

## II

(Muut kuin lainsäätämismääräyksessä hyväksyttävät säädökset)

## ASETUKSET

**KOMISSION ASETUS (EU) 2016/646,**

**annettu 20 päivänä huhtikuuta 2016,**

**asetuksen (EY) N:o 692/2008 muuttamisesta kevyiden henkilö- ja hyötyajoneuvojen päästöjen (Euro 6) osalta**

**(ETA:n kannalta merkityksellinen teksti)**

EUROOPAN KOMISSIO, joka

ottaa huomioon Euroopan unionin toiminnasta tehdyn sopimuksen,

ottaa huomioon moottoriajoneuvojen tyyppihyväksynnästä kevyiden henkilö- ja hyötyajoneuvojen päästöjen (Euro 5 ja Euro 6) osalta ja ajoneuvojen korjaamiseen ja huoltamiseen tarvittavien tietojen saatavuudesta 20 päivänä kesäkuuta 2007 annetun Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksen (EY) N:o 715/2007 <sup>(1)</sup> ja erityisesti sen 5 artiklan 3 kohdan,

sekä katsoo seuraavaa:

- (1) Asetus (EY) N:o 715/2007 on yksi Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivillä 2007/46/EY <sup>(2)</sup> vahvistettua tyyppihyväksyntämenettelyä koskevista erillisistä säädöksistä.
- (2) Asetuksessa (EY) N:o 715/2007 vaaditaan, että uusien kevyiden ajoneuvojen on noudatettava tiettyjä päästörajoja, ja asetetaan lisävaatimuksia tiedonsaannille. Kyseisen asetuksen täytäntöön panemiseksi tarvittavat tekniset erityisvaatimukset vahvistettiin komission asetuksella (EY) N:o 692/2008 <sup>(3)</sup>.
- (3) Komissio on tehnyt asetuksessa (EY) N:o 692/2008 vahvistetuista tyyppihyväksyntään sovellettavista menettelyistä, testeistä ja vaatimuksista seikkaperäisen analyysin omien tutkimustensa ja ulkoisten tietojen perusteella ja havainnut, että Euro 5- tai Euro 6 -vaatimusten mukaisten ajoneuvojen ajamisesta tieliikenteessä todellisuudessa syntyvät päästöt ylittävät merkittävästi ne päästöt, jotka on mitattu säännösten mukaisen uuden eurooppalaisen ajosyklin (NEDC) mukaisesti, etenkin dieselajoneuvojen tyyppien oksidien päästöjen osalta.
- (4) Moottoriajoneuvojen tyyppihyväksynnässä käytettäviä päästövaatimuksia on tiukennettu vaihteittain merkittävästi Euro-standardien käyttöönoton ja myöhemmän tarkistamisen myötä. Vaikka ajoneuvojen päästöt ovat yleisesti ottaen selvästi vähentyneet säänneltyjen eri epäpuhtauksien osalta, dieselmoottorien tyyppien oksidien päästöjen kohdalla näin ei ole käynyt; tämä koskee etenkin kevyitä hyötyajoneuvoja. Tilanteen korjaamiseksi tarvitaan sen vuoksi toimia.
- (5) Asetuksen (EY) N:o 715/2007 3 artiklan 10 kohdassa määritellyt ”estolaitteet”, joilla vähennetään päästöjenrajoituksen tasoa, ovat kiellettyjä. Viimeaikaiset tapahtumat ovat tuoneet esiin tarpeen vahvistaa täytäntöönpanon

<sup>(1)</sup> EUVL L 171, 29.6.2007, s. 1.

<sup>(2)</sup> Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2007/46/EY, annettu 5 päivänä syyskuuta 2007, puitteiden luomisesta moottoriajoneuvojen ja niiden perävaunujen sekä tällaisiin ajoneuvoihin tarkoitettujen järjestelmien, osien ja erillisten teknisten yksiköiden hyväksymiselle (Puitedirektiivi) (EUVL L 263, 9.10.2007, s. 1).

<sup>(3)</sup> Komission asetus (EY) N:o 692/2008, annettu 18 päivänä heinäkuuta 2008, moottoriajoneuvojen tyyppihyväksynnästä kevyiden henkilö- ja hyötyajoneuvojen päästöjen (Euro 5 ja Euro 6) osalta ja ajoneuvojen korjaamiseen ja huoltamiseen tarvittavien tietojen saatavuudesta annetun Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksen (EY) N:o 715/2007 täytäntöönpanosta ja muuttamisesta (EUVL L 199, 28.7.2008, s. 1).

valvontaa tältä osin. Sen vuoksi on aiheellista vaatia, että valmistajan tyyppihyväksynnän aikana soveltamaa päästöjenrajoitusstrategiaa valvotaan nykyistä paremmin noudattaen periaatteita, joita jo sovelletaan raskaisiin hyötyajoneuvoihin Euro VI -asetuksen (EY) N:o 595/2009 ja sen täytäntöönpanotoimenpiteiden nojalla.

- (6) Puuttumalla dieselajoneuvojen tyypin oksidien päästöihin liittyvään ongelmaan pitäisi osaltaan pystyä pienentämään nykyisiä suurina pysyneitä ilman NO<sub>2</sub>-pitoisuuksia, jotka aiheuttavat merkittävää huolta ihmisten terveyden kannalta.
- (7) Komissio perusti tammikuussa 2011 kaikkia asianomaisia sidosryhmiä edustavan työryhmän, jonka tehtävänä oli kehittää todellisissa ajo-olosuhteissa syntyvien päästöjen (RDE) testausmenettely, joka vastaa paremmin ajossa mitattuja päästöjä. Sitä varten on seikkaperäisten teknisten keskustelujen jälkeen noudatettu asetuksessa (EY) N:o 715/2007 ehdotettua vaihtoehtoa eli kannettavien päästöjenmittausjärjestelmien (PEMS) käyttöä ja päästöjen enimmäisarvojen (NTE) käyttöä.
- (8) RDE-testausmenettelyt olisi CARS 2020 -prosessissa <sup>(1)</sup> sidosryhmien kanssa sovitun mukaisesti otettava käyttöön kahdessa vaiheessa: ensimmäisessä eli siirtymävaiheessa testausmenetelmiä olisi sovellettava pelkästään seurantaa varten, ja myöhemmin niitä sovellettaisiin yhdessä sitovien määrällisten RDE-vaatimusten kanssa kaikkien uusien tyyppihyväksyntien ja uusien ajoneuvojen osalta.
- (9) RDE-testausmenetelmät otettiin käyttöön komission asetuksella (EU) 2016/427 <sup>(2)</sup>. Nyt on tarpeen vahvistaa määrälliset RDE-vaatimukset, joilla rajoitetaan pakokaasupäästöjä kaikissa tavanomaisissa käyttöolosuhteissa asetuksessa (EY) N:o 715/2007 vahvistettujen päästörajojen mukaisesti. Tätä varten olisi otettava huomioon mittausmenettelyihin liittyvät tilastolliset ja tekniset epävarmuustekijät.
- (10) Jotta valmistajat voisivat asteittain mukautua RDE-sääntöihin, lopulliset määrälliset RDE-vaatimukset olisi otettava käyttöön kahdessa perättäisessä vaiheessa. Ensimmäisessä vaiheessa, jota alettaisiin soveltaa neljän vuoden kuluttua päivämäärästä, jolloin Euro 6 -päästörajat tulevat pakollisiksi, olisi sovellettava vaatimustenmukaisuuden tunnuslukua 2,1. Toisen vaiheen olisi seurattava yksi vuosi ja neljä kuukautta ensimmäisen vaiheen jälkeen, ja silloin olisi edellytettävä asetuksessa (EY) N:o 715/2007 vahvistetun tyypin oksidien päästörajan 80 mg/km täysimääräistä noudattamista soveltaen lisäksi marginaalia, jolla otetaan huomioon myös kannettavien päästöjenmittausjärjestelmien (PEMS) soveltamiseen liittyvät mittausepävarmuudet.
- (11) On tärkeää, että RDE-testaus voi kattaa kaikki mahdolliset ajotilanteet, mutta samalla olisi vältettävä se, että testattavia ajoneuvoja ajettaisiin vääristyneesti eli siten, että pyritään hyväksytyyn tai hylättyyn testiin äärimmäisillä ajotavoilla ajoneuvon teknisen suorituskyvyn asemesta. Tällaisten tilanteiden varalta otetaan sen vuoksi käyttöön RDE-testaukseen sovellettavia täydentäviä rajaheitoja.
- (12) Yksittäisellä PEMS-ajomatalla kohdatut ajo-olosuhteet ovat jo luonteeltaan sellaisia, etteivät ne välttämättä täysin vastaa "ajoneuvon tavanomaisia käyttöolosuhteita". Päästöjenrajoituksen vaativuus voi ajomatkoilla sen vuoksi vaihdella. Tämän vuoksi ja mittausmenetelmien tilastollisten ja teknisten epävarmuustekijöiden huomioon ottamiseksi voidaan myöhemmin harkita, että yksittäisiin PEMS-ajomatkoihin sovellettavissa NTE-päästörajoissa otettaisiin huomioon näiden ajomatkojen ominaisuudet, joita kuvattaisiin tietyillä mitattavissa olevilla parametreilla, jotka liittyisivät esimerkiksi ajodynamiikkaan tai työkuormaan. Jos tätä periaatetta sovelletaan, sen ei pitäisi heikentää ympäristövaikutuksia eikä RDE-testausmenettelyjen tehokkuutta, mikä olisi osoitettava vertaisarvioidulla tieteellisellä tutkimuksella. Lisäksi kun arvioidaan päästöjenrajoituksen vaativuutta PEMS-ajomatkan aikana, huomioon olisi otettava vain sellaiset parametrit, jotka voidaan perustella objektiivisilla tieteellisillä syillä eikä vain moottorin, pilaantumista rajoittavan laitteen tai päästöjenrajoitusjärjestelmien kalibrointiin liittyvillä syillä.
- (13) Kun vielä otetaan huomioon tarve vähentää tyypin oksidien päästöjä kaupunkiolosuhteissa, on pikaisesti harkittava RDE-testin kaupunki-, maantie- ja moottoritieosuuksien suhteellisen painotuksen muuttamista, jotta voidaan varmistaa, että käytännössä voi toteutua pieni vaatimustenmukaisuuden tunnusluku, jolla luodaan kolmanteen RDE-pakettiin uusi ajodynamiikkaan liittyvä reunaehto, jonka ylittyessä on sovellettava laajempia olosuhteita vaiheen 1 käyttöönottopäivämäärästä lähtien.

<sup>(1)</sup> Komission tiedonanto Euroopan parlamentille, neuvostolle, Euroopan talous- ja sosiaalikomitealle ja alueiden komitealle CARS 2020: Kilpailukykyistä ja kestävä eurooppalaista autoteollisuutta koskeva toimintasuunnitelma (COM(2012) 636 final).

<sup>(2)</sup> Komission asetus (EU) 2016/427, annettu 10 päivänä maaliskuuta 2016, asetuksen (EY) N:o 692/2008 muuttamisesta kevyiden henkilö- ja hyötyajoneuvojen päästöjen (Euro 6) osalta (EUVL L 82, 31.3.2016, s. 1).

- (14) Komissio seuraa RDE-testausmenettelyihin sovellettavia säännöksiä ja mukauttaa niitä uuden ajoneuvotekniikan huomioon ottamiseksi ja niiden vaikuttavuuden varmistamiseksi. Lisäksi komissio tarkastelee vuosittain lopullisen vaatimustenmukaisuuden tunnusluvun tarkoituksenmukaista tasoa tekniikan kehityksen valossa. Komissio tarkastelee uudelleen erityisesti asetuksen (EY) N:o 692/2008 liitteen III A lisäyksissä 5 ja 6 vahvistettuja kahta vaihtoehtoista PEMS-päästötietojen arviointimenetelmää tarkoituksena kehittää yksi ainoa menetelmä.
- (15) Sen vuoksi asetusta (EY) N:o 692/2008 olisi muutettava.
- (16) Tässä asetuksessa säädetyt toimenpiteet ovat teknisen komitean – moottoriajoneuvot lausunnon mukaiset,

ON HYVÄKSYNYT TÄMÄN ASETUKSEN:

### 1 artikla

Muutetaan asetus (EY) N:o 692/2008 seuraavasti:

1) Lisätään 2 artiklaan 43 ja 44 alakohta seuraavasti:

”43. ’peruspäästöstrategialla’ päästöstrategiaa, joka on aktivoituneena moottorin koko pyörintänopeus- ja kuormitusalueella, ellei lisäpäästöstrategia ole aktiivisena;

44. ’lisäpäästöstrategialla’ päästöstrategiaa, joka aktivoituu ja korvaa peruspäästöstrategian tai muuttaa sitä tiettyä tarkoitusta varten erityisten ympäristö- tai käyttöolosuhteiden vuoksi ja joka on toiminnassa vain tällaisten olosuhteiden kestoajan.”

2) Korvataan 3 artiklan 10 kohdan kolmas alakohta seuraavasti:

”Kunnes asetuksen (EY) N:o 715/2007 10 artiklan 4 kohdassa annetuista päivämääristä on kulunut kolme vuotta ja 10 artiklan 5 kohdassa annetuista päivämääristä neljä vuotta, sovelletaan seuraavia säännöksiä:”

3) Korvataan 3 artiklan 10 kohdan a alakohta seuraavasti:

”Liitteessä III A olevan 2.1 kohdan vaatimuksia ei sovelleta.”

4) Lisätään 5 artiklaan 11 ja 12 kohta seuraavasti:

”11. Valmistajan on toimitettava myös laaja asiakirjapaketti, joka sisältää seuraavat tiedot:

a) tiedot kaikkien lisä- ja peruspäästöstrategioiden toiminnasta, kuvaus parametreista, joita lisäpäästöstrategiat muuttavat, ja lisäpäästöstrategian toiminnan reunaehdoista, sekä tiedot lisä- tai peruspäästöstrategiasta, joka on todennäköisesti toiminnassa tässä asetuksessa vahvistetuissa testausmenettelyissä;

b) kuvaus polttoainejärjestelmän ohjauslogiikasta, ajoitusmenetelmistä sekä kytkeänpisteistä kaikilla käytettävillä.

12. Edellä 11 kohdassa tarkoitettu laaja asiakirjapaketti on pidettävä ehdottoman luottamuksellisena. Sen voi säilyttää hyväksyntäviranomaisen tai hyväksyntäviranomaisen suostumuksella valmistaja. Jos asiakirjapaketin säilyttää valmistaja, hyväksyntäviranomaisen on identifioitava ja päivättävä asiakirjapaketti vastaanotettuaan ja hyväksyttyään sen. Asiakirjapaketti on annettava hyväksyntäviranomaisen tarkastettavaksi hyväksynnän yhteydessä tai milloin tahansa hyväksynnän voimassaoloaikana.”

5) Muutetaan liitteen I lisäys 6 tämän asetuksen liitteen I mukaisesti.

6) Muutetaan liite III A tämän asetuksen liitteen II mukaisesti.

*2 artikla*

Tämä asetus tulee voimaan kahdentenkymmenentenä päivänä sen jälkeen, kun se on julkaistu *Euroopan unionin virallisessa lehdessä*.

Tämä asetus on kaikilta osiltaan velvoittava, ja sitä sovelletaan sellaisenaan kaikissa jäsenvaltioissa.

Tehty Brysselissä 20 päivänä huhtikuuta 2016.

*Komission puolesta*  
*Puheenjohtaja*  
Jean-Claude JUNCKER

---

## LIITE I

Muutetaan asetuksen (EY) N:o 692/2008 liitteen I lisäyksessä 6 oleva taulukko 1 seuraavasti:

1) Korvataan rivit ZD, ZE ja ZF seuraavasti:

"ZD	Euro 6c	Euro 6-2	M, N <sub>1</sub> alaluokka I	PI, CI		1.9.2018	31.8.2019
ZE	Euro 6c	Euro 6-2	N <sub>1</sub> alaluokka II	PI, CI		1.9.2019	31.8.2020
ZF	Euro 6c	Euro 6-2	N <sub>1</sub> alaluokka III, N <sub>2</sub>	PI, CI		1.9.2019	31.8.2020"

2) Lisätään rivin ZF jälkeen seuraavat rivit:

"ZG	Euro 6d-TEMP	Euro 6-2	M, N <sub>1</sub> alaluokka I	PI, CI	1.9.2017	1.9.2019	31.12.2020
ZH	Euro 6d-TEMP	Euro 6-2	N <sub>1</sub> alaluokka II	PI, CI	1.9.2018	1.9.2020	31.12.2021
ZI	Euro 6d-TEMP	Euro 6-2	N <sub>1</sub> alaluokka III, N <sub>2</sub>	PI, CI	1.9.2018	1.9.2020	31.12.2021
ZJ	Euro 6d	Euro 6-2	M, N <sub>1</sub> alaluokka I	PI, CI	1.1.2020	1.1.2021	
ZK	Euro 6d	Euro 6-2	N <sub>1</sub> alaluokka II	PI, CI	1.1.2021	1.1.2022	
PLN	Euro 6d	Euro 6-2	N <sub>1</sub> alaluokka III, N <sub>2</sub>	PI, CI	1.1.2021	1.1.2022"	

3) Lisätään taulukon selityksiin Euro 6b -päästöstandardia koskevan kohdan jälkeen seuraavat kohdat:

"Euro 6c -päästöstandardi = täydet Euro 6 -päästövaatimukset ilman määrällisiä RDE-vaatimuksia, ts. Euro 6b -päästöstandardi ja lopulliset hiukkasmäärän standardit kipinäsytytysmoottorilla varustettuja ajoneuvoja varten ja vertailupolttoaineen E10 ja B7 käyttö (jos sovellettavissa) arvioituina säännösten mukaisella laboratoriotestisyklillä, RDE-testaus pelkästään seuranta varten (NTE-päästörajoja ei sovelleta);"

"Euro 6d-TEMP -päästöstandardi = täydet Euro 6 -päästövaatimukset, ts. Euro 6b -päästöstandardi ja lopulliset hiukkasmäärän standardit kipinäsytytysmoottorilla varustettuja ajoneuvoja varten ja vertailupolttoaineen E10 ja B7 käyttö (jos sovellettavissa) arvioituina säännösten mukaisella laboratoriotestisyklillä sekä RDE-testaus väliaikaisten vaatimustenmukaisuuden tunnuslukujen suhteen".

4) Korvataan taulukon selityksissä oleva Euro 6c -päästöstandardia koskeva kohta seuraavasti:

"Euro 6d -päästöstandardi = täydet Euro 6 -päästövaatimukset, ts. Euro 6b -päästöstandardi ja lopulliset hiukkasmäärän standardit kipinäsytytysmoottorilla varustettuja ajoneuvoja varten ja vertailupolttoaineen E10 ja B7 käyttö (jos sovellettavissa) arvioituina säännösten mukaisella laboratoriotestisyklillä sekä RDE-testaus lopullisten vaatimustenmukaisuuden tunnuslukujen suhteen".

## LIITE II

Muutetaan asetuksen (EY) N:o 692/2008 liite III A seuraavasti:

1) Korvataan 2.1 kohta seuraavasti:

”2.1 Päästöjen enimmäisarvot

Asetuksen (EY) N:o 715/2007 mukaisesti tyyppihyväksytyyn ajoneuvon tavanomaisen käyttöön aikana sen päästöt, jotka on määritetty tässä liitteessä vahvistettujen vaatimusten mukaisesti ja jotka syntyvät missä tahansa mahdollisessa tämän liitteen mukaisesti suoritettussa RDE-testissä, eivät saa ylittää seuraavia enimmäisarvoja (NTE-arvoja):

$$NTE_{\text{pollutant}} = CF_{\text{pollutant}} \times TF(p_1, \dots, p_n) \times \text{EURO-6}$$

jossa EURO-6 on asetuksen (EY) N:o 715/2007 liitteen I taulukossa 2 vahvistettu sovellettava Euro 6 -päästöraja.”;

2) Lisätään 2.1.1, 2.1.2 ja 2.1.3 kohta seuraavasti:

”2.1.1 Lopulliset vaatimustenmukaisuuden tunnusluvut

Epäpuhtauden vaatimustenmukaisuuden tunnusluku  $CF_{\text{pollutant}}$  määritetään seuraavasti:

Epäpuhtaus	Typen oksidien massa (NO <sub>x</sub> )	Hiukkasmäärä (PN)	Hiilimonoksidin (CO) massa (l)	Kaikkien hiilivetyjen (THC) massa	Hiilivetyjen ja typen oksidien yhteenlaskettu massa (THC + NO <sub>x</sub> )
$CF_{\text{pollutant}}$	1 + <i>margin</i> , <i>margin</i> = 0,5	Vahvistetaan myöhemmin.	—	—	—

(l) CO-päästöt on mitattava ja kirjattava RDE-testeissä.

Tässä ”*margin*” on parametri, jolla otetaan huomioon PEMS-laitteiden myötä syntyvät uudet mittauserävarmuudet. Sitä tarkastellaan vuosittain uudelleen ja tarkistetaan, kun PEMS-menettelyn laatu paranee tai tekniikka kehittyy.

2.1.2 Väliaikaiset vaatimustenmukaisuuden tunnusluvut

Poiketen siitä, mitä 2.1.1 kohdassa säädetään, voidaan viiden vuoden ja neljän kuukauden ajan asetuksen (EY) N:o 715/2007 10 artiklan 4 ja 5 kohdassa annetuista päivämääristä ja valmistajan pyynnöstä soveltaa seuraavia väliaikaisia vaatimustenmukaisuuden tunnuslukuja:

Epäpuhtaus	Typen oksidien massa (NO <sub>x</sub> )	Hiukkasmäärä (PN)	Hiilimonoksidin (CO) massa (l)	Kaikkien hiilivetyjen (THC) massa	Hiilivetyjen ja typen oksidien yhteenlaskettu massa (THC + NO <sub>x</sub> )
$CF_{\text{pollutant}}$	2,1	Vahvistetaan myöhemmin.	—	—	—

(l) CO-päästöt on mitattava ja kirjattava RDE-testeissä.

Väliaikaisten vaatimustenmukaisuuden tunnuslukujen soveltaminen on kirjattava ajoneuvon vaatimustenmukaisuustodistukseen.

## 2.1.3 Siirtofunktiot

Edellä 2.1 kohdassa tarkoitetun siirtofunktion  $TF(p_1, \dots, p_n)$  arvo asetetaan arvoon 1 parametrien  $p_i$  ( $i = 1, \dots, n$ ) koko alueelle.

Jos siirtofunktiota  $TF(p_1, \dots, p_n)$  muutetaan, se on tehtävä tavalla, joka ei heikennä ympäristövaikutuksia ja RDE-testausmenettelyjen tehokkuutta. Erityisesti on noudatettava seuraavaa ehtoa:

$$\int TF(p_1, \dots, p_n) * Q(p_1, \dots, p_n) dp = \int Q(p_1, \dots, p_n) dp$$

jossa:

- $dp$  edustaa integraalia parametrien  $p_i$  ( $i = 1, \dots, n$ ) koko alueen yli
- $Q(p_1, \dots, p_n)$ , on parametreja  $p_i$  ( $i = 1, \dots, n$ ) todellisissa ajosuhteissa vastaavan tapahtuman todennäköisyystiheys.”

## 3) Lisätään 3.1.0 kohta seuraavasti:

”3.1.0 Edellä 2.1 kohdassa vahvistettujen vaatimusten on täyttyvä kaupunkiajo-osuudella ja koko PEMS-ajomatalla. Valmistajan valinnan mukaan on vähintään yhden seuraavien kahden kohdan ehdoista täyttyvä:

3.1.0.1  $M_{gas,d,t} \leq NTE_{pollutant}$  ja  $M_{gas,d,u} \leq NTE_{pollutant}$  määritelmät tämän liitteen 2.1 kohdassa ja lisäyksessä 5 olevissa 6.1 ja 6.3 kohdassa,  $gas = pollutant$ .

3.1.0.2  $M_{w,gas,d} \leq NTE_{pollutant}$  ja  $M_{w,gas,d,U} \leq NTE_{pollutant}$  määritelmät tämän liitteen 2.1 kohdassa ja lisäyksessä 6 olevassa 3.9 kohdassa,  $gas = pollutant$ .”

## 4) Poistetaan 5.3 kohta.

## 5) Korvataan 5.4 kohta seuraavasti:

## ”5.4. Dynaamiset olosuhteet

Dynaamisiin olosuhteisiin luetaan tien pystykaltevuuden, vastatuulen ja ajodynamiikan (kiihdytykset, hidastukset) sekä apujärjestelmien vaikutukset testiajoneuvon energiankulutukseen ja päästöihin. Dynaamisten olosuhteiden normaalisuus on todennettava testin loppuun saattamisen jälkeen käyttämällä kirjattuja PEMS-tietoja. Todentaminen on tehtävä kahdessa vaiheessa:

5.4.1 Ajodynamiikan yleinen liiallisuus tai riittämättömyys ajomatkan aikana on tarkastettava tämän liitteen lisäyksessä 7 a kuvatuilla menetelmillä.

5.4.2 Jos ajomatkaa pidetään 5.4.1 kohdan mukaisten todennusten perusteella pätevänä, on sovellettava tämän liitteen lisäyksissä 5 ja 6 vahvistettuja dynaamisten olosuhteiden normaalisuuden todentamismenetelmiä. Kussakin menetelmässä asetetaan dynaamisille olosuhteille vertailuarvo, sen ympärillä olevat vaihtelualueet sekä vähimmäiskattavuusvaatimukset, joiden täytyessä testin katsotaan olevan pätevä.”

## 6) Korvataan 6.8 kohta seuraavasti:

”6.8 Kaupunkiajo-osuudella keskinopeuden (pysähdykset mukaan luettuina) olisi oltava 15–40 km/h. Pysähdysten eli jaksojen, jolloin ajoneuvon nopeus on alle 1 km/h, osuuden kaupunkiosuuden kesto on oltava 6–30 prosenttia. Kaupunkiosuudella on oltava useita vähintään 10 sekunnin mittaisia pysähdyksiä. Jos pysähdys kestää yli 180 sekuntia, tällaista kohtuuttoman pitkää pysähdystä seuraavien 180 sekunnin aikaiset päästöt on jätettävä pois arvioinnista.”

## 7) Lisätään 6.11 kohtaan virke seuraavasti:

”Lisäksi suhteellisen kumulatiivisen positiivisen korkeusmuutoksen on oltava alle 1 200 m / 100 km lisäyksen 7 b mukaisesti määritettynä.”

8) Korvataan 9.5 kohta seuraavasti:

”9.5. Jos ympäristöolosuhteet muuttuvat joksikin ajaksi 5.2 kohdan mukaisesti laajemmiksi, kyseiseltä jaksolta lisäyksen 4 mukaisesti lasketut päästöt on jaettava arvolla 1,6 ennen kuin arvioidaan, ovatko ne tämän liitteen vaatimusten mukaiset.”

9) Muutetaan lisäys 1 seuraavasti:

a) Lisätään 3.4.6 kohtaan virke seuraavasti:

”Ajoneuvon ohjaamon ulkopuolisten PEMS-järjestelmän komponenttien kiinnittimien ja asennusosien turvallisuuteen liittyvän valaistuksen virranlähteenä voidaan käyttää ajoneuvon akkua.”

b) Lisätään 4.5 kohtaan virke seuraavasti:

”Analysaattorin poikkeaman minimoimiseksi on hyvä tehdä analysaattorien nolla- ja vertailukaasukalibroinnit ympäristön lämpötilassa, joka vastaa mahdollisimman tarkasti lämpötilaa, jossa testauslaitteet ovat RDE-ajomatkan aikana.”

10) Korvataan lisäyksessä 2 olevan 8 kohdan taulukon 4 alaviite 2 seuraavasti:

”(2) Tämä yleinen vaatimus koskee vain nopeusanturia. Jos sellaisten parametrien kuin kiihtyvyyden, nopeuden ja positiivisen kiihtyvyyden tulon tai suhteellisen positiivisen kiihtyvyyden (RPA) määrittämisessä käytetään ajoneuvon nopeutta, nopeussignaalin tarkkuuden on oltava 0,1 prosenttia nopeuden ollessa yli 3 km/h ja näytteenottotaajuuden 1 Hz. Tarkkuusvaatimus voidaan täyttää käyttämällä pyörän pyörimisnopeusanturin signaalia.”

11) Poistetaan lisäyksessä 6 olevasta 2 kohdasta seuraava määritelmä:

” $a_i$  Todellinen kiihtyvyys aika-askeleessa  $i$ , jos muuta ei määritetty yhtälössä:

$$a_i = \frac{(v_{i+1} - v_i)}{3,6 \times (t_{i+1} - t_i)}, [m/s^2].”$$

12) Lisätään lisäyksessä 6 olevaan 2 kohtaan seuraavat määritelmät:

$\overline{m}_{gas,U}$  pakokaasun kaasukomponentin painotettu keskimääräinen päästöarvo osaotoksessa, jonka muodostavat kaikki sekunnit  $i$ , joissa  $v_i < 60$  km/h, g/s

$M_{w,gas,d,U}$  pakokaasun kaasukomponentin painotetut ajomatkatkohtaiset päästöarvot osaotoksessa, jonka muodostavat kaikki sekunnit  $i$ , joissa  $v_i < 60$  km/h, g/km

$\overline{v}_U$  ajoneuvon keskinopeus pyöräteholuokassa  $j$ , km/h”

13) Korvataan lisäyksessä 6 olevan 3.1 kohdan ensimmäinen kappale seuraavasti:

”Todellinen pyöräteho  $P_{r,i}$  on kokonaisteho, joka tarvitaan ilmanvastuksen, vierintävastuksen ja tien pystykaltevuuden voittamiseen ja ajoneuvon pitkittäis-suuntaisen inertian ja pyörien rotaatioinertian aikaansaamiseen.”

14) Korvataan lisäyksessä 6 oleva 3.2 kohta seuraavasti:

### ”3.2 Liikkuvien keskiarvojen luokitus kaupunki-, maantie- ja moottoritieosuuksiin

Standardoitu tehofrekvenssi määritetään kaupunkiajajon ja koko ajomatkan osalta (ks. 3.4 kohta), ja päästöistä tehdään erillinen arviointi koko ajomatkan ja kaupunkiosuuden osalta. Sen jälkeen 3.3 kohdan mukaisesti lasketut 3 sekunnin liikkuvat keskiarvot jaetaan kaupunkiolosuhteisiin ja muihin kuin kaupunkiolosuhteisiin todellisen sekunnin  $i$  nopeussignaalin ( $v_i$ ) mukaisesti siten kuin taulukossa 1-1 esitetään.



Taulukko 1-1

**Nopeusalueet testitietojen jakamiseksi kaupunki-, maantie- ja moottoritieolosuhteisiin power binning -menetelmässä**

	Kaupunkiajo	Maantieajo	Moottoritieajo
$v_i$ [km/h]	$\leq 60$	$> 60$ mutta $\leq 90$	$> 90$ "

15) Korvataan lisäyksessä 6 oleva 3.9 kohta seuraavasti:

**"3.9 Painotettujen ajomatkatkohtaisten päästöarvojen laskenta**

Testin aikana syntyvät aikaan perustuvat päästöjen painotetut keskiarvot muunnetaan ajomatkatkohtaisiksi päästöarvoiksi kerran kaupunkiajon tietosarjan ja kerran koko tietosarjan osalta seuraavasti:

$$\text{Koko ajomatka: } M_{w, \text{gas}, d} = 1\,000 \cdot \frac{\bar{m}_{\text{gas}} \times 3\,600}{\bar{v}}$$

$$\text{Kaupunkiosuus: } M_{w, \text{gas}, d, U} = 1\,000 \cdot \frac{\bar{m}_{\text{gas}, U} \times 3\,600}{\bar{v}_U}$$

Näiden kaavojen avulla lasketaan seuraaville epäpuhtauksille painotetut keskiarvot koko ajomatkan ja sen kaupunkiosuuden osalta:

$M_{w, \text{NO}_x, d}$  painotettu NO<sub>x</sub>-testitulokas [mg/km]

$M_{w, \text{NO}_x, d, U}$  painotettu NO<sub>x</sub>-testitulokas [mg/km]

$M_{w, \text{CO}, d}$  painotettu CO-testitulokas [mg/km]

$M_{w, \text{CO}, d, U}$  painotettu CO-testitulokas [mg/km]"

16) Lisätään lisäykset 7 a ja 7 b seuraavasti:

"Lisäys 7 a

**Koko ajomatkan dynaamisten olosuhteiden todentaminen**

## 1. JOHDANTO

Tässä lisäyksessä kuvaillaan laskentamenetelmät, joilla todennetaan koko ajomatkan dynaamiset olosuhteet, jotta voidaan määrittää ajodynamiikan yleinen liiallisuus tai puuttuminen kaupunki-, maantie- ja moottoritiejossa.

## 2. SYMBOLIT

RPA Suhteellinen positiivinen kiihtyvyys

"kiihtyvyyden resoluutio  $a_{\text{res}}$ ": vähimmäiskiihtyvyys  $> 0$  mittayksikkönä  $\text{m/s}^2$

T4253H: yhdistetyn datan tasain

"positiivinen kiihtyvyys  $a_{\text{pos}}$ " kiihtyvyys  $[\text{m/s}^2]$  suurempi kuin  $0,1 \text{ m/s}^2$

Indeksi (i) tarkoittaa aika-askelta

Indeksi (j) tarkoittaa positiivisen kiihtyvyyden tiedostoja

Indeksi (k) tarkoittaa luokkaa (t = yhteensä, u = kaupunkiajo, r = maantieajo, m = moottoritieajo)

$\Delta$	– muutos
$>$	– suurempi kuin
$\geq$	– suurempi tai yhtä suuri kuin
$\%$	– prosenttia
$<$	– pienempi kuin
$\leq$	– pienempi tai yhtä suuri kuin
$a$	– kiihtyvyys [ $\text{m/s}^2$ ]
$a_i$	– kiihtyvyys aika-askeleessa i [ $\text{m/s}^2$ ]
$a_{\text{pos}}$	– positiivinen kiihtyvyys suurempi kuin $0,1 \text{ m/s}^2$ [ $\text{m/s}^2$ ]
$a_{\text{pos},i,k}$	– positiivinen kiihtyvyys suurempi kuin $0,1 \text{ m/s}^2$ aika-askeleessa i ottaen huomioon kaupunki-, maantie- ja moottoritieosuudet [ $\text{m/s}^2$ ]
$a_{\text{res}}$	– kiihtyvyyden resoluutio [ $\text{m/s}^2$ ]
$d_i$	– matka aika-askeleessa i [m]
$d_{i,k}$	– matka aika-askeleessa i ottaen huomioon kaupunki-, maantie- ja moottoritieosuudet [m]
$M_k$	– otosten lukumäärä kaupunki-, maantie- ja moottoritieosuuksilla, kun positiivinen kiihtyvyys on suurempi kuin $0,1 \text{ m/s}^2$
$N_k$	– otosten kokonaismäärä kaupunki-, maantie- ja moottoritieosuuksilla ja koko ajomatalla
$RPA_k$	– suhteellinen positiivinen kiihtyvyys kaupunki-, maantie- ja moottoritieosuuksilla [ $\text{m/s}^2$ tai $\text{kWs}/(\text{kg} \times \text{km})$ ]
$t_k$	– kaupunki-, maantie- ja moottoritieosuuksien ja koko ajomatkan kesto [s]
$v$	– ajoneuvon nopeus [km/h]
$v_i$	– ajoneuvon todellinen nopeus aika-askeleessa i [km/h]
$v_{i,k}$	– ajoneuvon todellinen nopeus aika-askeleessa i ottaen huomioon kaupunki-, maantie- ja moottoritieosuudet [km/h]
$(v \cdot a)_i$	– ajoneuvon todellinen nopeus kiihtyvyyttä kohti aika-askeleessa i [ $\text{m}^2/\text{s}^3$ tai $\text{W/kg}$ ]
$(v \cdot a_{\text{pos}})_{j,k}$	– ajoneuvon todellinen nopeus arvoa $0,1 \text{ m/s}^2$ suurempaa positiivista kiihtyvyyttä kohti aika-askeleessa j ottaen huomioon kaupunki-, maantie- ja moottoritieosuudet [ $\text{m}^2/\text{s}^3$ tai $\text{W/kg}$ ]
$(v \cdot a_{\text{pos}})_{k-}[95]$	– ajoneuvon todellisen nopeuden ja arvoa $0,1 \text{ m/s}^2$ suuremman positiivisen kiihtyvyyden tulon 95. persentiili ottaen huomioon kaupunki-, maantie- ja moottoritieosuudet [ $\text{m}^2/\text{s}^3$ tai $\text{W/kg}$ ]
$\bar{v}_k$	– ajoneuvon keskimääräinen nopeus kaupunki-, maantie- ja moottoritieosuuksilla [km/h]

### 3. AJOMATKAA KOSKEVAT INDIKAATTORIT

#### 3.1 Laskelmat

##### 3.1.1 Tietojen esikäsittely

Dynaamiset parametrit, kuten kiihtyvyys,  $v \cdot a_{\text{pos}}$  tai RPA, määritetään nopeussignaaleilla, jonka tarkkuus on  $0,1$  prosenttia nopeuden ollessa yli  $3 \text{ km/h}$ , ja näytteenottotaajuuden ollessa  $1 \text{ Hz}$ . Tarkkuusvaatimus täyttyy yleisesti pyörän (pyörimis)nopeussignaaleilla.

Nopeuskäyrä on tarkastettava virheellisten tai epäuskottavien osuuksien varalta. Ajoneuvon nopeuskäyrää kuvaavat tällaisilla osuuksilla askelet, hyppy, portaittaisuus tai puuttuvat arvot. Lyhyet virheelliset jaksot on korjattava esimerkiksi interpoloimalla data tai vertaamalla sekundaariseen nopeussignaaliin. Virheellisiä jaksoja sisältävät lyhyet ajomatkat voidaan vaihtoehtoisesti jättää pois seuraavaksi tehtävästä tietojen analysoinnista. Seuraavaksi asetetaan kiihtyvyyden arvot nousevaan järjestykseen, jotta voidaan määrittää kiihtyvyyden resoluutio  $a_{res} = (\text{kiihtyvyyden vähimmäisarvo} > 0)$ .

Jos  $a_{res} \leq 0,01 \text{ m/s}^2$ , ajoneuvon nopeuden mittausta on riittävän tarkka.

Jos  $0,01 < a_{res} \leq r_{max} \text{ m/s}^2$ , tiedot tasoitetaan T4253-Hanning-suodattimella.

Jos  $a_{res} > r_{max} \text{ m/s}^2$ , ajomatka on mitätön.

T4253-Hanning-suodatin suorittaa seuraavat laskelmat: Tasain aloittaa käyttämällä jatkuvaa mediaania 4, joka keskitetään jatkuvalla mediaanilla 2. Arvot tasoitetaan sen jälkeen uudelleen käyttämällä jatkuvaa mediaania 5, jatkuvaa mediaania 3 ja Hanning-suodatusta (liukuvat painotetut keskiarvot). Lasketaan jäänökset vähentämällä tasoitettu sarja alkuperäisestä sarjasta. Toistetaan koko prosessi lasketuilla jäänöksillä. Lasketaan lopuksi tasoitetut jäänökset vähentämällä prosessissa ensimmäisellä kerralla saadut tasoitetut arvot.

Täsmällinen nopeuskäyrä toimii perustana 3.1.2 kohdassa kuvatuille lisälaskelmille ja jaottelulle (binning)

### 3.1.2 Laskenta parametreille matka, kiihtyvyys ja $v \cdot a$

Tehdään seuraavat laskelmat koko aikaperusteiselle nopeuskäyrälle (1 Hz:n resoluutio) sekunnista 1 sekuntiin  $t_i$  (viimeinen sekunti).

Lasketaan matkan lisäys otosta kohti seuraavasti:

$$d_i = v_i/3,6, i = 1 - N_t$$

jossa

$d_i$  on matka aika-askeleessa  $i$  [m]

$v_i$  on ajoneuvon todellinen nopeus aika-askeleessa  $i$  [km/h]

$N_t$  on otosten kokonaismäärä.

Lasketaan kiihtyvyys seuraavasti:

$$a_i = (v_{i+1} - v_{i-1})/(2 \cdot 3,6), i = 1 - N_t$$

jossa

$a_i$  on kiihtyvyys aika-askeleessa  $i$  [ $\text{m/s}^2$ ]. Jos  $i = 1$ :  $v_{i-1} = 0$ , jos  $i = N_t$ :  $v_{i+1} = 0$ .

Lasketaan ajoneuvon nopeuden ja kiihtyvyyden tulo seuraavasti:

$$(v \cdot a)_i = v_i \cdot a_i/3,6, i = 1 - N_t$$

jossa

$(v \cdot a)_i$  on ajoneuvon todellisen nopeuden ja kiihtyvyyden tulo aika-askeleessa  $i$  [ $\text{m}^2/\text{s}^3$  tai  $\text{W/kg}$ ]

### 3.1.3 Tulosten jaottelu (binning)

Kun arvot  $a_i$  ja  $(v \cdot a)_i$  on laskettu, asetetaan arvot  $v_i$ ,  $d_i$ ,  $a_i$  ja  $(v \cdot a)_i$  nousevaan järjestykseen ajoneuvon nopeuden mukaan.

Kaikki tiedostot, joissa  $v_i \leq 60 \text{ km/h}$ , kuuluvat nopeusluokkaan "kaupunkiajo", kaikki tiedostot, joissa  $60 \text{ km/h} < v_i \leq 90 \text{ km/h}$ , kuuluvat nopeusluokkaan "maantieajo", ja kaikki tiedostot, joissa  $v_i > 90 \text{ km/h}$  kuuluvat nopeusluokkaan "moottoritieajo".

Tiedostojen, joissa kiihtyvyyssarvo on  $a_i > 0,1 \text{ m/s}^2$ , määrän on oltava suurempi tai yhtä suuri kuin 150 kaikissa nopeusluokissa.

Lasketaan kussakin nopeusluokassa ajoneuvon keskimääräinen nopeus  $\bar{v}_k$  seuraavasti:

$$\bar{v}_k = \left( \sum_i v_{i,k} \right) / N_k, \quad i = 1 - N_k, k = u, r, m$$

jossa

$N_k$  on otosten kokonaismäärä kaupunki-, maantie- ja moottoritieosuuksilla.

### 3.1.4 Arvon $v \cdot a_{\text{pos}}[95]$ laskeminen nopeusluokittain

Lasketaan arvojen  $v \cdot a_{\text{pos}}$  95. persentiili seuraavasti:

Asetetaan arvot  $(v \cdot a)_{i,k}$  kussakin nopeusluokassa nousevaan järjestykseen kaikille tiedostoille, joissa  $a_{i,k} \geq 0,1 \text{ m/s}^2$ , ja määritetään näiden otosten kokonaismäärä  $M_k$ .

Asetetaan persenttiilarvot arvoille  $(v \cdot a_{\text{pos}})_{j,k}$ , joissa  $a_{i,k} \geq 0,1 \text{ m/s}^2$ , seuraavasti:

Pienin arvo  $v \cdot a_{\text{pos}}$  saa persentiilin  $1/M_k$ , toiseksi pienin persentiilin  $2/M_k$ , kolmanneksi pienin persentiilin  $3/M_k$  ja suurin persentiilin  $M_k/M_k = 100 \%$ .

$(v \cdot a_{\text{pos}})_{k-}[95]$  on arvo  $(v \cdot a_{\text{pos}})_{j,k}$ , jossa  $j/M_k = 95 \%$ . Jos  $j/M_k = 95 \%$  ei toteudu, lasketaan arvo  $(v \cdot a_{\text{pos}})_{k-}[95]$  lineaarisella interpoloinnilla perättäisistä otoksista  $j$  ja  $j+1$ , jolloin  $j/M_k < 95 \%$  ja  $(j+1)/M_k > 95 \%$ .

Lasketaan suhteellinen positiivinen kiihtyvyys nopeusluokittain seuraavasti:

$$RPA_k = \Sigma_j (\Delta t \cdot (v \cdot a_{\text{pos}})_{j,k}) / \Sigma_i d_{i,k}, \quad j = 1 - M_k, i = 1 - N_k, k = u, r, m$$

jossa

$RPA_k$  on suhteellinen positiivinen kiihtyvyys kaupunki-, maantie- ja moottoritieosuuksilla [ $\text{m/s}^2$  tai  $\text{kWs}/(\text{kg} \cdot \text{km})$ ]

$\Delta t$  aikaero 1 sekunti

$M_k$  otosten määrä kaupunki-, maantie- ja moottoritieosuuksilla, kun kiihtyvyys on positiivinen

$N_k$  otosten kokonaismäärä kaupunki-, maantie- ja moottoritieosuuksilla.

## 4. AJOMATKAN PÄTEVYYDEN TODENTAMINEN

### 4.1.1 Arvon $v \cdot a_{\text{pos}}[95]$ todentaminen nopeusluokittain ( $v$ [ $\text{km/h}$ ])

Jos  $\bar{v}_k \leq 74,6 \text{ km/h}$

ja

$(v \cdot a_{\text{pos}})_{k-}[95] > (0,136 \cdot \bar{v}_k + 14,44)$

toteutuu, ajomatka on pätemätön.

Jos  $\bar{v}_k > 74,6 \text{ km/h}$  ja  $(v \cdot a_{\text{pos}})_{k-}[95] > (0,0742 \cdot \bar{v}_k + 18,966)$  toteutuu, ajomatka on pätemätön.

### 4.1.2 RPA:n todentaminen nopeusluokittain

Jos  $\bar{v}_k \leq 94,05 \text{ km/h}$  ja  $RPA_k < (-0,0016 \cdot \bar{v}_k + 0,1755)$  toteutuu, ajomatka on pätemätön.

Jos  $\bar{v}_k > 94,05 \text{ km/h}$  ja  $RPA_k < 0,025$  toteutuu, ajomatka on pätemätön.

## Lisäys 7 b

**Menettely ajomatkan kumulatiivisen positiivisen korkeuseron määrittämiseksi**

## 1. JOHDANTO

Tässä lisäyksessä kuvaillaan menettely, jolla määritetään RDE-ajomatkan kumulatiivinen positiivinen korkeusero.

## 2. SYMBOLIT

$d(0)$	– matka ajomatkan alussa [m]
$d$	– kuljettu matka tarkasteltavassa reittipisteessä [m]
$d_0$	– kuljettu matka mittaukseen välittömästi ennen vastaavaa reittipistettä $d$ [m]
$d_1$	– kuljettu matka mittaukseen välittömästi vastaavan reittipisteen $d$ jälkeen [m]
$d_a$	– vertailureittipiste kohdassa $d(0)$ [m]
$d_e$	– kuljettu matka viimeisessä tarkasteltavassa reittipisteessä [m]
$d_i$	– hetkellinen matka [m]
$d_{tot}$	– kokonaistestimatkana [m]
$h(0)$	– ajoneuvon sijaintikorkeus merenpinnasta ajomatkan alussa tietojen laatuun liittyvän tarkastelun ja periaatteellisen todentamisen jälkeen [m merenpinnan yläpuolella]
$h(t)$	– ajoneuvon sijaintikorkeus merenpinnasta pisteessä $t$ tietojen laatuun liittyvän tarkastelun ja periaatteellisen todentamisen jälkeen [m merenpinnan yläpuolella]
$h(d)$	– ajoneuvon sijaintikorkeus merenpinnasta reittipisteessä $d$ [m merenpinnan yläpuolella]
$h(t-1)$	– ajoneuvon sijaintikorkeus merenpinnasta pisteessä $t-1$ tietojen laatuun liittyvän tarkastelun ja periaatteellisen todentamisen jälkeen [m merenpinnan yläpuolella]
$h_{corr}(0)$	– korjattu sijaintikorkeus merenpinnasta välittömästi ennen vastaavaa reittipistettä $d$ [m merenpinnan yläpuolella]
$h_{corr}(1)$	– korjattu sijaintikorkeus merenpinnasta välittömästi vastaavan reittipisteen $d$ jälkeen [m merenpinnan yläpuolella]
$h_{corr}(t)$	– korjattu ajoneuvon hetkellinen sijaintikorkeus merenpinnasta pisteessä $t$ [m merenpinnan yläpuolella]
$h_{corr}(t-1)$	– korjattu ajoneuvon hetkellinen sijaintikorkeus merenpinnasta pisteessä $t-1$ [m merenpinnan yläpuolella]
$h_{GPS,i}$	– GPS:llä mitattu ajoneuvon hetkellinen sijaintikorkeus merenpinnasta [m merenpinnan yläpuolella]
$h_{GPS}(t)$	– GPS:llä mitattu ajoneuvon sijaintikorkeus merenpinnasta pisteessä $t$ [m merenpinnan yläpuolella]
$h_{int}(d)$	– interpoloitu sijaintikorkeus merenpinnasta tarkasteltavassa reittipisteessä $d$ [m merenpinnan yläpuolella]
$h_{int,sm,1}(d)$	– tasoitettu interpoloitu sijaintikorkeus merenpinnasta ensimmäisen tasoituksen jälkeen tarkasteltavassa reittipisteessä $d$ [m merenpinnan yläpuolella]
$h_{map}(t)$	– topografiseen karttaan perustuva ajoneuvon sijaintikorkeus merenpinnasta pisteessä $t$ [m merenpinnan yläpuolella]
Hz	– hertsiä
km/h	– kilometriä tunnissa
m	– metriä

$road_{grade,1}(d)$	– tasoitettu tien pystykaltevuusarvo tarkasteltavassa reittipisteessä $d$ ensimmäisen tasoituksen jälkeen [m/m]
$road_{grade,2}(d)$	– tasoitettu tien pystykaltevuusarvo tarkasteltavassa reittipisteessä $d$ toisen tasoituksen jälkeen [m/m]
$\sin$	– trigonometrinen sinifunktio
$t$	– testin alusta kulunut aika [s]
$t_0$	– kulunut aika mittauskohdassa välittömästi ennen vastaavaa reittipistettä $d$ [s]
$v_i$	– ajoneuvon hetkellinen nopeus [km/h]
$v(t)$	– ajoneuvon nopeus kohdassa $t$ [km/h]

### 3. YLEISET VAATIMUKSET

RDE-ajomatkan kumulatiivinen positiivinen korkeusero määritetään kolmen parametrin perusteella: ajoneuvon hetkellinen sijaintikorkeus merenpinnasta  $h_{GPS,i}$  [m merenpinnan yläpuolella] mitattuna GPS:llä, ajoneuvon hetkellinen nopeus  $v_i$  [km/h] kirjattuna taajuudella 1 Hz ja vastaava aika  $t$  [s] testin alusta mitattuna.

### 4. KUMULATIIVISEN POSITIIVISEN KORKEUSERON LASKEMINEN

#### 4.1 Yleistä

RDE-ajomatkan kumulatiivinen positiivinen korkeusero lasketaan kolmivaiheisesti: i) tehdään tietojen laatuun liittyvä seulonta ja periaatteellinen todentaminen, ii) korjataan tieto ajoneuvon hetkellisestä sijaintikorkeudesta merenpinnasta ja iii) lasketaan kumulatiivinen positiivinen korkeusero.

#### 4.2 Tietojen laatuun liittyvä seulonta ja periaatteellinen todentaminen

Tarkastetaan ajoneuvon hetkellistä nopeutta koskevien tietojen täydellisyys. Puuttuvien tietojen tapauksessa voidaan suorittaa korjaus, jos puutteet ovat lisäyksessä 4 olevassa 7 kohdassa vahvistettujen vaatimusten rajoissa. Muussa tapauksessa testitulokset mitätöidään. Tarkastetaan hetkellistä sijaintikorkeutta merenpinnasta koskevien tietojen täydellisyys. Täydennetään tietoaukot interpoloimalla. Tarkistetaan interpoloitujen tietojen oikeellisuus topografisen kartan avulla. Interpoloidut tiedot on suositeltavaa korjata, jos seuraava ehto toteutuu:

$$|h_{GPS}(t) - h_{map}(t)| > 40 \text{ m}$$

Korjataan korkeustiedot, jotta seuraava ehto toteutuu:

$$h(t) = h_{map}(t)$$

jossa

$h(t)$  – ajoneuvon sijaintikorkeus merenpinnasta pisteessä  $t$  tietojen laatuun liittyvän tarkastelun ja periaatteellisen todentamisen jälkeen [m merenpinnan yläpuolella]

$h_{GPS}(t)$  – GPS:llä mitattu ajoneuvon sijaintikorkeus merenpinnasta pisteessä  $t$  [m merenpinnan yläpuolella]

$h_{map}(t)$  – topografiseen karttaan perustuva ajoneuvon sijaintikorkeus merenpinnasta pisteessä  $t$  [m merenpinnan yläpuolella]

#### 4.3 Ajoneuvon hetkellistä sijaintikorkeutta merenpinnasta koskevien tietojen korjaaminen

Määritetään sijaintikorkeus merenpinnasta  $h(0)$  matkan alussa kohdassa  $d(0)$  GPS:llä, ja tarkistetaan sen oikeellisuus topografisen kartan tietojen perusteella. Poikkeama saa olla enintään 40 m. Korjataan hetkellistä sijaintikorkeutta merenpinnasta koskevat tiedot  $h(t)$ , jos seuraava ehto toteutuu:

$$|h(t) - h(t - 1)| > (v(t)/3,6 * \sin 45^\circ)$$

Korjataan korkeustiedot, jotta seuraava ehto toteutuu:

$$h_{corr}(t) = h_{corr}(t-1)$$

jossa

- $h(t)$  – ajoneuvon sijaintikorkeus merenpinnasta pisteessä  $t$  tietojen laatuun liittyvän tarkastelun ja periaatteellisen todentamisen jälkeen [m merenpinnan yläpuolella]
- $h(t-1)$  – ajoneuvon sijaintikorkeus merenpinnasta pisteessä  $t-1$  tietojen laatuun liittyvän tarkastelun ja periaatteellisen todentamisen jälkeen [m merenpinnan yläpuolella]
- $v(t)$  – ajoneuvon nopeus kohdassa  $t$  [km/h]
- $h_{corr}(t)$  – korjattu ajoneuvon hetkellinen sijaintikorkeus merenpinnasta pisteessä  $t$  [m merenpinnan yläpuolella]
- $h_{corr}(t-1)$  – korjattu ajoneuvon hetkellinen sijaintikorkeus merenpinnasta pisteessä  $t-1$  [m merenpinnan yläpuolella]

Kun korjaus on saatu päätökseen, laaditaan pätevä korkeustiedosto. Tätä tiedostoa käytetään kumulatiivisen positiivisen korkeuseron laskemiseen 4.4 kohdassa kuvatusti.

#### 4.4 Kumulatiivisen positiivisen korkeuseron lopullinen laskeminen

##### 4.4.1 Yhtenäisen spatiaalisen resoluution vahvistaminen

Määritetään ajomatalla ajettu kokonaismatka  $d_{tot}$  [m] hetkellisten matkojen  $d_i$  summana. Määritetään hetkellinen matka  $d_i$  seuraavasti:

$$d_i = \frac{v_i}{3,6}$$

jossa

- $d_i$  – hetkellinen matka [m]
- $v_i$  – ajoneuvon hetkellinen nopeus [km/h]

Lasketaan kumulatiivinen korkeusero 1 m:n spatiaalisella resoluutiolla saaduista tiedoista aloittaen ensimmäisestä, ajomatkan alussa  $d(0)$  tehdystä mittauksesta. Resoluutiolla 1 m saadut tietopisteet eli reittipisteet määrittävät ominaisuudet ovat matka-arvo  $d$  (esim. 0, 1, 2, 3 m ...) ja sitä vastaava korkeus merenpinnasta  $h(d)$  [m merenpinnan yläpuolella].

Lasketaan kunkin tarkasteltavan reittipisteen  $d$  sijaintikorkeus merenpinnasta interpoloimalla hetkellisestä korkeudesta merenpinnasta  $h_{corr}(t)$  seuraavasti:

$$h_{int}(d) = h_{corr}(0) + \frac{h_{corr}(1) - h_{corr}(0)}{d_1 - d_0} \cdot (d - d_0)$$

jossa

- $h_{int}(d)$  – interpoloitu sijaintikorkeus merenpinnasta tarkasteltavassa reittipisteessä  $d$  [m merenpinnan yläpuolella]
- $h_{corr}(0)$  – korjattu sijaintikorkeus merenpinnasta välittömästi ennen vastaavaa reittipistettä  $d$  [m merenpinnan yläpuolella]
- $h_{corr}(1)$  – korjattu sijaintikorkeus merenpinnasta välittömästi vastaavan reittipisteen  $d$  jälkeen [m merenpinnan yläpuolella]
- $d$  – kuljettu matka tarkasteltavassa reittipisteessä  $d$  [m]

- $d_0$  – kuljettu matka mittaukseen välittömästi ennen vastaavaa reittipistettä  $d$  [m]  
 $d_1$  – kuljettu matka mittaukseen välittömästi vastaavan reittipisteen  $d$  jälkeen [m]

#### 4.4.2 Tietojen lisätaositus

Tasoitetaan kullekin tarkasteltavalle reittipisteelle saatu korkeus merenpinnasta -tieto kaksivaiheisella menettelyllä, jossa  $d_a$  on ensimmäinen ja  $d_e$  toinen piste (kuva 1). Tehdään ensimmäinen tasoitus seuraavasti:

$$road_{grade,1}(d) = \frac{h_{int}(d + 200\text{ m}) - h_{int}(d_a)}{(d + 200\text{ m})} \text{ jos } d \leq 200\text{ m}$$

$$road_{grade,1}(d) = \frac{h_{int}(d + 200\text{ m}) - h_{int}(d - 200\text{ m})}{(d + 200\text{ m}) - (d - 200\text{ m})} \text{ jos } 200\text{ m} < d < (d_e - 200\text{ m})$$

$$road_{grade,1}(d) = \frac{h_{int}(d_e) - h_{int}(d - 200\text{ m})}{d_e - (d - 200\text{ m})} \text{ jos } d \geq (d_e - 200\text{ m})$$

$$h_{int,sm,1}(d) = h_{int,sm,1}(d - 1\text{ m}) + road_{grade,1}(d), \quad d = d_a + 1 \text{ to } d_e$$

$$h_{int,sm,1}(d_a) = h_{int}(d_a) + road_{grade,1}(d_a)$$

jossa

$road_{grade,1}(d)$  – tasoitettu tien pystykaltevuusarvo tarkasteltavassa reittipisteessä ensimmäisen tasoituksen jälkeen [m/m]

$h_{int}(d)$  – interpoloitu sijaintikorkeus merenpinnasta tarkasteltavassa reittipisteessä  $d$  [m merenpinnan yläpuolella]

$h_{int,sm,1}(d)$  – tasoitettu interpoloitu sijaintikorkeus merenpinnasta ensimmäisen tasoituksen jälkeen tarkasteltavassa reittipisteessä  $d$  [m merenpinnan yläpuolella]

$d$  – kuljettu matka tarkasteltavassa reittipisteessä [m]

$d_a$  – vertailureittipiste, kun matka on 0 metriä [m]

$d_e$  – kuljettu matka viimeisessä tarkasteltavassa reittipisteessä [m]

Tehdään toinen tasoitus seuraavasti:

$$road_{grade,2}(d) = \frac{h_{int,sm,1}(d + 200\text{ m}) - h_{int,sm,1}(d_a)}{(d + 200\text{ m})} \text{ jos } d \leq 200\text{ m}$$

$$road_{grade,2}(d) = \frac{h_{int,sm,1}(d + 200\text{ m}) - h_{int,sm,1}(d - 200\text{ m})}{(d + 200\text{ m}) - (d - 200\text{ m})} \text{ jos } 200\text{ m} < d < (d_e - 200\text{ m})$$

$$road_{grade,2}(d) = \frac{h_{int,sm,1}(d_e) - h_{int,sm,1}(d - 200\text{ m})}{d_e - (d - 200\text{ m})} \text{ jos } d \geq (d_e - 200\text{ m})$$

jossa

$road_{grade,2}(d)$  – tasoitettu tien pystykaltevuusarvo tarkasteltavassa reittipisteessä toisen tasoituksen jälkeen [m/m]

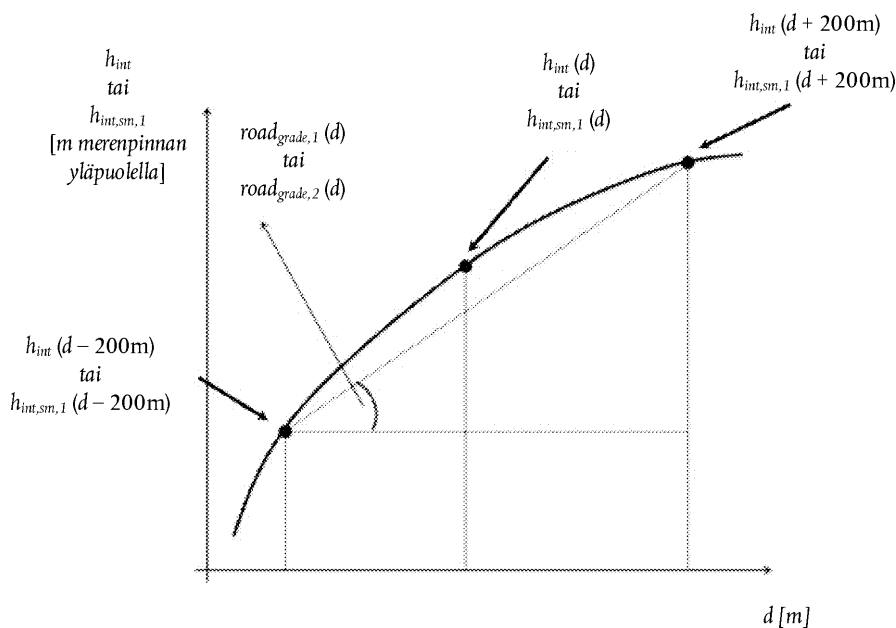
$h_{int,sm,1}(d)$  – tasoitettu interpoloitu sijaintikorkeus merenpinnasta ensimmäisen tasoituksen jälkeen tarkasteltavassa reittipisteessä  $d$  [m merenpinnan yläpuolella]



- $d$  – kuljettu matka tarkasteltavassa reittipisteessä [m]  
 $d_a$  – vertailureittipiste, kun matka on 0 metriä [m]  
 $d_e$  – kuljettu matka viimeisessä tarkasteltavassa reittipisteessä [m]

Kuva 1

### Menettely interpoloitujen korkeussignaalien tasoittamiseksi



#### 4.4.3 Lopullisen tuloksen laskeminen

Lasketaan ajomatkan positiivinen kumulatiivinen korkeusero integroimalla kaikki positiiviset interpoloidut ja tasoitetut tien pystykaltevuusarvot  $road_{grade,2}(d)$ . Tulos on hyvä normalisoida testin kokonaismatkalla  $d_{tot}$  ja ilmaista metreinä kumulatiivista korkeuseroa sataa kilometriä kohti.

## 5. NUMEERINEN ESIMERKKI

Taulukoissa 1 ja 2 esitetään vaiheet, joilla lasketaan positiivinen korkeusero käyttäen perustana PEMS-järjestelmän kanssa tehdyn maantietestin aikana kirjattuja tietoja. Selkeyden vuoksi tässä esitetään vain otos, jossa arvot ovat 800 m ja 160 s.

### 5.1 Tietojen laatuun liittyvä seulonta ja periaatteellinen todentaminen

Tietojen laatuun liittyvä seulonta ja periaatteellinen todentaminen on kaksivaiheinen. Ensin tarkastetaan ajoneuvon nopeutta koskevien tietojen täydellisyys. Tässä otoksessa ei ole ajoneuvon nopeuteen liittyviä tietoaaukkoja (ks. taulukko 1). Seuraavaksi tarkastetaan sijaintikorkeus merenpinnasta -tietojen täydellisyys. Otoksessa puuttuvat sekunteihin 2 ja 3 liittyvät korkeustiedot. Täydennetään aukot interpoloimalla GPS-signaali. Lisäksi todennetaan GPS:n korkeustiedot topografisen kartan avulla. Todennus sisältää korkeusarvon  $h(0)$  matkan alussa. Korjataan sekunteihin 112–114 liittyvät korkeustiedot topografisen kartan perusteella, jotta seuraava ehto toteutuu:

$$h_{GPS}(t) - h_{map}(t) < -40 \text{ m}$$

Tietojen todennuksen tuloksena saadaan viidennen sarakkeen tiedot  $h(t)$ .

## 5.2 Ajoneuvon hetkellistä sijaintikorkeutta merenpinnasta koskevien tietojen korjaaminen

Seuraavassa vaiheessa korjataan sekuntien 1–4, 111–112 ja 159–160 korkeustiedot  $h(t)$  käyttämällä sekuntien 0,110 ja 158 korkeusarvoja, koska seuraavaa ehtoa sovelletaan:

$$|h(t) - h(t - 1)| > (v(t)/3,6 * \sin 45^\circ)$$

Tietojen korjauksen tuloksena saadaan kuudennen sarakkeen tiedot  $h_{corr}(t)$ . Korkeustietojen varmentamisen ja korjaamisen vaikutukset kuvataan kuvassa 2.

## 5.3 Kumulatiivisen positiivisen korkeuseron laskeminen

### 5.3.1 Yhtenäisen spatiaalisen resoluution vahvistaminen

Lasketaan hetkellinen matka  $d_i$  jakamalla ajoneuvon hetkellinen nopeus (km/h) tekijällä 3,6 (taulukon 1 sarake 7). Laskemalla korkeustiedot uudelleen 1 m:n yhtenäisen spatiaalisen resoluution saamiseksi saadaan reittipisteet  $d$  (taulukon 2 sarake 1) ja niitä vastaavat korkeusarvot  $h_{int}(d)$  (taulukon 2 sarake 7). Lasketaan kunkin reittipisteen  $d$  sijaintikorkeus merenpinnasta interpoloimalla mitatusta hetkellisestä korkeudesta merenpinnasta  $h_{corr}$  seuraavasti:

$$h_{int}(0) = 120,3 + \frac{120,3 - 120,3}{0,1 - 0,0} \cdot (0 - 0) = 120,3000$$

$$h_{int}(520) = 132,5 + \frac{132,6 - 132,5}{523,6 - 519,9} \cdot (520 - 519,9) = 132,5027$$

### 5.3.2 Tietojen lisätasointus

Taulukossa 2 ensimmäinen reittipiste  $d_a = 0$  m ja viimeinen reittipiste  $d_c = 799$  m. Tasoitetaan kunkin tarkasteltavan reittipisteen sijaintikorkeus merenpinnasta -tieto kaksivaiheisella menetelmällä. Ensimmäinen tasointus:

$$road_{grade,1}(0) = \frac{h_{int}(200\text{ m}) - h_{int}(0)}{(0 + 200\text{ m})} = \frac{120,9682 - 120,3000}{200} = 0,0033$$

valittu tasoinnin osoittamiseksi, kun  $d \leq 200$  m

$$road_{grade,1}(320) = \frac{h_{int}(520) - h_{int}(120)}{(520) - (120)} = \frac{132,5027 - 121,9808}{400} = 0,0288$$

valittu tasoinnin osoittamiseksi, kun  $200\text{ m} < d < (599\text{ m})$

$$road_{grade,1}(720) = \frac{h_{int}(799) - h_{int}(520)}{799 - (520)} = \frac{121,2000 - 132,5027}{279} = -0,0405$$

valittu tasoinnin osoittamiseksi, kun  $d \geq (599\text{ m})$

Lasketaan tasoitettu ja interpoloitu korkeusarvo seuraavasti:

$$h_{int,sm,1}(0) = h_{int}(0) + road_{grade,1}(0) = 120,3 + 0,0033 \approx 120,3033\text{ m}$$

$$h_{int,sm,1}(799) = h_{int,sm,1}(798) + road_{grade,1}(799) = 121,2550 - 0,0220 = 121,2330\text{ m}$$

Toinen tasointus:

$$road_{grade,2}(0) = \frac{h_{int,sm,1}(200) - h_{int,sm,1}(0)}{(200)} = \frac{119,9618 - 120,3033}{(200)} = -0,0017$$

valittu tasoinnin osoittamiseksi, kun  $d \leq 200$  m

$$road_{grade,2}(320) = \frac{h_{int,sm,1}(520) - h_{int,sm,1}(120)}{(520) - (120)} = \frac{123,6809 - 120,1843}{400} = 0,0087$$

valittu tasoituksen osoittamiseksi, kun  $200m < d < (599)$

$$road_{grade,2}(720) = \frac{h_{int,sm,1}(799) - h_{int,sm,1}(520)}{799 - (520)} = \frac{121,2330 - 123,6809}{279} = -0,0088$$

valittu tasoituksen osoittamiseksi, kun  $d \geq (599 m)$

### 5.3.3 Lopullisen tuloksen laskeminen

Lasketaan ajomatkan positiivinen kumulatiivinen korkeusero integroimalla kaikki positiiviset interpoloidut ja tasoitettut tien pystykaltevuusarvot  $road_{grade,2}(d)$ . Tässä esimerkissä ajomatkan kokonaispituus oli  $d_{tot} = 139,7$  km ja kaikki positiiviset ja tasoitettut tien pystykaltevuusarvot 516 m. Positiiviseksi kumulatiiviseksi korkeuseroksi saatiin näin  $516 \times 100/139,7 = 370$  m/100 km.

Taulukko 1

#### Ajoneuvon hetkellistä sijaintikorkeutta merenpinnasta koskevien tietojen korjaaminen

Aika t [s]	$v(t)$ [km/h]	$h_{GPS}(t)$ [m]	$h_{map}(t)$ [m]	$h(t)$ [m]	$h_{corr}(t)$ [m]	$d_i$ [m]	Kumul. d [m]
0	0,00	122,7	129,0	122,7	122,7	0,0	0,0
1	0,00	122,8	129,0	122,8	122,7	0,0	0,0
2	0,00	-	129,1	123,6	122,7	0,0	0,0
3	0,00	-	129,2	124,3	122,7	0,0	0,0
4	0,00	125,1	129,0	125,1	122,7	0,0	0,0
...	...	...	...	...	...	...	...
18	0,00	120,2	129,4	120,2	120,2	0,0	0,0
19	0,32	120,2	129,4	120,2	120,2	0,1	0,1
...	...	...	...	...	...	...	...
37	24,31	120,9	132,7	120,9	120,9	6,8	117,9
38	28,18	121,2	133,0	121,2	121,2	7,8	125,7
...	...	...	...	...	...	...	...
46	13,52	121,4	131,9	121,4	121,4	3,8	193,4
47	38,48	120,7	131,5	120,7	120,7	10,7	204,1
...	...	...	...	...	...	...	...
56	42,67	119,8	125,2	119,8	119,8	11,9	308,4
57	41,70	119,7	124,8	119,7	119,7	11,6	320,0
...	...	...	...	...	...	...	...
110	10,95	125,2	132,2	125,2	125,2	3,0	509,0
111	11,75	100,8	132,3	100,8	125,2	3,3	512,2

Aika t [s]	$v(t)$ [km/h]	$h_{GPS}(t)$ [m]	$h_{map}(t)$ [m]	$h(t)$ [m]	$h_{corr}(t)$ [m]	$d_i$ [m]	Kumul. d [m]
112	13,52	0,0	132,4	132,4	125,2	3,8	516,0
113	14,01	0,0	132,5	132,5	132,5	3,9	519,9
114	13,36	24,30	132,6	132,6	132,6	3,7	523,6
...	...	...	...	...	...	...	
149	39,93	123,6	129,6	123,6	123,6	11,1	719,2
150	39,61	123,4	129,5	123,4	123,4	11,0	730,2
...	...	...	...	...	...	...	
157	14,81	121,3	126,1	121,3	121,3	4,1	792,1
158	14,19	121,2	126,2	121,2	121,2	3,9	796,1
159	10,00	128,5	126,1	128,5	121,2	2,8	798,8
160	4,10	130,6	126,0	130,6	121,2	1,2	800,0

- tarkoittaa tietoaaukkoja.

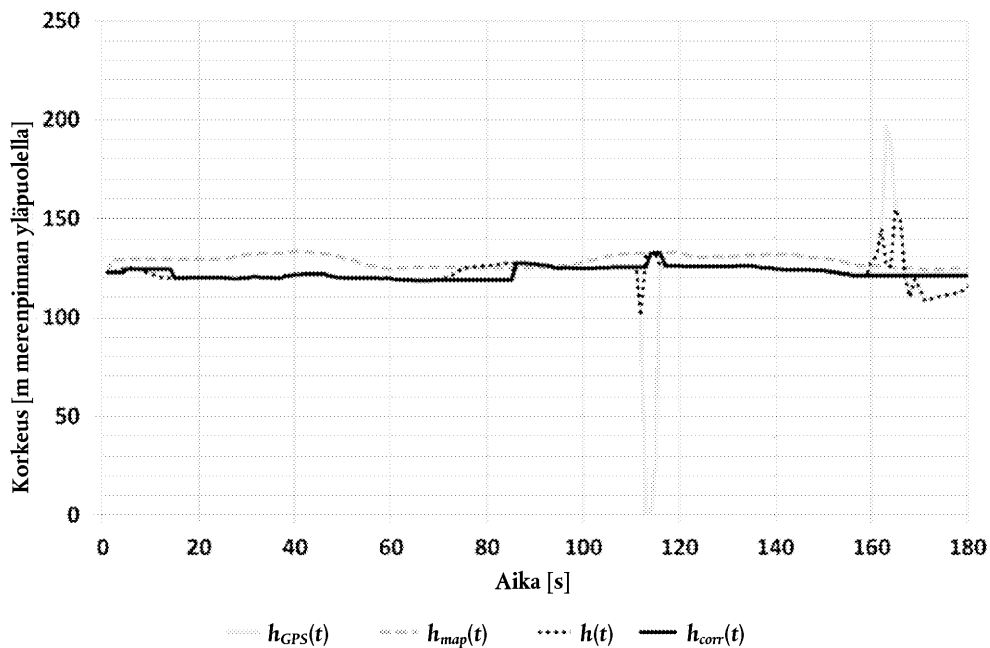
Taulukko 2

## Tien kaltevuusarvon laskeminen

d [m]	$t_0$ [s]	$d_0$ [m]	$d_i$ [m]	$h_0$ [m]	$h_i$ [m]	$h_{in}(d)$ [m]	$road_{grade,1}^d(d)$ [m/m]	$h_{in,sm,1}(d)$ [m]	$road_{grade,2}^d(d)$ [m/m]
0	18	0,0	0,1	120,3	120,4	120,3	0,0035	120,3	- 0,0015
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
120	37	117,9	125,7	120,9	121,2	121,0	- 0,0019	120,2	0,0035
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
200	46	193,4	204,1	121,4	120,7	121,0	- 0,0040	120,0	0,0051
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
320	56	308,4	320,0	119,8	119,7	119,7	0,0288	121,4	0,0088
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
520	113	519,9	523,6	132,5	132,6	132,5	0,0097	123,7	0,0037
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
720	149	719,2	730,2	123,6	123,4	123,6	- 0,0405	122,9	- 0,0086
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
798	158	796,1	798,8	121,2	121,2	121,2	- 0,0219	121,3	- 0,0151
799	159	798,8	800,0	121,2	121,2	121,2	- 0,0220	121,3	- 0,0152

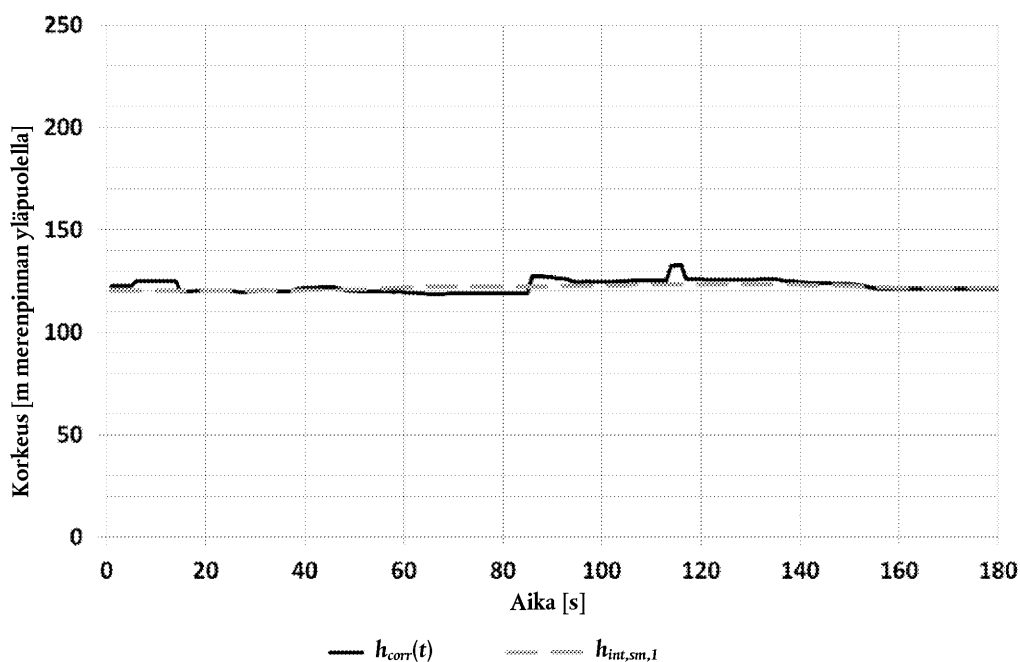
Kuva 2

Tietojen todentamisen ja korjaamisen vaikutus – GPS:llä mitattu korkeusprofiili  $h_{GPS}(t)$ , topografisesta kartasta saatu korkeusprofiili  $h_{map}(t)$ , tietojen laatuun liittyvän seulonnan ja periaatteellisen todentamisen jälkeen saatu korkeusprofiili  $h(t)$  sekä taulukossa 1 lueteltujen tietojen korjaaminen  $h_{corr}(t)$



Kuva 3

Vertailu: korjattu korkeusprofiili  $h_{corr}(t)$  sekä tasoitettu ja interpoloitu korkeus  $h_{int,sm,1}$



Taulukko 2

## Positiivisen korkeuseron laskeminen

d [m]	$t_0$ [s]	$d_0$ [m]	$d_1$ [m]	$h_0$ [m]	$h_1$ [m]	$h_{m(d)}$ [m]	$road_{grade,1}(d)$ [m/m]	$h_{int.sm,1}(d)$ [m]	$road_{grade,2}(d)$ [m/m]
0	18	0,0	0,1	120,3	120,4	120,3	0,0035	120,3	- 0,0015
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
120	37	117,9	125,7	120,9	121,2	121,0	- 0,0019	120,2	0,0035
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
200	46	193,4	204,1	121,4	120,7	121,0	- 0,0040	120,0	0,0051
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
320	56	308,4	320,0	119,8	119,7	119,7	0,0288	121,4	0,0088
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
520	113	519,9	523,6	132,5	132,6	132,5	0,0097	123,7	0,0037
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
720	149	719,2	730,2	123,6	123,4	123,6	- 0,0405	122,9	- 0,0086
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
798	158	796,1	798,8	121,2	121,2	121,2	- 0,0219	121,3	- 0,0151
799	159	798,8	800,0	121,2	121,2	121,2	- 0,0220	121,3	- 0,0152"