor olycksminskning; från en 24-procentig minskning av antalet dödsolyckor, till en tioprocentig minskning av alla olyckor.²⁷ Eftersom bromsarna ger återkoppling till föraren (dvs. föraren märker att de finns där) vid strängt taget varje kraftig inbromsning kan man tänka sig att det också ger upphov till beteendeadaption i form av högre hastigheter eller en mer oförsiktig körstil. Vi har antagit att de låsningsfria bromsarna ger en potentiell olycksreduktion på fem procent,²⁸ men att den faktiska reduktionen p.g.a. beteendeadaption endast blir 2,5 procent.

För system där återkoppling till föraren bara sker undantagsvis är beteendeadaptionen troligen mycket liten. Ingen adaption har t.ex. kunnat påvisas för antisladdsystemet ESP, som bara gör sig påmint vid en faktisk sladd.²⁹ Enligt en analys av 1674 olyckor i Europa³⁰ tros ESP kunna minska olycksrisken med 18 procent för olyckor med personsador, och med 34 procent för olyckor med dödlig utgång.³¹ Enligt Folksam kan ESP maximalt ge en olycksminskning med 40 procent, beroende på väglag. Vi har antagit att ESP ger en olycksreducerande effekt på 34 procent, och att ingen beteendeadaption förekommer.

För aktiva gaspedaler och stöldskydd har vi inte hittat några uppgifter om vilken olycksreducerande effekt de tros medföra. Vi har antagit att en aktiv gaspedal ger en olycksminskning med fem procent där hälften faller bort p.g.a. beteendeadaption,³² och stöldskydd med två procent (ingen beteendeadaption här). En i framtiden potentiellt viktig säkerhetskomponent är skyddsåtgärder för oskyddade trafi-

²⁵ ISA = Intelligent Speed Adaption. Dvs. en aktiv gaspedal som ger motstånd när hastigheten blir för hög.

²⁶ Dvs. ett system som innebär att bilen inte går att starta utan startnyckel. Olycksrisken påverkas sannolikt marginellt om ändamålet med stölden är en vidareförsäljning av det stulna fordonet, i motsats till de fall då bilen tillgrips för tillfälliga transporter eller för brottslig aktivitet.

²⁷ TNO (2003).

²⁸ Den låga siffran motiveras med att ett visst antal ABS-utrustade bilar måste ha ingått i den bilpark som utgör underlag för de marginalkostnadsskattningar som vårt räkneexempel bygger på.

²⁹ Uppgift från Vägverket.

³⁰ European Accident Causation Survey, EACS.

³¹ TNO (2003).

³² Som i det här fallet får antas innebära att föraren trycker hårdare på gaspedalen eller justerar gränsen för vid vilken hastighet funktionen ska aktiveras.

kanter, som externa krockkuddar, men för sådana har vi inte kunnat hitta några uppgifter om effekter på krocksäkerhet.

För alla dessa system har vi antagit att minskningen av den externa delen av marginalkostnaden utgör hälften av den totala minskningen.

Effektpåverkan av kombinationer av säkerhetssystem

Varje åtgärd x har en olycksreducerande sannolikhet p_x baserad på knappa empiriska data eller grova uppskattningar. Beteendeadaptionen anges med en andelen B_x som beskriver hur stor del av olycksreduktionspotentialen som förloras på grund av ett anpassat förarbeteende. Effekterna av olyckorna delas upp i externa respektive interna marginalkostnader. Som en första approximation används andelen E_x för att beskriva hur stor del av effekten som påverkar kostnadsreduktionerna. Den återstående, reducerade effekten på olyckskostnaderna av förekomsten av säkerhetssystemet x är

$$P_x = 1 - E_x \cdot (1 - B_x) \cdot p_x. \quad (1)$$

Utan kunskap om hur systemen samverkar med varandra betraktas de som oberoende storheter. Den totala återstående risken för ett antal installerade säkerhetssystem x som tillhör mängden X blir därför produkten av de ingående sannolikheterna P_x (produkten betecknas P_{Total}), exempelvis $P_{Total} = P_{ABS} \cdot P_{ESP}$ för en bil som är utrustad med ABS-bromsar och antisladdsystem. Den reducerade riskfaktorn P_{Total} används i beräkningarna för en multiplikativ justering av olyckskostnaden uttryckt i kr/fkm.

Tabell 3. Antaganden om minskning av marginalkostnad för trafiksäkerhet med olika säkerhetssystem i personbilar enligt ekvation 1.

	Olycksreducerande effekt [%]	Beteendeadaption [%]	Fördelning extern/ intern mk-minskning* [%]
	p_x	B_x	E_x
ABS-bromsar	5	50	50
ESP	34	0	50
Hast.spärr	5	50	50
Stöldskydd	2	0	50

* mk = marginalkostnad

Resultat – säkerhet

Tabell 4. Räkneexempel säkerhet. Jämförelse av marginalkostnad för trafikolyckor mellan en genomsnittlig personbil och ett antal nya bilmodeller, kr/fkm, 2001 års pris. Källa: Egen bearbetning av marginalkostnaden för trafikolyckor för personbilar (se SIKA Rapport 2004:4).

<i>Bilmodeller*</i>	<i>Mk olyckor på landsbygd</i>	<i>Mk olyckor i tätort</i>
<i>Genomsnittsbil, bilpark 2000</i>	0,350	0,610
Toyota Prius HSD	0,346	0,602
Ford Focus C-MAX 1,6 TDCi trend	0,346	0,602
Volvo V70	0,284	0,495
SAAB 9-5	0,342	0,596
SAAB 9-3	0,284	0,495
VW Golf 1,6, 102 hk	0,287	0,500

* Medan Toyota Prius och Ford Focus hör till de miljöbästa bilarna, toppar exemplet övriga modeller listan för nybilsförsäljningen januari–november 2004.

4 Kommentarer

I tabellerna 5 och 6 nedan redovisas spännvidden i marginalkostnaderna genom jämförelser mellan miljöbästa och bästsäljande bilmodeller samt genomsnittsvärdena för bilparken år 2000. Urvalen har gjorts baserat på summan av marginalkostnader för de olika komponenterna. Observera att säkerhetseffekterna bygger på ett stort antal antaganden med svag empirisk grund.

4.1 Marginalkostnaden för emissioner

Generellt gäller att miljökostnaderna för de reglerade emissionerna är låga i förhållande till summan av marginalkostnader i både landsbygds- och tätortsmiljö (se procentandelar i tabellerna 5 och 6). Den dominerande komponenten ur miljösynpunkt är koldioxidutsläppen och värderingen av dessa. Att de miljöbästa bilarna är bäst i denna jämförelse beror främst på mindre koldioxidutsläpp; mellan 40 och 76 procent av genomsnittet i bilparken år 2000. Storsäljarnas motsvarande marginalkostnadskomponenter med avseende på miljö är, beroende på trafikmiljö, i storleksordningen 66–102 procent av genomsnittet i bilparken år 2000.

4.2 Marginalkostnaden för trafikolyckor

För marginalkostnaderna med avseende på olyckor gäller att de i exemplet inkluderade bästsäljarna är utrustade med säkerhetssystem som reducerar de uppskattade kostnaderna så pass mycket att det kompenserar för deras högre CO₂-utsläpp (som är i nivå med genomsnittet för 2000 års bilpark). Som framgår av tabellerna 5 och 6 har den bästa respektive sämsta bilmodellen i de båda grupperna praktiskt taget samma marginalkostnad.

Tabell 5. Variation i marginalkostnad från min till max i urvalet av de miljöbästa bilarna 2004 enligt Gröna Bilister. Jämförelse med medelbilen år 2000. De valda miljöbästa bilmodellerna är: Smart forfour 1,3 (175 däck), Seat Cordoba 1,2 12V Stella, Toyota Prius HSD, Ford Mondeo 1,8 Sci (6 vxl), Audi A2 1,2 TDI, Audi A3 1,9 TDI och Ford Focus C-MAX 1,6 TDCi Trend.

Landsbygd	Miljöbil i urvalet med lägst mk [kr/fkm]	Andel av summa [%]	Miljöbil i urvalet med högst mk [kr/fkm]	Andel av summa [%]	Genomsnitt, bilpark 2000	Andel av summa [%]
NOx	0.0094	2.2	0.0021	0.4	0.0155	2.9
HC	0.0003	0.1	0.0010	0.2	0.0078	1.4
Partiklar						
CO ₂	0.0650	15.5	0.1396	28.6	0.1638	30.5
Olyckor	0.3456	82.2	0.3456	70.8	0.3500	65.2
Summa	0.4203		0.4883		0.5371	
Tätort						
NOx	0.0010	0.1	0.0216	2.5	0.0313	3.4
HC	0.0017	0.2	0.0013	0.2	0.0466	5.0
Partiklar	0.0000	0.0	0.0635	7.5	0.0000	0.0
CO ₂	0.1217	16.7	0.1607	18.9	0.2457	26.3
Olyckor	0.6024	82.9	0.6024	70.9	0.6100	65.3
Summa	0.7267		0.8496		0.9336	

Tabell 6. Variation i marginalkostnad från min till max i urvalet av storsäljande bilmodeller 2004. Jämförelse med medelbilen år 2000. De valda bästsäljande bilmodellerna är: Volvo V70 2,4 170 hk, MK2005, Volvo V70 2,4 170 hk, automat, Volvo V70 D5, MK2000, diesel, SAAB 9-5 2,0t, 150 hk och SAAB 9-3 1,8t, 150 hk.

Landsbygd	Bästsäljare i urvalet med lägst mk [kr/fkm]	Andel av summa [%]	Bästsäljare i urvalet med högst mk [kr/fkm]	Andel av summa [%]	Genomsnitt, bilpark 2000	Andel av summa [%]
NOx	0.0005	0.1	0.0005	0.1	0.0155	2.9
HC	0.0006	0.1	0.0008	0.2	0.0078	1.4
Partiklar	0.0000	0.0	0.0000	0.0	0.0000	0.0
CO ₂	0.1521	34.8	0.1903	35.7	0.1638	30.5
Olyckor	0.2840	65.0	0.3422	64.1	0.3500	65.2
Summa	0.4371		0.5338		0.5371	
Tätort						
NOx	0.0010	0.1	0.0010	0.1	0.0313	3.2
HC	0.0034	0.5	0.0051	0.6	0.0466	4.8
Partiklar	0.0000	0.0	0.0000	0.0	0.0310	3.2
CO ₂	0.2282	31.4	0.2855	32.2	0.2457	25.5
Olyckor	0.4950	68.0	0.5964	67.2	0.6100	63.2
Summa	0.7275		0.8879		0.9646	

4.3 Slutsatser – miljö och säkerhet

Marginalkostnaderna för emissioner och trafikolyckor uppvisar enligt våra räkneexempel en avsevärd variation både mellan olika bilar av 2004 års modell och i jämförelse med snittvärdena för bilparken år 2000. Marginalkostnaderna för koldioxidutsläpp och olyckor dominerar starkt för de nya bilarna, medan marginalkostnaderna för de reglerade ämnena (NO_x och HC) inte summerar till mer än några få procent (högst) av den sammanlagda marginalkostnaden för emissioner och olyckor. För biogasbilar går CO₂-värderingen emellertid ned till noll (givet att fossil energi inte används vid produktionen och att läckaget är försumbart).

4.4 Alternativ CO₂-värdering – miljö och säkerhet

Koldioxidvärderingen på 0,91 kr/kg är i nuläget kopplad till koldioxidskatten för bensen och dieselbränsle. Alternativa värderingar i framtiden är sannolikt beroende på hur koldioxidbeskattningen för transportsektorn utformas i förhållande till övriga samhällssektorer. Här redovisas resultat i tabellerna 7 och 8 med en väsentligt lägre CO₂-skatt, 0,40 kr/kg, men i övrigt med samma förutsättningar som i tabellerna 5 respektive 6. Resultatet blir naturligtvis att koldioxidkomponentens andel av de emissionsrelaterade marginalkostnaderna minskar kraftigt. Därmed befästs också olyckskostnadernas andel av marginalkostnaderna, och landar nu på 80–90 av den totala marginalkostnaden. Intressant att notera är att de bästsäljande bilmodellerna i detta scenario i många fall är bättre än de miljöbästa.

Tabell 7. Alternativ koldioxidvärdering 0,40 kr/kg. I övrigt som tabell 5. Variation i marginalkostnad från min. till max. i urvalet av de miljöbästa bilarna 2004 enligt Gröna Bilister. Jämförelse med medelbilen år 2000.

	Miljöbil i urvalet med lägst mk [kr/fkm]	Andel av summa [%]	Miljöbil i urvalet med högst mk [kr/fkm]	Andel av summa [%]	Genomsnitt, bilpark 2000	Andel av summa [%]
Landsbygd						
NO _x	0.0005	0.1	0.0021	0.5	0.0155	3.5
HC	0.0003	0.1	0.0010	0.2	0.0078	1.7
Partiklar						
CO ₂	0.0357	9.3	0.0614	15.0	0.0720	16.2
Olyckor	0.3456	90.5	0.3456	84.3	0.3500	78.6
Summa	0.3820		0.4101		0.4453	
Tätort						
NO _x	0.0010	0.1	0.0216	2.8	0.0313	3.9
HC	0.0017	0.3	0.0013	0.2	0.0466	5.9
Partiklar	0.0000	0.0	0.0635	8.4	0.0000	0.0
CO ₂	0.0535	8.1	0.0707	9.3	0.1080	13.6
Olyckor	0.6024	91.5	0.6024	79.3	0.6100	76.6
Summa	0.6585		0.7595		0.7959	

Tabell 8. Alternativ koldioxidvärdering 0,40 kr/kg. I övrigt som tabell 6. Variation i marginalkostnad från min till max i urvalet av storsäljande bilmodeller 2004. Jämförelse med medelbilen år 2000.

	Bästsäljare i urvalet med lägst mk [kr/fkm]	Andel av summa [%]	Bästsäljare i urvalet med högst mk [kr/fkm]	Andel av summa [%]	Genomsnitt, bilpark 2000	Andel av summa [%]
Landsbygd						
NOx	0.0005	0.1	0.0005	0.1	0.0155	3.5
HC	0.0006	0.2	0.0008	0.2	0.0078	1.7
Partiklar	0.0000	0.0	0.0000	0.0	0.0000	0.0
CO ₂	0.0669	19.0	0.0837	19.6	0.0720	16.2
Olyckor	0.2840	80.7	0.3422	80.1	0.3500	78.6
Summa	0.3519		0.4272		0.4453	
Tätort						
NOx	0.0010	0.2	0.0010	0.1	0.0313	3.8
HC	0.0034	0.6	0.0051	0.7	0.0466	5.6
Partiklar	0.0000	0.0	0.0000	0.0	0.0310	3.7
CO ₂	0.1003	16.7	0.1255	17.2	0.1080	13.1
Olyckor	0.4950	82.5	0.5964	81.9	0.6100	73.8
Summa	0.5996		0.7279		0.8269	

Referenser

Skriftligt material

Bil Sweden. 2004. *Bilismen i Sverige 2004* (Bil Sweden i samarbete med Gamlin & Zeipel Kommunikation).

Bil Sweden. 2004. *100 i topp pb sedan och kombi månad 11 2004*.

Gröna bilister. 2004. *Miljöbästa bilar 2004*.

Ny teknik. 2004-12-01.

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

TNO. 2003. *TNO Report 03.OR.BV.037.11/MRE. Literature survey 'In-vehicle safety devices'*. På uppdrag av Vägverket.

Internetresurser

EuroNCAP: <http://www.euroncap.com>

Folksam: <http://www.folksam.se>

Miljöbilportalen: <http://www.miljofordon.se>. Portalen drivs av Miljöbilar i Stockholm, Miljöbilar i Göteborg och Gatukontoret i Malmö.

Vehicle Foundation Agency: <http://www.vcacarfueldata.org.uk>