

UTVECKLINGEN AV TRANSPORTSEKTORNS UTSLÄPP AV CO₂ FRÅN 1990 TILL 2010

Innehållsförteckning

Figurförteckning	2
Tabellförteckning	2
0. Sammanfattning	3
1. Bakgrund	6
2. Indata	7
2.1 Indata för övriga transportsektorn	14
3. Ekonomisk modell	17
3.1 Modell med tre elasticitetskomponenter	17
3.2 Användning av elasticitetsmodelle	19
4. Resultat	20
4.1 Referensalternativet	20
4.2 ACEA-alternativet	23
5. Varianter på resultat	31
5.1 Hela transportsektorn: Styrning medelst reglering av bränsleförbrukningen för nya personbilar	34
5.2 Olika målnivåer för transportsektorn	35
6. Resultatsammanfattning	38
7. Referenser	40

Figurförteckning

Figur 1	Antal registrerade personbilar av olika ålder år 1990 respektive prognos för år 2010.	10
Figur 2	Skattade årliga körsträckor för bensindrivna personbilar enligt EMV-modellen.	11
Figur 3	Jämförelser mellan bensinleveranser och modellberäknad bensinförbrukning.	12
Figur 4	Resultat med bensinpriselasticiteten -0.8 och körsträckeelasticiteten -0.2 (ref-alt).	21
Figur 5	Beräknad bränsleeffektivitetsutveckling jämfört med överenskommelsen (övre x-kurva = bensinbil, undre x-kurva = dieselbil).....	21
Figur 6	Resultat med bensinpriselasticiteten -0.4 och körsträckeelasticiteten -0.1 (ref-alt).	22
Figur 7	Beräknad bränsleeffektivitetsutveckling jämfört med överenskommelsen (övre x-kurva = bensinbil, undre x-kurva = dieselbil).....	22
Figur 8	Resultat med bensinpriselasticiteten -0.8 och körsträckeelasticiteten -0.2 (EU-bil-alt).	23
Figur 9	Beräknad bränsleeffektivitetsutveckling jämfört med överenskommelsen (övre x-kurva = bensinbil, undre x-kurva = dieselbil).....	24
Figur 10	Resultat med bensinpriselasticiteten -0.4 och körsträckeelasticiteten -0.1 (EU-bil-alt).	25
Figur 11	Beräknad bränsleeffektivitetsutveckling jämfört med överenskommelsen (övre x-kurva = bensinbil, undre x-kurva = dieselbil).....	25

Tabellförteckning

Tabell 1	Ekonomiska förutsättningar för personbilstransporterna.	7
Tabell 2	Utveckling av den specifika bränsleförbrukningen med reglering (-30 % till 2010). β_1 -faktorerna är inkluderade i förbrukningsdata. I den faktiska användningen av värdena har dels samtliga förbrukningsvärden ökat med faktorn 17.5/16.9 för att data skall överensstämma med Vägverkets, dels har β_1 -faktorerna justerats så att genomsnittsförbrukningen för nya personbilar motsvarar 140 g/fkm fr o m år 2008.	8
Tabell 3	Använda skrotningandelar baserad på bilstatistik under åren 1980-1997.	10
Tabell 4.	Förbrukningsdata och andelsdata för dieseldrivna personbilar.	13
Tabell 5.	Trafikarbete och specifik förbrukning för övriga fordonskategorier (vi räknar med diesel som drivmedel för alla tunga fordon och, något förenklat, med bensin för alla lätta lastbilar).	15
Tabell 6.	Resultaterande bränsleförbrukning och trafikarbete för bensin- respektive dieseldrivna fordon.	16
Tabell 7.	Dataunderlag från SIKAs lägesanalys avseende den icke-vägbundna transportsektorn.	16
Tabell 8.	Utgångsläge avseende bränsleförbrukning 1990, 1998 respektive 2010 [Mm ³ bensin].	20
Tabell 9	Resultat för stabilisering till 1990 års CO ₂ -utsläppsnivå för hela transportsektorn ($e_s = e_B/4$, $e_{ECO} = e_B/4$ och $e_E = e_B/2$).	26
Tabell 10	Initialt trafikarbete år 1998 respektive 2010.	27
Tabell 11	Resultaterande trafikarbete år 1998 respektive 2010.	27
Tabell 12	Resultaterande specifik förbrukning för fordonsparken år 1998 respektive 2010, samt för nya bilar år 2010.	28
Tabell 13	Resultaterande effekter av styrning fördelat på de olika transportsektorerna.	28
Tabell 14	Resultat för stabilisering till 1990 års CO ₂ -utsläppsnivå för hela transportsektorn ($e_s = e_B/4$, $e_{ECO} = e_B/8$ och $e_E = 5e_B/8$).	29
Tabell 15	Resultat med en högre utskrotningandel för 20+ bilar (0.256 istället för 0.128 vid in-ålder 19 & 20 i Tabell 3) vid stabilisering till 1990 års CO ₂ -utsläppsnivå för hela transportsektorn ($e_s = e_B/4$, $e_{ECO} = e_B/4$ och $e_E = e_B/2$).	30
Tabell 16	Analys avseende enbart personbilar med förutsättningar som i Tabell 9 ($e_s = e_B/4$, $e_{ECO} = e_B/4$ och $e_E = e_B/2$).	31
Tabell 17	Analys avseende enbart personbilar med förutsättningar som i Tabell 9, utom att dieselsandelen bland nya bilar antas bli 4 % under 1999 – 2010 ($e_s = e_B/4$, $e_{ECO} = e_B/4$ och $e_E = e_B/2$).	32
Tabell 18	Resultat med regleringslösning med respektive utan priskompensation. Endast personbilar ($e_s = e_B/4$, $e_{ECO} = e_B/4$ och $e_E = e_B/2$).	33
Tabell 19	Resultat med regleringslösning med respektive utan priskompensation. Hela transportsektorn ($e_s = e_B/4$, $e_{ECO} = e_B/4$ och $e_E = e_B/2$).	34
Tabell 20	Resultat för stabilisering till 104 % av 1990 års CO ₂ -utsläppsnivå för hela transportsektorn ($e_s = e_B/4$, $e_{ECO} = e_B/4$ och $e_E = e_B/2$).	35
Tabell 21	Resultat för stabilisering till 98 % av 1990 års CO ₂ -utsläppsnivå för hela transportsektorn ($e_s = e_B/4$, $e_{ECO} = e_B/4$ och $e_E = e_B/2$).	36
Tabell 22	Resultat för stabilisering till 92 % av 1990 års CO ₂ -utsläppsnivå för hela transportsektorn ($e_s = e_B/4$, $e_{ECO} = e_B/4$ och $e_E = e_B/2$).	37

Tabell 23 Sammanfattning av CO₂-utsläppsreduktioner med de fyra målnivåerna 104, 100, 98 respektive 92 %. ... 38
 Tabell 24 Sammanfattning av CO₂-avgifter och-nivåer. Sist redovisas regleringslösningarna 38

0. Sammanfattning

I föreliggande PM har vi utvecklat en enkel modell för transportsektorns CO₂-utsläpp, med vilken vi kan analysera vilka krav på *ekonomiska styrmedel* och/eller *reglering av nya fordons specifika förbrukning* som krävs för att nå olika uppställda mål i förhållande till 1990 års nivå. De totala utsläppsnivåerna för personbilar beräknas som produkten av antal fordon, antal körda km/(år,bil) och den specifika förbrukningen. I princip beräknas utsläppsnivåerna för övriga transportmedel på samma sätt, men detta ingår inte i vår modell, **CO₂-T**, utan dessa ingår som exogena prognosvärden. Modellen sammanfattas nedan. Detaljer redovisas i kapitel 2.

CO₂-T

Transportsektorns drivmedelsförbrukning (direkt proportionell mot CO₂-utsläppen)

Personbilar:

$\Sigma_{\text{årsmodell}}$ (Antal fordon/årsmodell • (Årlig körsträcka per bil)

- (Sammanvägd bränsleförbrukning i tätort och på landsbygd inklusive kallstarteffekt)

Övriga lätta fordon (LLb, MC & moped): Prognosvärde

Tunga vägfordon (Lb & buss): Prognosvärde

Sjöfart: Prognosvärde

Flyg: Prognosvärde

Spår: Prognosvärde

Med modellen **CO₂-T** som grund inkluderas effekter på drivmedelsförbrukningen för personbilarna med elasticitetsmodeller för ändrade körsträckor och bränsleförbrukning beroende på införande av CO₂-avgifter och reglering av den specifika bränsleförbrukningen ($f_S(\cdot)$ och $f_E(\cdot)$). Övriga lätta vägfordon antas påverkas som personbilarna, medan en separat elasticitetsmodell, $f_P(\cdot)$, används för övriga transportmedel i modellen **Styrmedelseffekt-T**. I princip utgår vi ifrån att:

0. den årliga körsträckan påverkas genom förändringen i kostnaden per fordonskm jämfört med utgångsläget
1. relativprisutvecklingen på drivmedel ger incitament till annat körsätt, bättre underhåll m som sänker den realiserade specifika förbrukningen
2. regleringar av den specifika förbrukningen tvingar fram en mer långtgående förbättring av bränsleekonomi än vad som annars skulle vara fallet.

Den relativa effekten av styrningen för personbilar av årsmode t beräknas i princip enligt ekvationen

$$E_t = (\beta_t p_T / p_B)^{e_B} \quad (0.1)$$

där p_B och p_T är bränslepriset i utgångsläget (1998) respektive det nya priset år T . Den långsiktiga bränslepriselasticiteten är e_B (< 0). Hur mycket av prisförändringen som påverkar fordon av årsmode t beror på modellantagandena. Riktningen på effekterna blir:

Bränsleförbruknings-effektivisering	Bränslepris-relationer	Effekt
$\beta_t = 1$	$p_T > p_B$	$E_t \downarrow$

$\beta_t < 1$	$p_T = p_B$	$E_t \uparrow$
$\beta_t < 1$	$p_T > p_B$	$E_t \downarrow$ eller \uparrow

Ett resultat av effektivare motorer, allt annat lika, är, att den rörliga kostnaden per km minskar (se ekvation (0.1) med $\beta_t < 1$). Detta leder till en ökad körsträcka p g a den s k rebound-effekten ("uppstudseffekten") enligt den använda elasticitetsmodellen.

För den övriga transportsektorn (allt utom lätta vägfordon) utgår vi från modellen nedan med en konstant bränslepriselasticitet på -0.2:

$$E_t = (p_T / p_B)^{-0.2} \quad (0.2)$$

Valet av bränslepriselasticiteten -0.2 diskuteras i kapitel 2.1.

Styrmedelseffekt -T

Transportsektorns drivmedelsförbrukning = f(styrmedel)

Personbilar:

$\sum_{\text{årsmodell}}$ (Antal fordon/årsmodell)

- (Årlig körsträcka per bil = $f_S(\text{bensinpris, specifik förbrukning})$)
- (Sammanvägd bränsleförbrukning i tätort och på landsbygd inklusive kallstarteffekt = $f_E(\text{bensinpris, specifik förbrukning})$)

Övriga lätta fordon (LLb, MC & moped): Prognosvärde • (Samma proportionella förändring som för personbilarna)

Tunga vägfordon (Lb & buss): Prognosvärde • $f_P(\text{drivmedelspris})$

Sjöfart: Prognosvärde • $f_P(\text{drivmedelspris})$

Flyg: Prognosvärde • $f_P(\text{drivmedelspris})$

Spår: Prognosvärde • $f_P(\text{drivmedelspris})$

Förutsättningar 1999 - 2010

Policy 1: En policy studeras, nämligen en prisstyrning med en höjning av CO₂-avgiften från och med år 2000 i ett steg.

Analyserade fall

1. Referensfallet innehåller ingen *autonom* förbättring av bränsleeffektiviteten i bilparken, utan merparten av förbättringar tas ut i form av högre prestanda och komfort
 2. ACEA-fallet (överenskommelsen mellan EU och bilindustrin) med -30 % förändring av specifik bränsleförbrukning för genomsnittet av nya bilar från och med år 2008 i Europa (genomsnittet beräknas som en sammanvägning av samtliga sålda bilars genomsnittsförbrukning enligt en accepterad norm, utan hänsyn tagen till variationerna i de årliga körsträckorna med olika bilmodeller).
- För båda dessa fall presenteras resultat såväl *utan* som *med* styrning (prisstyrning och/eller reglering). De kommer att anges med *EJ styr* respektive *Styr* i resultatredovisningarna. Med *EJ styr* i ACEA-fallet avses att avtalet är det enda som påverkar resultatet.

Resultat

Åtgärder för att stabilisera CO₂-utsläppen år 2010 till 1990 års nivå redovisas i kapitel 4. Resultaten är uppdelade i två fall enligt ovan med krav på insatser beräknade för två bränslepris-elasticitetsvärden, nämligen -0.8 och -0.4. Priselasticiteten -0.8 får representera huvudfallet, eftersom den är den bästa uppskattningen på långsiktig elasticitet vi har enligt genomförda undersökningar. Fram till år 2010 är det inte möjligt för denna elasticitet att ”slå igenom” därför att fordonsparken endast omsätts till c:a 50 % (denna effekt ligger inbyggd i modellen *Styrmedelseffekt-T*). I kapitel 4 redovisas mer data om utgångsläget 1990 och 1998 respektive för prognosen avseende år 2010 för personbilar i synnerhet och för transportsektorn i allmänhet. Även effekterna av ett alternativt antagande om relativprisförändringars inverkan på körbeteenden finns redovisade (Tabell 14).

Kapitel 5 innehåller varianter på resultaten i kapitel 4, och inkluderar fall med

- endast personbilar (styrning och mål som i kapitel 4)
- endast personbilar (styrning endast via reglering av specifik förbrukning och mål som i kapitel 4)
- hela transportsektorn (styrning endast via reglering av specifik förbrukning samt pris-kompensation för oförändrad körsträcka i vissa fall och mål som i kapitel 4)
- hela transportsektorn (styrning som i kapitel 4 och mål 104, 98 respektive 92 % av CO₂-utsläppen för transportsektorn år 1990)

1. Bakgrund

SIKA (Statens Institut för Kommunikationsanalys) har gett VTI i uppdrag att analysera utvecklingen på personbilars utsläpp av CO₂ under ett antal givna förutsättningar från 1990 till 2010. Indata utgörs av dataunderlag i VTI:s emissionsmodell EMV, trafikarbetskattningar under perioden 1950-1997 från ett VTI-projekt och prognosförutsättningar avseende perioden fram till år 2010. Ekonomiska modeller utnyttjas för uppskattning av olika styrmedels inverkan på teknisk utveckling och bilanvändning. En kort historik och prognosförutsättningar avseende bilnehav, genomsnittlig årlig körsträcka för personbilar och befolkningsutveckling under perioden 1998-2010 skall redovisas.

Syftet är att ta fram ett dataunderlag som gör det möjligt att bestämma hur olika typer av styrmedel – drivmedelsskatter respektive direkta regleringar - behöver dimensioneras för att åstadkomma vissa givna minskningar av koldioxidutsläppen från transportsektorn i allmänhet, och från personbilar synnerhet. Underlaget ska även utnyttjas för att bestämma de samhällsekonomiska kostnader som är förknippade med olika minskningar av koldioxidutsläpp från personbilarna. Hänsyn skall tas till internationella överenskommelser av olika slag, främst de utfästelser som bilindustrin har gjort till EU-kommissionen (ACEA) avseende den framtida tekniska utvecklingen för personbilars specifika bränsleförbrukning, nämligen en reduktion med 30 % räknat från 1990 års nivå. SIKA avser att utnyttja materialet dels för att bestämma en värdering av CO₂-utsläpp inom ramen för ASEK-arbetet (ASEK = Arbetsgruppen för SamhällsEkonomiska Kalkyler), dels för att ta fram ett underlag inför den nationella strategiska analysen (som avser ett beslut under våren år 2000 för regering och riksdag om inriktning av infrastrukturåtgärder i transportsektorn).

Uppdraget skall genomföras utgående från beteendeantaganden avseende fordonsval (representerat av genomsnittlig specifik bränsleförbrukning och eventuellt inkluderande en fördelning på drivmedlen bensin och diesel) och årlig körsträcka enligt modellerna i Hesselborn [1994], Hesselborn och Jönsson [1994] och Jönsson [1996]. Förändringar görs i modellen för att beakta effekter av både prisstyrning och reglering på den specifika förbrukningen och på fordonsanvändningen. Tidigare använda bensinefterfrågeelasticitetsvärden i intervallet -0.4 till -0.8 skall övervägas, och resultat från bl a Espey [1998] kommer att studeras.

2. Indata

Förutsättningar enligt SIKA (1998), Edwards et al [1998] och SCB redovisas i Tabell 1. Mixen av bensin- och dieseldrivna personbilar beaktas. Andelen dieseldrivna personbilar har länge legat kring 2.5-4 % av bilparken (1984-1996), men dagens trend pekar på en stark ökning av denna andel (bland nyregistrerade personbilar under 1997 och 1998 var andelarna dieseldrivna 7.6 respektive c:a 11 %). Höga dieselbilsandelar förekommer i flera av Europas länder (23 % i EU) och i vissa länder är de väsentligt högre (49 % i Österrike). De substitutioner och effektiviseringar som åstadkoms, dels för att uppfylla olika mål, dels som reaktion på ekonomiska styrmedel, kan delvis ske genom att andelen dieseldrivna personbilar i personbilsparken ökar.

Tabell 1 Ekonomiska förutsättningar för personbilstransporterna.

Årtal	Befolkning (milj)	Bilnehav (bilar/1000 inv)	Antal bilar (milj)	Mrd fkm/år	Bensinpris 1993 års pris	Inkomst- utveckling
1990	8.59	416.5	3.578	54.60		
1991	8.64	416.5	3.601	55.00		
1992	8.69	416.4	3.619	55.60		
1993	8.75	410.1	3.587	54.20	7.66	
1994	8.82	404.5	3.566	55.00		
1995	8.84	406.5	3.592	56.20		
1996	8.84	410.5	3.631	56.70		
1997	8.86	412.8	3.655	56.80	8.20	
1998	8.87	417.5	3.703	57.54		
1999	8.88	421.2	3.740	58.29		1.015
2000	8.89	424.8	3.778	59.04		1.030
2001	8.93	428.4	3.824	59.81		1.046
2002	8.96	432.0	3.871	60.59		1.061
2003	8.99	435.7	3.918	61.38		1.077
2004	9.03	439.3	3.965	62.17		1.093
2005	9.06	442.9	4.013	62.98		1.110
2006	9.09	446.5	4.061	63.80		1.126
2007	9.13	450.1	4.109	64.63		1.143
2008	9.16	453.8	4.157	65.47		1.161
2009	9.20	457.4	4.206	66.32		1.178
2010	9.23	461.0	4.255	67.18		1.196

Övriga lätta vägfordon (lätta lastbilar, MC och moped) förväntas få samma utveckling som personbilarna, medan de övriga delarna av transportsektorn (tung vägfordon (lastbil och buss), sjöfart, flyg och spårbunden trafik) behandlas på ett schablonartat sätt med en gemensam reaktion (samma priselasticitet) på ekonomiska styrmedel.

I grundförutsättningarna enligt Tabell 1 finns bl a en antagen inkomstutveckling som ger upphov till en prognos omfattande bilnehav och antal fordonskm per år under perioden 1999-2010. I den fortsatta analysen av effekterna på transportsektorn CO₂-utsläpp under perioden beaktas inte inkomstutvecklingen explicit. En viktig anledning till detta är att vi utnyttjar priselasticitetsvärden för bränsle som implicit inkluderar inkomsteffekter m m, eftersom de redovisade, utnyttjade resultaten i bl a Goodwin [1992] förefaller inkludera de totala effekterna. Espey [1998] redovisar att effekterna av att inkludera fler variabler som bl a bilnehav och inkomstutveckling för att förklara efterfrågan på bränsle ger lägre värden på bränslepriselasticitetsvärdena. En modell som explicit

inkluderar inkomsteffekter m m har alltså lägre priselasticitetsvärden, än en modell som endast inkluderar bränslepriset.

I de olika utvecklingsscenarierna ligger den specifika förbrukningen för dieseldrivna personbilar c:a 30 % under det som gäller för bensindrivna, medan CO₂-utsläppen är c:a 10 % högre per liter bränsle (2.61/2.36-1 = 0.10, 2.61 respektive 2.36 är antalet kg CO₂ som bildas vid förbränning av en liter av respektive bränsle). Överslagsmässigt skulle en övergång till dieslbilar enligt genomsnittsnivån i EU (23 %) under perioden fram till år 2010 leda till en reduktion av CO₂-utsläppen till relativnivån (jämförelsen baseras på att alla personbilar annars är bensindrivna) :

$$(1-0.23) + 0.23*0.7*1.1 \approx 0.95$$

Bränsleförbrukningsutveckling enligt EMV-modellen till 1998 (se även Henriksson [1995]), samt en utveckling enligt överenskommelsen mellan EU och bilindustrin (ACEA) omfattande en reduktion av den specifika förbrukningen (vägd förbrukning med vikten 55 % för tätort) på nya bilar med 30 % räknat från 1990 års nivå redovisas i

. VTI:s emissionsmodeller och emissionsdatabas är dokumenterade i Hammarström m fl [1994], Hammarström och Karlsson [1997] samt Hammarström och Henriksson [1997]. Ett kallstarttillägg på c:a 0.055 d³/km beräknas gälla för en genomsnittlig personbil. Vid en effektivisering enligt β_t-kolumnen i

antas denna påverka kallstarttilläggen proportionellt. Den specifika förbrukningen år *t* beräknas so ett vägt förbrukningstal med vikterna 45 % för tätort och 55 % landsväg i våra analyser. Dessa vikter, baserade på olycksrapporteringsstatistik i olika trafikmiljöer, är redovisade i Edwards et al [1998]. Ingen speciell hänsyn tas till tjänstebilar i denna redovisning.

Vid beräkning av trafikarbetets fördelning på årsmodeller utgörs basen av den aktuella fordons-parken åldersstruktur från vilken en prognos görs fram till år 2010, se Figur 1 för år 1990 till 2010. Fordonsparken den 1/1 1997 förändras med tiden genom en utskrotning av äldre fordon enligt Tabell 3 (dataunderlaget är hämtat från Bilindustriföreningens statistik). Nybilsförsäljningen beräknas som skillnaden mellan det prognostiserade antalet fordon ett visst år och "över levande" fordon från året före. Dessa beräkningar görs rekursivt från år 1990 till år 2010. En ökning av utskrotningsandelen för de äldsta fordonen ger naturligtvis ett mindre antal fordon i den äldsta gruppen, men den totala effekten i modellen blir inte så stor (om inte revolutionerande ingrepp görs). En starkt bidragande anledning är att den årliga körsträckan i denna grupp är förhållandevis liten. För en ökad utskrotning talar ekonomiska styrmedel och hårdare trafiksäkerhets- och miljökrav som gör det för dyrt att behålla de gamla fordonen. Mot en ökad utskrotning talar bilarnas längre livslängd med bättre rostskydd m m samt de stora kapitalkostnaderna som är förknippade med att köpa nyare bilar. Vi behåller därför dagens observerade nivå på 12.8 % av fordonen som skrotas ut per år (utskrotningsåldern 20+ i Tabell 3) som huvudalternativ men effekten av en fördubbling av denna redovisas också.

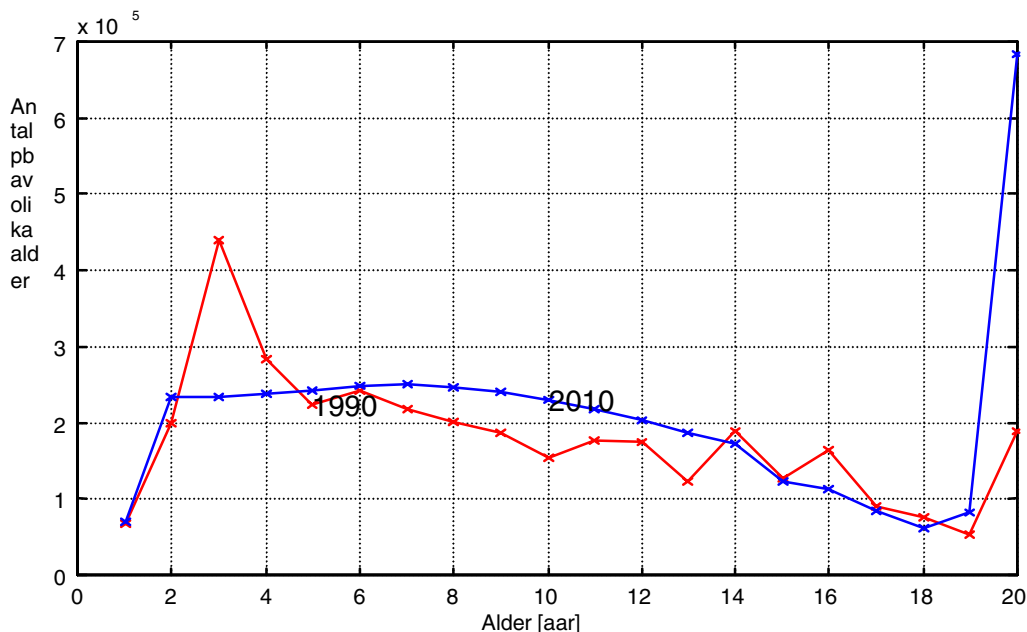
De specifika förbrukningstalen i Tabell 2 ger för låga CO₂-utsläpp från personbilar jämfört med trafikverkens miljörapporter som refereras i SIKA [1998, 1999] och enligt Johansson [1999]. Därför multipliceras dessa tal genomgående med faktorn 17.5/16.9 (antal Mton CO₂-utsläpp enligt dessa källor dividerat med egna värden för år 1998). I föreliggande analys utgår vi från att ACEA-nivån på 140 g CO₂/fkm för bilar som säljs i Sverige nås år 2008. Man kan argumentera för att nivån 140 g CO₂/fkm inte kommer att nås i Sverige, därför att vi har en bilpark med större bilar och högre bränsleförbrukning än EU-genomsnittet. Anledningen är att många konsumenter väljer bilar som tillverkats i Sverige. Sett ur ett CO₂-utsläppsperspektiv är det dock gynnsammare att utgå från a

Tabell 2 Utveckling av den specifika bränsleförbrukningen med reglering (-30 % till 2010). β_T -faktorerna är inkluderade i förbrukningsdata. I den faktiska användningen av värdena har dels samtliga förbrukningsvärden ökat med faktorn 17.5/16.9 för att data skall överensstämja med Vägverkets, dels har β_T -faktorerna justerats så att genomsnittsförbrukningen för nya personbilar motsvarar 140 g/fkm fr o m år 2008.

År	Land [dm ³ /km]	Tätort [dm ³ /km]	Sammanvägt 55 % i tätort [dm ³ /10 km]	β_T
2010	0.0451	0.0631	0.5501	0.7271
2009	0.0469	0.0657	0.5723	0.7565
2008	0.0487	0.0682	0.5945	0.7858
2007	0.0505	0.0708	0.6167	0.8151
2006	0.0523	0.0733	0.6389	0.8444
2005	0.0541	0.0759	0.6611	0.8738
2004	0.0554	0.0776	0.6761	0.8936
2003	0.0567	0.0793	0.6911	0.9134
2002	0.0580	0.0810	0.7061	0.9333
2001	0.0592	0.0826	0.7211	0.9531
2000	0.0605	0.0843	0.7361	0.9729
1999	0.0613	0.0855	0.7463	0.9865
1998	0.0621	0.0867	0.7566	1
1997	0.0629	0.0879	0.7668	1
1996	0.0637	0.0891	0.7770	1
1995	0.0645	0.0904	0.7873	1
1994	0.0645	0.0904	0.7873	1
1993	0.0645	0.0904	0.7873	1
1992	0.0645	0.0904	0.7873	1
1991	0.0645	0.0904	0.7873	1
1990	0.0645	0.0904	0.7873	1
1989	0.0651	0.0910	0.7934	1
1988	0.0656	0.0917	0.7995	1
1987	0.0661	0.0924	0.8056	1
1986	0.0667	0.0930	0.8117	1
1985	0.0672	0.0937	0.8178	1
1984	0.0677	0.0944	0.8238	1
1983	0.0686	0.0956	0.8347	1
1982	0.0695	0.0969	0.8456	1
1981	0.0704	0.0981	0.8565	1
1980	0.0713	0.0994	0.8674	1
1979	0.0722	0.1006	0.8783	1
1978	0.0730	0.1019	0.8891	1
1977	0.0739	0.1032	0.9000	1
1976	0.0748	0.1044	0.9109	1
1975	0.0748	0.1046	0.9118	1
1974	0.0748	0.1047	0.9128	1
1973	0.0748	0.1049	0.9137	1
1972	0.0748	0.1051	0.9146	1
1971	0.0748	0.1052	0.9155	1
1970	0.0748	0.1054	0.9164	1

den överenskomna EU-genomsnittsnivån nås även i Sverige. I ACEA-värdet ingår en sammanvägning av bensin- och dieseldrivna personbilers marknadsandelar och specifika förbrukning. De angivna förutsättningarna innebär att samtliga förbrukningsdata och β_T -värden för åren 1999-2010 i

Tabell 2 blir annorlunda i de beräkningar som görs (dels via uppräkningsfaktorn 17.5/16.9, dels genom modifierade β_F -värden).



Figur 1 Antal registrerade personbilar av olika ålder år 1990 respektive prognos för år 2010.

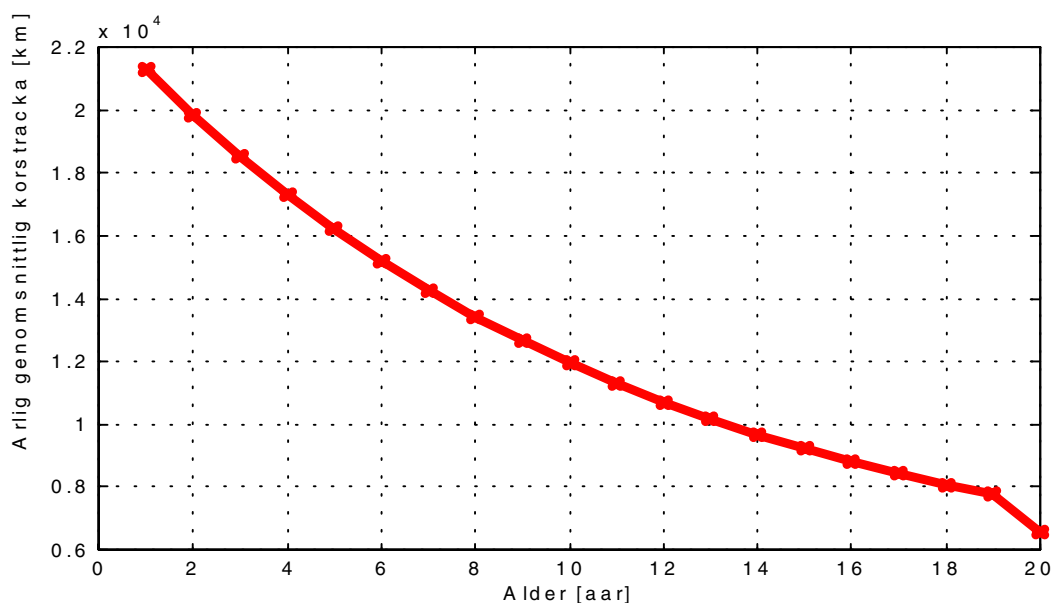
Tabell 3 Använda skrotningsandelar baserad på bilstatistik under åren 1980-1997.

In-ålder	Ut-ålder	Skrotningsandel	Skrotningsandelar för känslighetsanalys
0	1	0	0
1	2	0	0
2	3	0.0023	0.0023
3	4	0.0023	0.0023
4	5	0.0023	0.0023
5	6	0.0023	0.0023
6	7	0.0048	0.0048
7	8	0.0098	0.0098
8	9	0.0106	0.0106
9	10	0.0114	0.0114
10	11	0.0165	0.0165
11	12	0.0228	0.0228
12	13	0.0336	0.0336
13	14	0.0505	0.0505
14	15	0.0702	0.0702
15	16	0.0932	0.0932
16	17	0.1184	0.1184
17	18	0.1361	0.1361
18	19	0.1461	0.1461
19 & 20	20+	0.128	0.256

Det faktum att vi använder 140 g CO₂/fkm i analyserna innebär att reduktionen faktiskt blir något större än 30 % med de angivna förutsättningarna. Antagandet leder till en viss återhållsamhet avseende krav på transportsektorn som helhet, därför att man i annat fall tvingas vidta andra mer långtgående åtgärder.

För att erhålla trafikarbetet med bilar av olika årsmodell multipliceras antalet fordon med skattade körsträckor för fordon av olika ålder enligt Figur 2. Dataunderlag för använda samband finns Henriksson [1994]. Det relativa trafikarbetet med en viss årsmodell beräknas sedan och multipliceras med det prognostiserade totala trafikarbetet enligt:

$$S_i^{prog} = (\text{trafikarbete årsmodell } t) / (\sum_t \text{trafikarbete årsmodell } t) \cdot (\text{totalt trafikarbete år 2010}) \quad (2.1)$$

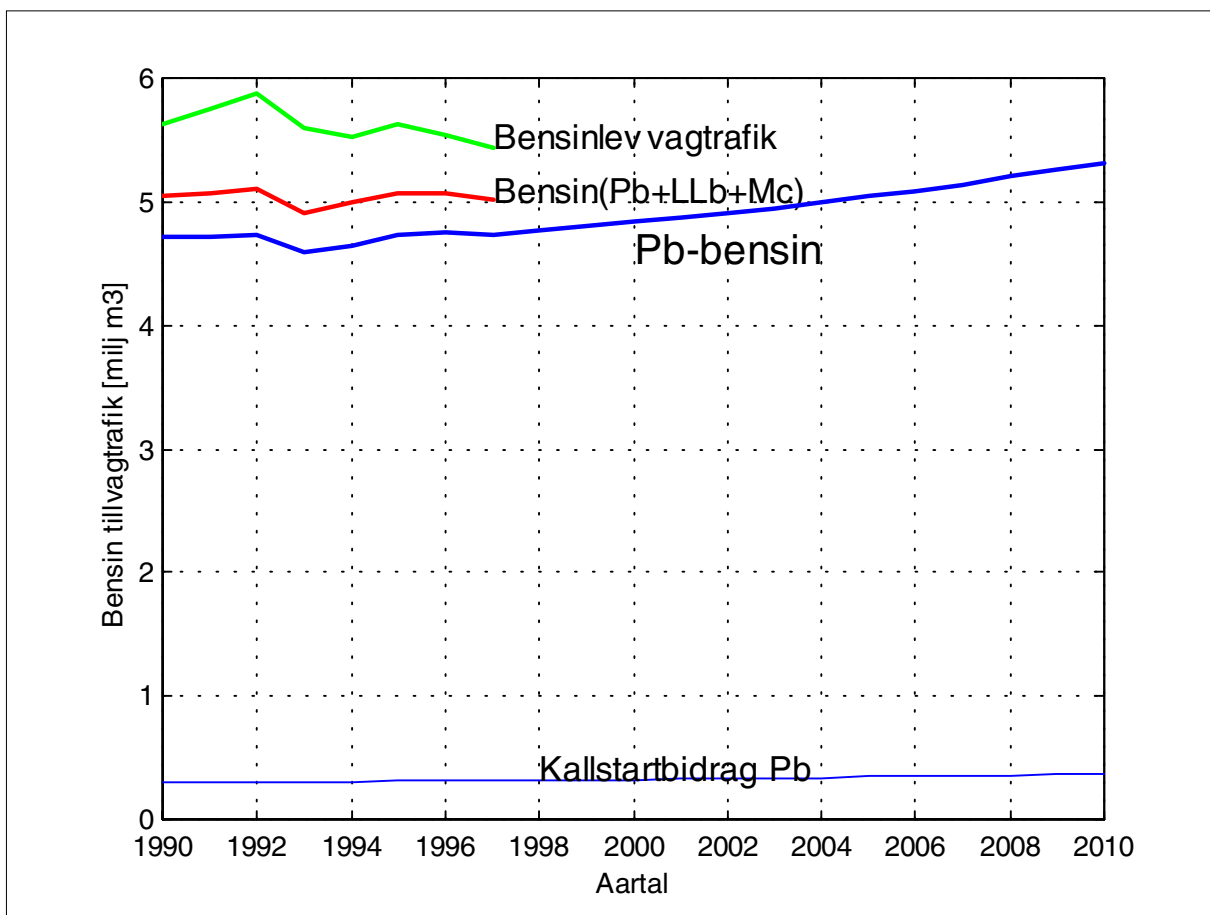


Figur 2 Skattade årliga körsträckor för bensindrivna personbilar enligt EMV-modellen.

Jämförelser mellan beräknad bensinförbrukning för bensindrivna personbilar (undantag är gjort för dieselbilar här), lätta lastbilar och motorcyklar och leveranser av bensin till vägtrafik (se ex vis Gustavsson [1996] och Jansson [1997, 1998]) ger ett resultat enligt . Denna något förenklade modell resulterar i praktiskt taget samma bränsleförbrukningsnivåer som med EMV-modellen givet samma förutsättningar (framförallt samma trafikarbete).

Det är viktigt att beakta den ökande andelen dieseldrivna personbilar. Under 1997 och 1998 utgjorde de 7.6 respektive 11 % av de nyregistrerade personbilarna. Vi redovisar ett scenario med antagandet att denna andel kommer att öka med en procentenhet per år och således utgöra 24 % av de nya bilarna år 2010 (i Vägverkens analyser ligger dieselbilarna på andelen som anges i den senaste observationen vilket är 11.4 %). Den specifika bränsleförbrukningen är lägre än för bensindrivna personbilar, se Tabell 4, men beträffande CO₂-innehållet skall en uppräknig göras med faktorn 2.61/2.36¹. Med det ovan beskrivna hänsynstagandet till ACEA-värdet så kommer andelen dieseldrivna personbilar att ingå i bestämningen av bränsleeffektiviseringens utveckling (β_F -serien) mot 140 g/fkm år 2008.

¹ Enligt uppgift från Håkan Johansson, Vägverket motsvarar kolinnehållet i dieselbränsle av miljöklass 1 mellan 2.54 och 2.59 kg CO₂-utsläpp.



Figur 3 Jämförelser mellan bensinleveranser och modellberäknad bensinförbrukning.

En långsiktig bensinpriselastisitet i intervallet -0.7 till -0.9 har identifierats i ett stort antal internationella studier [Goodwin , 1992]. Enligt Espey [1998] är medianen i ett stort antal studier – 0.43. Elastisitetstalen avseende förändringar i bensinpriset har därför indelats i två alternativ:

E-Alt. 1: Bensinpriselastisiteten är -0.8.

E-Alt. 2: Bensinpriselastisiteten är -0.4.

I **referensalternativet** utgår vi ifrån att den spontana utvecklingen av den specifika bränsleutvecklingen stannar på 1998 års nivå (svarande mot $\beta_t = 1$ för alla $t = 1999, \dots, 2010$). Autonoma tekniska förbättringar tas ut i form av högre prestanda och komfort

I **ACEA-alternativet** (EU-bilindustriöverenskommelsen) utgår vi ifrån att den specifika bränsleutvecklingen i princip sker enligt β_t -kolumnen (eller bättre om ekonomiska styrmedel implicerar detta). Vid genomförande av analyserna beräknas β_t på ett sådant sätt att det för den aktuella mixen av nya bensin- och dieseldrivna personbilar år 2008 blir ett genomsnitt på 140 g CO₂ per fordonskm.

För båda dessa fall presenteras resultat såväl *utan* som *med* styrning (prisstyrning och/eller reglering). Detta anges med *EJ styr* respektive *Styr* i resultatredovisningarna. Med *EJ styr* i ACEA-fallet avses att avtalet är det enda som påverkar resultatet.

Vi kommer att bestämma vilka CO₂-avgifter som behövs med elasticitetsvärden enligt E-Alt. 1 respektive 2 för att till år 2010 reducera CO₂-utsläppen från transportsektorn till 1990 års nivå, samt till 104, 98 respektive 92 % av 1990 års nivå som ett antal alternativa scenarier.

Tabell 4. Förbrukningsdata och andelsdata för dieseldrivna personbilar.

År	Land [dm ³ /km]	Tätort [dm ³ /km]	Andel dieselbilar bland nya fordon [%]
2010	0.055	0.07	24
2009	0.055	0.07	23
2008	0.055	0.07	22
2007	0.055	0.07	21
2006	0.055	0.07	20
2005	0.055	0.07	19
2004	0.055	0.07	18
2003	0.055	0.07	17
2002	0.055	0.07	16
2001	0.055	0.07	15
2000	0.055	0.07	14
1999	0.055	0.07	13
1998	0.055	0.07	12
1997	0.055	0.07	7.6
1996	0.055	0.071	5
1995	0.055	0.073	2.8
1994	0.055	0.074	3.2
1993	0.056	0.076	3.1
1992	0.056	0.077	0.8
1991	0.056	0.078	0.9
1990	0.056	0.08	0.6
1989	0.057	0.081	0.6
1988	0.057	0.082	0.9
1987	0.058	0.082	1.3
1986	0.058	0.083	1.3
1985	0.058	0.083	2.2
1984	0.058	0.083	4.1
1983	0.058	0.083	5.4
1982	0.058	0.083	6.2
1981	0.058	0.083	6.7
1980	0.058	0.083	7.2
1979	0.058	0.083	6.5
1978	0.058	0.083	4.1
1977	0.058	0.083	3.7
1976	0.058	0.083	4.4
1975	0.058	0.083	4
1974	0.058	0.083	4
1973	0.058	0.083	4
1972	0.058	0.083	4
1971	0.058	0.083	4

2.1 Indata för övriga transportsektorn

Utöver de detaljerade förutsättningarna för personbilarna enligt föregående avsnitt, tillkommer a övriga bensindrivna fordon (mc och lätt lastbil) samt dieselfordon inkluderas på ett schablonartat sätt med indata enligt Tabell 5 och Tabell 6. Övriga delar av transportsektorn inkluderas enligt förutsättningarna i Tabell 7. I den kommande analysen antar vi att påverkan på de övriga bensindrivna fordonen blir densamma som för personbilarna, medan den tekniska utvecklingen och användningen av de tunga, kommersiella fordonen samt övriga sektorer påverkas enligt en priselasticitet på -0.2 (vilket skall ses som en grov approximation av en långsiktig priselasticitet på ner till -0.4 som är medianen i Espey's [1998] sammanställning). På drygt 10 års sikt hinner inte teknikutvecklingen slå igenom fullt ut, utan det sker först i samband med att ny teknik införs i transportmedlen och att dessa förnyas hos transportföretagen). Det finns en potential till reducerat trafikarbete genom en ökning av beläggningsgraderna och lastfaktorerna inom dessa transportslag, även om de ökande volymerna sannolikt kommer att verka åt motsatt håll. Den möjliga effektiviseringen som kvarstår blir att nyttja ny teknik som minskar de fossilbaserade CO_2 -utsläppen. Därför är det mycket som talar för att -0.2 är en optimistisk skattning, och att den som realiserar under det kommande decennie snarare ligger under denna nivå än tvärtom.

Alla förbrukningsdata räknas om till bensinekvivalenter i CO_2 -hänseende, d v s 1 liter diesel blir 2.61/2.36 bensinekvivalenter för att spegla CO_2 -innehållet. För denna del av analysen har vi uppdaterat priserna enligt SCB:s årsbok för 1997 vilket ger 8.20 kr/l bensin respektive 6.65 kr/l dieselpriset (för samtliga transportsektorer).

Tabell 5. Trafikarbete och specifik örbrukning för övriga fordonskategorier (vi räknar med diesel som drivmedel för alla tunga fordon och, något förenklat, med bensin för alla lätta lastbilar).

	Trafikarbete: Miljoner fordonskm						Specifik förbrukning: L/km					
	MC bensin	Llb bensin	Tu lb < 7 ton	Tu lb 7 - 16 ton	Tu lb 16 ton <	Bussar	MC bensin	Llb bensin	Tu lb < 7 ton	Tu lb 7 - 16 ton	Tu lb 16 ton <	Bussar
1990	445	4077	1262	467	2420	1023	0.0520	0.1135	0.1705	0.2695	0.3760	0.3776
1991	456	4103	1232	479	2519	1062	0.0520	0.1127	0.1696	0.2673	0.3733	0.3745
1992	481	4141	1220	470	2513	1105	0.0520	0.1119	0.1686	0.2651	0.3706	0.3714
1993	500	3651	1067	526	2857	1071	0.0520	0.1112	0.1677	0.2629	0.3679	0.3683
1994	519	3930	1159	467	2579	1061	0.0520	0.1104	0.1668	0.2606	0.3651	0.3653
1995	532	3911	1181	475	2680	1072	0.0520	0.1097	0.1659	0.2584	0.3624	0.3622
1996	546	3740	1195	495	2832	1077	0.0520	0.1089	0.1649	0.2562	0.3597	0.3591
1997	569	3611	1355	503	2920	1095	0.0520	0.1082	0.1640	0.2540	0.3570	0.3560
1998	604	3611	1360	506	2955	1100	0.0520	0.1082	0.1640	0.2540	0.3570	0.3560
1999	627	3755	1363	508	2986	1103	0.0520	0.1082	0.1640	0.2540	0.3570	0.3560
2000	650	3899	1367	511	3017	1107	0.0520	0.1082	0.1640	0.2540	0.3570	0.3560
2001	673	4043	1370	513	3048	1110	0.0520	0.1082	0.1640	0.2540	0.3570	0.3560
2002	696	4187	1373	516	3079	1113	0.0520	0.1082	0.1640	0.2540	0.3570	0.3560
2003	719	4331	1377	518	3110	1117	0.0520	0.1082	0.1640	0.2540	0.3570	0.3560
2004	742	4475	1380	520	3140	1120	0.0520	0.1082	0.1640	0.2540	0.3570	0.3560
2005	765	4620	1383	523	3171	1123	0.0520	0.1082	0.1640	0.2540	0.3570	0.3560
2006	788	4764	1386	525	3202	1127	0.0520	0.1082	0.1640	0.2540	0.3570	0.3560
2007	811	4908	1390	527	3233	1130	0.0520	0.1082	0.1640	0.2540	0.3570	0.3560
2008	834	5052	1393	530	3264	1133	0.0520	0.1082	0.1640	0.2540	0.3570	0.3560
2009	857	5196	1396	532	3295	1137	0.0520	0.1082	0.1640	0.2540	0.3570	0.3560
2010	880	5340	1400	534	3326	1140	0.0520	0.1082	0.1640	0.2540	0.3570	0.3560

Tabell 6. Resulteraende bränsleförbrukning och trafikarbete för bensin- respektive dieseldrivna fordon.

	MC+Llb	Lb+Buss	MC+Llb	Lb+Buss
	Bensin	Diesel	Bensin	Diesel
	[milj m3]	[milj m3]	[mrd fkm]	[mrd fkm]
1990	0.4857	1.6370	4.5223	5.1713
1991	0.4861	1.6754	4.5586	5.2933
1992	0.4886	1.6718	4.6227	5.3075
1993	0.4319	1.7627	4.1505	5.5213
1994	0.4610	1.6443	4.4492	5.2658
1995	0.4567	1.6780	4.4431	5.4073
1996	0.4358	1.7295	4.2858	5.5995
1997	0.4202	1.7823	4.1799	5.8733
1998	0.4220	1.7981	4.2149	5.9211
1999	0.4388	1.8115	4.3820	5.9610
2000	0.4556	1.8248	4.5491	6.0009
2001	0.4724	1.8382	4.7162	6.0408
2002	0.4892	1.8516	4.8833	6.0807
2003	0.5060	1.8649	5.0503	6.1207
2004	0.5227	1.8783	5.2174	6.1606
2005	0.5395	1.8917	5.3845	6.2005
2006	0.5563	1.9050	5.5516	6.2404
2007	0.5731	1.9184	5.7187	6.2803
2008	0.5899	1.9318	5.8858	6.3202
2009	0.6067	1.9451	6.0529	6.3601
2010	0.6234	1.9585	6.2200	6.4000

Tabell 7. Dataunderlag från SIKAs lägesanalys avseende den icke-vägbundna transportsektorn.

	Bensinekv			CO2		
	Sjöfart	Flygfart	Spårtrafik	Sjöfart	Flygfart	Spårtrafik
	[milj m3]	[milj m3]	[milj m3]	[milj ton]	[milj ton]	[milj ton]
1990	1.1864	0.6780	0.0424	2.8	1.6	0.1
1991	1.2203	0.6610	0.0424	2.88	1.560	0.100
1992	1.2542	0.6441	0.0424	2.96	1.520	0.100
1993	1.2881	0.6271	0.0424	3.04	1.480	0.100
1994	1.3220	0.6102	0.0424	3.12	1.440	0.100
1995	1.3559	0.5932	0.0424	3.2	1.4	0.1
1996	1.3701	0.6215	0.0424	3.23	1.47	0.10
1997	1.3842	0.6497	0.0424	3.27	1.53	0.10
1998	1.3983	0.6780	0.0424	3.3	1.6	0.1
1999	1.4044	0.6901	0.0484	3.31	1.63	0.114
2000	1.4104	0.7022	0.0545	3.33	1.66	0.129
2001	1.4165	0.7143	0.0605	3.34	1.69	0.143
2002	1.4225	0.7264	0.0666	3.36	1.71	0.157
2003	1.4286	0.7385	0.0726	3.37	1.74	0.171
2004	1.4346	0.7506	0.0787	3.39	1.77	0.186
2005	1.4407	0.7627	0.0847	3.4	1.8	0.2
2006	1.4831	0.7881	0.0847	3.50	1.86	0.20
2007	1.5254	0.8136	0.0847	3.60	1.92	0.20
2008	1.5678	0.8390	0.0847	3.70	1.98	0.20
2009	1.6102	0.8644	0.0847	3.80	2.04	0.20
2010	1.6525	0.8898	0.0847	3.9	2.1	0.2

3. Ekonomisk modell

Internationella europeiska studier, se Goodwin [1992], anger att den långsiktiga bensinpris elasticiteten ligger i intervallet -0.7 till -0.9. Motsvarande elasticitet för körsträcka är c_a -0.3. Espe [1998] har gjort en metaanalys² av studier kring bränsleefterfrågans priselasticitet och redovisar för den långsiktiga bränslepriselasticiteten en median på -0.43 och ett genomsnitt på -0.58. Dessa bränslepriselasticitetsvärden för bränsle inkluderar implicit inkomsteffekter m , eftersom de redovisade, utnyttjade resultaten i åtminstone Goodwin [1992] förefaller inkludera de totala effekterna. Espey [1998] redovisar att effekterna av att inkludera fler variabler som bl a bil innehav och inkomstutveckling för att förklara efterfrågan på bränsle ger lägre värden på bränsle pris-elasticitetsvärdena. En möjlig förklaring till hennes lägre genomsnittliga bränslepriselasticitet på -0.58 kan därför vara att modeller som explicit inkluderar inkomsteffekter m ingår i hennes studerade material. I en studie av Sandström [1998] analyseras drivmedelsefterfrågan och olika elasticiteter utförligare. De bästa skattningarna av den långsiktiga bensinpriselasticiteten bedöms där vara -0.7, medan körsträckeelasticiteten bedöms vara -0.3.

Med en antagen konstant bensinpriselasticitet e_B , ändras bensinförbrukningen långsiktigt från volymen V_B vid priset p_B till volymen

$$V_t = V_B (p_t/p_B)^{e_B} \quad (3.1)$$

vid priset p_t som gäller i period t .

Vi har därför valt att studera ett basfall med elasticitetsvärdena -0.8 respektive -0.4 för personbilar (och övriga lätta vägfordon). Övriga delar av transportsektorn antas ha en bränslepriselasticitet på -0.2, se kapitel 2.1.

En policy studeras (Policy 1), nämligen en prisstyrning med en höjning av CO₂-avgiften från och med år 2000 i ett steg. Inom ramen för detta utvecklas det generella sambandet i ekvation (3.1) till en modell med tre ingående komponenter samt effekter av en reglering avseende nya bilar specifik förbrukning enligt kapitel 3.1.

3.1 Modell med tre elasticitetskomponenter

Införande av reglering, användning av informationskampanjer och höjda CO₂-avgifter väntas leda till 3 effekter:

1. Förändrad årlig körsträcka. Andel av elasticiteten: $\frac{1}{4}$. Inverkan: Hela bilparken.
2. Ett ändrat körbeteende som vi benämner "Eco-driving"³, i vilken ingår mjuk körning, körning med lägre hastigheter, användning av motorvärmare, regelbundet bilunderhåll, rätt lufttryck i däck, användning av utrustning som ger extra luftmotstånd undviks etc. Andel av elasticiteten: $\frac{1}{4}$. Inverkan: Hela bilparken.
3. Minskad specifik förbrukning för nya bilar i fordonsparken. Andel av elasticiteten: $\frac{1}{2}$. Inverkan: Nya bilar.

² Något förenklat innebär detta att resultatet från ett stort antal tidigare studier systematiskt jämförs. I en ekonometrisk analys söks förklaringar till skillnader mellan skattningar av elasticiteter på grundval av studiernas utformning, ingående variabler, använda data etc.

³ Begreppet Eco-driving förefaller i allt väsentligt innehålla den typ av förändringar som ingår i ett utbildningskoncept, EcoDriving, som STR med stöd av Vägverket och Energimyndigheten lanserar.

Den totala elasticiteten, e_B , delas alltså upp i de tre delarna:

$$e_B = e_S + e_{ECO} + e_E$$

där

$$e_S = \text{Körsträckeelasticite} \quad [-0.2, -0.1]$$

$$e_{ECO} = \text{ECO-driving elasticitet} \quad [-0.2, -0.1]$$

$$e_E = \text{Bränsle-effektivitetselasticitet} \quad [-0.4, -0.2]$$

Den resulterande effekten för olika årsmodeller t , $E_t(Tot)$ i ekvation (3.4), utgör den mult plikativa justering per årsmodell som väntas bli effekten av styrningen. De ursprungliga emissionsvärdena (enligt beskrivningen i kapitel 2) multipliceras alltså med dessa faktorer. Effekten avseende övriga lätta vägfordon förväntas bli samma som för personbilarna.

Effekt 1: Sträcka (Alla personbilar):

Produkten av förändringen i specifik förbrukning och bränslepris anger hur den rörliga kostnaden för bilkörningen påverkas i förhållande till baspriset. Denna relation påverkar körsträckan med en faktor E_{t1} enligt ($\beta_t = 1$ för bilar av årsmodell fram till 1998 och för alla årsmodeller i fall utan reglering):

$$E_{t1} = (\beta_t p_T / p_B)^{e_S} \quad (3.2)$$

Effekt 2: Eco (Alla personbilar):

Eco-driving effekten antas få en storlek som beror på den relativa prisutvecklingen på bränsle so anges av faktorn E_{t2} (möjligen skulle man istället välja en inverkan som reduceras beroende på bränsleeffektiviseringar som följer av den tekniska utvecklingen i analogi med ekvation (3.2)):

$$E_{t2} = (p_T / p_B)^{e_{ECO}} \quad (3.3)$$

Effekt 3: Effektivitet (Alla nya personbilar år 2000-2010):

Förbrukningen påverkas av såväl förändrade körsträckor som val av fordon med lägre specifik förbrukning (vid inköp). Med en ändrad prisnivå i ett steg blir det förväntade priset p_{2000} därför att $p_t = p_{2000}$ för alla $t \geq 2000$. I fallet med prisstyrning är $\beta_t = 1$ för alla t vilket ger $E_{t3} = 1$. När den specifika förbrukningen sänks via en reglering, antas det lägsta av värdena för regleringseffekten och prisstyrningseffekten bestämma faktorn E_{t3} .

$$E_{t3} = \min \left\{ \beta_t, [(p_t + p_{2000}) / (2p_B)]^{e_E} \right\} \quad (3.4)$$

För 1999 räknar vi med att förväntade insatser av styrmedel får samma effekt som en infasning av en prispolitik med successivt ökande bensinpriser. Vi antar därför att den rationelle bilköparen väger in ett förväntat bensinpris som är medelvärdet av priset under år t och det förväntade priset för om år 2000 (Policy 1 motsvarar en engångshöjning från och med år 2000), d v s $(p_t + p_{2000}) / 2$.

Total effekt (Alla personbilar):

Effekten på bränslekonsumtion per årsmodell bestäms alltså av faktorerna:

$$E_t(Tot) = E_{t1} \cdot E_{t2} \cdot E_{t3} \quad (3.4)$$

Om en kraftig prishöjning övervägs kan effekten enligt ekvation (3.4) i kombinationen reglering och prisstyrning ge ett sämre utfall än det rena prisstyrningsfallet. Anledningen är att prisstyrningen ger lägre specifik förbrukning i den nya personbilsparken (genom val av de existerande bränslesnåla bilmodellerna), medan körsträckeelasticiteten i ekvation (3.2) inte minskar körsträckan lika mycket som i prisstyrningsfallet. I förekommande fall låter vi därför det bästa av dessa två gälla i kombinationen reglering och prisstyrning, d v s

$$E_t(Tot) = \min\{E_t(Tot), E_{t1}(\beta_t=1) \cdot E_{t2} \cdot E_{t3}(\beta_t=1)\} \quad (3.5)$$

Observera att i denna modell erhålls en resulterande specifik förbrukning som avviker från den gängse med Eco-driving faktor E_{t2} . Faktorn är gemensam för alla årsmodeller.

3.2 Användning av elasticitetsmodellen

Denna studie avser målåret $T = 2010$. Använda elasticitetsvärden m m sammanfattas nedan.

Bränslepriselasticitet	$e_B = -0.8$	(respektive -0.4)
Körsträckeelasticite	$e_{ECO} = -0.2$	(respektive -0.1)
ECO-drivingelasticitet	$e_S = -0.2$	(respektive -0.1)
Bensinpris "basåret" 1998 [kr/l]	$p_B = 8.20$	
Dieselpri s "basåret" 1998 [kr/l]	$p_B = 6.65$	
Framtida bensinpris [kr/l] år t	p_t	$t = 2000, \dots, T$

Några uppgifter per fordonskategori och period som nyttjas är:

Prognostiserad körsträcka med bilar av årsmode t : S_t^{prog}

Reviderad körsträcka med bilar av årsmode t : S_t

Prognostiserad bensinförbrukning med bilar av årsmodell t : B_t^{prog}

Reviderad bensinförbrukning med bilar av årsmodell t : B_t

Förändringar av såväl prognostiserad körsträcka som bränsleeffektivitet, antas förändra effekten av kallstarter i direkt proportion till förändringarnas storlek, d v s genom en multiplikation av kallstartbidraget per årsmodell t med $E_t(Tot)$, se ekvation (3.5).

Körsträckeeffekt (Alla personbilar):

Prognostiserad körsträcka med bilar av årsmode t beräknas enligt:

$$S_t = E_{t1} \cdot S_t^{prog} \quad (3.6)$$

Bränsleförbrukningseffekt (Alla personbilar):

Prognostiserad bensinförbrukning med bilar av årsmodell t beräknas enligt:

$$B_t = E_t(Tot) \cdot B_t^{prog} \quad (3.7)$$

4. Resultat

Med förutsättningar enligt de tidigare kapitlen erhålls beräknade CO₂-utsläpp från olika transportslag enligt Tabell 8.

Tabell 8. Utgångsläge avseende bränsleförbrukning 1990, 1998 respektive 2010 [Mm³ bensin].

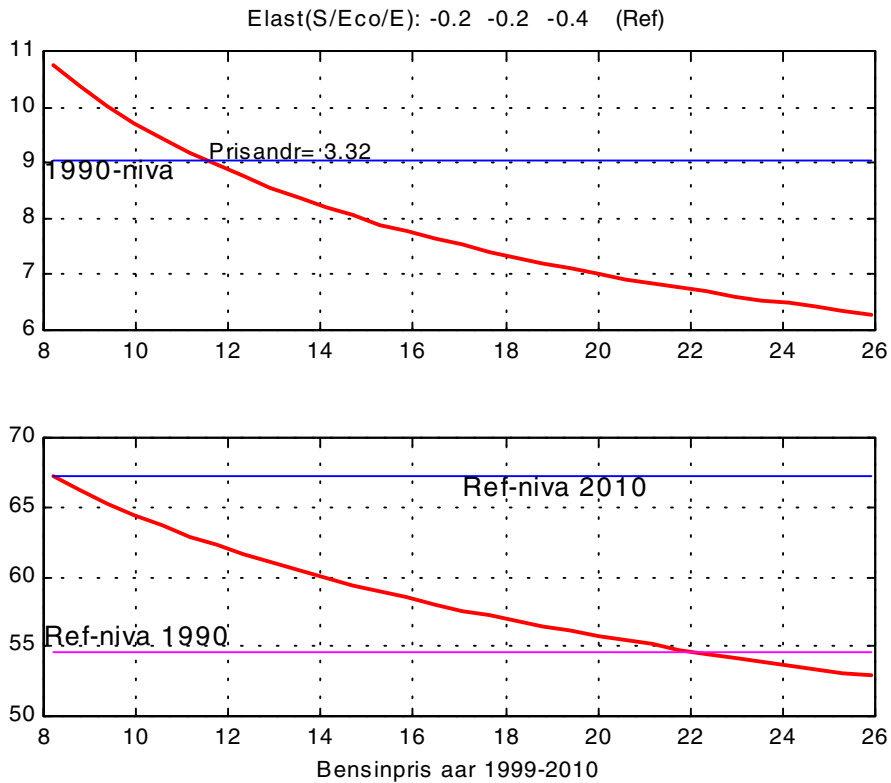
		Pb, bensin	Pb, diesel	Övrig väg	Sjö	Flyg	Spår	Summa: Total resp Vägtrafik
1990	Mton CO₂	11.0	0.4	5.4	2.8	1.6	0.1	21.3
	Andel [%]	51.5	2.0	25.4	13.1	7.5	0.5	16.8
1998	Mton CO₂	11.1	0.5	5.7	3.3	1.6	0.1	22.3
	Andel [%]	49.7	2.2	25.6	14.8	7.2	0.4	17.3
Utan ACEA-överenskommelsen (EJ Styr)								
2010	Mton CO₂	10.2	2.4	6.6	3.9	2.1	0.2	25.4
	Andel [%]	40.2	9.5	25.9	15.4	8.3	0.8	19.2
Med ACEA-överenskommelsen, bensinpriselasticitet = -0.8 (EJ Styr)								
2010	Mton CO₂	9.3	2.1	6.6	3.9	2.1	0.2	24.2
	Andel [%]	38.5	8.7	27.2	16.1	8.7	0.8	18.0
Med ACEA-överenskommelsen, bensinpriselasticitet = -0.4 (EJ Styr)								
2010	Mton CO₂	9.2	2.1	6.6	3.9	2.1	0.2	24.1
	Andel [%]	38.3	8.6	27.3	16.2	8.7	0.8	17.9

4.1 Referensalternativet

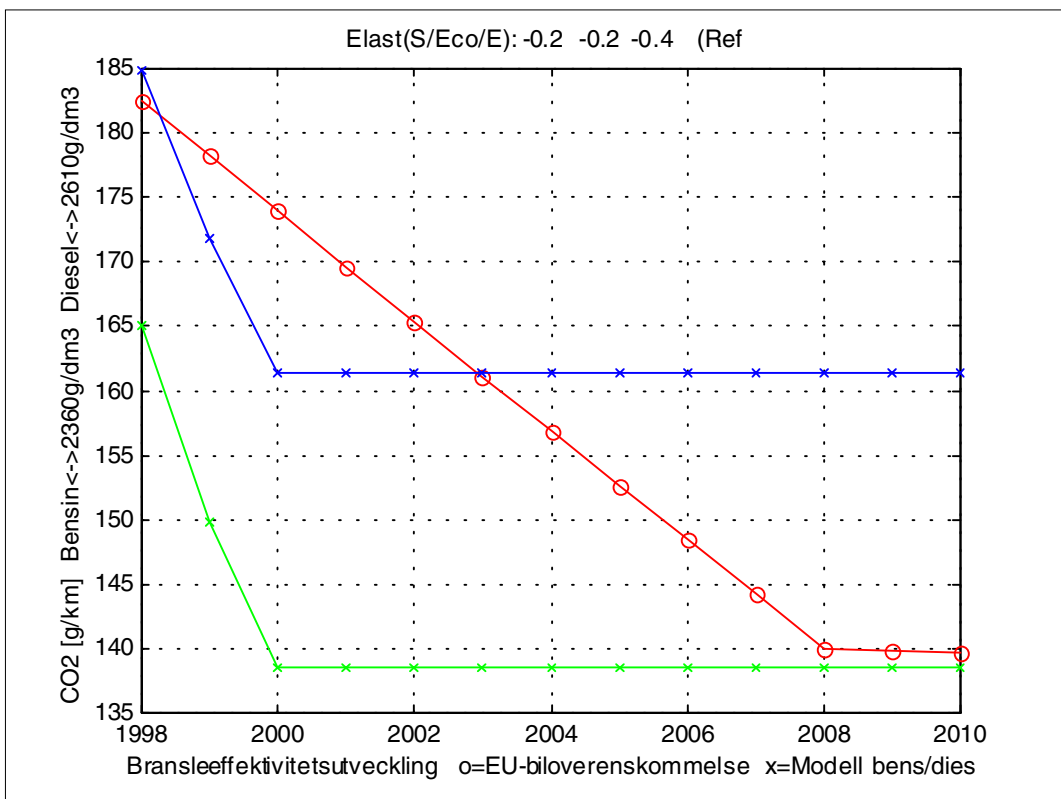
I **referensalternativet** utgår vi ifrån att den spontana utvecklingen av den specifika bränsleutvecklingen stannar på 1998 års nivå (svarande mot $\beta_t = 1$ för alla $t = 1999, \dots, 2010$). De specifika förbrukningarna för landsbygd respektive tätort räknas då upp med $1/\beta_t$. Analysen görs med beräkningsförutsättningar enligt ekvationerna (3.2) – (3.7), med en uppdelning på bensin- respektive dieseldrivna personbilar. Av resultaten i Figur 5 och Figur 7 framgår att den specifika bränsleutvecklingen sker i två steg från och med år 1999 enligt vår modell (ett litet steg år 1999 följt av resten år 2000 och framåt). Som väntat ligger nivån mellan nulägesnivån och den överenskomna målnivån (EU – bilindustrin), utom för dieslbilar som under vissa omständigheter underskrider målnivån.

E-Alt. 1: Bensinpriselasticiteten är -0.8, ECO-drivingelasticiteten är -0.2 och körsträckeelasticiteten är -0.2. Resultatet i Figur 4 ger att det krävs ett bensinpris från och med år 2000 på 11.52 SEK (jämfört med $p_B = 8.20$ SEK), dvs en prisändring på c:a 3.32 SEK.

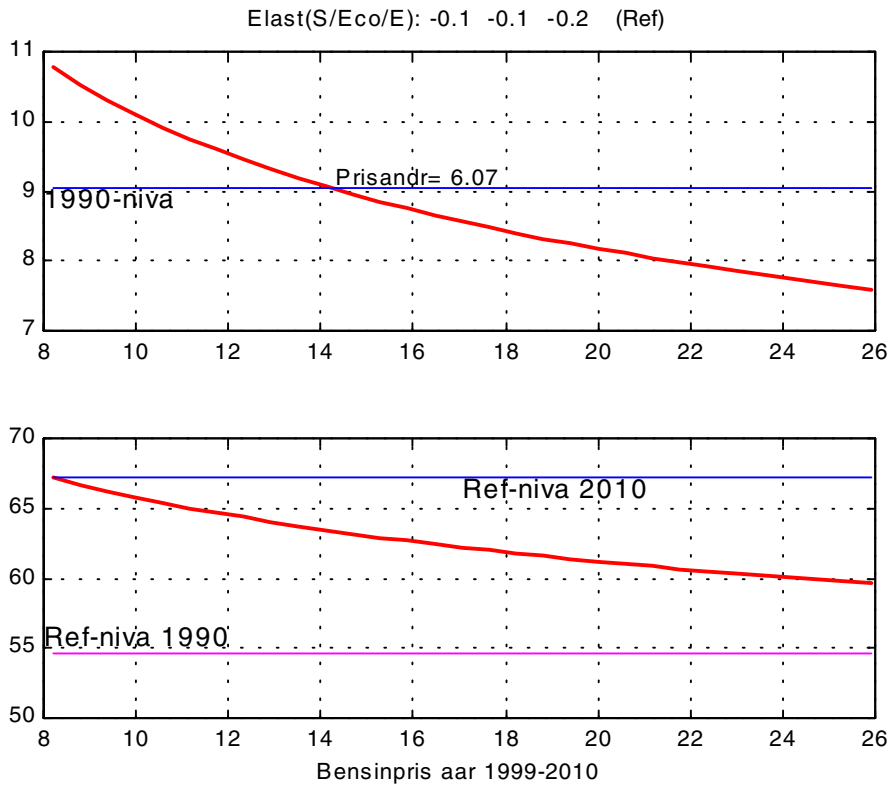
E-Alt. 2: Bensinpriselasticiteten är -0.4, ECO-drivingelasticiteten är -0.1 och körsträckeelasticiteten är -0.1. Resultatet i Figur 6 ger att det krävs ett bensinpris från och med år 2000 på 14.27 SEK (jämfört med $p_B = 8.20$ SEK), dvs en prisändring på c:a 6.07 SEK.



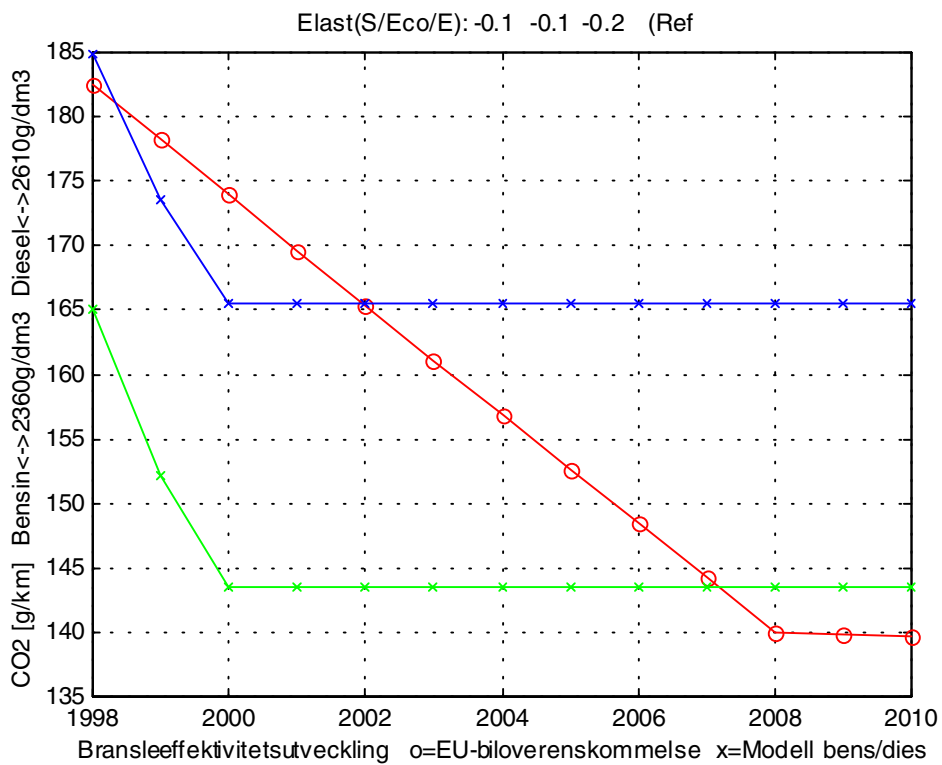
Figur 4 Resultat med bensinpriselasticiteten -0.8 och körsträckeelasticiteten -0.2 (ref-alt).



Figur 5 Beräknad bränsleeffektivitetsutveckling jämfört med överenskommelsen (övre x-kurva = bensinbil, undre x-kurva = diesebil)



Figur 6 Resultat med bensinpriselasticiteten -0.4 och körsträckeelasticiteten -0.1 (ref-alt).



Figur 7 Beräknad bränsleeffektivitetsutveckling jämfört med överenskommelsen (övre x-kurva = bensinbil, undre x-kurva = dieselbil).

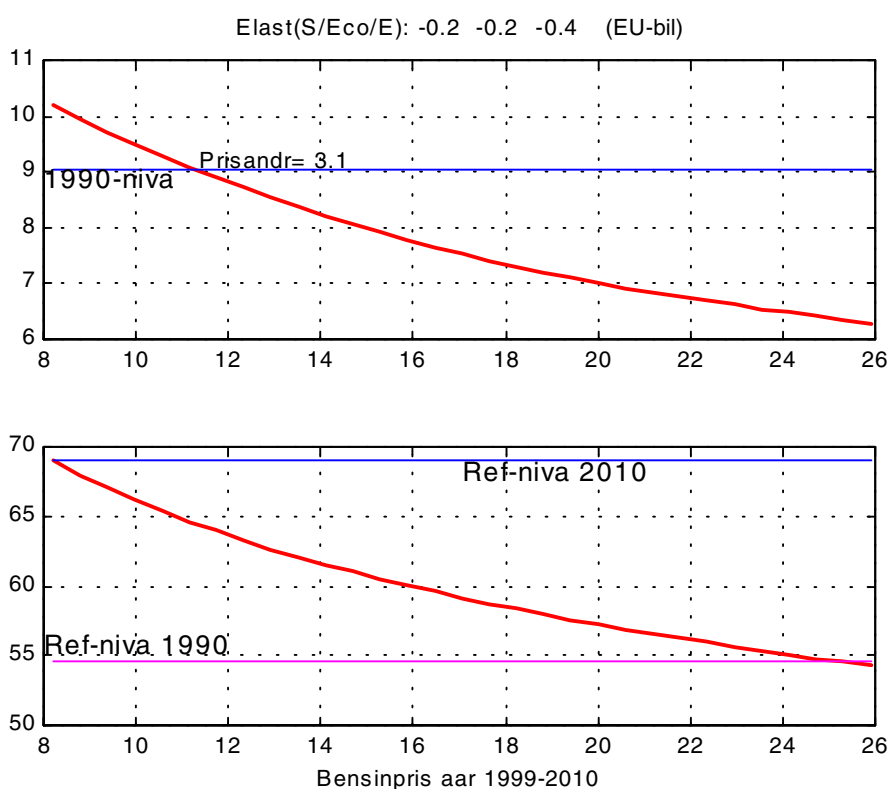
4.2 ACEA-alternativet

I **ACEA-alternativet** utgår vi ifrån att den specifika bränsleu vecklingen sker enligt β_t –kolumnen i

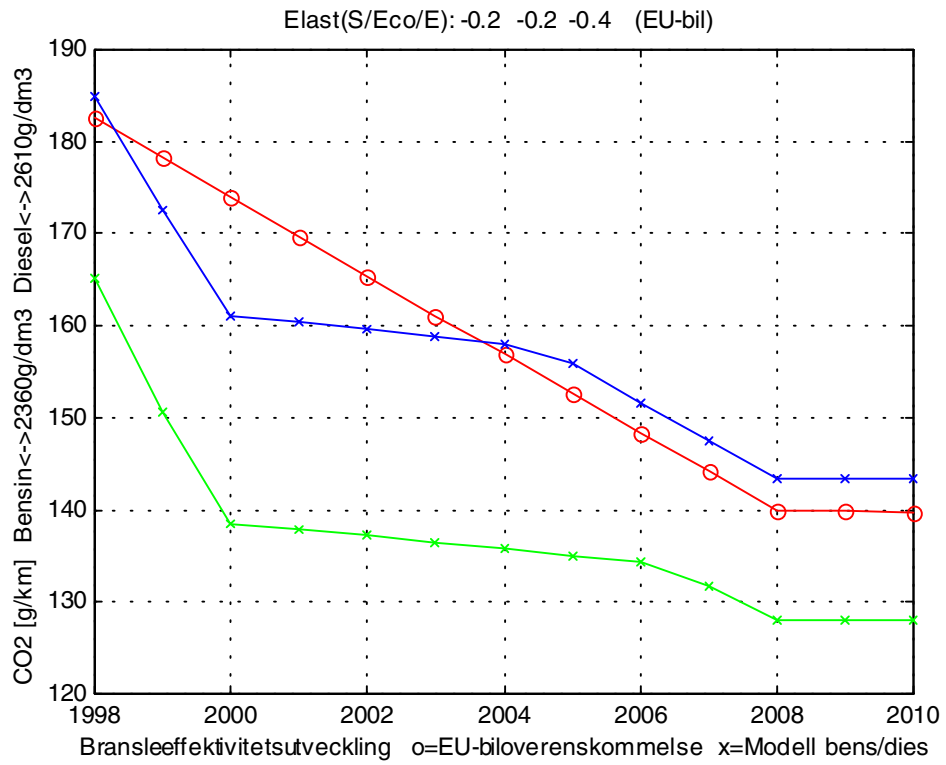
(eller bättre om ekonomiska styrmedel implicerar detta).

E-Alt. 1: Bensinpriselasticiteten är -0.8, ECO-drivingelasticiteten är -0.2 och körsträckeelasticiteten är -0.2. Resultatet i Figur 8 ger att det krävs ett bensinpris från och med år 2000 på 11.30 SEK (jämfört med $p_B = 8.20$ SEK), d v s en prisändring på c:a 3.10 SEK.

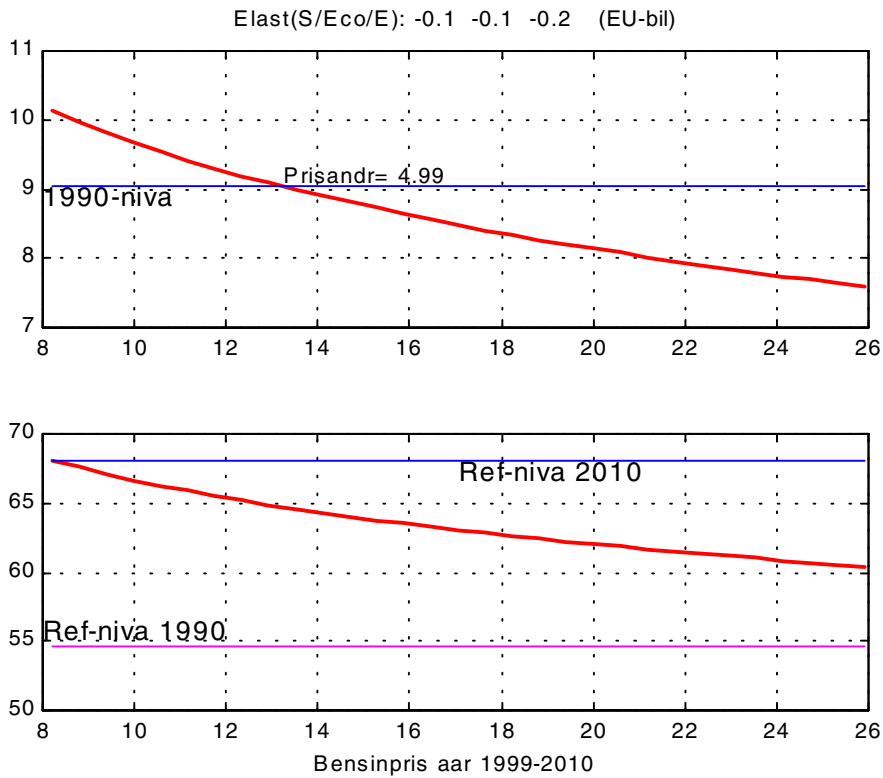
E-Alt. 2: Bensinpriselasticiteten är -0.4, ECO-drivingelasticiteten är -0.1 och körsträckeelasticiteten är -0.1. Resultatet i Figur 10 ger att det krävs ett bensinpris från och med år 2000 på 13.19 SEK (jämfört med $p_B = 8.20$ SEK), d v s en prisändring på c:a 4.99 SEK.



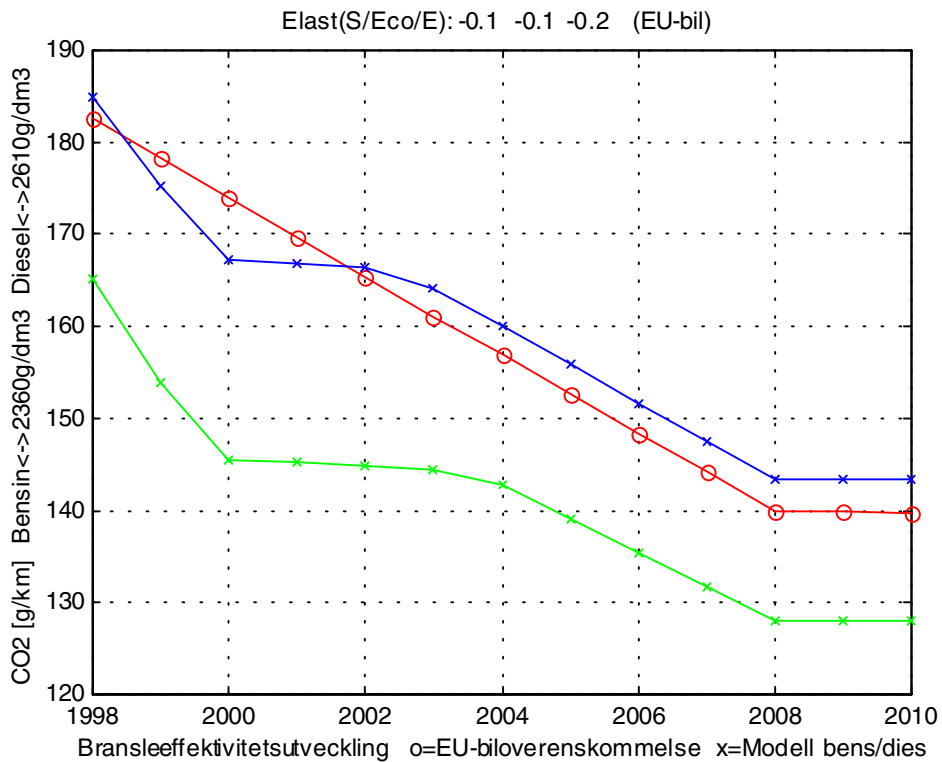
Figur 8 Resultat med bensinpriselasticiteten -0.8 och körsträckeelasticiteten -0.2 (EU-bil-alt).



Figur 9 Beräknad bränsleeffektivitetsutveckling jämfört med överenskommelsen (övre x-kurva = bensinbil, undre x-kurva = dieselbil).



Figur 10 Resultat med bensinpriselasticiteten -0.4 och körsträckeelasticiteten -0.1 (EU-bil-alt).



Figur 11 Beräknad bränsleeffektivitetsutveckling jämfört med överenskommelsen (övre x-kurva = bensinbil, undre x-kurva = diesebil).

En sammanfattning av de redovisade figurerna, Figur 4 - Figur 11, med tillägg av effekterna inom den övriga transportsektorn presenteras i Tabell 9. Att det krävs ett högre pris i fallet med lägre elasticitet beror helt enkelt på den svagare reaktionen på styrningsinsatserna. I ACEA-fallen krävs, förutom industrins ansträngningar för att ta fram effektivare drivkällor, mindre styrningsinsatser. Delvis förklaras styrningsbehovet av att körsträckan ökar i regleringsalternativet genom den s k rebound-effekten (lägre specifik förbrukning ger minskad rörlig kostnad vilket ökar körsträckan enligt modellerna i kapitel 3, speciellt ekvation (3.2)).

Med radrubriken **Utgångsläge år 2010** avses initialläget enligt prognosen med 1998 års CO₂-avgift. Effekter på körsträckan av en bättre bränsleekonomi enligt ACEA ingår (rebound-effekten).

Tabell 9 Resultat för stabilisering till 1990 års CO₂-utsläppsnivå för hela transportsektorn ($e_s = e_B/4$, $e_{ECO} = e_B/4$ och $e_E = e_B/2$).

Policy 1-krav för att stabilisera CO ₂ -utsläppen från transportsektorn avseende:	Hög elasticitet ($e_B = -0.8$)		Låg elasticitet ($e_B = -0.4$)	
	Referensalternativet, Styr	ACEA-alternativet, Styr	Referensalternativet, Styr	ACEA-alternativet, Styr
Bensinpris	11.52	11.30	14.27	13.19
Bensinprisändring	3.32	3.10	6.07	4.99
CO ₂ -avgift (inklusive dagens 0.38 SEK/kg) (moms på 25 % är borträknad)	1.50	1.43	2.44	2.07
Höjning av CO ₂ -avgift [SEK/kg] (moms på 25 % är borträknad)	1.12	1.05	2.06	1.69
Utgångsläge år 2010: Bensinekv tot [milj m ³]	10.76	10.20	10.76	10.13
Fkm pb [mdr km]	67.19	68.98	67.19	68.07
Värde år 1990: Bensinekv tot [milj m ³]	9.04	9.04	9.04	9.04
Slutläge år 2010: Fkm pb [mdr km]	62.51	64.44	63.37	64.74
Specifik förbrukning relativt 1998	0.87	0.78	0.90	0.78
Specifik bensinförbrukning [L/100km]	6.68	5.93	6.85	5.93
Specifika CO ₂ -utsläpp [g/km]	158	140	162	140
Årlig minskning av specifik förbrukning [%]:	1.12	2.10	0.92	2.10
Minskning av CO ₂ -utsläppen [Mton]:	4.06	2.72	4.06	2.57

Den totala CO₂-utsläppsnivån sänks från utgångsläget år 2010 (25.4 Mton i referensfallet utan styrning respektive 24.1-24.2 Mton i ACEA-fallet utan styrning till målnivån 21.3 Mton (9.04 Mm³) som gällde 1990 enligt de redovisade förutsättningarna. Anpassningen sker dels genom en anpassad körsträcka och ett förändrat körsätt (Eco-driving), dels genom att nya fordon är bränsleeffektivare (egenskapen prioriteras vid köp av nya fordon). Eftersom prisstyrningen i referensfallet representerar den kostnadseffektivaste lösningen enligt ekonomisk teori, så bli marginalkostnaden i huvudfallet 1.50 SEK. Marginalkostnaden bestäms av CO₂-avgiften när bränslepriselasticiteten är -0.8 i referensfallet med styrning, och det är en undre gräns för att nå

1990 års CO₂-nivå år 2010. Motsvarande slutsatser kan inte dras i ACEA-alternativet ty där ingår en anpassning hos industrin som inte fångas upp enbart av en förändrad efterfrågan på bränsle, utan där uppstår utvecklings- och anpassningskostnader som i slutledet betalas av konsumenterna via dyrare bilar. Dessa kostnader avspeglas *inte* av efterfrågekurvorna för bränsle.

Orsaken till den relativt lilla skillnaden mellan marginalkostnaden 1.50 SEK i referensfallet med styrning jämfört med 1.43 SEK i ACEA-fallet med styrning är dels att hälften av CO₂-utsläppen avser andra transportslag än personbilar, dels att det krävs kraftfulla insatser av ekonomiska styrmedel för att motverka rebound-effekten och att driva på utvecklingen under inledningen av det nya millenniet. Jämförs bränsleförbrukningsprofilerna Figur 5 med de Figur 9 framgår det att en reduktion utöver den antagna, linjära utvecklingen krävs och den åstadkoms med en CO₂-avgift på praktiskt taget samma nivå som i referensfallet med styrning.

För att få en uppfattning om resultatet för hela personbilsparken med dessa grundalternativ presenteras några grunddata och resultat i Tabell 10 - Tabell 12. Vi noterar vid en analys av fordonsparkens åldersstruktur att trenden under 1990-talet pekar mot en ökande andel bilar som är 20 år eller äldre, se observationer avseende utskrotning Figur 1 och Tabell 3. En snabbare förnyelse av bilparken skulle minska kraven på åtgärder något.

Tabell 10 Initialt trafikarbete år 1998 respektive 2010.

Årtal	Bensinbilar [milj]	Dieslbilar [milj]	Mdr fkm pb B	Mdr fkm pb D	Mdr fkm tot
1998	3.57	0.12	54.73	2.81	57.54
2010	3.62	0.54	52.89	14.29	67.19

Tabell 11 Resulterade trafikarbete år 1998 respektive 2010.

Fall	Årtal	SUMM						
		Mdr fkm B	Mdr fkm D	Mdr fkm	Mm3 B	Mm3 D		
eB = -0.8	Ref	EJ styr	1998	54.73	2.81	57.54	4.69	0.19
		EJ styr	2010	52.89	14.29	67.19	4.33	0.92
		Styr	2010	49.42	13.09	62.51	3.44	0.66
	ACEA	EJ styr	1998	54.73	2.81	57.54	4.69	0.19
		EJ styr	2010	54.19	14.79	68.98	3.95	0.80
		Styr	2010	50.82	13.61	64.44	3.42	0.66
eB = -0.4	Ref	EJ styr	1998	54.73	2.81	57.54	4.69	0.19
		EJ styr	2010	52.89	14.29	67.19	4.33	0.92
		Styr	2010	50.04	13.33	63.37	3.59	0.70
	ACEA	EJ styr	1998	54.73	2.81	57.54	4.69	0.19
		EJ styr	2010	53.53	14.54	68.07	3.91	0.79
		Styr	2010	51.05	13.69	64.73	3.53	0.69

Tabell 12 Resulterade specifik förbrukning för fordonsparken år 1998 respektive 2010, samt för nya bilar år 2010.

Fall	Årtal	Genomsnitt bilparken		Nya bilar 2010							
		Bensin	Diesel	Bensin	Diesel	Bensin	Diesel	Bensin	Diesel		
		inkl kallstart [L/100 km]	inkl kallstart [L/100 km]	inkl kallstart [L/100 km]	inkl kallstart [L/100 km]	kallstart [L/100 km]	kallstart [L/100 km]	inkl kallstart [g/ km]	inkl kallstart [g/km]		
eB = -0.8	Ref	EJ styr	1998	8.57	6.76	8.13	6.44	0.55	0.26	192	168
		EJ styr	2010	8.19	6.44	8.13	6.44	0.55	0.26	192	168
		Styr	2010	6.96	5.02	6.63	4.94	0.45	0.20	156	129
	ACEA	EJ styr	1998	8.57	6.76	6.30	4.99	0.43	0.20	149	130
		EJ styr	2010	7.29	5.44	6.30	4.99	0.43	0.20	149	130
		Styr	2010	6.72	4.85	5.91	4.59	0.40	0.19	139	120
eB = -0.4	Ref	EJ styr	1998	8.57	6.76	8.13	6.44	0.55	0.26	192	168
		EJ styr	2010	8.19	6.44	8.13	6.44	0.55	0.26	192	168
		Styr	2010	7.17	5.28	6.88	5.22	0.47	0.21	162	136
	ACEA	EJ styr	1998	8.57	6.76	6.30	4.99	0.43	0.20	149	130
		EJ styr	2010	7.30	5.44	6.30	4.99	0.43	0.20	149	130
		Styr	2010	6.91	5.06	6.01	4.70	0.41	0.19	142	123

Nedan redovisas effekterna av styrningen uppdelad på de olika transportslagen.

Tabell 13 Resulterade effekter av styrning fördelat på de olika transportsektorerna.

		Fördelning av CO ₂ -utsläppen från transportsektorn år 2010 vid styrning						
		Elasticitet icke pb = -0.2. Enhet: Mton CO ₂						
		Pb Bens	Pb Dies	Övr väg	Sjö	Flyg	Spår	Totalt
eB=-0.8	Ref, Styr	8.12	1.72	5.83	3.57	1.92	0.18	21.34
	ACEA, Styr	8.07	1.72	5.85	3.59	1.93	0.18	21.34
eB=-0.4	Ref, Styr	8.46	1.84	5.65	3.39	1.83	0.17	21.34
	ACEA, Styr	8.33	1.81	5.71	3.46	1.86	0.18	21.34

En känslighetsanalys i form av ett antagande om hälften så stor Eco-driving elasticitet, d v s $e_{ECO} = e_B / 8$ (-0.1 respektive -0.05 i de två fallen), redovisas i Tabell 14. Marginalkostnaden för att stabilisera CO₂-utsläppsnivån i huvudalternativet blir här 1.54 SEK (jämför med 1.50 SEK i Tabell 9). En motsvarande känslighetsanalys med en fördubblad utskrotningstakt för de äldsta bilarna ger en marginalkostnad på 1.47 SEK, se Tabell 15.

Tabell 14 Resultat för stabilisering till 1990 års CO₂-utsläppsnivå för hela transportsektorn ($e_S = e_B/4$, $e_{ECO} = e_B/8$ och $e_E = 5e_B/8$).

Policy 1-krav för att stabilisera CO ₂ -utsläppen från transportsektorn avseende:	Hög elasticitet ($e_B = -0.8$)		Låg elasticitet ($e_B = -0.4$)	
	Referensalternativet, Styr	ACEA-alternativet, Styr	Referensalternativet, Styr	ACEA-alternativet, Styr
Bensinpris	11.64	11.58	14.47	13.78
Bensinprisändring	3.44	3.38	6.27	5.58
CO ₂ -avgift (inklusive dagens 0.38 SEK/kg) (moms på 25 % är borträknad)	1.54	1.52	2.51	2.27
Höjning av CO ₂ -avgift [SEK/kg] (moms på 25 % är borträknad)	1.16	1.14	2.13	1.89
Utgångsläge år 2010: Bensinekv tot [milj m ³]	10.76	10.20	10.76	10.13
Fkm pb [mdr km]	67.19	68.98	67.19	68.07
Värde år 1990: Bensinekv tot [milj m ³]	9.04	9.04	9.04	9.04
Slutläge år 2010: Fkm pb [mdr km]	62.38	64.11	63.28	64.44
Specifik förbrukning relativt 1998	0.84	0.78	0.87	0.78
Specifik bensinförbrukning [L/100km]	6.42	5.93	6.64	5.93
Specifika CO ₂ -utsläpp [g/km]	152	140	157	140
Årlig minskning av specifik förbrukning [%]:	1.45	2.10	1.18	2.10

Tabell 15 Resultat med en högre utskrotningsandel för 20+ bilar (0.256 istället för 0.128 vid in-ålder 19 & 20 i Tabell 3) vid stabilisering till 1990 års CO₂-utsläppsnivå för hela transportsektorn ($e_S = e_B/4$, $e_{ECO} = e_B/4$ och $e_E = e_B/2$).

Policy 1-krav för att stabilisera CO ₂ -utsläppen från transportsektorn avseende:	Hög elasticitet ($e_B = -0.8$)		Låg elasticitet ($e_B = -0.4$)	
	Referensalternativet, Styr	ACEA-alternativet, Styr	Referensalternativet, Styr	ACEA-alternativet, Styr
Bensinpris	11.43	11.16	14.07	12.94
Bensinprisändring	3.23	2.96	5.87	4.74
CO ₂ -avgift (inklusive dagens 0.38 SEK/kg) (moms på 25 % är borträknad)	1.47	1.38	2.37	1.99
Höjning av CO ₂ -avgift [SEK/kg] (moms på 25 % är borträknad)	1.09	1.00	1.99	1.61
Utgångsläge år 2010: Bensinekv tot [milj m3]	10.75	10.15	10.75	10.09
Fkm pb [mdr km]	67.19	69.06	67.19	68.11
Värde år 1990: Bensinekv tot [milj m3]	9.04	9.04	9.04	9.04
Slutläge år 2010: Fkm pb [mdr km]	62.62	64.66	63.45	64.90
Specifik förbrukning relativt 1998	0.88	0.78	0.90	0.78
Specifik bensinförbrukning [L/100km]	6.70	5.93	6.87	5.93
Specifika CO ₂ -utsläpp [g/km]	158	140	162	140
Årlig minskning av specifik förbrukning [%]:	1.09	2.10	0.90	2.10

5. Varianter på resultat

Först presenteras resultat med hänsyn till enbart personbilar. Som synes krävs ingen åtgärd utöver ACEA-alternativet utan styrning (motsvarar ACEA-alternativet med styrning *utan* höjning av CO₂-avgiften) för att nå 1990 års nivå. I fallet med hög elasticitet krävs i stort sett en fördubbling av dagens CO₂-avgift för att nå målet i referensalternativet med styrning. En dragande orsak till att målen nås i det senare fallet med enbart en fördubblad CO₂-avgift (en ”måttlig” insats jämfört CO₂-avgiften 1.50 SEK redovisad Tabell 9) är den stora andelen dieslbilar som förväntas enligt angivna beräkningsförutsättningar (se Tabell 4). Deras reaktion på bränsleprishöjningar är relativt sett kraftigare än för bensinbilar (lägre baspris och högre innehåll). Samtidigt ingår mixen av bensin- och dieslbilar vid beräkningen av ACEA-värdet vilket har motsatt verkan. I Tabell 17 redovisas effekten av en lägre andel dieslbilar bland nya bilar (4 % under 1999-2010), där de framgår att kraven på styrning blir något större med minskade dieselsandelar (ex vis krävs en höjning av CO₂-avgiften med 0.10 SEK i ACEA-fallet med styrning).

Tabell 16 Analys avseende enbart personbilar med förutsättningar som i Tabell 9 ($e_S = e_B/4$, $e_{ECO} = e_B/4$ och $e_E = e_B/2$).

Policy 1-krav för att stabilisera CO ₂ -utsläppen från personbilar avseende:	Hög elasticitet ($e_B = -0.8$)		Låg elasticitet ($e_B = -0.4$)	
	Referensalternativet, Styr	ACEA-alternativet, Styr	Referensalternativet, Styr	ACEA-alternativet, Styr
Bensinpris	9.37	8.20	10.74	8.20
Bensinprisändring	1.17	0.00	2.54	0.00
CO ₂ -avgift (inklusive dagens 0.38 SEK/kg) (moms på 25 % är borträknad)	0.78	0.38	1.24	0.38
Höjning av CO ₂ -avgift [SEK/kg] (moms på 25 % är borträknad)	0.40	0.00	0.86	0.00
Utgångsläge år 2010: Bensinekv tot [milj m3]	5.35	4.84	5.35	4.78
Fkm pb [mdr km]	67.19	68.98	67.19	68.07
Värde år 1990: Bensinekv tot [milj m3]	4.84	4.84	4.84	4.84
Slutläge år 2010: Fkm pb [mdr km]	65.29	68.98	65.29	68.07
Specifik förbrukning relativt 1998	0.95	0.78	0.95	0.78
Specifik bensinförbrukning [L/100km]	7.25	5.93	7.25	5.93
Specifika CO ₂ -utsläpp [g/km]	171	140	171	140
Årlig minskning av specifik förbrukning [%]:	0.44	2.10	0.45	2.10

Tabell 17 Analys avseende enbart personbilar med förutsättningar som i Tabell 9, utom att dieselbilsandelen bland nya bilar antas bli 4 % under 1999 – 2010 ($e_S = e_B/4$, $e_{ECO} = e_B/4$ och $e_E = e_B/2$).

Policy 1-krav för att stabilisera CO ₂ -utsläppen från personbilar avseende:	Hög elasticitet ($e_B = -0.8$)		Låg elasticitet ($e_B = -0.4$)	
	Referensalternativet, Styr	ACEA-alternativet, Styr	Referensalternativet, Styr	ACEA-alternativet, Styr
Bensinpris	9.72	8.50	11.52	8.26
Bensinprisändring	1.52	0.30	3.32	0.06
CO ₂ -avgift (inklusive dagens 0.38 SEK/kg) (moms på 25 % är borträknad)	0.90	0.48	1.50	0.40
Höjning av CO ₂ -avgift [SEK/kg] (moms på 25 % är borträknad)	0.52	0.10	1.12	0.02
Utgångsläge år 2010: Bensinekv tot [milj m3]	5.45	4.91	5.45	4.85
Fkm pb [mdr km]	67.19	69.07	67.19	68.12
Värde år 1990: Bensinekv tot [milj m3]	4.84	4.84	4.84	4.84
Slutläge år 2010: Fkm pb [mdr km]	64.90	68.57	64.91	68.06
Specifik förbrukning relativt 1998	0.93	0.76	0.93	0.76
Specifik bensinförbrukning [L/100km]	7.29	5.93	7.29	5.93
Specifika CO ₂ -utsläpp [g/km]	172	140	172	140
Årlig minskning av specifik förbrukning [%]:	0.56	2.26	0.56	2.26

Styrning medelst reglering av bränsleförbrukningen för nya personbilar

Med syfte att studera hur långtgående krav som måste ställas på en regleringslösning görs analyser enligt (mål = 1990 års CO₂-nivå):

- 1 Reglering + CO₂-avgift för att körsträckorna inte skall öka när drivmedelskostnaderna minskar (för mer långtgående regleringar än ACEA-överenskommelsen).
- 2 Reglering utan CO₂-avgift där körsträckorna ökar beroende på att drivmedelskostnaderna minskar (för mer långtgående regleringar än ACEA-överenskommelsen).

Av resultaten i Tabell 18 framgår det att i ACEA-fallet nås CO₂-målet i samtliga fall. Vid krav på oförändrad körsträcka jämfört med grundprognosen, 67.2 mdr fordonskm per år, skulle det krävas en priskompenserande CO₂-avgift (resultatkolumnerna 2 och 4).

Tabell 18 Resultat med regleringslösning med respektive utan priskompensation. Endast personbilar ($e_S = e_B/4$, $e_{ECO} = e_B/4$ och $e_E = e_B/2$).

	Hög elasticitet ($e_B = -0.8$)		Låg elasticitet ($e_B = -0.4$)	
	Reglering med priskompensation för oförändrad körsträcka	Reglering utan priskompensation för oförändrad körsträcka	Reglering med priskompensation för oförändrad körsträcka	Reglering utan priskompensation för oförändrad körsträcka
Bensinpris	8.20	8.20	8.20	8.20
Bensinprisändring	0.00	0.00	0.00	0.00
CO₂-avgift (inklusive dagens 0.38 SEK/kg) (moms på 25 % är borträknad)	0.38	0.38	0.38	0.38
Höjning av CO₂-avgift [SEK/kg] (moms på 25 % är borträknad)	0.00	0.00	0.00	0.00
Utgångsläge år 2010: Bensinekv tot [milj m3]	4.84	4.84	4.78	4.78
Fkm pb [mdr km]	68.98	68.98	68.07	68.07
Värde år 1990: Bensinekv tot [milj m3]	4.84	4.84	4.84	4.84
Slutläge år 2010 (100 %): Fkm pb [mdr km]	68.98	68.98	68.07	68.07
Specifik förbrukning relativt 1998	0.78	0.78	0.78	0.78
Specifik bensinförbrukning [L/100km]	5.93	5.93	5.93	5.93
Specifika CO₂-utsläpp [g/km]	140	140	140	140
Årlig minskning av specifik förbrukning [%]:	2.10	2.10	2.10	2.10

5.1 Hela transportsektorn: Styrning medelst reglering av bränsleförbrukningen för nya personbilar

En analys motsvarande den redovisade i Tabell 18 görs för hela transportsektorn. Den huvudsakliga styrningen sker via reglering av den specifika förbrukningen för nya personbilar, där den övriga transportsektorn påverkas av de priskompenserande CO₂-avgifterna för att motverka körsträckeökningarna. Resultat redovisas i Tabell 19. En betydligt kraftigare styrning än med ACEA behövs i samtliga fall (från 140 g/fkm till mellan 64 och 96 g/fkm), bl a på grund av den betydande rebound-effekten.

Tabell 19 Resultat med regleringslösning med respektive utan priskompensation. Hela transportsektorn ($e_S = e_B/4$, $e_{ECO} = e_B/4$ och $e_E = e_B/2$).

	Hög elasticitet ($e_B = -0.8$)		Låg elasticitet ($e_B = -0.4$)	
	Reglering med priskompensation för oförändrad körsträcka	Reglering utan priskompensation för oförändrad körsträcka	Reglering med priskompensation för oförändrad körsträcka	Reglering utan priskompensation för oförändrad körsträcka
Bensinpris	9.68	8.20	9.75	8.20
Bensinprisändring	1.48	0.00	1.55	0.00
CO ₂ -avgift (inklusive dagens 0.38 SEK/kg) (moms på 25 % är borträknad)	0.88	0.38	0.91	0.38
Höjning av CO ₂ -avgift [SEK/kg] (moms på 25 % är borträknad)	0.50	0.00	0.53	0.00
Utgångsläge år 2010: Bensinekv tot [milj m3]	10.20	10.20	10.13	10.13
Fkm pb [mdr km]	68.98	68.98	68.07	68.07
Värde år 1990: Bensinekv tot [milj m3]	9.04	9.04	9.04	9.04
Slutläge år 2010 (100 %): Fkm pb [mdr km]	68.98	74.22	68.07	70.17
Specifik förbrukning relativt 1998	0.53	0.36	0.52	0.40
Specifik bensinförbrukning [L/100km]	4.06	2.73	3.99	3.07
Specifika CO ₂ -utsläpp [g/km]	96	64	94	72
Årlig minskning av specifik förbrukning [%]:	5.14	8.22	5.29	7.32

5.2 Olika målnivåer för transportsektorn

De målnivåer som analyseras här är 104 %, 98 % respektive 92 % av 1990 års nivå år 2010. Resultaten för 104 % redovisas i Tabell 20. Naturligt nog blir ansträngningarna att nå denna nivå väsentligt mindre jämfört med 100 % av 1990 års nivå. De två övriga nivåerna presenteras i Tabell 21 - Tabell 22, och de blir naturligtvis svårare att nå.

Tabell 20 Resultat för stabilisering till 104 % av 1990 års CO₂-utsläppsnivå för hela transportsektorn ($e_S = e_B/4$, $e_{ECO} = e_B/4$ och $e_E = e_B/2$).

Policy 1-krav för att stabilisera CO ₂ -utsläppen från transportsektorn avseende:	Hög elasticitet ($e_B = -0.8$)		Låg elasticitet ($e_B = -0.4$)	
	Referensalternativet, Styr	ACEA-alternativet, Styr	Referensalternativet, Styr	ACEA-alternativet, Styr
Bensinpris	10.64	10.24	12.55	11.22
Bensinprisändring	2.44	2.04	4.35	3.02
CO ₂ -avgift (inklusive dagens 0.38 SEK/kg) (moms på 25 % är borträknad)	1.21	1.07	1.85	1.40
Höjning av CO ₂ -avgift [SEK/kg] (moms på 25 % är borträknad)	0.83	0.69	1.47	1.02
Utgångsläge år 2010:				
Bensinekvtot [milj m ³]	10.76	10.20	10.76	10.13
Fkm pb [mdr km]	67.19	68.98	67.19	68.07
Värde år 1990:				
Bensinekvtot [milj m ³]	9.04	9.04	9.04	9.04
Slutläge år 2010:				
Fkm pb [mdr km]	63.56	65.79	64.23	65.84
Specifik förbrukning relativt 1998	0.90	0.78	0.92	0.78
Specifik bensinförbrukning [L/100km]	6.89	5.93	7.03	5.93
Specifika CO ₂ -utsläpp [g/km]	163	140	166	140
Årlig minskning av specifik förbrukning [%]:	0.86	2.10	0.71	2.10
Minskning av CO ₂ -utsläppen [Mton]:	3.21	1.87	3.21	1.71

Tabell 21 Resultat för stabilisering till 98 % av 1990 års CO₂-utsläppsnivå för hela transportsektorn ($e_S = e_B/4$, $e_{ECO} = e_B/4$ och $e_E = e_B/2$).

Policy 1-krav för att stabilisera CO ₂ -utsläppen från transportsektorn avseende:	Hög elasticitet ($e_B = -0.8$)		Låg elasticitet ($e_B = -0.4$)	
	Referensalternativet, Styr	ACEA-alternativet, Styr	Referensalternativet, Styr	ACEA-alternativet, Styr
Bensinpris	12.00	11.86	15.26	14.32
Bensinprisändring	3.80	3.66	7.06	6.12
CO ₂ -avgift (inklusive dagens 0.38 SEK/kg) (moms på 25 % är borträknad)	1.67	1.62	2.77	2.46
Höjning av CO ₂ -avgift [SEK/kg] (moms på 25 % är borträknad)	1.29	1.24	2.39	2.08
Utgångsläge år 2010: Bensinekv tot [milj m ³]	10.76	10.20	10.76	10.13
Fkm pb [mdr km]	67.19	68.98	67.19	68.07
Värde år 1990: Bensinekv tot [milj m ³]	9.04	9.04	9.04	9.04
Slutläge år 2010: Fkm pb [mdr km]	61.97	63.78	62.93	64.18
Specifik förbrukning relativt 1998	0.86	0.78	0.88	0.78
Specifik bensinförbrukning [L/100km]	6.57	5.93	6.76	5.93
Specifika CO ₂ -utsläpp [g/km]	155	140	159	140
Årlig minskning av specifik förbrukning [%]:	1.26	2.10	1.03	2.10
Minskning av CO ₂ -utsläppen [Mton]:	4.49	3.15	4.49	2.99

Tabell 22 Resultat för stabilisering till 92 % av 1990 års CO₂-utsläppsnivå för hela transportsektorn ($e_S = e_B/4$, $e_{ECO} = e_B/4$ och $e_E = e_B/2$).

Policy 1-krav för att stabilisera CO ₂ -utsläppen från transportsektorn avseende:	Hög elasticitet ($e_B = -0.8$)		Låg elasticitet ($e_B = -0.4$)	
	Referensalternativet, Styr	ACEA-alternativet, Styr	Referensalternativet, Styr	ACEA-alternativet, Styr
Bensinpris	13.70	13.69	18.88	18.39
Bensinprisändring	5.50	5.49	10.68	10.19
CO ₂ -avgift (inklusive dagens 0.38 SEK/kg) (moms på 25 % är borträknad)	2.24	2.24	4.00	3.83
Höjning av CO ₂ -avgift [SEK/kg] (moms på 25 % är borträknad)	1.86	1.86	3.62	3.45
Utgångsläge år 2010: Bensinekv tot [milj m ³]	10.76	10.20	10.76	10.13
Fkm pb [mdr km]	67.19	68.98	67.19	68.07
Värde år 1990: Bensinekv tot [milj m ³]	9.04	9.04	9.04	9.04
Slutläge år 2010: Fkm pb [mdr km]	60.29	61.90	61.57	62.55
Specifik förbrukning relativt 1998	0.81	0.78	0.85	0.78
Specifik bensinförbrukning [L/100km]	6.23	5.93	6.47	5.93
Specifika CO ₂ -utsläpp [g/km]	147	140	153	140
Årlig minskning av specifik förbrukning [%]:	1.69	2.10	1.38	2.10
Minskning av CO ₂ -utsläppen [Mton]:	5.77	4.43	5.77	4.27

6. Resultatsammanfattning

I Tabell 23 redovisas CO₂-utsläppsreduktionerna för olika målnivåer avseende hela transportsektorn. Nivån 100 % representerar 21.3 Mton. De totala CO₂-utsläppen utan styrning är 25.4 Mton i referensfallet, 24.2 Mton respektive 24.1 Mton i ACEA-fallen med hög respektive låg elasticitet (se Tabell 8). Anledningen till skillnaderna i de totala utsläppen mellan referensfallet och ACEA-fallen är dels skillnaden i specifik förbrukning för nya personbilar åren 1999-2010, dels rebound-effekten som ger olika körsträckor i ACEA-fallen.

Tabell 23 Sammanfattning av CO₂-utsläppsreduktioner med de fyra målnivåerna 104, 100, 98 respektive 92 %.

CO ₂ -nivån relativt 1990 [%] 100 % motsvarar 21.3 Mton	Minskning av CO ₂ -utsläppen [Mton]			
	Hög elasticitet (e _B = -0.8)		Låg elasticitet (e _B = -0.4)	
	Referens, Styr	ACEA, Styr	Referens, Styr	ACEA, Styr
104	3.21	1.87	3.21	1.71
100	4.06	2.72	4.06	2.57
98	4.49	3.15	4.49	2.99
92	5.77	4.43	5.77	4.27

I Tabell 24 redovisas en sammanfattning av CO₂-avgifter och -nivåer i alla redovisade analyser som innehåller kombinationerna med referens- och ACEA-alternativen med styrning uppdelade på hög och låg elasticitet. De som specialinriktats mot regleringslösningar placeras sist i tabellen.

Tabell 24 Sammanfattning av CO₂-avgifter och -nivåer. Sist redovisas regleringslösningarna .

FALL	Tabell	Hög elasticitet (e _B = -0.8)		Låg elasticitet (e _B = -0.4)	
		Referens- alternativet, Styr	ACEA- alternativet, Styr	Referens- alternativet, Styr	ACEA- alternativet, Styr
Basfall	9	1.50 158	1.43 140	2.44 162	2.07 140
Basfall + lägre andel Eco-driving	14	1.54 152	1.52 140	2.51 157	2.27 140
Basfall + högre utskrotningsandel	15	1.47 158	1.38 140	2.37 162	1.99 140
Basfall + endast pb	16	0.78 171	0.38 140	1.24 171	0.38 140
Basfall + endast pb + lägre dieselbilsandel	17	0.90 172	0.48 140	1.50 172	0.40 140
Basfall + 104 % av CO ₂ -nivå 1990	20	1.21 163	1.07 140	1.85 166	1.40 140
Basfall + 98 % av CO ₂ -nivå 1990	21	1.67 155	1.62 140	2.77 159	2.46 140
Basfall + 92 % av CO ₂ -nivå 1990	22	2.24 147	2.24 140	4.00 153	3.83 140
FALL	Tabell	Reglering utan ökad körsträcka	Reglering	Reglering utan ökad körsträcka	Reglering
Basfall + endast pb	18	0.00 140	0.00 140	0.00 140	0.00 140
Basfall	19	1.48 96	0.00 64	1.55 94	0.00 72

Några generella sammanfattande slutsatser är:

1. Krav på CO₂-avgift för att stabilisera transportsektorns CO₂-utsläpp till år 2010 är c:a 1.50 SEK/kg CO₂.
2. Med ACEA + CO₂-avgift för att stabilisera transportsektorns CO₂-utsläpp till år 2010 erhålls nästan samma avgiftsnivå som utan ACEA, dels beroende på övriga transportsektorns (icke personbilar) stora betydelse, dels på rebound-effekten och kraven på en tidig förändring näst millennium av personbilsparken mot "CO₂-effektivare" fordon.
3. Rebound-effekten gör att körsträckan ökar när bränsleeffektiviseringen går längre än vad referensscenariot utan styrning innehåller.
4. Antagandet att nya personbilar i Sverige enligt ACEA skall nå 140 g CO₂/fkm från och med år 2008 i vår analys innebär att Sverige antas följa EU-genomsnittet. Sett från styrmedels-synpunkt leder det till mindre krav på ex vis ekonomiska styrmedel än om genomsnittsförbrukningen bland nya personbilar skulle överstiga EU-genomsnittet vilket är fallet nu⁴.
5. En insats avseende enbart reglering av personbilar specifika förbrukning leder till långgående krav på bränsleeffektivisering för att klara hela transportsektorns måluppfyllelse, se Tabell 19.
6. Priselasticitetsvärden anses omfatta alla anpassningar som görs, d v s utöver de som ingått analysen även sådana som ex vis ett förändrat bilnehav. Skulle variabler som bilnehav och inkomst ingå vid skattningen av elasticiteterna, så skulle absolutvärdet av den "rena" bränslepriselasticiteten reduceras.
7. För denna typ av analyser vore det intressant att ha större möjligheter att extrahera in- och utdata för olika studerade fall ur EMV-modellen. En ökad överensstämmelse mellan Vägverkets analyser och våra skulle erhållas.

Framtid / Alternativ

Det finns många utvecklingsmöjligheter med den framtagna modellen för analys av drivmedelsförbrukning och emissioner av reglerade ämnen under olika antagna scenarier. Fördelen med denna modell jämfört med EMV-modellen är flexibiliteten som möjliggör iterativa beräkningar och numerisk analys samt grafisk presentation av resultaten. Nackdelarna är att man måste bygga upp en separat databas med trafikdata och emissionsfaktorer m m. Det vore en fördel att kunna ordna en överföring av standarddata från EMV-modellen till ett lämpligt format för denna modell. En ansats till en simultan analys av emissioner av såväl CO₂ som reglerade ämnen från personbilar presenteras i Edwards [1998]. I princip skulle den modellen kunna utvecklas till att omfatta hela transportsektorn.

Från den bilnehavsmodell (RBP95) som VTI utvecklat kan vi härleda inkomstelasticitets- och bensinpriselasticitetsvärden avseende bilnehavet. Trafikarbetet är sedan starkt kopplat till bilnehavet därför att den årliga körsträckan per bil förändras sakta över tiden. Med detta som grund kan vi konstruera en aggregerad modell för bilnehavet som inkluderar inkomst och bensinprisutvecklingen, vilka sedan i sin tur ger de totala körsträckorna. Den del av bränslepriselasticiteten som motsvarar bränsleeffektivitetsutvecklingen inkluderas på samma sätt som hittills i modellen, men dess absolutvärde skulle alltså reduceras i och med att en del av effekten fångas upp av variabler kopplade till bilnehav och inkomstförändringar.

⁴ 1995 var snittförbrukningen i EU 0.071 l/fkm medan den i Sverige var 0.085 l/fkm (uppgift från Håkan Johannson, Vägverket).

7. Referenser

- Bilindustriföreningen: *Nyregistreringsstatistik 1996-1998*, AB Bilstatistik, Stockholm, 1997-1998.
- Bilindustriföreningen: *Bilismen i Sverige 1950-97*, AB Bilstatistik, Stockholm, 1950-97.
- Edwards H: Värdering av personbilstrafikens utsläpp utifrån en simultan målanalys, PM, VTI, juni 1998.
- Edwards H, Nilsson G, Thulin H och Vorwerk P: Trafikarbetet uttryckt i fordonskilometer på väg i Sverige 1950-1997, VTI, dec 1998.
- Espey, Molly: *Gasoline demand revisited: an international meta-analysis of elasticities*, **Ener Economics**, Vol 20, 1998, pp 273-295.
- Goodwin P: *A Review of New Demand Elasticities with Special Reference to Short and Long Run Effects of Price Changes*, **Journal of Transport Economics and Policy**, May, 1992.
- Gustavsson E: Olika uppgifter om dieselförbrukning inom transportsektorn, PM, VTI, 1996-01-30.
- Hammarström U, Edwards H och Karlsson B: EM94 – Beräkningsmodell för trafikrelaterade emissioner av HC, CO, NO_x, Partiklar och CO₂ (Emissionsdatabas och PC-program), VTI, 1994.
- Hammarström U och Karlsson B: EMV – en beräkningsmodell för vägtrafikens avgasemissioner. Manual och programbeskrivning. Koncept 1997-04-30, VTI, 1997.
- Hammarström U och Henriksson P: Indata till EMV-modellen, ett datorprogram för beräkning av avgasemissioner från vägtrafik. Koncept till VTI-notat (Nr. 5-1997), VTI, 1997.
- Henriksson P: Årliga körsträckor skattade ur Bilprovningens databas, VTI Nota T 149, 1994.
- Henriksson P: Utveckling av bränslefaktorer för lätta fordon, årsmodell 1960-1993, PM, VTI, 1995-11-27.
- Hesselborn P-O: Ekonomiska styrmedel för begränsning av vägtrafikutsläppen, VTI notat nr 2, 1994.
- Hesselborn P O och Jönsson H: Effekter av olika styrmedel för reduktion av CO₂-utsläpp, PM, VTI, maj 1995.
- Jansson S: Leveranser av drivmedel till vägtrafik under 1994, 1995, 1996, PM, VTI, 1997-07-11.
- Jansson S: Leveranser av drivmedel till vägtrafik under 1997, PM, VTI, 1998-07.
- Johansson H: Underlag till Vägverkets miljörapportering (Excel-fil: PRSTBAU99.XLS), Vägverket, 1999-06.
- Jönsson H: Effekter av en kombinerad styrning med bensinpris och reglerad förbrukning för reduktion av CO₂-utsläpp från personbilar, PM, VTI, januari, 1996.
- Sandström M: *Ekonomiska styrmedel på vägtrafikområdet: Rapport för trafikbeskattningsutredningen*, Bilaga 4 i SOU 1999:62 **Slutbetänkande av Trafikbeskattningsutredningen**, Finansdepartementet, Stockholm, 1999.
- SIKA: Lägesanalys. En första rapport om inriktningen av planeringen för transportinfrastrukturen 2002 – 2011, SIKA Rapport 1998:8.
- SIKA: De transportpolitiska målen – Uppföljning våren 1999, SIKA Rapport 1999:3.