

Förslag till metod att ange klimatpåverkan och energianvändning hos laddhybrider



26 november 2012

Per Östborn

på uppdrag av Stockholms stad

Innehåll

1. Sammanfattning	3
2. Regelverk	4
2.1 Testmetoder	4
2.2 Viktad elförbrukning	5
2.3 Viktad bränsleförbrukning	5
2.4 Relevanta uppgifter som ska finnas i typgodkännandet	5
3. Kommentarer till regelverket	7
3.1 Lagt regelverk ligger	7
3.2 Elförbrukning vid ren eldrift saknas ibland	7
3.3 Den viktade elförbrukningen är lägre än den verkliga elförbrukningen	7
3.4 Den viktade bränsleförbrukningen är lägre än den verkliga bränsleförbrukningen	7
4. Förslag	8
4.1 Storheter som presenteras	8
4.2 Då elförbrukning vid ren eldrift saknas	8
4.3 Förbrukningsdata används som underlag för klimatpåverkan	9
4.4 Nödvändiga uppgifter om fordonet	9
5. Beräkning av önskade storheter	10
5.1 Alla uppgifter tillgängliga – körcykel A har skett med eldrift	10
5.2 Alla uppgifter tillgängliga – körcykel A har skett med hybriddrift	10
5.3 Viktad förbrukning och räckvidd på el tillgängliga – körcykel A har skett med eldrift	11
5.4 Viktad förbrukning och räckvidd på el tillgängliga – körcykel A har skett med hybriddrift	11
6. Exempel	12
6.1 Chevrolet Volt	12
6.2 Toyota Prius Plug-in Hybrid	13
7. Hur faktauppgifterna kan ställas upp på miljöfordon.se	15
7.1 Då elförbrukning vid ren eldrift är uppmätt	15
7.2 Då elförbrukning vid ren eldrift saknas	15
8. Utblick: det amerikanska systemet	16
Referenser	17

1. Sammanfattning

Det finns inget självklart sätt att ange klimatpåverkan hos laddhybrider. Med klimatpåverkan menar vi utsläpp av växthusgaser per körd sträcka, där drivmedlens utsläpp ses i livscykelperspektiv (well-to-wheel). Utsläppen beror på hur stor andel av sträckan som körs på el. Denna andel beror i sin tur på körbeteende och laddningsbeteende, likaväl som på bilens räckvidd på el.

I denna rapport föreslås att klimatpåverkan anges separat vid drift på el respektive vid drift på bränsle. Dessutom bör ett viktat medelvärde anges:

$$U = \frac{U_{el} \cdot S_{el} + U_{bränsle} \cdot S_{ref}}{S_{el} + S_{ref}}$$

Här är U den viktade klimatpåverkan, U_{el} klimatpåverkan vid körning på el, $U_{bränsle}$ klimatpåverkan vid körning med ett från början urladdat batteri, S_{el} är räckvidden på el, och $S_{ref} = 25$ km är en referenssträcka.

Syftet med att ange en viktad klimatpåverkan U är att denna klimatpåverkan beror på bilens räckvidd S_{el} på el. Om elens klimatpåverkan är liten, minskar klimatpåverkan U då S_{el} ökar. Valet av referenssträcka innebär att om $S_{el} = 25$ km, får utsläppen från körning på el och bränsle lika stor vikt. Om $S_{el} = 50$ km, blir vikten för utsläppen från körning på el $2/3$, medan denna vikt endast blir $1/3$ om $S_{el} = 12,5$ km.

Vad gäller energianvändningen per körd sträcka, bör den anges på motsvarande sätt, d v s dels separat för el (W_{el}) respektive bränsle ($W_{bränsle}$), dels som ett viktat medelvärde

$$W = \frac{W_{el} \cdot S_{el} + W_{bränsle} \cdot S_{ref}}{S_{el} + S_{ref}}$$

För att kunna beräkna de sex önskade storheterna (U , U_{el} , $U_{bränsle}$, samt W , W_{el} , $W_{bränsle}$) måste elförbrukningen vid körning på el vara känd, liksom bränsleförbrukningen vid körning med ett från början tomt batteri. Den certifierade räckvidden S_{el} på el måste också vara känd.

Vid typgodkännandet måste data motsvarande de separata förbrukningssiffrorna för el och bränsle anges. De förbrukningssiffror som vanligen kommuniceras av biltillverkarna är däremot viktade medelvärden över två körcykler, den ena med fulladdat batteri, den andra med från början tomt batteri. Om separata förbrukningssiffror inte går att få från tillverkaren, är det ändå möjligt att beräkna de separata förbrukningssiffrorna från de viktade förbrukningssiffrorna samt S_{el} .

En komplikation kan uppstå. Ibland testas inte bilen vid ren eldrift i samband med typgodkännandet. Hur detta fall kan hanteras beskrivs längre fram i denna rapport.

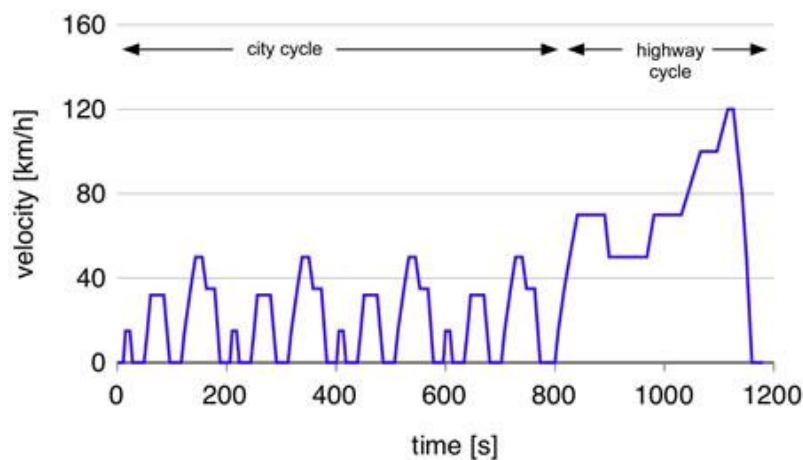
2. Regelverk

I detta avsnitt sammanfattar vi vilka förbrukningssiffror biltillverkarna måste uppge, och villkoren för hur dessa bestäms enligt ECE-reglemente nr 101 [1].

2.1 Testmetoder

Bilarna ska vara konditionerade i en miljö med temperaturen 20 – 30 °C.

Liksom för konventionella bilar utförs mätningar av förbrukning på laddhybrider under en körcykel som består av fyra identiska cykler på vardera 1,013 km, som motsvarar stadskörning, följda av en cykel på 6,955 km, som motsvarar landsvägskörning. Den sammanlagda längden på körcykeln är i teorin $S = 11,007$ km. Denna körcykel kallas NEDC (New European Driving Cycle).



Körcykeln ska köras under två förutsättningar:

- A) med fulladdat batteri
- B) med urladdat batteri

Laddhybrider kan delas in i två klasser:

- 1) bilen bestämmer automatiskt vilket drivmedel som används
- 2) föraren kan välja körprogram som påverkar val av drivmedel

I klass 2 ska körcykeln under förutsättning A genomföras med körprogrammet inställt på sådant sätt att elförbrukningen maximeras. Dock ska ren eldrift aldrig väljas, om detta skulle vara möjligt (se dock nästnasta stycke). Körcykeln under förutsättning B ska genomföras med körprogrammet inställt på sådant sätt att bränsleförbrukningen maximeras.

Tillverkaren ska möjliggöra att bilen kan köras enbart på el, så att räckvidden S_{el} på el kan bestämmas. S_{el} är den sträcka bilen klarar av att genomföra med ett från början fulladdat batteri, då den ovan beskrivna körcykeln upprepas.

Om räckvidden på el är större än körcykelns längd ($S_{el} > S$), får testcykeln under förutsättning A genomföras med bilen inställd på ren eldrift.

2.2 Viktad elförbrukning

Den viktade elförbrukningen f_{el} beräknas som ett viktat medelvärde av den elförbrukning som sker under körcykel A respektive körcykel B:

$$f_{el} = \frac{f_{A,el} \cdot S_{el} + f_{B,el} \cdot S_{ref}}{S_{el} + S_{ref}} \quad (1)$$

f_{el} är den viktade elförbrukningen, mätt i kWh/100 km

$f_{A,el} = 100 \cdot E_A/S$, där E_A är den elenergi som förbrukas under körcykel A, mätt i kWh

$f_{B,el} = 100 \cdot E_B/S$, där E_B är den elenergi som förbrukas under körcykel B, mätt i kWh

$S \approx 11$ km är körcykelns längd

S_{el} är räckvidden på ren el, enligt beskrivning ovan, mätt i km

$S_{ref} = 25$ km är en referenssträcka som bestämmer viktningsförhållandena

2.3 Viktad bränsleförbrukning

På motsvarande sätt beräknas den viktade bränsleförbrukningen $f_{bränsle}$ som ett viktat medelvärde av den bränsleförbrukning som sker under körcykel A respektive körcykel B:

$$f_{bränsle} = \frac{f_{A,bränsle} \cdot S_{el} + f_{B,bränsle} \cdot S_{ref}}{S_{el} + S_{ref}} \quad (2)$$

$f_{bränsle}$ är den viktade bränsleförbrukningen, mätt i l/100 km

$f_{A,bränsle} = 100 \cdot V_A/S$, där V_A är den bränslevolym som förbrukas under körcykel A, mätt i liter

$f_{B,bränsle} = 100 \cdot V_B/S$, där V_B är den bränslevolym som förbrukas under körcykel B, mätt i liter

2.4 Relevanta uppgifter som ska finnas i typgodkännandet

Vid typgodkännande av en laddhybrid enligt ECE-reglemente nr 101 [1] måste tillverkaren uppge följande för oss relevanta storheter: $f_{A,el}$, $f_{B,el}$, f_{el} , $f_{A,bränsle}$, $f_{B,bränsle}$, $f_{bränsle}$, S_{el} . Detta anges i mallen för typgodkännandeintyg i Annex 4 till reglementet. De uppgifter som oftast kommuniceras av biltillverkarna är de viktade förbrukningssiffrorna f_{el} och $f_{bränsle}$.

Fordon kan också typgodkännas enligt Direktiv 2007/46/EG [2]. Vid sådant EG-typgodkännande ska samma sju storheter uppges som vid ECE-typgodkännande. Detta specificeras i Förordning (EG) nr 692/2008 (Bilaga I, Tillägg 4: Mall för EG-typgodkännandeintyg, Addendum till intyg om EG-typgodkännande) [3]. Här följer ett klipp direkt ur förordningen, så att jämförelse med våra beteckningar kan göras:

2.5.3 Hybridfordon med extern uppladdning

2.5.3.1 CO₂-massutsläpp (villkor A, kombinerad körning) (2): . . . g/km

2.5.3.2 CO₂-massutsläpp (villkor B, kombinerad körning) (2): . . . g/km

2.5.3.3 CO₂-massutsläpp (viktade, kombinerad körning) (2): . . . g/km

2.5.3.4 Bränsleförbrukning (villkor A, kombinerad) (2): . . . l/100 km [= $f_{A,bränsle}$]

2.5.3.5 Bränsleförbrukning (villkor B, kombinerad) (2): . . . l/100 km [= $f_{B,bränsle}$]

2.5.3.6 Bränsleförbrukning (viktad, kombinerad) (2): . . . l/100 km [= $f_{bränsle}$]

2.5.3.7 Elenergiförbrukning (villkor A, kombinerad) ⁽²⁾ :	Wh/km	[= $10 \cdot f_{A,el}$]
2.5.3.8 Elenergiförbrukning (villkor B, kombinerad) ⁽²⁾ :	Wh/km	[= $10 \cdot f_{B,el}$]
2.5.3.9 Elenergiförbrukning (viktad, kombinerad) ⁽²⁾ :	Wh/km	[= $10 \cdot f_{el}$]
2.5.3.10 Räckvidd för endast elektrisk drift:	km	[= S_{el}]

⁽²⁾ Mäts för den kombinerade cykeln, dvs. del 1 (stadskörning) och del 2 (landsvägskörning) tillsammans.

3. Kommentarer till regelverket

3.1 Lagt regelverk ligger

Varje metod för att beräkna laddhybridens klimatpåverkan måste utgå från de uppgifter som anges i avsnitt 2.4, eftersom inga förändringar i den obligatoriska tekniska provningen är planerade.

I en utredning från år 2010 [4], som beställdes av EU-kommissionen, rekommenderas inga omedelbara förändringar av regler för teknisk provning och typgodkännande av laddhybrider. Problemet hur man bäst anger klimatpåverkan från elbilar och laddhybrider tas upp till kort diskussion (avsnitt 3.2.3), men lämnas åt framtida forskning.

3.2 Elförbrukning vid ren eldrift saknas ibland

Författaren till denna rapport anser att reglerna för teknisk provning borde förändras på åtminstone en punkt. Enligt avsnitt 2.1 får en laddhybrid vara inställd på ren eldrift under körcykel A, om räckvidden på el överstiger körcykelns längd. Bättre vore att kräva att laddhybriden i detta fall *skall* vara inställd på ren eldrift, om bilen har ett körprogram som tillåter ren eldrift.

Om denna förändring genomfördes, skulle strikt separata förbrukningssiffror på el respektive bränsle finnas tillgängliga för alla laddhybrider som kan köras på ren el. Det skulle underlätta rättvis jämförelse mellan olika bilar.

I Toyota Prius Plug-in Hybrid kan föraren välja ren eldrift. Trots detta har den tekniska provningen för typgodkännande genomförts i hybridläge, så att bensen motsvarande 0.9 l/100 km har använts under körcykel A (avsnitt 6.2). Detta försvårar jämförelse med Chevrolet Volt, där ren eldrift också kan väljas, och där detta körprogram valts för körcykel A (avsnitt 6.1).

3.3 Den viktade elförbrukningen är lägre än den verkliga elförbrukningen

Den viktade elförbrukningen f_{el} är lägre än den verkliga elförbrukningen vid blandad körning enbart på el.

En viss mängd bränsle kommer alltid att användas under de två körcyklerna A och B. Under körcykel B, då batteriet inledningsvis är urladdat, kommer bränsle alltid att användas. Alltså motsvarar den sammanlagda elanvändningen under de två cyklerna inte alls den el som skulle ha behövts för att föra bilen runt cyklerna utan hjälp av bränslet. Elförbrukningen per körd sträcka underskattas alltså i det viktade medelvärdet över de två cyklerna.

3.4 Den viktade bränsleförbrukningen är lägre än den verkliga bränsleförbrukningen

Den viktade bränsleförbrukningen $f_{bränsle}$ är lägre än den verkliga bränsleförbrukningen vid blandad körning med ett från början urladdat batteri.

På motsvarande sätt används alltid en viss mängd el under de två körcyklerna, i synnerhet under cykel A, då batteriet inledningsvis är fulladdat. Den sammanlagda bränsleanvändningen motsvarar alltså inte den bränslevolym som skulle behövts för att på egen hand föra bilen runt de två cyklerna. Följaktligen underskattas den verkliga bränsleförbrukningen.

4. Förslag

4.1 Storheter som presenteras

Som klimatpåverkan uppges följande storheter (se dock avsnitt 4.2):

- U_{el} = Klimatpåverkan well-to-wheel uttryckt i g CO₂eq/km vid drift med fulladdat batteri och körprogram inställt på ren eldrift
- $U_{bränsle}$ = Klimatpåverkan well-to-wheel uttryckt i g CO₂eq/km vid drift på ett från början urladdat batteri (i idealfallet ren bränsledrift)
- U = Viktad klimatpåverkan well-to-wheel uttryckt i gram koldioxidkvivalenter per kilometer vid kombinerad drift på el och bränsle

$$U = \frac{U_{el} \cdot S_{el} + U_{bränsle} \cdot S_{ref}}{S_{el} + S_{ref}} \quad (3)$$

S_{el} är räckvidden på el vid blandad körning, och $S_{ref} = 25$ km är en referenssträcka. Vi väljer samma referenssträcka som vid beräkning av de viktade förbrukningsvärdena (avsnitt 2.2 och 2.3) för att inte införa nya storheter i onödan, och för att det är ett rimligt värde. De viktade storheter vi inför blir analoga med dem som redan är etablerade i ECE-reglemente och EU-direktiv.

Valet av referenssträcka innebär att om räckvidden på el är $S_{el} = 25$ km, får utsläppen från körning på el och bränsle lika stor vikt. Om $S_{el} = 50$ km, blir vikten för utsläppen från körning på el 2/3, medan denna vikt endast blir 1/3 om $S_{el} = 12,5$ km.

Som energianvändning uppges följande storheter (se dock avsnitt 4.2):

- W_{el} = Använd elenergi från batteriet uttryckt i kWh/100 km vid drift med fulladdat batteri och körprogram inställt på ren eldrift
- $W_{bränsle}$ = Använd kemisk energi från bränslet i tanken uttryckt i kWh/100 km vid drift på ett från början urladdat batteri (i idealfallet ren bränsledrift)
- W = Viktad energianvändning uttryckt i kWh/100 km vid kombinerad drift på el och bränsle

$$W = \frac{W_{el} \cdot S_{el} + W_{bränsle} \cdot S_{ref}}{S_{el} + S_{ref}} \quad (4)$$

4.2 Då elförbrukning vid ren eldrift saknas

I avsnitt 3.2 diskuterades möjligheten att elförbrukningen $f_{A,el}$ under körcykel A vid den tekniska provningen har beräknats vid hybriddrift, trots att bilen tillåter körning på ren el.

För vissa laddhybrider kan föraren inte välja ren eldrift. Ett exempel är Volvo V60 Plug-in Hybrid. Föraren kan välja körprogram, d v s bilen tillhör klass 2 enligt avsnitt 2.1, men även i det program som maximerar elförbrukningen går förbränningsmotorn igång vid tillräckligt hög hastighet, och ju mindre laddning som finns kvar i batteriet, desto mer arbetar förbränningsmotorn.

I båda dessa fall är $f_{A,el}$ lägre än elförbrukningen vid ren eldrift. En viss mängd bränsle $f_{A,bränsle}$ används för att ta bilen genom körcykel A. Storheterna U_{el} och W_{el} går därför inte att beräkna, utan ersätts med följande storheter:

- U_{hybrid} = Klimatpåverkan well-to-wheel uttryckt i g CO₂eq/km vid drift med fulladdat batteri och eventuellt körprogram inställt på den typ av hybriddrift som maximerar elförbrukningen
- W_{hybrid} = Använd energi uttryckt i kWh/100 km vid drift med fulladdat batteri och eventuellt körprogram inställt på den typ av hybriddrift som maximerar elförbrukningen

$U_{bränsle}$ och $W_{bränsle}$ anges på samma sätt som i avsnitt 4.1. Däremot får vi modifiera definitionerna av U och W :

$$U = \frac{U_{hybrid} \cdot S_{el} + U_{bränsle} \cdot S_{ref}}{S_{el} + S_{ref}} \quad (3b)$$

$$W = \frac{W_{hybrid} \cdot S_{el} + W_{bränsle} \cdot S_{ref}}{S_{el} + S_{ref}} \quad (4b)$$

4.3 Förbrukningsdata används som underlag för klimatpåverkan

Vi använder förbrukningsuppgifterna 2.5.3.4 – 2.5.3.9 istället för uppgifterna om koldioxidutsläpp ur avgasröret 2.5.3.1 – 2.5.3.3 (se avsnitt 2.4).

För att beräkna klimatpåverkan well-to-wheel vid eldrift måste elförbrukningen användas som utgångspunkt. I konsekvensens namn använder vi därför bränsleförbrukningen för att beräkna klimatpåverkan vid bränsledrift, trots att koldioxidutsläppet 2.5.3.2 också kunde ha använts. Att konsekvent utgå från förbrukningssiffrorna är också naturligt eftersom klimatpåverkan i livscykel-perspektiv (well-to-wheel) av ett drivmedel anges som klimatpåverkan per förbrukad mängd drivmedel.

4.4 Nödvändiga uppgifter om fordonet

Om elförbrukning vid ren eldrift är uppmätt, behövs följande tre uppgifter om fordonet för att beräkna de sex storheterna i avsnitt 4.1:

- 1) Elförbrukningen $f_{A,el}$ (kWh/100 km) vid genomförandet av körcykeln under förutsättning A
- 2) Bränsleförbrukningen $f_{B,bränsle}$ (l/100 km) vid genomförandet av körcykeln under förutsättning B
- 3) Fordonets certifierade räckvidd S_{el} vid eldrift

Om elförbrukning vid ren eldrift saknas (avsnitt 4.2), behövs dessutom

- 4) Bränsleförbrukningen $f_{A,bränsle}$ (l/100 km) vid genomförandet av körcykeln under förutsättning A

5. Beräkning av önskade storheter

5.1 Alla uppgifter tillgängliga – körcykel A har skett med eldrift

$$U_{el} = \frac{u_{el}}{100} \cdot f_{A,el} \quad (5)$$

där u_{el} är elens klimatpåverkan (g/kWh).

$$U_{bränsle} = 10 \cdot u_{bränslemix} \cdot \frac{w_{bränsle}}{w_{bränslemix}} \cdot f_{B,bränsle} \quad (6)$$

där $u_{bränslemix}$ (kg/l) är klimatpåverkan hos den relevanta bränslemixen (t ex låginblandad bensin eller diesel), $w_{bränsle}$ (kWh/l) är energiinnehållet hos certifieringsbränslet (t ex ren bensin eller ren diesel), och $w_{bränslemix}$ (kWh/l) är bränslemixens energiinnehåll.

$$U = \frac{U_{el} \cdot S_{el} + U_{bränsle} \cdot S_{ref}}{S_{el} + S_{ref}} \quad (3)$$

$$W_{el} = f_{A,el} \quad (7)$$

$$W_{bränsle} = w_{bränsle} \cdot f_{B,bränsle} \quad (8)$$

$$W = \frac{W_{el} \cdot S_{el} + W_{bränsle} \cdot S_{ref}}{S_{el} + S_{ref}} \quad (4)$$

5.2 Alla uppgifter tillgängliga – körcykel A har skett med hybriddrift

$$U_{hybrid} = \frac{u_{el}}{100} \cdot f_{A,el} + 10 \cdot u_{bränslemix} \cdot \frac{w_{bränsle}}{w_{bränslemix}} \cdot f_{A,bränsle} \quad (9)$$

där u_{el} är elens klimatpåverkan (g/kWh), $u_{bränslemix}$ (kg/l) är klimatpåverkan hos den relevanta bränslemixen (t ex låginblandad bensin eller diesel), $w_{bränsle}$ (kWh/l) är energiinnehållet hos certifieringsbränslet (t ex ren bensin eller ren diesel), och $w_{bränslemix}$ (kWh/l) är bränslemixens energiinnehåll.

$$U_{bränsle} = 10 \cdot u_{bränslemix} \cdot \frac{w_{bränsle}}{w_{bränslemix}} \cdot f_{B,bränsle} \quad (6)$$

$$U = \frac{U_{hybrid} \cdot S_{el} + U_{bränsle} \cdot S_{ref}}{S_{el} + S_{ref}} \quad (3b)$$

$$W_{hybrid} = f_{A,el} + w_{bränsle} \cdot f_{A,bränsle} \quad (10)$$

$$W_{bränsle} = w_{bränsle} \cdot f_{B,bränsle} \quad (8)$$

$$W = \frac{W_{hybrid} \cdot S_{el} + W_{bränsle} \cdot S_{ref}}{S_{el} + S_{ref}} \quad (4b)$$

5.3 Viktad förbrukning och räckvidd på el tillgängliga – körcykel A har skett med eldrift

Vi måste nu uppskatta $f_{A,el}$ från den viktade elförbrukningen f_{el} , samt $f_{B,bränsle}$ från den viktade bränsleförbrukningen $f_{bränsle}$. Sedan kan vi använda formlerna i Fall 1.

$$f_{A,el} \approx \frac{S_{el} + S_{ref}}{S_{el}} \cdot f_{el} \quad (11)$$

Förklaring Vi antar att elförbrukningen under körcykel B på urladdat batteri är nära noll, d v s $f_{B,el} \approx 0$. Då följer formeln ur ekvation (1).

$$f_{B,bränsle} \approx \frac{S_{el} + S_{ref}}{S_{ref}} \cdot f_{bränsle} \quad (12)$$

Förklaring Förutsättningen är att inget bränsle förbrukas under körcykel A, d v s $f_{A,bränsle} = 0$. Formeln följer nu ur ekvation (2).

De önskade storheterna beräknas sedan som i avsnitt 5.1.

5.4 Viktad förbrukning och räckvidd på el tillgängliga – körcykel A har skett med hybriddrift

I detta fall kan inte de nödvändiga uppgifterna $f_{A,el}$, $f_{A,bränsle}$ och $f_{B,bränsle}$ beräknas på ett trovärdigt sätt från de befintliga uppgifterna f_{el} och $f_{bränsle}$. Det går därför inte att beräkna de önskade sex storheterna enligt avsnitt 5.2.

6. Exempel

6.1 Chevrolet Volt

Chevrolet Volt är typgodkänd enligt Direktiv 2007/46/EG (se avsnitt 2.4). Typgodkännandet, med nummer e13*2007/46*1158*02, har utfärdats i Luxemburg av Société Nationale de Certification et d'Homologation. Detta typgodkännande utfärdades den 7 augusti 2012, och är en uppdatering av det ursprungliga typgodkännandet från den 23 december 2010.

I den tekniska rapporten identifierar vi följande:

CO2 mass emissions (Condition A, combined) [g/km]	= 0
CO2 mass emissions (Condition B, combined) [g/km]	= 119
CO2 mass emissions (weighted and combined) [g/km]	= 27
Fuel consumption (Condition A, combined) [l/100 km]	= 0.0
Fuel consumption (Condition B, combined) [l/100 km]	= 5.2
Fuel consumption (weighted and combined) [l/100 km]	= 1.2
Electric energy consumption (Condition A, combined) [Wh/km]	= 174
Electric energy consumption (Condition B, combined) [Wh/km]	= 0
Electric energy consumption (weighted and combined) [Wh/km]	= 135
Pure electric range [km]	= 87

Översatt till våra benämningar blir detta, enligt avsnitt 2.4:

$$\begin{aligned}f_{A,bränsle} &= 0 \text{ l/100 km} \\f_{B,bränsle} &= 5.2 \text{ l/100 km} \\f_{bränsle} &= 1.2 \text{ l/100 km} \\f_{A,el} &= 17.4 \text{ kWh/100 km} \\f_{B,el} &= 0 \text{ kWh/100 km} \\f_{el} &= 13.5 \text{ kWh/100 km} \\S_{el} &= 87 \text{ km}\end{aligned}$$

Alla relevanta storheter i typgodkännandet är tillgängliga, och körcykel A har skett med ren eldrift eftersom $f_{A,bränsle} = 0$. Vi har därför fallet som beskrivs i avsnitt 5.1.

Till ekvationerna (5), (6) och (8) behöver vi uppgifter om drivmedlens klimatpåverkan och energiinnehåll. Vi använder siffror från www.miljofordon.se [5]. Certifieringsbränslet för Chevrolet Volt är ren bensen. Vi får

$$\begin{aligned}u_{el} &= 98 \text{ g/kWh (nordisk elmix)} \\u_{bränslemix} &= 2.67 \text{ kg/l (svensk låginblandad bensen)} \\w_{bränsle} &= 9.1 \text{ kWh/l (ren bensen)} \\w_{bränslemix} &= 8.95 \text{ kWh/l (svensk låginblandad bensen)}\end{aligned}$$

Utöver detta behöver vi också körcykeln längd $S \approx 11 \text{ km}$, samt referenssträckan $S_{ref} = 25 \text{ km}$.

$$\text{Ekvation (5) ger} \quad U_{el} = \frac{98}{100} \cdot 17.4 = 17.1 \approx 17 \text{ g/km}$$

$$\text{Ekvation (6) ger} \quad U_{bränsle} = 10 \cdot 2.67 \cdot \frac{9.1}{8.95} \cdot 5.2 = 141.1 \approx 141 \text{ g/km}$$

Ekvation (3) ger
$$U = \frac{17.1 \cdot 87 + 141.1 \cdot 25}{87 + 25} = 44.8 \approx 45 \text{ g/km}$$

Ekvation (7) ger
$$W_{el} = 17.4 \approx 17 \text{ kWh/100 km}$$

Ekvation (8) ger
$$W_{bränsle} = 9.1 \cdot 5.2 = 47.3 \approx 47 \text{ kWh/100 km}$$

Ekvation (4) ger
$$W = \frac{17.4 \cdot 87 + 47.3 \cdot 25}{87 + 25} = 24.1 \approx 24 \text{ kWh/100 km}$$

Låt oss till sist testa ekvationerna (11) och (12), som vi varit tvungna att använda om vi endast haft tillgång till de viktade värdena på bränsleförbrukning och elförbrukning (se avsnitt 5.3).

Ekvation (11) ger $f_{A,el} \approx \frac{87+25}{87} \cdot 13.5 = 17.4 \text{ kWh/100 km}$, vilket stämmer perfekt med det angivna värdet i typgodkännandet.

Ekvation (12) ger $f_{B,bränsle} \approx \frac{87+25}{25} \cdot 1.2 = 5.4 \text{ l/100 km}$, vilket stämmer hyfsat väl med det angivna värdet i typgodkännandet (5.2 l/100 km).

6.2 Toyota Prius Plug-in Hybrid

Från Toyota har vi fått följande uppgifter:

$$f_{A,bränsle} = 0.9 \text{ l/100 km}$$

$$f_{B,bränsle} = 3.7 \text{ l/100 km}$$

$$f_{bränsle} = 2.1 \text{ l/100 km}$$

$$f_{A,el} = 9.29 \text{ kWh/100 km}$$

$$f_{B,el} = -0.604 \text{ kWh/100 km}$$

$$f_{el} = 5.2 \text{ kWh/100 km}$$

$$S_{el} = 25 \text{ km}$$

Det ska noteras att dessa värden inte passar ihop med varandra helt och hållet. Använder vi $f_{A,el}$ och $f_{B,el}$ i ekvation (1) får vi inte det uppgivna värdet på f_{el} . På motsvarande sätt får vi inte det uppgivna värdet på $f_{bränsle}$ om vi använder ekvation (2). Alla sju uppgifter kan därför inte vara certifierade värden från typgodkännandet. För exemplets skull bortser vi från detta.

Vi använder samma uppgifter om drivmedlens klimatpåverkan och energiinnehåll som i avsnitt 6.1. Liksom för Chevrolet Volt är ren bensin certifieringsbränslet för Toyota Prius Plug-in Hybrid.

Alla relevanta storheter i typgodkännandet är tillgängliga, men körcykel A har skett med hybriddrift eftersom $f_{A,bränsle} > 0$. Vi har därför fallet som beskrivs i avsnitt 5.2.

Ekvation (9) ger
$$U_{hybrid} = \frac{98}{100} \cdot 9.29 + 10 \cdot 2.67 \cdot \frac{9.1}{8.95} \cdot 0.9 = 33.5 \approx 34 \text{ g/km}$$

Ekvation (6) ge
$$U_{bränsle} = 10 \cdot 2.67 \cdot \frac{9.1}{8.95} \cdot 3.7 = 100.4 \approx 100 \text{ g/km}$$

Ekvation (3b) ger
$$U = \frac{33.5 \cdot 25 + 100.4 \cdot 25}{25 + 25} = 70.0 \approx 70 \text{ g/km}$$

Ekvation (10) ger
$$W_{hybrid} = 9.29 + 9.1 \cdot 0.9 = 11.9 \approx 12 \text{ kWh/100 km}$$

Ekvation (8) ger
$$W_{bränsle} = 9.1 \cdot 3.7 = 33.7 \approx 34 \text{ kWh/100 km}$$

Ekvation (4b) ger

$$W = \frac{11.9 \cdot 25 + 33.7 \cdot 25}{25 + 25} = 22.8 \approx 23 \text{ kWh/100 km}$$

7. Hur faktauppgifterna kan ställas upp på miljöfordon.se

I miljöfordon.se:s faktarutor skulle man kunna uttrycka informationen som följer. Hakparenteserna visar motsvarande beteckning i denna rapport och ska så klart inte visas på sajten.

7.1 Då elförbrukning vid ren eldrift är uppmätt

Värdena från Chevrolet Volt används som exempel (se avsnitt 6.1).

CO2 ekv WTW – El	17 g/km	$[U_{el}]$
CO2 ekv WTW – Bränsle	141 g/km	$[U_{bränsle}]$
CO2 ekv WTW – Viktad	45 g/km	$[U]$
Energianvändning – El	17 kWh/100 km	$[W_{el}]$
Energianvändning – Bränsle	47 kWh/100 km	$[W_{bränsle}]$
Energianvändning – Viktad	24 kWh/100 km	$[W]$

7.2 Då elförbrukning vid ren eldrift saknas

Värdena från Toyota Prius Plug-in Hybrid används som exempel (se avsnitt 6.2).

CO2 ekv WTW – Hybrid	34 g/km	$[U_{hybrid}]$
CO2 ekv WTW – Bränsle	100 g/km	$[U_{bränsle}]$
CO2 ekv WTW – Viktad	70 g/km	$[U]$
Energianvändning – Hybrid	12 kWh/100 km	$[W_{hybrid}]$
Energianvändning – Bränsle	34 kWh/100 km	$[W_{bränsle}]$
Energianvändning – Viktad	23 kWh/100 km	$[W]$

8. Utblick: det amerikanska systemet

US Environmental Protection Agency (EPA), den amerikanska motsvarigheten till Naturvårdsverket, anger regler för hur drivmedelsförbrukning och miljöpåverkan hos bilar på den amerikanska marknaden ska redovisas. År 2008 förnyades de standardiserade körcyklerna, bl a med en delcykel som genomförs i kyla (vid -7 °C) [6]. Detta test är relevant för laddhybrider, eftersom batteriets egenskaper påverkas av temperaturen.

För varje bilmodell produceras en "window sticker" där väsentlig informationen om förbrukning och miljöpåverkan görs tillgänglig för konsumenten. För laddhybrider ser den ut så här [7]:



Förbrukning av el och bränsle anges separat, liksom räckvidd på el och bränsle. Både förbrukning och räckvidd gäller blandad körning. Precis som i Europa anges dock inte koldioxidutsläppen separat vid körning på el respektive bränsle, utan endast som ett sammanviktat värde. Det redovisade värdet motsvarar utsläppen ur avgasröret, så att körningen på el inte bidrar. EPA har nyligen introducerat en interaktiv tjänst där man kan uppskatta utsläppen i livscykelperspektiv [8]. Än så länge antas att 64 % av körsträckan körs på el. I framtiden kommer användaren att själv att kunna välja denna procentsats utifrån sitt körbeteende och bilens räckvidd på el.

Referenser

- [1] Regulation No 101 of the Economic Commission for Europe of the United Nations (UN/ECE)
<http://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/main/wp29/wp29regs/r018r3e.pdf>
- [2] Direktiv 2007/46/EG (om fastställande av en ram för godkännande av motorfordon [...]) <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007:263:0001:0160:SV:PDF>
- [3] Förordning (EG) nr 692/2008 (om genomförande och ändring av Europaparlamentets och rådets förordning (EG) nr 715/2007 om typgodkännande av motorfordon med avseende på utsläpp från lätta personbilar och lätta nyttofordon [...]) <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:199:0001:0136:SV:PDF>
- [4] Visvikis C. et al. (2010), *Electric vehicles: Review of type-approval legislation and potential risks* (Transport Research Laboratories, Client project Report CPR810, beställd av EU-kommissionen)
http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/automotive/files/projects/report_electric_vehicles_en.pdf
- [5] <http://www.miljofordon.se/miljo/sa-raknar-vi-miljopaverkan>
- [6] http://www.fueleconomy.gov/feg/fe_test_schedules.shtml
- [7] <http://www.fueleconomy.gov/feg/label/learn-more-PHEV-label.shtml>
- [8] <http://www.fueleconomy.gov/feg/Find.do?zipCode=55416&year=2012&vehicleId=32484&action=bt3>