



REGERINGSKANSLIET

Promemoria

2013-03-19

Fi2013/ 1123

Finansdepartementet

**Bensin- och dieselkonsumtion i Sverige – ekonometriska skattningar av
priselasticiteter**

Bensin- och dieselkonsumtion i Sverige

Runar Brännlund
CERE
Umeå Universitet
runar.brannlund@econ.umu.se

1. Inledning

Syftet med föreliggande PM är att redovisa empiriska skattningar av efterfrågeelasticiteter för bensin och diesel i Sverige, samt redogöra för resultaten av simuleringar avseende bensin och dieselförbrukning fram till 2020 för givna prisbanor på bensin och diesel.

Det finns ett mycket stort antal studier av drivmedelsefterfrågan. För den intresserade läsaren hänvisar jag till en relativt ny litteraturgenomgång i Dahl (2012). Vad som är tydligt från Dahl (2012) (se även Karimu, 2012) är att det finns ett negativt samband mellan drivmedelsefterfrågan och drivmedelspris, och ett positivt samband mellan efterfrågan och inkomst. Vad som också är tydligt är att det är relativt stor variation i styrkan på sambanden och relativt stora skillnader i pris- och inkomstkänslighet mellan olika studier. De flesta studierna (se Dahl, 2012) använder relativt enkla modeller, oftast med tidsseriesdata. Modellerna är enkla så till vida att drivmedelsförbrukningen modelleras som linjära eller loglinjära samband mellan förbrukning, pris och inkomst. I vissa, men långt ifrån alla, tillåts bensinförbrukningen att bero även på dieselpriiset, och vice versa. I flertalet av studierna inkluderas dock inte priset på något substitutbränsle i modellen.

2. Modell

Det modellramverk som används följer från grundläggande ekonomisk teori, och korresponderar och är helt jämförbart med andra studier av drivmedelsefterfrågan. Från standard konsumtionsteori antas bränsleförbrukning (bensin och diesel) bero på pris (P_b , P_d) och inkomst (Y). Dessutom kan vi förvänta oss att det över tid sker teknisk utveckling och förändringar i preferenser, vilket påverkar bensin- och dieselförbrukning. Här antas det att det fångas av tiden (t). Det betyder att modellen i grunden består av två ekvationer, en för bensinförbrukning, och en för dieselförbrukning. Rent allmänt kan vi skriva funktionerna som:

$$Q_t^b = f(P_t^b, P_t^d, Y_t, t) \quad (1a)$$

$$Q_t^d = f(P_t^b, P_t^d, Y_t, t) \quad (1b)$$

En deskriptiv analys av de beroende variablerna (bensin- och dieselförbrukning) och de oberoende variablerna, priser och BNP, visar att ingen av variablerna tycks vara stationära. De stationaritetstest som görs (Dickey-Fuller test) implicerar att vi inte kan förkasta att variablerna är integrerade av ordning ett. Det betyder i praktiken att första differenserna är

stationära och att en linjär kombination av variablerna kan vara stationär. Modellmässigt betyder det att vi i princip kan specificera en så kallad felkorrigeringsmodell, som består av ett långsiktigt linjärt samband mellan bränslekonsumtion och de oberoende variablerna, samt ett dynamiskt mer kortsiktigt samband som beror på dels avvikelser av bränslekonsumtionen från det långsiktiga sambandet och/eller för att någon av de underliggande variablerna (priser eller inkomst) ändras mellan föregående och innevarande tidsperiod (kortsiktig dynamik).¹

Med andra ord, felkorrigeringsmodellen består av två ekvationer för varje bränsleslag som fångar upp såväl det långsiktiga sambandet som det kortsiktiga. Om vi antar att efterfrågefunktionerna (1a) och (1b) är multiplikativa så kan det långsiktiga sambandet mellan konsumtion, priser och inkomst skrivas, i logaritmerad form, som:²

$$\begin{aligned} q_t^b &= a_0 + a_1 p_t^b + a_2 p_t^d + a_3 y_t + a_4 t + \varepsilon_t^b \quad (\text{bensin}) \\ q_t^d &= c_0 + c_1 p_t^d + c_2 p_t^b + c_3 y_t + c_4 t + \varepsilon_t^d \quad (\text{diesel}) \end{aligned} \quad (2)$$

Ekvation (2) kan därmed sägas representera det långsiktiga, eller statiska, sambandet mellan bränsleförbrukning, priser och inkomst. Detta kan även uttryckas som:

$$\begin{aligned} q_t^b - (a_0 + a_1 p_t^b + a_2 p_t^d + a_3 y_t + a_4 t) &= \varepsilon_t^b \\ q_t^d - (c_0 + c_1 p_t^d + c_2 p_t^b + c_3 y_t + c_4 t) &= \varepsilon_t^d \end{aligned} \quad (3)$$

En förutsättning för att det skall finnas ett långsiktigt samband är att avvikelserna, eller feltermerna i ekvation (2) eller (3), är stationär, dvs. att den över tiden hela tiden tenderar tillbaka till samma värde (noll). Uttryckt annorlunda kan man säga att även om variablerna var för sig i modellen är icke-stationära så kan en kombination av dem vara stationär. Ett klassiskt exempel är inkomst och konsumtion som båda är icke-stationära tidsserier, men där en linjär kombination av de två är stationär (på lång sikt konsumerar man hela inkomsten, så skillnaden dem emellan blir noll).

¹ Icke-stationära dataserier som är kointegrerade kan representeras på felkorrigeringsform (Engle och Granger, 1987), vilket gör att en felkorrigeringsmodell är lämpad här eftersom de tidsserier vi använder är icke-stationära.

² I multiplikativ form skrivs ekvationen i princip som $Q_t = a_0 \cdot P_t^{a_1} \cdot Y_t^{a_2} \cdot e^{a_4 t}$. Genom att logaritmera höger och vänster led får vi den "log-linjära" formen i ekvation (2), där små bokstäver, utom "t" indikerar att de är logaritmerade. Det betyder att "parametrarna" kan tolkas som elasticiteter, dvs. med hur många procent bränsleförbrukningen minskar/ökar som en följd av en procentuell förändring av pris eller inkomst. Parametern a_4 anger den procentuella förändringen mellan två perioder, givet allt annat oförändrat.

Givet det långsiktiga sambandet i ekvationerna (3) så kan "felkorrigeringskvationerna", de dynamiska ekvationerna, skrivas som:

$$\Delta q_t^b = b_0 + b_1 \Delta p_t^b + b_2 \Delta p_t^d + b_3 \Delta y_t + b_4 \varepsilon_{t-1}^b \quad (4a)$$

$$\Delta q_t^d = d_0 + d_1 \Delta p_t^b + d_2 \Delta p_t^d + d_3 \Delta y_t + d_4 \varepsilon_{t-1}^d \quad (4b)$$

Parametrarna b_4 och d_4 fångar upp och "korrigerar" för avvikelser från det långsiktiga sambandet. Antag, exempelvis, att $\varepsilon_{t-1} > 0$, vilket betyder (från ekvation (2)) att Q_{t-1} är högre än den långsiktiga konsumtionen. Det betyder att vi bör förvänta oss att konsumtionen faller ner mot, eller närmar sig, den långsiktiga konsumtionen till nästa period, dvs., $\Delta q_t < 0$, vilket i sin tur betyder att vi bör förvänta oss ett negativt tecken på b_4 och d_4 i felkorrigeringskvationen i ekvation (4).

Genom att substituera in (3) i (4) erhåller vi ett explicit dynamiskt uttryck för hur förbrukningen av bensin och diesel utvecklas över tid:

$$q_t^b = b_0 + b_4 a_4 - a_0 b_4 + b_1 p_t^b + b_2 p_t^d - (b_1 + b_4 a_1) p_{t-1}^b - (b_2 + b_4 a_2) p_{t-1}^d + b_3 y_t - (b_3 + b_4 a_3) y_{t-1} - b_4 a_4 t + (b_4 + 1) q_{t-1}^b + u_t^b \quad (5)$$

vilket förenklat kan skrivas som:

$$q_t^b = \gamma_0 + b_1 p_t^b + b_2 p_t^d + \gamma_1 p_{t-1}^b + \gamma_2 p_{t-1}^d + b_3 y_t + \gamma_3 y_{t-1} + \gamma_4 q_{t-1}^b + \gamma_5 t + u_t^b \quad (6)$$

Om vi är i en "steady state" får vi från (3) att:

$$q_t^b = \frac{\gamma_0}{1-\gamma_5} + \frac{b_1+\gamma_1}{1-\gamma_5} p^b + \frac{b_2+\gamma_2}{1-\gamma_5} p^d + \frac{b_3+\gamma_3}{1-\gamma_5} y \quad (7)$$

Vi får motsvarande ekvationer för dieselförbrukningen.

Ekvation (7) är helt enkelt ett annat sätt att skriva ekvation (1), det långsiktiga sambandet. Om vi nu skattar parametrarna i ekvationerna (2) och (4) och beräknar de sammansatta parametrarna i ekvation (6) så får vi helt enkelt tillbaka de långsiktiga parametrarna i ekvation (1).

Fördelen med modellen ovan är dels att den korresponderar mot tidsseriernas grundläggande egenskaper, dels att den ger oss såväl kortsiktiga och långsiktiga elasticiteter, samt dynamiken från kort till lång sikt.

3. Data

De data som används för att skatta parametrarna i modellen är tidsseriesdata för perioden 1975 till 2012. Bensinkonsumtion (Q^b) och dieselkonsumtion (Q^d) är kubikmeter per capita, och priserna (P^b , P^d) är i öre per liter bensin respektive diesel i fasta priser (2009 års priser). Som inkomstmått (Y) används BNP i fasta priser (2009 års priser). Förbrukningsdata avser total utleverans av bensin och diesel i Sverige (Svenska Petroleumsinstitutet, SPI). Det innebär att en viss del av drivmedlen används utanför transportsektorn, t.ex. i industrins maskiner. En jämförelse av SPI:s data och Energimyndighetens data för transportsektorn i Energiläget 2011 ger vid handen en skillnad för bensin på cirka 1 TWh och cirka 7 TWh för diesel. Den absolut största delen av drivmedlen används således inom den egentliga transportsektorn. Priserna avser totalt pris inklusive energiskatt, koldioxidskatt och moms, och är även de hämtade från Svenska Petroleuminstitutets hemsida.

4. Resultat

Den deskriptiva analysen som ligger till grund för valet av felkorrigeringsmodellen redovisas inte här, utan kan fås på begäran från författaren.

I tabell 1 redovisas skattningen av den långsiktiga relationen (ekvation (1)), i tabell 2 den kortsiktiga (ekvation (2)), och i tabell 3 redovisas de "sammansatta" parametrarna i ekvation (3). Alla variabler i modellen är i logaritmisk form, vilket bl.a. betyder att vi kan tolka alla parametrar som elasticiteter.

Tabell 1. Skattning av långsiktigt samband.

	Bensin		Diesel	
	Coef	t-värde	Coef	t-värde
Konstant	-3.09*	2.89	--4.71	-1.83
p^b	-1.40*	-10.62	0.40*	3.35
p^d	0.62*	7.23	-0.40*	-5.19
y	0.69*	2.91	0.25	1.18
t	-0.021*	3.19	0.02*	4.01
R ²	0.79		0.96	
DW	1.11		1.34	
NOBS	37		37	
DF test ¹	0.58*	3.49	0.67*	4.21

¹ Dickey-Fuller test: $\Delta \epsilon = (\alpha + 1)\epsilon_{t-1}$

* signifikant skild från 0 på minst 10% nivå

Tabell 2. Skattning av dynamiskt samband (kortsiktigt).

	Bensin		diesel	
	Coef	t-värde	Coef	t-värde
Konstant	-0.009	-1.54	0.01*	2.06
Δp^b	-0.49*	-3.87	0.12	0.71
Δp^d	0.11	1.49	-0.17	-1.82
ΔY	0.29	1.45	0.30	1.11
$EC(t-1)$	-0.11	-0.80	-0.61*	-3.71
R2	0.41		0.34	
DW	0.66		1.99	
NOBS	36			

Resultaten i tabell 1 visar ett högre pris på bensin minskar bensinförbrukningen, och att ett högre pris på diesel minskar dieselförbrukningen. Vidare visar resultaten, som förväntat, att bensin och diesel är substitut. Dvs., högre bensinpris, allt annat oförändrat, leder till ökad förbrukning av diesel. Tolkningen är naturligtvis att det sker en viss substitution från bensindrivna bilar till dieseldrivna. Det omvända resultatet gäller för höjt dieselpreis.

Vidare visar resultaten i tabell 1, som förväntat, att högre inkomster, eller ökad ekonomisk aktivitet leder till ökad drivmedelsförbrukning. Intressant att notera dock är att inkomstelasticiteten är mindre än 1 och att den inte är statistiskt signifikant för diesel. Det senare kan delvis förklaras av att det funnits en positiv trend i dieselförbrukningen, som fångas upp av t , vilken är relativt starkt korrelerad med BNP. Parametern för den deterministiska trenden (t) är negativ för bensinförbrukningen, vilket kan tolkas som att det finns en nedåtgående trend i bensinförbrukningen som beror på en kombination av teknisk utveckling och förändringar i preferenser. Att den är negativ för bensinförbrukningen kan förmodligen förklaras av att det skett en kraftig teknisk utveckling i så måtto att såväl bensin- som dieselbilar blivit alltmer energieffektiva. Att vi ser en positiv trend för dieselbilar beror inte på att dieselbilar blivit mindre energieffektiva, snarare tvärtom. Alltmer "konsumentvänliga" och energieffektiva dieselbilar har lett till en trendmässig substitution mot dieselbilar.³

³ Modellen har även skattats utan deterministisk trend, dvs. utan t i högerledet. Priselasticiteterna för bensinförbrukningen blir i stort oförändrade, däremot blir inkomstelasticiteten nära noll och ej statistiskt signifikant. Med andra ord fångar BNP upp den negativa trenden i bensinförbrukning. För diesel gäller det omvända, inkomstelasticiteten blir drygt 1, den fångar upp den positiva trenden.

Från Dickey-Fuller testet (DF-test) kan vi inte förkasta hypotesen att det finns ett långsiktigt kointegrerande samband mellan variablerna, vilket betyder att vi kan tolka resultaten i tabell 1 som långsiktiga elasticiteter.

Resultaten i tabell 2, de kortsiktiga elasticiteterna, har också förväntade tecken och är mindre i storlek, vilket även det är förväntat. Speciellt värt att notera är att felkorrigeringstermerna har förväntat negativt tecken, vilket även det ger stöd för modellen.

Skattade effekter på drivmedelsförbrukning av höjda drivmedelspriser sammanfattas nedan.

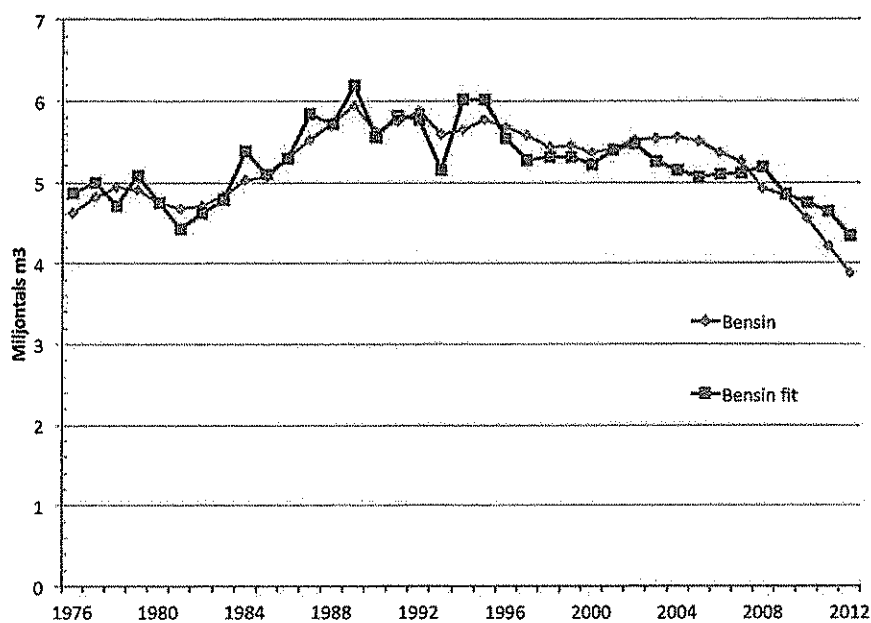
- En prishöjning på bensin med 10% (allt annat oförändrat) leder till:
 - 4.9% minskning av bensinkonsumtion på kort sikt
 - 14% minskning av bensinkonsumtion på lång sikt
 - 1.2% ökning av dieselsonsumtion på kort sikt
 - 4% ökning av dieselsonsumtion på lång sikt
- En prishöjning på diesel med 10% (allt annat oförändrat) leder till:
 - 1.7% minskning av dieselsonsumtion på kort sikt
 - 4% minskning av dieselsonsumtion på lång sikt
 - 1.1% ökning av bensinkonsumtion på kort sikt
 - 6.2% ökning av bensinkonsumtion på lång sikt
- En prishöjning på både bensin och diesel, med 10%, leder till:
 - 3.8% minskning av bensinkonsumtion på kort sikt
 - 7.8% minskning av bensinkonsumtion på lång sikt
 - 0.5% minskning av dieselsonsumtion på kort sikt
 - 0.0% minskning av dieselsonsumtion på lång sikt
 - 3.3% minskning av total bränslekonsumtion i volymenheter, 3.1% minskning i energienheter (kwh) på lång sikt.

I figur 1 och 2 redovisas grafiskt hur väl modellen beskriver den faktiska utvecklingen av bensin- och dieselförbrukning. I figur 3 redovisas hur väl modellen beskriver den totala bränsleförbrukningen, i energienheter (TWh).⁴

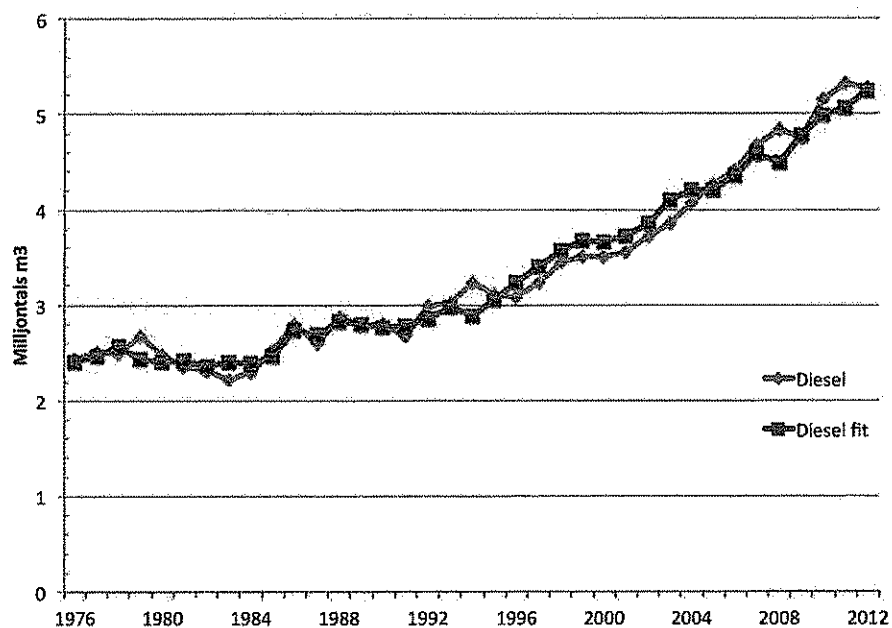
Sammantaget kan man säga att modellen beskriver den faktiska utvecklingen relativt väl, dock finns det viss seriell korrelation. Värt att notera är den relativt kraftiga nedgången i bensinförbrukning efter 2004. Trots en stadig ökning av dieselförbrukningen så har även den totala energianvändningen stagnerat och till med minskat.⁵

⁴ Omräkningsfaktorn för bensin är 9 004 KWh/m³, och 9 960 KWh/m³ för diesel.

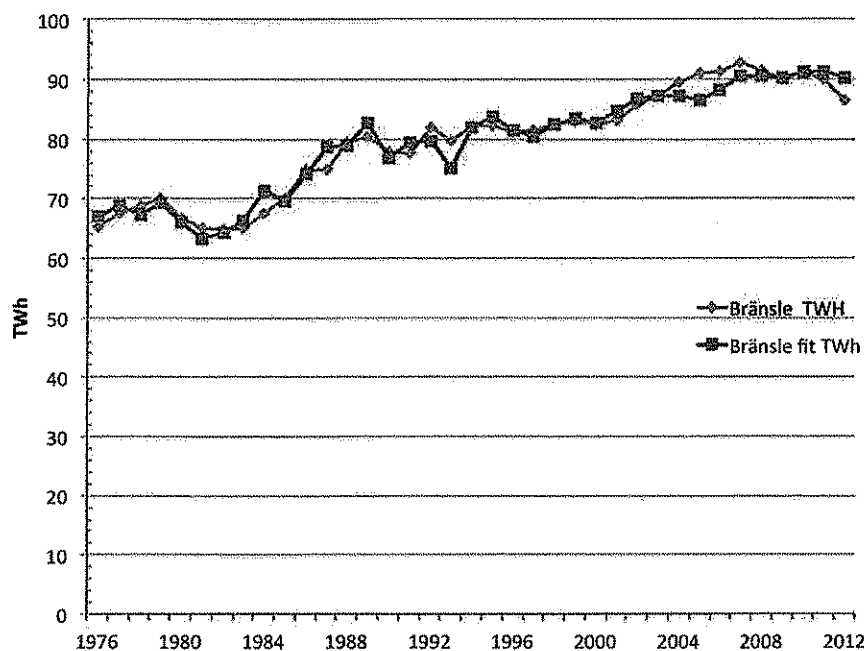
⁵ Utslaget per capita blir nedgången i bensin- och total energiförbrukning naturligtvis än tydligare.



Figur 1. Faktisk och av modellen uppskattad bensinförbrukning. Miljontals kubikmeter.



Figur 2. Faktisk och av modellen uppskattad dieselförbrukning. Miljontals kubikmeter.



Figur 2. Faktisk och av modellen uppskattad bränsleförbrukning (bensin och diesel) i energienheter, TWh.

5. Simuleringar

Modellresultaten ovan används här för att beräkna effekterna av prisförändringar på bensin av diesel som följer om de svenska skatterna på drivmedel skulle anpassas till EU's minimiskattesatser.

Av specifikt intresse, och som därför redovisas, är hur det skulle påverka energianvändningen från drivmedel i Sverige mellan 2014 och 2020.

Principen för simuleringarna är enkel. Parametrarna som skattats sätts in i ekvation (6). Efter det antas att vi året före startåret, 2013 är i en "steady state", eller långsiktig jämvikt, som korresponderar mot observerade förbrukningsnivåer på bensin och diesel det året. Det betyder att vi "kalibrerar" modellen så att 2013 års bensin- och dieselförbrukning är i en "steady state".

Efter kalibreringen för 2013 görs antaganden om utvecklingen av priser och BNP från 2014 till 2020 i ett referensscenario och ett alternativscenario. Det endas som skiljer mellan referensscenario och alternativscenario i detta fall är priset på bensin och diesel. Utvecklingen av BNP är densamma i båda scenarierna. Efter det beräknas skillnaderna i bränsle- och energiförbrukning mellan alternativ- och referensscenariot.

Förutsättningarna för simuleringarna är som följer (2009 års priser).

		Pris bensin	Pris diesel	DPris bensin	DPris diesel
Ref sc	2013	14.26	14.09		
Sc 1	2014-2020	8.27	9.01	-42%	-36%
Sc 2	2014-2020	9.84	10.43	-31%	-26%

Prisförändringen i SC 1 återspeglar förändringen i pris om den svenska skatten anpassas till EU's minimiskattesats, inklusive moms, medan SC 2 är förändringen exklusive moms.

Åtminstone två saker är värda en kommentar. Det första är att det vid en första betraktelse kan tyckas oväsentligt vad vi antar för ekonomisk tillväxt, dvs. förändring i BNP eftersom vi beräknar skillnaden mellan två scenarier med samma ekonomiska tillväxt. Detta är också sant så länge vi bara är intresserade av procentuella förändringar av volymer (liter bränsle). Är vi intresserade terawattimmar så gäller inte detta längre. Enkelt uttryckt är skälet att i ett scenario med positiv ekonomisk tillväxt så är bränsleförbrukningen högre, vilket naturligtvis implicerar att en given procentuell förändring innebär en större förändring, och eftersom bränslena har olika energiinnehåll blir förändringen inte densamma. Av det senare skälet beräknas därför även en scenario BNP växer med 2% per år, både i referens- och alternativscenariet. Resultaten från detta presenteras i appendix. Det andra är att de långsiktiga elasticiteterna som presenterats ovan kan tyckas vara tillräckliga för att beräkna effekterna, speciellt som det i detta fall är frågan om en enda permanent förändring av priset. Med andra ord, vi skulle kunna ta prisförändringen och multiplicera den med den långsiktiga elasticiteten för varje år. Det innebär dock en överskattning av effekten, eftersom det förutsätter att det skett en fullständig anpassning från ett år till nästa. Dock skall man vara medveten om att med den dynamiska metoden förutsätter vi att vi är i steady state i utgångsläget.

Beräkningsresultaten presenteras i tabell 1 och 2.

Från redovisningen av elasticitetsskattningarna ovan vet vi att den långsiktiga effekten på bränsleförbrukningen i energienheter av en tio procent sänkning av både bensin- och dieselpriis är en ökning med 3.3%. Det betyder i detta fall att den långsiktiga ökningen i detta fall är cirka 4 gånger 3.3, vilket är cirka 13.5%. Som vi ser i tabell 1 är den kortsiktiga effekten 8.4%, medan effekten sista året, 2020 är 10.8%. Med andra ord uppnås inte någon steady state fram till 2020.

Tabell 1. Effekter på bränsle och energiförbrukning av en anpassning av energiskatterna på drivmedel till EU's minimiskattenivåer, inklusive moms (SC 1). Ingen ekonomisk tillväxt.

År	Δ bensin %	Δ diesel %	Δ bensin TWh	Δ diesel TWh	Δ energi TWh	Δ energi %	Δ energi TWh Ackumul erad	Δ energi % Ackumul erad
2014	17.3	2.5	6.07	1.31	7.38	8.4	7.38	8.4
2015	19.3	0.6	6.78	0.31	7.09	8.1	14.47	8.3
2016	21.2	0.2	7.42	0.09	7.52	8.6	21.98	8.4
2017	22.8	0.1	8.01	0.04	8.05	9.2	30.03	8.6
2018	24.3	0.1	8.53	0.03	8.56	9.8	38.59	8.8
2019	25.7	0.1	9.00	0.03	9.03	10.3	47.63	9.1
2020	26.9	0.1	9.40	0.03	9.46	10.8	57.08	9.3

Tabell 2. Effekter på bränsle och energiförbrukning av en anpassning av energiskatterna på drivmedel till EU's minimiskattenivåer, exklusive moms (SC 2). Ingen ekonomisk tillväxt.

År	Δ bensin %	Δ diesel %	Δ bensin TWh	Δ diesel TWh	Δ energi TWh	Δ energi %	Δ energi TWh Ackumul erad	Δ energi % Ackumul erad
2014	12.7	1.7	4.38	0.87	5.248	5.9	5.25	6.0
2015	13.9	0.4	4.89	0.21	5.083	5.8	10.33	5.9
2016	15.2	0.1	5.33	0.06	5.389	6.2	15.72	6.0
2017	16.3	0.1	5.73	0.03	5.764	6.6	21.48	6.1
2018	17.4	0.0	6.10	0.02	6.122	7.0	27.61	6.3
2019	18.3	0.0	6.43	0.02	6.448	7.4	34.05	6.5
2020	19.2	0.0	6.72	0.02	6.742	7.7	40.80	6.7

Från tabell 1 framgår det att om den svenska skatten hade varit lika med EU's miniminivå så hade drivmedelsförbrukningen varit drygt 57 TWh högre. Med andra ord kan man säga att den svenska skatten bidragit med en "energieffektivisering" på 57 TWh, vilket motsvarar knapp 10%. Vidare kan vi se att energibesparingen nästan helt kommer från minskad bensinförbrukning. År 1, 2014, är bensinbesparingen på grund av skatten drygt 6 TWh och dieselbesparingen 1.3 TWh. Bensinbesparingen ökar senare år för att år 2020 uppgå till drygt 9 TWh, medan det omvända gäller för diesel.

Från tabell 2, SC 2, ser vi att effekten blir mindre eftersom prisförändringen är mindre. Skillnaden, ackumulerat, mellan SC 1 och SC 2 är cirka 17 TWh.

Källor

Dahl, C. A. (2012). Measuring global gasoline and diesel price and income elasticities. *Energy Policy*, 41, 2-13.

Engle, R. F. and Granger, C. W. J. (1987). Co-integration and Error Correction: Representation, Estimation, and Testing. *Econometrica*, 2, 251-276.

Karimu, A., and Brännlund, R. (2013). Functional form and aggregate energy demand elasticities: A nonparametric panel- approach for 17 OECD countries. *Energy Policy*, 36, 19-27.