

## BIJLAGE

**Methode voor de bepaling van de CO<sub>2</sub>-besparingen van een efficiënte alternator van 12 V in personenauto's en lichte bedrijfsvoertuigen met aandrijving door een verbrandingsmotor [waarbij wordt voldaan aan de voorwaarden in artikel 1 onder verwijzing naar de wereldwijd geharmoniseerde testprocedure voor lichte voertuigen]**

## 1. INLEIDING

Om te bepalen welke CO<sub>2</sub>-besparingen aan het gebruik van een efficiënte alternator van 12 V in een personenauto en licht bedrijfsvoertuig met aandrijving door een verbrandingsmotor kunnen worden toegeschreven, moet het volgende worden gespecificeerd:

- 1) de testomstandigheden;
- 2) de testapparatuur;
- 3) de procedure voor de bepaling van het totale rendement;
- 4) de procedure voor de bepaling van de CO<sub>2</sub>-besparingen;
- 5) de procedure voor de bepaling van de onzekerheid van de CO<sub>2</sub>-besparingen.

## 2. SYMBOLEN, PARAMETERS EN EENHEDEN

*Latijnse symbolen*

$C_{CO_2}$	-	CO <sub>2</sub> -besparingen [g CO <sub>2</sub> /km]
CO <sub>2</sub>	-	Kooldioxide
CF	-	Omrekeningsfactor (l/100 km) – (g - CO <sub>2</sub> /km) [gCO <sub>2</sub> /l] zoals gedefinieerd in tabel 3
h	-	Frequentie zoals gedefinieerd in tabel 1
I	-	Stroomsterkte waarbij de meting wordt verricht [A]
m	-	Aantal metingen van het monster
M	-	Koppel [Nm]
n	-	Toerental [min <sup>-1</sup> ] zoals gedefinieerd in tabel 1
P	-	Vermogen [W]
$s_{\eta_{EI}}$	-	Standaardafwijking van het rendement van de eco-innoverende alternator [%]
$S_{\overline{\eta_{EI}}}$	-	Standaardafwijking van het gemiddelde rendement van de eco-innoverende alternator [%]
$S_{C_{CO_2}}$	-	Standaardafwijking van de totale CO <sub>2</sub> -besparingen [g CO <sub>2</sub> /km]
U	-	Testspanning waarbij de meting wordt verricht [V]
v	-	Gemiddelde rijsnelheid van de wereldwijd geharmoniseerde testcyclus voor lichte voertuigen (WLTC) [km/h]
$V_{Pe}$	-	Verbruik van effectief vermogen [l/kWh] zoals gedefinieerd in tabel 2
$\frac{\partial C_{CO_2}}{\partial \eta_{EI}}$	-	Gevoeligheid van berekende CO <sub>2</sub> -besparingen gerelateerd aan het rendement van de eco-innoverende alternator

*Griekse symbolen*

$\Delta$	-	Verschil
$\eta$	-	Rendement van de basisalternator [%]
$\eta_{EI}$	-	Rendement van de efficiënte alternator [%]
$\overline{\eta}_{EI_i}$	-	Gemiddeld rendement van de eco-innoverende alternator op werkingpunt i [%]

*Indices*

Index i verwijst naar het werkingspunt

Index j verwijst naar meting van het monster

EI	-	Eco-innoverend
m	-	Mechanisch
RW	-	Werkelijke rijomstandigheden
TA	-	Typegoedkeuringsomstandigheden
B	-	Basis

## 3. TESTOMSTANDIGHEDEN

De testomstandigheden moeten voldoen aan de voorschriften van ISO 8854:2012 <sup>(1)</sup>.

## 4. TESTAPPARATUUR

De testapparatuur moet voldoen aan de voorschriften van ISO 8854:2012.

## 5. METINGEN EN BEPALING VAN HET RENDEMENT

Het rendement van de efficiënte alternator van 12 V wordt bepaald volgens ISO 8854:2012, met uitzondering van de in dit punt beschreven elementen.

De metingen worden verricht op verschillende werkingspunten *i*, zoals bepaald in tabel 1. De stroomsterkte van de alternator wordt gedefinieerd als de helft van de nominale stroom voor alle werkingspunten. Voor alle snelheden moeten de spanning en uitgangsstroom van de alternator constant worden gehouden, en moet de spanning 14,3 V bedragen.

Tabel 1

Werkingspunt <i>i</i>	Wachttijd [s]	Toerental <i>n<sub>i</sub></i> [min <sup>-1</sup> ]	Frequentie <i>h<sub>i</sub></i>
1	1 200	1 800	0,25
2	1 200	3 000	0,40
3	600	6 000	0,25
4	300	10 000	0,10

Het rendement wordt berekend volgens formule 1.

## Formule 1

$$\eta_{EI_i} = \frac{60 \cdot U_i \cdot I_i}{2\pi \cdot M_i \cdot n_i} \cdot 100$$

Alle rendementsmetingen worden ten minste vijf (5) keer achter elkaar uitgevoerd. Het gemiddelde van de metingen op elk werkingspunt ( $\eta_{EI_i}$ ) moet worden berekend.

Het rendement van de eco-innoverende alternator ( $\eta_{EI}$ ) wordt berekend volgens formule 2.

<sup>(1)</sup> ISO 8854:2012 Wegvoertuigen — Wisselstroomdynamo's met regelaars — Beproevingmethoden en algemene eisen. Referentienummer: ISO 8854:2012, gepubliceerd op 1 juni 2012.

Formule 2

$$\eta_{EI} = \sum_{i=1}^4 h_i \cdot \overline{\eta_{EI_i}}$$

De efficiënte alternator leidt tot besparingen van het mechanisch vermogen in werkelijke omstandigheden ( $\Delta P_{mRW}$ ) en typegoedkeuringsomstandigheden ( $\Delta P_{mTA}$ ) zoals gedefinieerd in formule 3.

Formule 3

$$\Delta P_m = \Delta P_{mRW} - \Delta P_{mTA}$$

Het bespaarde mechanisch vermogen in werkelijke rijomstandigheden ( $\Delta P_{mRW}$ ) wordt berekend volgens formule 4 en het bespaarde mechanisch vermogen in typegoedkeuringsomstandigheden ( $\Delta P_{mTA}$ ) wordt berekend volgens formule 5.

Formule 4

$$\Delta P_{mRW} = \frac{P_{RW}}{\eta_B} - \frac{P_{RW}}{\eta_{EI}}$$

Formule 5

$$\Delta P_{mTA} = \frac{P_{TA}}{\eta_B} - \frac{P_{TA}}{\eta_{EI}}$$

waarbij:

$P_{RW}$ : vereist vermogen in werkelijke omstandigheden [W], te weten 750 W.

$P_{TA}$ : vereist vermogen in typegoedkeuringsomstandigheden [W], te weten 350 W.

$\eta_B$ : rendement van de basisalternator [%], te weten 67 %.

## 6. BEREKENING VAN DE CO<sub>2</sub>-BESPARINGEN

Voor de berekening van de CO<sub>2</sub>-besparingen van de efficiënte alternator moet formule 6 worden gebruikt.

Formule 6

$$C_{CO_2} = \Delta P_m \cdot \frac{V_{Pe} \cdot CF}{v}$$

waarbij:

$v$ : gemiddelde rijnsnelheid van de WLTC [km/h], te weten 46,60 km/h.

$V_{Pe}$ : verbruik van effectief vermogen zoals gespecificeerd in onderstaande tabel 2.

Tabel 2

### Verbruik van effectief vermogen

Motortype	Verbruik van effectief vermogen ( $V_{Pe}$ ) [l/kWh]
Benzine	0,264
Benzine turbo	0,280
Diesel	0,220

CF: de factor zoals gespecificeerd in onderstaande tabel 3.

Tabel 3

**Omrekeningsfactor voor brandstof**

Brandstoftype	Omrekeningsfactor (l/100 km) - (g CO <sub>2</sub> /km) (CF) [gCO <sub>2</sub> /l]
Benzine	2 330
Diesel	2 640

7. BEREKENING VAN DE STATISTISCHE FOUT

Statistische fouten in de resultaten van de testmethode als gevolg van de metingen moeten worden gekwantificeerd. Voor elk werkpunt wordt de standaardafwijking berekend volgens formule 7:

Formule 7

$$s_{\bar{\eta}_{EI_i}} = \frac{s_{\eta_{EI_i}}}{\sqrt{m}} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^m (\eta_{EI_{ij}} - \bar{\eta}_{EI_i})^2}{m(m-1)}}$$

De standaardafwijking van de rendementswaarde van de efficiënte alternator ( $s_{\eta_{EI}}$ ) wordt berekend volgens formule 8.

Formule 8

$$s_{\eta_{EI}} = \sqrt{\sum_{i=1}^4 (h_i \cdot s_{\bar{\eta}_{EI_i}})^2}$$

De standaardafwijking van het rendement van de alternator ( $s_{\eta_{EI}}$ ) resulteert in een fout in de CO<sub>2</sub>-besparingen ( $s_{C_{CO_2}}$ ). Die fout wordt berekend volgens formule 9.

Formule 9

$$s_{C_{CO_2}} = \sqrt{\left(\frac{\partial C_{CO_2}}{\partial \eta_{EI}} \cdot s_{\eta_{EI}}\right)^2} = \frac{(P_{RW} - P_{TA}) \cdot V_{Pe} \cdot CF}{\eta_{EI}^2 \cdot v} \cdot s_{\eta_{EI}}$$

8. STATISTISCHE SIGNIFICANTIE

Voor elk type, elke variant en elke uitvoering van een voertuig dat met de efficiënte alternator is uitgerust, moet worden aangetoond dat de fout in de CO<sub>2</sub>-besparingen als berekend volgens formule 9 niet groter is dan het verschil tussen de totale CO<sub>2</sub>-besparingen en de te bereiken minimumbeperking voor besparingen zoals vermeld in artikel 9, lid 1, van Uitvoeringsverordening (EU) nr. 725/2011 (zie formule 10).

Formule 10

$$MT \leq C_{CO_2} - s_{C_{CO_2}} - \Delta CO_{2m}$$

waarbij:

MT: minimumbepierking [g CO<sub>2</sub>/km].

C<sub>CO<sub>2</sub></sub> totale CO<sub>2</sub>-besparingen [g CO<sub>2</sub>/km].

S<sub>C<sub>CO<sub>2</sub></sub></sub> standaardafwijking van de totale CO<sub>2</sub>-besparingen [g CO<sub>2</sub>/km].

ΔCO<sub>2m</sub> CO<sub>2</sub>-correctiecoëfficiënt vanwege het positieve massaverschil tussen de efficiënte alternator en de basialternator. ΔCO<sub>2m</sub> wordt berekend overeenkomstig tabel 4:

Tabel 4

CO <sub>2</sub> -correctiecoëfficiënt vanwege de extra massa	
Benzine (ΔCO <sub>2mP</sub> ) [g CO <sub>2</sub> /km kg]	0,0277 • Δm
Diesel (ΔCO <sub>2mD</sub> ) [g CO <sub>2</sub> /km kg]	0,0383 • Δm

In tabel 4 is Δm de extra massa vanwege de installatie van de efficiënte alternator. Die massa is gelijk aan het positieve verschil tussen de massa van de efficiënte alternator en de massa van de basialternator. De massa van de basialternator is 7 kg. Met betrekking tot de evaluatie van de extra massa moet de fabrikant geverifieerde documentatie aan de typegoedkeuringsinstantie verstrekken.

#### 9. TEST- EN EVALUATIEVERSLAG

Het verslag moet het volgende bevatten:

- model en massa van de geteste alternatoren,
- omschrijving van de testbank,
- testresultaten (gemeten waarden),
- berekende resultaten en bijbehorende formules.

#### 10. DE IN VOERTUIGEN TE MONTEREN EFFICIËNTE ALTERNATOR

De typegoedkeuringsinstantie certificeert de CO<sub>2</sub>-besparingen op basis van metingen van de efficiënte alternator en de basialternator door middel van de in deze bijlage vastgelegde testmethode. Indien de CO<sub>2</sub>-emissiebesparingen minder zijn dan de minimumbepierking van artikel 9, lid 1, is artikel 11, lid 2, tweede alinea, van Verordening (EU) nr. 725/2011 van toepassing.