

II

(Muud kui seadusandlikud aktid)

MÄÄRUSED

KOMISJONI MÄÄRUS (EL) 2016/646,

20. aprill 2016,

millega muudetakse määrust (EÜ) nr 692/2008 seoses väikeste sõiduautode ja kommertsveokite (Euro 6) heitega

(EMPs kohaldatav tekst)

EUROOPA KOMISJON,

võttes arvesse Euroopa Liidu toimimise lepingut,

võttes arvesse Euroopa Parlamendi ja nõukogu 20. juuni 2007. aasta määrust (EÜ) nr 715/2007, mis käsitleb mootorsõidukite tüübikinnitust seoses väikeste sõiduautode ja kommertsveokite (Euro 5 ja Euro 6) heitmetega ning sõidukite remondi- ja hooldusteabe kättesaadavust, ⁽¹⁾ eriti selle artikli 5 lõiget 3,

ning arvestades järgmist:

- (1) Määrus (EÜ) nr 715/2007 on üks Euroopa Parlamendi ja nõukogu määruses 2007/46/EÜ ⁽²⁾ ette nähtud tüübikinnitusmenetlust käsitlevatest eraldiseisvatest õigusaktidest.
- (2) Määrusega (EÜ) nr 715/2007 on nähtud ette, et uued kergeveokid peavad vastama teatavatele heitkoguste piirväärtustele, ning kehtestatud teabele juurdepääsu lisanõuded. Selle määruse täpsed tehnilised rakendussätted võeti vastu komisjoni määrusega (EÜ) nr 692/2008 ⁽³⁾.
- (3) Komisjon on määruses (EÜ) nr 692/2008 kehtestatud tüübikinnitusega seotud menetlusi, katseid ja nõudeid oma uuringutele ja komisjonivälistele allikatele toetudes põhjalikult analüüsinud ja leidnud, et Euro 5/6 sõidukite tegelikus liikluses teel tekkivad heitkogused ületavad oluliselt heitkoguseid, mida on mõõdetud regulatiivses uues Euroopa sõidutsüklis (New European Driving Cycle, NEDC), eriti diiselsõidukite NO_x-heite osas.
- (4) Mootorsõidukite tüübikinnituse heitega seotud nõudeid on Euroopa standardite kasutuselevõtmise ja hilisema läbivaatamisega järk-järgult oluliselt karmistatud. Kuigi üldiselt on sõidukite heitkogused reguleeritud saasteainete osas oluliselt vähenenud, siis diiselmootorite NO_x-heite osas ei ole seda toimunud (eriti kergsõidukite puhul). Seetõttu on vaja olukorra parandamiseks võtta meetmeid.
- (5) Määruse (EÜ) nr 715/2007 artikli 3 lõikes 10 määratletud katkestusseadmed, mis vähendavad heitekontrolli taset, on keelatud. Hiljutised sündmused on näidanud, et selles aspektis tuleb nõuete täitmise tagamist tugevdada.

⁽¹⁾ ELT L 171, 29.6.2007, lk 1.

⁽²⁾ Euroopa Parlamendi ja nõukogu 5. septembri 2007. aasta direktiiv 2007/46/EÜ, millega kehtestatakse raamistik mootorsõidukite ja nende haagiste ning selliste sõidukite jaoks mõeldud süsteemide, osade ja eraldi seadmestike kinnituse kohta (raamidirektiiv) (ELT L 263, 9.10.2007, lk 1).

⁽³⁾ Komisjoni 18. juuli 2008. aasta määrus (EÜ) nr 692/2008, millega rakendatakse ja muudetakse Euroopa Parlamendi ja nõukogu määrust (EÜ) nr 715/2007, mis käsitleb mootorsõidukite tüübikinnitust seoses väikeste sõiduautode ja kommertsveokite (Euro 5 ja Euro 6) heitmetega ning sõidukite remondi- ja hooldusteabe kättesaadavust (ELT L 199, 28.7.2008, lk 1).

Seepärast on asjakohane nõuda, et tootja poolt tüübikinnituse andmisel kohaldatava heitekontrollistrateegia üle tehtaks paremat järelevalvet, järgides põhimõtteid, mida juba kohaldatakse raskeveokite suhtes vastavalt määrusele (EÜ) nr 595/2009 (Euro VI määrus) ja selle rakendusmeetmetele.

- (6) Diiselsõidukite NO_x-heite probleemi lahendamine peaks aitama vähendada praegu püsivalt kõrget NO₂-kontsentratsiooni ümbritsevas õhus; nimetatud kontsentratsioon kujutab endast suurt ohtu inimeste tervisele.
- (7) Komisjon moodustas 2011. aasta jaanuaris kõiki huvitatud sidusrühmi koondava töörühma, et töötada välja tegelikus liikluses tekkivate heitkoguste (real driving emission, RDE) katsemenetlus, mis peegeldaks paremini teel mõõdetud heitkoguseid. Pärast põhjalikke tehnilisi arutelusid on sel eesmärgil kasutatud määruses (EÜ) nr 715/2007 osutatud võimalust, st kaasaskantavaid heitemõõtesüsteeme (portable emission measurement systems, PEMS) ning piirnormide mitteületamise (not-to-exceed, NTE) põhimõtet.
- (8) Tuginedes sidusrühmadega CARS 2020 protsessis ⁽¹⁾ kokkulepitule, tuleks RDE katsemenetlused kehtestada kahes etapis: esimese üleminekuajaperioodi ajal tuleks katsemenetlusi kasutada ainult järelevalve eesmärgil ning pärast seda tuleks neid kasutada koos siduvate koguseliste RDE nõuetega kõigi uute tüübikinnituste ja uute sõidukite puhul.
- (9) RDE katsemenetlused võeti kasutusele komisjoni määrusega (EL) 2016/427 ⁽²⁾. Nüüd on vaja kehtestada koguselised RDE nõuded, et piirata sõidukite heitgaase kõikides tavapärastes kasutustingimustes kooskõlas määruses (EÜ) nr 715/2007 sätestatud heite piirväärtustega. Selleks tuleks arvesse võtta mõõtmismenetluste statistilisi ja tehnilisi ebatäpsusi.
- (10) Selleks et võimaldada tootjatel tootmist järk-järgult RDE normidele vastavaks kohandada, tuleks lõplikud koguselised RDE nõuded kasutusele võtta kahes järjestikus etapis. Esimeses etapis, mis peaks algama 4 aastat pärast kuupäevi, mil Euro 6 standardi kohaldamine muutub kohustuslikuks, tuleks kohaldada vastavustegurit 2,1. Teine etapp peaks algama 1 aasta ja 4 kuud pärast esimest etappi ja selle puhul tuleks nõuda määruses (EÜ) nr 715/2007 sätestatud NO_x-heite piirväärtuse 80 mg/km täielikku järgimist; sellele lisaks tuleks kohaldada marginaali, mis võtab arvesse kaasaskantavate heitemõõtesüsteemide (PEMS) kasutamise kaasnevat täiendavat mõõtemääramatust.
- (11) Kuigi on oluline, et RDE katse hõlmaks kõiki võimalikke sõidusituatsioone, tuleks samal ajal vältida olukorda, kus katsetatava sõidukiga sõidetakse etteavatsetult selliselt, et saavutada katse positiivne või negatiivne tulemus mitte sõiduki tehnilise soorituse, vaid ekstreemse sõiduviisi tulemusena. Seepärast võetakse selliste olukordade lahendamiseks kasutusele RDE katsete täiendavad piirtingimused.
- (12) Iga konkreetse PEMS-teekonna sõidutingimused on juba oma laadilt sellised, et need ei pruugi täielikult vastata sõiduki kasutamise normaaltingimustele. Seepärast võib selliste teekondade heitekontrolli rangus varieeruda. Sellest tulenevalt ja et võtta arvesse mõõtmismenetluste statistilisi ja tehnilisi ebatäpsusi, võidakse tulevikus võtta iga konkreetse PEMS-teekonna suhtes kohaldatavate NTE-heitepiiride puhul arvesse selliste teekondade karakteristikuid, mida kirjeldatakse teatavate mõõdetavate parameetritega, mis on seotud näiteks sõidudünaamika või töökoormusega. Sellise põhimõtte järgimine ei tohiks nõrgendada RDE katsemenetluse keskkonnamõju ega tõhusust, mida tuleks tõendada eelretsenseeritud teadusuuringuga. Lisaks tuleks PEMS-teekonna heitekontrolli ranguse hindamisel arvesse võtta üksnes parameetreid, mida saab õigustada objektiivsete teaduslike põhjustega, mitte üksnes mootori, saastetõrjeseadme või heitekontrollisüsteemi kalibreerimisega.
- (13) Pidades silmas vajadust kontrollida NO_x-heidet linnas, tuleb viivitamata kaaluda RDE katse linna-, asulavälise ja kiirteesõidu suhtelise kaalu muutmist, tagamaks, et praktikas saavutatakse väike vastavustegur, mis kujutaks endast kolmandas RDE õigusaktide paketi sõidudünaamikaga seotud täiendavat piirtingimust, mille ületamise korral kohaldatakse laiendatud tingimusi alates esimese etapi alguskuupäevadest.

⁽¹⁾ Komisjoni teatis Euroopa Parlamendile, nõukogule, Euroopa Majandus- ja Sotsiaalkomiteele ning Regioonide Komiteele „CARS 2020: Euroopa konkurentsivõimelise ja jätkusuutliku autotööstuse tegevuskava“ (COM(2012) 636 lõplik).

⁽²⁾ Komisjoni 10. märtsi 2016. aasta määrus (EL) 2016/427, millega muudetakse määrust (EÜ) nr 692/2008 seoses väikeste sõiduautode ja kommertsveokite (Euro 6) heitega (ELT L 82, 31.3.2016, lk 1).

- (14) Komisjon jälgib RDE katsemenetluse suhtes kohaldatavaid sätteid ja kohandab neid, et võtta arvesse uusi sõidukitehnoloogiaid ja tagada sätete tõhusus. Samuti kontrollib komisjon igal aastal lõpliku vastavusteguri taseme asjakohasust, pidades silmas tehnika arengut. Eelkõige kontrollib ta kaht PEMS-i heiteandmete hindamisel kasutatavat meetodit, mis on kehtestatud määruse (EÜ) nr 692/2008 IIIA lisa liidetes 5 ja 6, eesmärgiga töötada välja ühtne meetod.
- (15) Seepärast on asjakohane määrust (EÜ) nr 692/2008 vastavalt muuta.
- (16) Käesoleva määrusega ettenähtud meetmed on kooskõlas mootorsõidukite tehnilise komitee arvamusega,

ON VASTU VÕTNUD KÄESOLEVA MÄÄRUSE:

Artikkel 1

Määrust (EÜ) nr 692/2008 muudetakse järgmiselt.

1) Artiklile 2 lisatakse punktid 43 ja 44:

- „43. „põhiline heitekontrollistrateegia“ (edaspidi „BES“) – heitekontrollistrateegia, mis on aktiivne mootori käituskiiiruse ja -koormuse vahemikus, kui heitekontrolli abistrateegia ei ole aktiveeritud;
44. „täiendav heitekontrollistrateegia“ (edaspidi „AES“) – heitekontrollistrateegia, mis aktiveerub ning asendab või muudab BES-i teataval konkreetsel eesmärgil ja reageerib konkreetsetele ümbritseva keskkonna ja/või töötingimustele ning on kasutusel üksnes nimetatud tingimuste korral.“

2) Artikli 3 lõikes 10 asendatakse kolmas lõik järgmisega:

„Kolme aasta jooksul pärast määruse (EÜ) nr 715/2007 artikli 10 lõikes 4 nimetatud kuupäevi ja nelja aasta jooksul pärast artikli 10 lõikes 5 nimetatud kuupäevi kohaldatakse järgmisi sätteid:“

3) Artikli 3 lõike 10 punkt a asendatakse järgmise tekstiga:

„IIIA lisa punkti 2.1 nõudeid ei kohaldata.“

4) Artiklile 5 lisatakse lõiked 11 ja 12:

„11. Tootja esitab ka laiendatud dokumentatsiooni, mis sisaldab järgmist teavet:

- a) teave kõikide AESide ja BESide töö kohta, sealhulgas mis tahes AESi modifitseeritud parameetrite kirjeldus ja AESi töö piirtingimused ning viited selle kohta, millised AESid ja BESid on tõenäoliselt aktiivsed käesolevas määruses sätestatud katsemenetlustele vastavates tingimustes;
- b) toitesüsteemi kontrolli põhimõtte, jaotusfaaside strateegiate ja lülituspunktide kirjeldus kõikide töötamis-tingimuste korral.

12. Lõikes 11 nimetatud laiendatud dokumentatsioon on rangelt konfidentsiaalne. Seda võib säilitada tüübikinnitussusatus või tüübikinnitussusutuse äranägemisel tootja. Kui dokumente säilitab tootja, identifitseerib ja dateerib dokumendipaketi pärast selle läbivaatamist ja kinnitamist tüübikinnitussusatus. See tehakse tüübikinnitussusutusele kontrollimiseks kättesaadavaks kinnituse andmise ajal või igal ajal kinnituse kehtivuse perioodil.“

5) I lisa 6. liidet muudetakse vastavalt käesoleva määruse I lisale.

6) IIIA lisa muudetakse vastavalt käesoleva määruse II lisale.

Artikkel 2

Käesolev määrus jõustub kahekümnendal päeval pärast selle avaldamist *Euroopa Liidu Teatajas*.

Käesolev määrus on tervikuna siduv ja vahetult kohaldatav kõikides liikmesriikides.

Brüssel, 20. aprill 2016

Komisjoni nimel
president
Jean-Claude JUNCKER

I LISA

Määruse (EÜ) nr 692/2008 I lisa 6. liite tabelit 1 muudetakse järgmiselt:

(1) read ZD, ZE, ZF asendatakse järgmisega:

„ZD	Euro 6c	Euro 6–2	M, N1 I klass	otto-, diisel- mootor		1.9.2018	31.8.2019
ZE	Euro 6c	Euro 6–2	N1 II klass	otto-, diisel- mootor		1.9.2019	31.8.2020
ZF	Euro 6c	Euro 6–2	N1 III klass, N2	otto-, diisel- mootor		1.9.2019	31.8.2020“

(2) rea ZF järele lisatakse järgmised read:

„ZG	Euro 6d-TEMP	Euro 6–2	M, N1 I klass	otto-, diisel- mootor	1.9.2017	1.9.2019	31.12.2020
ZH	Euro 6d-TEMP	Euro 6–2	N1 II klass	otto-, diisel- mootor	1.9.2018	1.9.2020	31.12.2021
ZI	Euro 6d-TEMP	Euro 6–2	N1 III klass, N2	otto-, diisel- mootor	1.9.2018	1.9.2020	31.12.2021
ZJ	Euro 6d	Euro 6–2	M, N1 I klass	otto-, diisel- mootor	1.1.2020	1.1.2021	
ZK	Euro 6d	Euro 6–2	N1 II klass	otto-, diisel- mootor	1.1.2021	1.1.2022	
PLN	Euro 6d	Euro 6–2	N1 III klass, N2	otto-, diisel- mootor	1.1.2021	1.1.2022“	

(3) Tabeli selgitusse lisatakse „Euro 6b“ heitestandardit käsitleva lõigu järele järgmised lõigud:

„Euro 6c“ heitestandard = täielikud „Euro 6“ heitenõuded, kuid ilma koguseliste RDE nõueteta, st „Euro 6b“ heitestandard, tahkete osakeste lõplikud arvulised piirmäärad ottomootoriga sõidukite puhul, E10 ja B7 etalonkütuse kasutamine (vajaduse korral), mida hinnatakse kohustusliku laboratoorse katsetsükli käigus, ning RDE katsed ainult järelevalve eesmärgil (NTE piirnorme kohaldamiseta);

„Euro 6d-TEMP“ heitestandard = täielikud „Euro 6“ heitenõuded, st „Euro 6b“ heitestandard, tahkete osakeste lõplikud arvulised piirmäärad ottomootoriga sõidukite puhul, E10 ja B7 etalonkütuse kasutamine (vajaduse korral), mida hinnatakse kohustusliku laboratoorse katsetsükli käigus, ning RDE katsed ajutiste vastavustegurite kontrollimiseks;“

(4) tabeli selgituses asendatakse „Euro 6c“ heitestandardit käsitlev lõik järgmisega:

„Euro 6d“ heitestandard = täielikud „Euro 6“ heitenõuded, st „Euro 6b“ heitestandard, tahkete osakeste lõplikud arvulised piirmäärad ottomootoriga sõidukite puhul, E10 ja B7 etalonkütuse kasutamine (vajaduse korral), mida hinnatakse kohustusliku laboratoorse katsetsükli käigus, ning RDE katsed lõplike vastavustegurite kontrollimiseks;“

II LISA

Määruse (EÜ) nr 692/2008 IIIA lisa muudetakse järgmiselt.

(1) Punkt 2.1 asendatakse järgmisega:

„2.1. Heidete mitteületatavad piirnormid

Vastavalt määrusele (EÜ) nr 715/2007 tüübikinnituse saanud sõidukitüübi tavapärase kasutusaja jooksul on heide, mis on määratud kindlaks vastavalt käesolevale lisale ja mis tekib vastavalt käesolevale lisale tehtud mis tahes RDE katse käigus, suurem kui järgmised mitteületatavad (not-to-exceed (NTE)) piirmäärad:

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

kus EURO-6 on määruse (EÜ) nr 715/2007 I lisa tabelis 2 esitatud kohaldatav Euro 6 heite piirmäär.“

(2) Lisatakse punktid 2.1.1, 2.1.2 ja 2.1.3:

„2.1.1. Lõplikud vastavustegurid

Saasteaine vastavustegur $CF_{\text{pollutant}}$ määratletakse järgmiselt:

Saasteaine	Lämmastikoksiidide mass (NO_x)	Tahkete osakeste arv (PN)	Süsinikmonoksiidi (CO) mass ⁽¹⁾	Süivesinike üldmass (THC)	Kõigi süivesinike ja lämmastikoksiidide mass kokku (THC + NO_x)
$CF_{\text{pollutant}}$	1 + marginaal, kusjuures marginaal = 0,5	määratakse kindlaks	—	—	—

⁽¹⁾ CO-heide mõõdetakse ja registreeritakse RDE katsega.

„Marginaal“ on parameeter, millega võetakse arvesse PEMS-seadmete kasutamise kaasnevat täiendavat mõõtemääramatust, mida kontrollitakse kord aastas, ja mida PEMS-menetluse kvaliteedi paranedes või tehnika arenedes läbi vaadatakse.

2.1.2. Ajutised vastavustegurid

Erandina punktist 2.1.1 kohaldatakse 5 aasta ja 4 kuu jooksul pärast määruse (EÜ) nr 715/2007 artikli 10 lõiget 4 ja 5 sätestatud kuupäevi ning tootja nõudmise korral järgmisi ajutisi vastavustegureid:

Saasteaine	Lämmastikoksiidide mass (NO_x)	Tahkete osakeste arv (PN)	Süsinikmonoksiidi (CO) mass ⁽¹⁾	Süivesinike üldmass (THC)	Kõigi süivesinike ja lämmastikoksiidide mass kokku (THC + NO_x)
$CF_{\text{pollutant}}$	2,1	määratakse kindlaks	—	—	—

⁽¹⁾ CO-heide mõõdetakse ja registreeritakse RDE katsega.

Ajutiste vastavustegurite kohaldamine märgitakse sõiduki vastavussertifikaadile.

2.1.3. Ülekandefunktsioonid

Punktis 2.1 osutatud ülekandefunktsiooni $TF(p_1, \dots, p_n)$ väärtus on 1 parameetrite p_i ($i = 1, \dots, n$) kogu ulatuses.

Kui ülekandefunktsiooni $TF(p_1, \dots, p_n)$ muudetakse, tuleb seda teha viisil, mis ei kahjusta RDE katsemenetluse keskkonnamõju ega tõhusust. Eelkõige kehtivad järgmised tingimused:

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

Kus:

— dp tähendab integraali parameetrite p_i ($i = 1, \dots, n$) kogu ulatuses

— $Q(p_1, \dots, p_n)$ on tegelikus liikluses parameetritele p_i ($i = 1, \dots, n$) vastava olukorra tõenäosuse tihedus.“

(3) Lisatakse punkt 3.1.0:

„3.1.0. Punktis 2.1 esitatud nõuded tuleb täita PEMS-teekonna linnasõidu ja tervikteekonna osas. Tootja valikul peab olema täidetud vähemalt ühe punkti tingimused kahest:

3.1.0.1. $M_{gas,d,t} \leq NTE_{pollutant}$ ja $M_{gas,d,u} \leq NTE_{pollutant}$, võttes arvesse käesoleva lisa punkti 2.1, 5. liite punktide 6.1 ja 6.3 määratlusi ning seadel $gas = pollutant$.

3.1.0.2. $M_{w, gas, d} \leq NTE_{pollutant}$ and $M_{w, gas, d, U} \leq NTE_{pollutant}$, võttes arvesse käesoleva lisa punkti 2.1 ja 6. liite punkti 3.9 määratlusi ning seadel $gas = pollutant$.“

(4) Punkt 5.3 jäetakse välja.

(5) Punkt 5.4 asendatakse järgmisega:

„5.4. Dünaamilised tingimused

Dünaamilised tingimused hõlmavad tee tõusu, vastutuule ja sõidudünaamika (kiirendused, aeglustused) ja lisasüsteemide mõju katsesõiduki energia tarbimisele ja heidetele. Dünaamiliste tingimuste normaalsust kontrollitakse pärast katse sooritamist, kasutades salvestatud PEMS-andmeid. Selline kontrollimine toimub kahes etapis:

5.4.1. Sõidudünaamika üldist liigsust või puudujääki teekonna jooksul kontrollitakse käesoleva lisa 7a liites kirjeldatud meetodi kohaselt.

5.4.2. Kui teekonda peetakse punkti 5.4.1 kohaste kontrollimiste tulemusena kehtivaks, tuleb kohaldada käesoleva lisa 5. ja 6. liites sätestatud dünaamiliste tingimuste normaalsuse kontrollimise meetodeid. Iga meetod sisaldab viidet dünaamilistele tingimustele, võrdlusandmete vahemikku ja minimaalse kaetuse nõudeid, et saavutada kehtiv katse.“

(6) Punkt 6.8 asendatakse järgmisega:

„6.8. Teekonna linnasõidu osa keskmine kiirus (kaasa arvatud peatused) peaks olema 15–40 km/h. Peatused, mida määratletakse sõiduki kiirusena alla 1 km/h, peavad moodustama 6–30 % linnasõidu ajast. Linnasõit peab sisaldama mitut peatust, mis on 10 sekundit või pikemad. Kui peatus kestab kauem kui 180 sekundit, jäetakse sellisele liiga pikale peatusele järgneva 180 sekundi heide hindamisest välja.“

(7) Punkti 6.11 lisatakse järgmine lause:

„Lisaks sellele peab proportsionaalne kumulatiivne positiivne kõrgusemuutus olema väiksem kui 1 200 m/100 km ning see tuleb määrata vastavalt 7.b liitele.“

(8) Punkt 9.5 asendatakse järgmisega:

„9.5. Kui konkreetsetes ajavahemikus on keskkonnatingimusi laiendatud vastavalt punktile 5.2, siis jagatakse vastavalt 4. liitele arvatatud selle konkreetse ajavahemiku heide väärtusega 1,6 enne nende selle lisa nõuetele vastavuse hindamist.“

(9) 1. liidet muudetakse järgmiselt:

a) punkti 3.4.6 lisatakse järgmine lause:

„Sõiduki kabiinist väljapoole jäävate PEMS-komponentide kinnituste ja osade turvavalgustus võib saada toidet sõiduki akult.“;

b) punkti 4.5 lisatakse järgmine lause:

„Analüsaatori triivi minimeerimiseks tuleks analüsaatorite nullväärtuse ja mõõtevahemiku kalibreerimine teha ümbritseval temperatuuril, mis vastab võimalikult täpselt katseseadmete temperatuurile RDE katsesõidu ajal.“

(10) 2. liite tabeli 4 joonealune märkus 2 punktis 1.1 asendatakse järgmisega:

„(2) See üldnõue kehtib ainult kiirussensoreile. Kui sõiduki kiirust kasutatakse selliste parameetrite, nagu kiirendus või kiiruse ja positiivse kiirenduse produkt (RPA), kindlaksmääramiseks, peab kiirussignaali täpsus kiirusel üle 3 km/h ja sagedusel 1Hz olema 0,1 %. Täpsusnõuet saab täita, kasutades ratta pöörlemissageduse andurit.“

(11) 6. liite punktis 2 kustutatakse järgmine määratlus:

„ a_i tegelik kiirendus ajaetapil i , kui see pole muu väärtus, mis on määratletud võrrandis:

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

(12) 6. liite punkti 2 lisatakse järgmised määratlused:

„ $\bar{m}_{gas,U}$ Heitgaasi komponendi „gas“ kaalutud heite väärtus kõigi sekundite i alamkogumi kohta, kusjuures $v_i < 60$ km/h, g/s

$M_{w,gas,d,U}$ Heitgaasi komponendi „gas“ kaalutud kaugusspetsiifilised heitkogused kõigi sekundite i alamkogumi kohta, kusjuures $v_i < 60$ km/h, g/km

\bar{v}_U Sõiduki kaalutud kiirus ratta võimsusklassis j , km/h“.

(13) 6. liite punkti 3.1 esimene lõik asendatakse järgmisega:

„Tegelik rattavõimsus P_{ri} on kogu võimsus, mis on vajalik õhu- ja veeretakistuse, tee kalde, sõiduki pikiinertsia ja rataste pöördinertsia ületamiseks.“

(14) 6. liite punkt 3.2. asendatakse järgmisega:

„3.2. **Liikuvate keskmiste liigitamine linna-, asulavälise ja kiirteesõidu alusel**

Standardsed võimsuse sagedused on määratletud linnasõidu ja kogu teekonna kohta (vt punkt 3.4) ning linnasõidu ja teekonna kogupikkuse osas hinnatakse heitkoguseid eraldi. Vastavalt punktile 3.3 arvatud 3 sekundilised liikuvad keskmised jaotatakse seejärel linna- ja linnavälise sõidu tingimustele vastavalt konkreetse sekundi i kiirussignaali (v_i), mis on toodud tabelis 1–1.

Tabel 1-1

Kiirusvahemikud katseandmete jaotamiseks linna-, asulavälise ja kiirteesõidu tingimustele vastavalt võimsuse liigitamise meetodile

	Linn	Maapiirkond	Kiirtee
v_i [km/h]	0 kuni ≤ 60	> 60 kuni ≤ 90	> 90“

(15) 6. liite punkt 3.9. asendatakse järgmisega:

„3.9. Konkreetse kauguse kaalutud heidete taseme arvutamine

Heidete ajapõhised kaalutud keskmised teisendatakse kauguspõhisteks heitkogusteks, kui linnasõidu andmekogum ja kogu andmekogum on järgmine:

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

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

Järgmiste valemite abil arvutatakse linnasõidu ja teekonna kogupikkuse kohta järgmiste saasteainete kaalutud keskmised:

$M_{w, \text{NO}_x, d}$ kaalutud NO_x katse tulemus [mg/km]

$M_{w, \text{NO}_x, d, U}$ kaalutud NO_x katse tulemus [mg/km]

$M_{w, \text{CO}, d}$ kaalutud CO katse tulemus [mg/km]

$M_{w, \text{CO}, d, U}$ kaalutud CO katse tulemus [mg/km]“

(16) Lisatakse 7.a ja 7.b liide:

„7.a liide

Üldise teekonna dünaamika kontrollimine

1. SISSEJUHATUS

Käesolevas liites kirjeldatakse üldise teekonna dünaamika kontrollimiseks, dünaamika üldise ülejäägi või puudumise määramiseks linna-, asulavälisel ja kiirteesõidul mõeldud arvutusmenetlusi.

2. SÜMBOLID

SPK Suhteline positiivne kiirendus

„kiirenduse resolutsioon a_{res} “ minimaalne kiirendus > 0 mõõdetuna m/s²

Koondandmete T4253H siluja

„positiivne kiirendus a_{pos} “ kiirendus [m/s²] suurem kui 0,1 m/s²

Indeks (i) viitab ajaetapile

Indeks (j) viitab positiivse kiirenduse andmekogumi ajaetapile

Indeks (k) viitab kategooriale (t = kokku, u = linn, r = asulaväline, m = kiirtee)

Δ	– erinevus
$>$	– suurem kui
\geq	– suurem või võrdne
$\%$	– protsent
$<$	– väiksem kui
\leq	– väiksem või võrdne
a	– kiirendus [m/s^2]
a_i	– kiirendus ajaetapil i [m/s^2]
a_{pos}	– positiivne kiirendus üle 0,1 m/s^2 [m/s^2]
$a_{pos,i,k}$	– positiivne kiirendus üle 0,1 m/s^2 ajaetapil i, arvestades linna-, asulaväliseid ja kiirteeosi [m/s^2]
a_{res}	– kiirenduse resolutsioon [m/s^2]
d_i	– ajaetapil i läbitud vahemaa [m]
$d_{i,k}$	– ajaetapil i läbitud vahemaa linna-, asulavälistel ja kiirteeosadel [m]
M_k	– proovide arv linna-, asulavälistel ja kiirteeosadel positiivse kiirendusega üle 0,1 m/s^2
N_k	– proovide koguarv linna-, asulavälistel ja kiirteeosadel ning kogu teekonnal
RPA_k	– linna-, asulavälise ja kiirteeosade suhteline positiivne kiirendus [m/s^2 või $kWs/(kg \times km)$]
t_k	– linna-, asulavälise ja kiirteeosade ning kogu teekonna kestus [s]
v	– sõiduki kiirus [km/h]
v_i	– sõiduki tegelik kiirus ajaetapil i [km/h]
$v_{i,k}$	– sõiduki tegelik kiirus ajaetapil i, arvestades linna-, asulaväliseid ja kiirteeosadel [km/h]
$(v \cdot a)_i$	– sõiduki tegelik kiirus kiirenduse kohta ajaetapil i [m^2/s^3 või W/kg]
$(v \cdot a_{pos})_{i,k}$	– sõiduki tegelik kiirus positiivne kiirenduse kohta üle 0,1 m/s^2 ajaetapil i, arvestades linna-, asulaväliseid ja kiirteeosi [m^2/s^3 või W/kg]
$(v \cdot a_{pos/k-}[95])$	– sõiduki kiiruse ja positiivse kiirenduse korrutise 95. protsentiil linna-, asulavälistel ja kiirteeosadel üle 0,1 m/s^2 [m^2/s^3 või W/kg]
\bar{v}_k	– sõiduki keskmine kiirus linna-, asulavälistel ja kiirteeosadel [km/h]

3. TEEKONNA NÄITAJAD

3.1. Arvutused

3.1.1. Andmete eeltöötlus

Dünaamilised parameetrid nagu kiirendus, $v \cdot a_{pos}$ või SPK määratakse kiirusel üle 3 km/h ja diskreetimissagedusega 1 Hz kiirusesignaali abil, mille täpsus on 0,1 %. Nimetatud täpsusnõue täidetakse üldjuhul ratta (pöörlemis)kiiruse signaalide abil.

Kiirusekõverat kontrollitakse vigaste või ebatõenäoliste lõikude avastamiseks. Sõiduki kiirusekõvera selliseid lõike iseloomustavad astmed, hüpped, astangulised kiirusekõverad või puuduvad väärtused. Lühikesed vigased lõigud korrigeeritakse, näiteks andmete interpoleerimise või sekundaarse kiiruse signaaliga võrdlemise teel. Alternatiivina võiks vigaseid lõike sisaldavad lühikesed teekonnad järgnevalt andmete analüüsist välja jätta. Teisel etapil järjestatakse kiirenduse väärtused kasvavalt, et määrata kiirenduse resolutsioon $a_{res} = (\text{kiirenduse minimaalne väärtus} > 0)$.

Kui $a_{res} \leq 0,01 \text{ m/s}^2$, siis on sõiduki kiiruse mõõtmine piisavalt täpne.

Kui $0,01 < a_{res} \leq r_{max} \text{ m/s}^2$, siis silutakse T4253 Hanni filtriga.

Kui $a_{res} > r_{max} \text{ m/s}^2$, siis on teekond chehtetu.

T4253 Hanni filter sooritab järgmised arvutused: Siluja arvutab esiteks jooksva mediaani neljast, mis keskendatakse arvutades mediaani kahest. Seejärel silub ta need väärtused taas, kohaldades jooksvat mediaani viiest, jooksvat mediaani kolmest ja siludes Hanni meetodil (kasutades kaalutud keskmisi). Jäägid arvutatakse lahutades silutud read algsetest. Seejärel korratakse kogu kirjeldatud protsessi arvutatud jääkide peal. Lõpuks arvutatakse silutud jäägid, lahutades protsessi esimeses faasis saadud silutud väärtused.

Õige kiirusekõver on punktis 3.1.2 kirjeldatud edasiste arvutuste ja lahterdamise alus.

3.1.2. Vahemaa, kiirenduse ja $v \cdot a$

Järgmine arvutus sooritatakse üle kogu ajapõhise kiirusekõvera (1 Hz resolutsiooniga) alates sekundist 1 kuni sekundini t_i (viimase sekundini).

Vahemaa muut andmeproovi kohta arvutatakse järgmiselt:

$$d_i = v_i/3,6, i = 1 \text{ to } N_t$$

Kus:

d_i on ajaetapil i läbitud vahemaa [m]

v_i sõiduki tegelik kiirus ajaetapil i [km/h]

N_t on proovide koguarv

Kiirendus arvutatakse järgmiselt:

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

Kus:

a_i on kiirendus ajaetapil i [m/s^2]. Kui $i = 1$: $v_{i-1} = 0$, kui $i = N_t$: $v_{i+1} = 0$.

Sõiduki kiiruse ja kiirenduse korrutis arvutatakse järgmiselt:

$$(v \cdot a)_i = v_i \cdot a_i/3,6, i = 1 \text{ to } N_t$$

Kus:

$(v \cdot a)_i$ on sõiduki tegeliku kiiruse ja kiirenduse korrutis ajaetapil i [m^2/s^3 või W/kg]

3.1.3. Tulemuste lahterdamine

Pärast a_i ja $(v \cdot a)_i$ väljaarvutamist, järjestatakse väärtused v_i , d_i , a_i ja $(v \cdot a)_i$ sõiduki kiiruse kasvamise järjekorras.

Kõik andmekogumid, mille $v_i \leq 60 \text{ km/h}$, kuuluvad „linnakiiruse“ lahtrisse, kõik andmekogumid, mille $60 \text{ km/h} < v_i \leq 90 \text{ km/h}$, kuuluvad „asulavälise“ kiiruse lahtrisse ning kõik andmekogumid, mille $v_i > 90 \text{ km/h}$, kuuluvad „kiirtee“ kiiruse lahtrisse.

Nende andmekogumite arv, mille kiirendusväärtused $a_i > 0,1 \text{ m/s}^2$, peab olema igas lahttris vähemalt 150.

Sõiduki keskmine kiirus \bar{v}_k iga kiiruselahtri kohta arvutatakse järgmiselt:

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

Kus:

N_k on proovide koguarv linna-, asulavälistel ja kiirteeosadel.

3.1.4. $v \cdot a_{\text{pos}}[95]$ arvutamine kiiruselahtri kohta

$v \cdot a_{\text{pos}}$ väärtuste 95. protsentiil arvutatakse järgmiselt:

$(v \cdot a)_{i,k}$ väärtused järjestatakse igas kiiruselahtris kasvavas järjekorras kõigi andmekogumite puhul, mille $a_{i,k} \geq 0,1 \text{ m/s}^2$ ja määratakse kindlaks nende proovide koguarv M_k .

Seejärel omistatakse neile $(v \cdot a_{\text{pos}})_{j,k}$ väärtustele, mille $a_{i,k} \geq 0,1 \text{ m/s}^2$, protsentiilväärtused järgmiselt:

Madalaim $v \cdot a_{\text{pos}}$ väärtus saab protsentiili $1/M_k$, sellest järgmine $2/M_k$, kolmas $3/M_k$ ning kõrgeim väärtus saab protsentiili $M_k/M_k = 100 \%$.

$(v \cdot a_{\text{pos}})_{k-}[95]$ on $(v \cdot a_{\text{pos}})_{j,k}$ väärtus, mille $j/M_k = 95 \%$. Kui tingimust $j/M_k = 95 \%$ ei saa täita, arvutatakse $(v \cdot a_{\text{pos}})_{k-}[95]$ järjestikuliste proovide j ja $j + 1$, mille $j/M_k < 95 \%$ ja $(j + 1)/M_k > 95 \%$, lineaarse interpoleerimise teel.

Suhteline positiivne kiirendus kiiruselahtri kohta arvutatakse järgmiselt:

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

Kus:

RPA_k on linna-, asulaväliste ja kiirteeosade suhteline positiivne kiirendus [m/s^2 või $\text{kWs}/(\text{kg} \cdot \text{km})$]

Δt 1-sekundine ajavahe

M_k positiivse kiirendusega proovide arv linna-, asulavälistel ja kiirteeosadel

N_k linna-, asulaväliste ja kiirtee osade proovide koguarv

4. TEEKONNA KEHTIVUSE KONTROLLIMINE

4.1.1. $v \cdot a_{\text{pos}}[95]$ kontrollimine kiiruselahtri kohta (v on väljendatud [km/h])

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

ja

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

on täidetud, on teekond kehtetu.

Kui $\bar{v}_k > 74,6 \text{ km/h}$ ja tingimus $(v \cdot a_{\text{pos}})_{k-}[95] > (0,0742 \cdot \bar{v}_k + 18,966)$ on täidetud, on teekond kehtetu.

4.1.2. SPK kontrollimine kiiruselahtri kohta

Kui $\bar{v}_k \leq 94,05 \text{ km/h}$ ja tingimus $RPA_k < (-0,0016 \cdot \bar{v}_k + 0,1755)$ on täidetud, on teekond kehtetu.

Kui $\bar{v}_k > 94,05 \text{ km/h}$ ja tingimus $RPA_k < 0,025$ on täidetud, on teekond kehtetu.

7.b liide

Menetlus teekonna kumulatiivse positiivse kõrgusemuutuse määramiseks

1. SISSEJUHATUS

Käesolevas liites kirjeldatakse RDE-teekonna kumulatiivse positiivse kõrgusemuutuse määramise menetlust.

2. SÜMBOLID

$d(0)$	– vahemaa teekonna alguses [m]
d	– kumulatiivne läbitud vahemaa asjaomases diskreetses teekonna punktis [m]
d_0	– kuni mõõtmiseni läbitud kumulatiivne vahemaa vahetult enne asjaomast teekonna punkti d [m]
d_1	– kuni mõõtmiseni läbitud kumulatiivne vahemaa vahetult pärast asjaomast teekonna punkti d [m]
d_a	– teekonna võrdluspunkt asukohas $d(0)$ [m]
d_e	– kumulatiivne läbitud vahemaa kuni viimase diskreetse teekonna punktini [m]
d_i	– hetkevahemaa [m]
d_{tot}	– kogu katsevahemaa [m]
$h(0)$	– sõiduki kõrgus pärast andmete kvaliteedi sõeluuringut ja põhikontrolli teekonna alguses [m merepinnast]
$h(t)$	– sõiduki kõrgus pärast andmete kvaliteedi sõeluuringut ja põhikontrolli punktis t [m merepinnast]
$h(d)$	– sõiduki kõrgus teekonna punktis d [m merepinnast]
$h(t - 1)$	– sõiduki kõrgus pärast andmete kvaliteedi sõeluuringut ja põhikontrolli punktis $t - 1$ [m merepinnast]
$h_{\text{corr}}(0)$	– korrigeeritud kõrgus vahetult enne vastavat teekonna punkti d [m merepinnast]
$h_{\text{corr}}(1)$	– korrigeeritud kõrgus vahetult pärast vastavat teekonna punkti d [m merepinnast]
$h_{\text{corr}}(t)$	– sõiduki korrigeeritud hetkekõrgus andmepunktis t [m merepinnast]
$h_{\text{corr}}(t - 1)$	– sõiduki korrigeeritud hetkekõrgus andmepunktis $t - 1$ [m merepinnast]
$h_{\text{GPS},i}$	– sõiduki GPSiga mõõdetud hetkekõrgus [m merepinnast]
$h_{\text{GPS}}(t)$	– sõiduki andmepunktis t GPSiga mõõdetud kõrgus [m merepinnast]
$h_{\text{int}}(d)$	– interpoleeritud kõrgus asjaomases diskreetses teekonna punktis d [m merepinnast]
$h_{\text{int,sm},1}(d)$	– silutud interpoleeritud kõrgus pärast esimest silumisfaasi asjaomases diskreetses teekonna punktis d [m merepinnast]
$h_{\text{map}}(t)$	– sõiduki kõrgus topograafilise kaardi alusel andmepunktis t [m merepinnast]
Hz	– herts
km/h	– kilomeetrit tunnis
m	– meeter

$road_{grade,1}(d)$	– tee silutud tõus asjaomases diskreetses teekonna punktis d pärast silumise esimest faasi [m/m]
$road_{grade,2}(d)$	– tee silutud tõus asjaomases diskreetses teekonna punktis d pärast silumise teist faasi [m/m]
\sin	– trigonomeetriline siinusfunktsioon
t	– katse algusest kulunud aeg [s]
t_0	– kulunud aeg mõõtmisel vahetult enne asjaomast teekonna punkti d [s]
v_i	– sõiduki hetkekiirus [km/h]
$v(t)$	– sõiduki kiirus andmepunktis t [km/h]

3. ÜLDNÕUDED

RDE teekonna kumulatiivne positiivne kõrgusemuutus määratakse kolme parameetri alusel: sõiduki GPSiga mõõdetud hetkekõrgus $h_{GPS,i}$ [m merepinnast], sõiduki hetkekiirus v_i [km/h], mis on registreeritud sagedusega 1 Hz, ja vastav katse algusest kulunud aeg t [s].

4. KUMULATIIVSE POSITIIVSE KÕRGUSEMUUTUSE ARVUTAMINE

4.1. Üldist

RDE teekonna kumulatiivne positiivne kõrgusemuutus arvutatakse kolmeastmelise protseduurina, mis koosneb i) seire ja andmete kvaliteedi põhikontrollist, ii) sõiduki hetkekiiruse korrigeerimisest ja iii) kumulatiivse positiivse kõrgusemuutuse arvutamisest.

4.2. Andmete kvaliteedi sõeluuring ja põhikontroll

Kontrollitakse sõiduki hetkekiiruse andmete täielikkust. Korrigeerimine andmete puudumise puhul on lubatud, kui 4. liite punktis 7 täpsustatud nõuetesse jääb lünki; vastasel korral katse tühistatakse. Kontrollitakse sõiduki kõrguse andmete täielikkust. Andmeliungad täidetakse andmete interpoleerimise teel. Interpoleeritud andmete õigsust kontrollitakse topograafilise kaardi abil. Interpoleeritud andmeid on soovitatav parandada, kui kehtivad järgmised tingimused:

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

Kõrguse korrigeerimise kohaldatakse nii, et:

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

kus:

$h(t)$ – sõiduki kõrgus pärast andmete kvaliteedi sõeluuringut ja põhikontrolli andmepunktis t [m merepinnast]

$h_{GPS}(t)$ – sõiduki andmepunktis t GPSiga mõõdetud kõrgus [m merepinnast]

$h_{map}(t)$ – sõiduki kõrgus topograafilise kaardi alusel andmepunktis t [m merepinnast]

4.3. Sõiduki hetkekõrguse andmete korrigeerimine

Kõrgus $h(0)$ teekonna alguses $d(0)$ saadakse GPSi abil ja selle õigsust kontrollitakse võrreldes topograafilise kaardi andmetega. Hälve ei tohi olla suurem kui 40 m. Iga hetkekõrguse näitu $h(t)$ korrigeeritakse, kui kehtib järgmine tingimus:

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

Kõrguse korrigeerimise kohaldamiseks nii, et:

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

kus:

$h(t)$ – sõiduki kõrgus pärast andmete kvaliteedi sõeluuringut ja põhikontrolli andmepunktis t [m merepinnast]

$h(t - 1)$ – sõiduki kõrgus pärast andmete kvaliteedi sõeluuringut ja põhikontrolli andmepunktis $t - 1$ [m merepinnast]

$v(t)$ – sõiduki kiirus andmepunktis t [km/h]

$h_{corr}(t)$ – sõiduki korrigeeritud hetkekõrgus andmepunktis t [m merepinnast]

$h_{corr}(t - 1)$ – sõiduki korrigeeritud hetkekõrgus andmepunktis $t - 1$ [m merepinnast]

Korrigeerimisprotseduuri lõpuks saadakse kehtiv kõrguseandmete kogum. Seda andmekogumit kasutatakse kumulatiivse positiivse kõrgusemuutuse arvutamiseks, nagu kirjeldatakse punktis 4.4.

4.4. Kumulatiivse positiivse kõrgusemuutuse lõplik arvutus

4.4.1. Ühtse ruumiresolutsiooni kindlaksmääramine

Teekonna jooksul läbitud koguvahemaa d_{tot} [m] määratakse hetkevahemaa d_i summana. Hetkevahemaa d_i määratakse järgmiselt:

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

Kus:

d_i – hetkevahemaa [m]

v_i – sõiduki hetkekiirus [km/h]

Kumulatiivne kõrgusemuutus arvutatakse konstantse 1 m ruumiresolutsiooniga andmetest, alates esimesest mõõtmisest teekonna alguses $d(0)$. Diskreetseid andmepunkte resolutsioonil 1 m nimetatakse teekonna punktideks, mida iseloomustab konkreetne vahemaa väärtus d (näiteks 0, 1, 2, 3 m, ...) ja vastav kõrgus $h(d)$ [m merepinnast].

Iga diskreetse teekonna punkti d kõrgus arvutatakse hetkekõrguse $h_{corr}(t)$ interpoleerimise teel:

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

Kus:

$h_{int}(d)$ – interpoleeritud kõrgus asjaomases diskreetses teekonna punktis d [m merepinnast]

$h_{corr}(0)$ – korrigeeritud kõrgus vahetult enne vastavat teekonna punkti d [m merepinnast]

$h_{corr}(1)$ – korrigeeritud kõrgus vahetult pärast vastavat teekonna punkti d [m merepinnast]

d – kumulatiivne läbitud vahemaa asjaomases kuni asjaomase diskreetse teekonna punktini d [m]

- d_0 – kuni mõõtmiseni läbitud kumulatiivne vahemaa vahetult enne asjaomast teekonna punkti d [m]
- d_1 – kuni mõõtmiseni läbitud kumulatiivne vahemaa vahetult pärast asjaomast teekonna punkti d [m]

4.4.2. Andmete täiendav silumine

Iga diskreetse teekonna punkti kohta hangitud kõrguseandmed silutakse, kohaldades kaheastmelist menetlust; d_a ja d_e tähistavad vastavalt esimest ja viimast andmepunkti (joonis 1). Esimest silumisfaasi kohaldatakse järgmiselt:

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

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

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

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

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

Kus:

- $road_{grade,1}(d)$ – tee silutud tõus asjaomases diskreetses teekonna punktis pärast silumise esimest faasi [m/m]
- $h_{int}(d)$ – interpoleeritud kõrgus asjaomases diskreetses teekonna punktis d [m merepinnast]
- $h_{int,sm,1}(d)$ – silutud interpoleeritud kõrgus pärast esimest silumisfaasi asjaomases diskreetses teekonna punktis d [m merepinnast]
- d – kumulatiivne läbitud vahemaa asjaomases diskreetses teekonna punktis [m]
- d_a – viite-teekonnapunkt null meetri kaugusel [m]
- d_e – kumulatiivne läbitud vahemaa kuni viimase diskreetse teekonna punktini [m]

Teist silumisfaasi kohaldatakse järgmiselt:

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

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

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

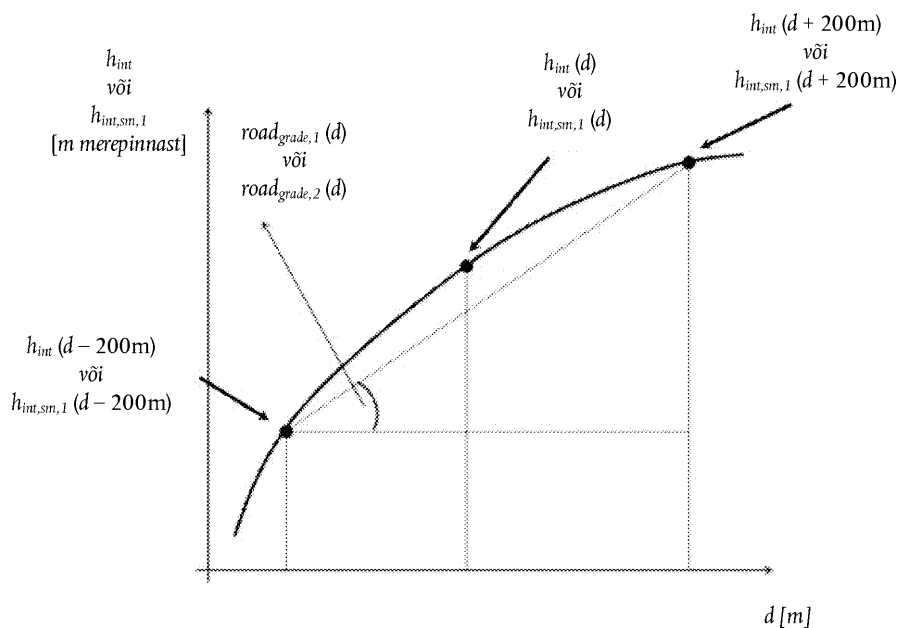
Kus:

- $road_{grade,2}(d)$ – tee silutud tõus asjaomases diskreetses teekonna punktis pärast silumise teist faasi [m/m]
- $h_{int,sm,1}(d)$ – silutud interpoleeritud kõrgus pärast esimest silumisfaasi asjaomases diskreetses teekonna punktis d [m merepinnast]

- d – kumulatiivne läbitud vahemaa asjaomases diskreetses teekonna punktis [m]
- d_a – viite-teekonnapunkt null meetri kaugusel [m]
- d_e – kumulatiivne läbitud vahemaa kuni viimase diskreetse teekonna punktini [m]

Joonis 1

Interpoleeritud kõrgusesignaali silumismenetluse illustatsioon



4.4.3. Lõpptulemuse arvutamine

Teekonna kumulatiivne positiivne kõrgusemuutus arvutatakse integreerides kõik positiivsed interpolateeritud ja silutud tõusud, s.o $road_{grade,2}(d)$. Tulemus tuleks normaliseerida kogu katsevahemaa d_{tot} võrra ja väljendada kumulatiivse kõrgusemuutuse meetrites saja läbitud vahemaa kilomeetri kohta.

5. ARVULINE NÄIDE

Tabelites 1 ja 2 on esitatud etapid, mis tehakse selleks, et arvutada positiivne kõrgusemuutus kaasaskantavate süsteemidega läbi viidud maanteeakse käigus registreeritud andmete alusel. Lühiduse mõttes esitame siin 800 m ja 160 s väljavõtte.

5.1. Seire ja andmete kvaliteedi põhikontroll

Seire ja andmete kvaliteedi põhikontroll koosneb kahest etapist. Esiteks kontrollitakse sõiduki kiiruseandmete täielikkust. Esitatud andmekogumis (vt tabel 1) ei ole tuvastatud seoses sõiduki kiirusega mingeid andmelünki. Teiseks kontrollitakse kõrguseandmete täielikkust; meie kogumis puuduvad kõrgusandmed 2. ja 3. sekundi kohta. Lüngad täidetakse GPS-signaali interpolateerimise teel. Peale selle võrreldakse GPS-kõrgust topograafilise kaardiga; seejuures kontrollitakse ka teekonna alguse kõrgust $h(0)$. Sekundite 112–114 kõrgusandmeid korrigeeritakse topograafilise kaardi alusel, et rahuldada järgmist tingimust:

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

Andmete kontrollimise tulemusena saadakse viienda veeru andmed $h(t)$.

5.2. Sõiduki hetkekõrguse andmete korrigeerimine

Järgmise sammuna korrigeeritakse sekundite 1–4, 111–112 ja 159–160 kõrguseandmed $h(t)$, võttes aluseks vastavalt sekundite 0, 110 ja 158 kõrgusväärtused, sest täidetud on järgmine tingimus:

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

Andmete korrigeerimise tulemusena saadakse kuuenda veeru andmed $h_{corr}(t)$. Kohaldatud kõrgusandmete kontrolli- ja korrigeerimisetappide tulemus on esitatud joonisel 2.

5.3. Kumulatiivse positiivse kõrgusemuutuse arvutamine

5.3.1. Ühtse ruumiresolutsiooni kindlaksmääramine

Hetkevahemaa d_i arvutatakse jagades sõiduki km/h mõõdetud kiiruse 3,6-ga (tabel 1, veerg 7). Kõrgusandmete ümberarvutamine ühtlase 1 m ruumilise resolutsiooni saamiseks annab diskreetsed teekonna punktid d (tabel 2, veerg 1) ja nende vastavad kõrgusväärtused $h_{int}(d)$ (tabel 2, veerg 7). Iga diskreetse teekonna punkti d kõrgus arvutatakse mõõdetud hetkekõrguse h_{corr} interpoleerimise teel:

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

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

5.3.2. Andmete täiendav silumine

Esimene ja viimane diskreetne teekonna punkt tabelis 2 on vastavalt $d_a = 0$ m ja $d_e = 799$ m. Kõrguseandmed iga diskreetse teekonna punkti kohta silutakse, kohaldades kaheastmelist menetlust. Esimene silumisfaas koosneb:

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

chosen to demonstrate the smoothing for $d \leq 200$ m

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

chosen to demonstrate the smoothing for $200 \text{ m} < d < (599 \text{ m})$

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

chosen to demonstrate the smoothing for $d \geq (599 \text{ m})$

Silutud ja interpoleeritud kõrgus arvutatakse järgmiselt:

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

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

Teine silumisfaas:

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

chosen to demonstrate the smoothing for $d \leq 200\text{m}$

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

chosen to demonstrate the smoothing for $200\text{m} < d < (599)$

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

chosen to demonstrate the smoothing for $d \geq (599\text{m})$

5.3.3. Lõpptulemuse arvutamine

Teekonna kumulatiivne positiivne kõrgusemuutus arvutatakse integreerides kõik positiivsed interpoleeritud ja silutud tõusud, s.o $\text{road}_{\text{grade},2}(d)$. Esitatud näites oli kogu läbitud vahemaa $d_{\text{tot}} = 139,7$ km ning kõik positiivsed interpoleeritud ja silutud tõusud 516 m. Seega saavutati kumulatiivne positiivne kõrgusemuutus $516 \times 100/139,7 = 370$ m/100 km.

Tabel 1

Sõiduki hetkekõrguse andmete korrigeerimine

Aeg t [s]	$v(t)$ [km/h]	$h_{\text{GPS}}(t)$ [m]	$h_{\text{map}}(t)$ [m]	$h(t)$ [m]	$h_{\text{corr}}(t)$ [m]	d_i [m]	Cum. 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

Aeg t [s]	$v(t)$ [km/h]	$h_{GPS}(t)$ [m]	$h_{map}(t)$ [m]	$h(t)$ [m]	$h_{corr}(t)$ [m]	d_i [m]	Cum. 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

- tähistab lünki andmetes

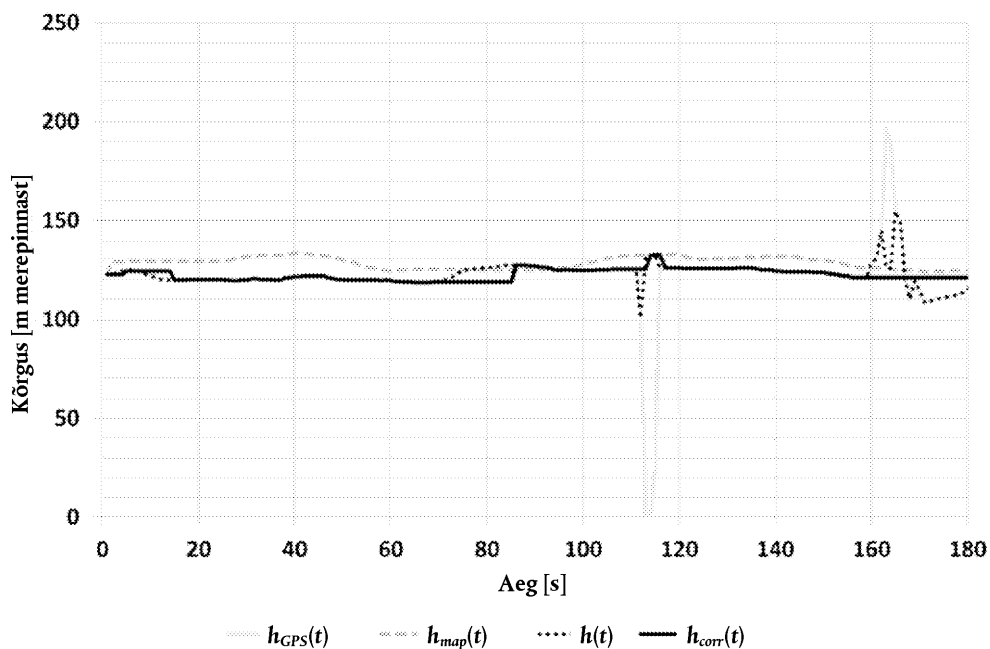
Tabel 2

Tõusu arvutamine

d [m]	t_0 [s]	d_0 [m]	d_1 [m]	h_0 [m]	h_1 [m]	$h_m(d)$ [m]	$road_{grade,1}^d(d)$ [m/m]	$h_{int,sm,1}(d)$ [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

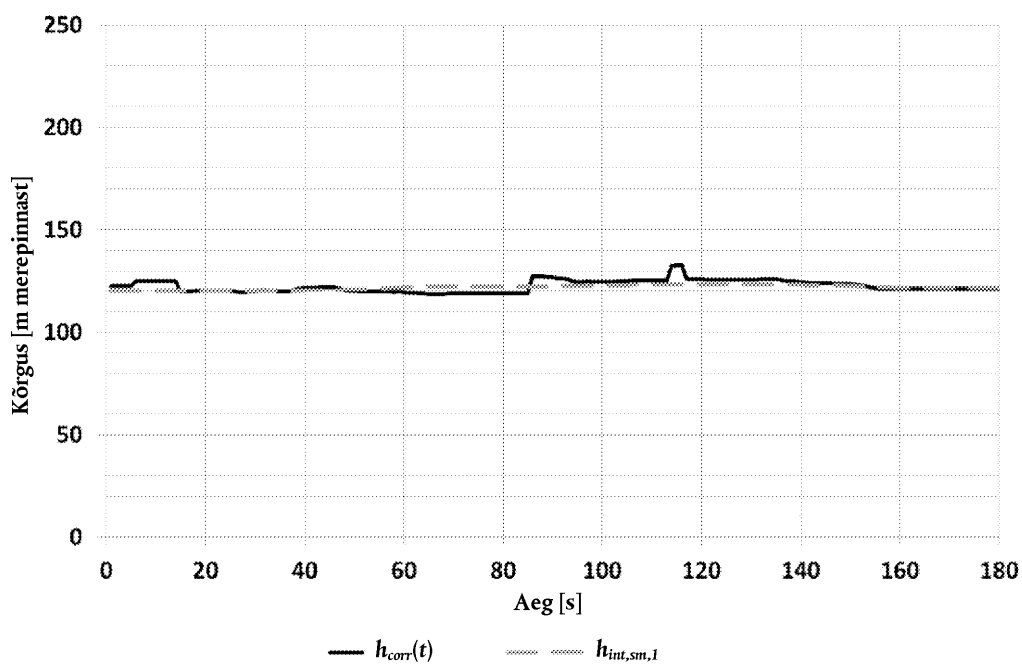
Joonis 2

Andmete kontrollimise ja korrigeerimise mõju – GPSiga mõõdetud kõrgusprofiil $h_{GPS}(t)$, topograafiliselt kaardilt saadud kõrgusprofiil $h_{map}(t)$, seire ja andmete kvaliteedi põhikontrolli järel saadud kõrgusprofiil $h(t)$ ning tabelis 1 esitatud andmete korrigeerimise järel saadud kõrgusprofiil $h_{corr}(t)$



Joonis 3

Korrigeeritud kõrgusprofiili $h_{corr}(t)$ ning silutud ja interpoleeritud kõrguse $h_{int,sm,1}$ võrdlus



Tabel 2

Positiivse kõrgusemuutuse arvutamine

d [m]	t_0 [s]	d_0 [m]	d_1 [m]	h_0 [m]	h_1 [m]	$h_{int}(d)$ [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“