

II.

(Nezakonodavni akti)

UREDBE

UREDBA KOMISIJE (EU) 2016/646

od 20. travnja 2016.

o izmjeni Uredbe (EZ) br. 692/2008 u pogledu emisija iz lakih osobnih i gospodarskih vozila (Euro 6)

(Tekst značajan za EGP)

EUROPSKA KOMISIJA,

uzimajući u obzir Ugovor o funkcioniranju Europske unije,

uzimajući u obzir Uredbu (EZ) br. 715/2007 Europskog parlamenta i Vijeća od 20. lipnja 2007. o homologaciji tipa motornih vozila u odnosu na emisije iz lakih osobnih i gospodarskih vozila (Euro 5 i Euro 6) i pristupu podacima za popravke i održavanje vozila ⁽¹⁾, a posebno njezin članak 5. stavak 3.,

budući da:

- (1) Uredba (EZ) br. 715/2007 jedna je od zasebnih regulatornih akata u smislu postupka za homologaciju tipa kako je utvrđen Direktivom 2007/46/EZ Europskog parlamenta i Vijeća ⁽²⁾.
- (2) Uredbom (EZ) br. 715/2007 zahtijeva se da se kod novih vozila lake kategorije poštuju određene granične vrijednosti emisija i utvrđuju se dodatni zahtjevi za dostupnost podataka. Točne tehničke odredbe nužne za primjenu te Uredbe utvrđene su Uredbom Komisije (EZ) br. 692/2008 ⁽³⁾.
- (3) Komisija je u tom pogledu provela detaljnu analizu postupaka, ispitivanja i zahtjeva za homologaciju utvrđenih Uredbom (EZ) br. 692/2008 na temelju vlastitih istraživanja i vanjskih informacija te je utvrdila da su emisije koje stvarno nastaju u cestovnom prometu vozila Euro 5/6 znatno veće od emisija izmjerenih u novom regulatornom europskom ciklusu vožnje (NEDC), osobito u pogledu emisija NO_x iz dizelskih vozila.
- (4) Zahtjevi za emisije pri homologaciji motornih vozila postupno su znatno postroženi uvođenjem i kasnijom revizijom normi za emisije Euro. Dok su kod vozila općenito znatno smanjene emisije velikog niza reguliranih onečišćujućih tvari, to nije slučaj za emisije NO_x iz dizelskih motora, posebno kod lakih vozila. Stoga su potrebne mjere za poboljšanje te situacije.
- (5) „Poremećajne naprave”, kako su opisane u članku 3. stavku 10. Uredbe (EZ) br. 715/2007 i kojima se smanjuje razina kontrole emisija zabranjene su. Nakon nedavnih događaja ističe se potreba za jačanjem provedbe

⁽¹⁾ SL L 171, 29.6.2007., str. 1.

⁽²⁾ Direktiva 2007/46/EZ Europskog parlamenta i Vijeća od 5. rujna 2007. o uspostavi okvira za homologaciju motornih vozila i njihovih prikolica te sustava, sastavnih dijelova i zasebnih tehničkih jedinica namijenjenih za takva vozila (Okvirna direktiva) (SL L 263, 9.10.2007., str. 1.).

⁽³⁾ Uredba Komisije (EZ) br. 692/2008 od 18. srpnja 2008. o provedbi i izmjeni Uredbe (EZ) br. 715/2007 Europskog parlamenta i Vijeća o homologaciji motornih vozila s obzirom na emisije iz lakih osobnih i teretnih vozila (Euro 5 i Euro 6) i dostupnosti podataka za popravke i održavanje vozila (SL L 199, 28.7.2008., str. 1.).

zakonodavstva u tom pogledu. Stoga je primjereno zahtijevati bolji nadzor strategija kontrole emisija koje proizvođač primjenjuje pri homologaciji, na temelju načela koja se već primjenjuju na teška vozila u pogledu normi Euro VI utvrđenih Uredbom (EZ) br. 595/2009 i provedbenim mjerama uz tu uredbu.

- (6) Rješavanjem problema emisija NO_x iz dizelskih motora trebalo bi se pridonijeti smanjenju trenutačnih koncentracija NO₂ u zraku koje su stalno na visokoj razini i vrlo su zabrinjavajuće za zdravlje ljudi.
- (7) Komisija je u siječnju 2011. uspostavila radnu skupinu, u koju su uključeni svi zainteresirani dionici, za razvoj postupka ispitivanja stvarnih emisija tijekom vožnje (RDE) koji bi bolje odražavao emisije izmjerene tijekom vožnje na cesti. U tu svrhu, nakon iscrpnih tehničkih rasprava, primijenjena je mogućnost predložena u Uredbi (EZ) br. 715/2007, tj. uporaba prijenosnih sustava za mjerenje emisija (PEMS) i ograničenja prema načelu „ne smije se prekoračiti” (NTE).
- (8) Kao što je dogovoreno s dionicima tijekom postupka CARS 2020. ⁽¹⁾, postupci ispitivanja stvarnih emisija tijekom vožnje (RDE) trebali bi se uvesti u dvije faze: tijekom prvog prijelaznog razdoblja postupke ispitivanja trebalo bi primjenjivati samo za potrebe praćenja, a kasnije bi ih trebalo primjenjivati, zajedno s obvezujućim kvantitativnim zahtjevima za stvarne emisije tijekom vožnje (RDE), na sve nove homologacije i nova vozila.
- (9) Postupci ispitivanja stvarnih emisija tijekom vožnje (RDE) uvedeni su Uredbom Komisije (EU) 2016/427 ⁽²⁾. Sada je potrebno uspostaviti kvantitativne zahtjeve za ispitivanje stvarnih emisija tijekom vožnje (RDE) kako bi se ograničile emisije iz ispušne cijevi u svim uobičajenim uvjetima uporabe u skladu s graničnim vrijednostima emisija iz Uredbe (EZ) br. 715/2007. U tu bi svrhu trebalo voditi računa o statističkim i tehničkim nesigurnostima postupaka mjerenja.
- (10) Kako bi se proizvođačima omogućilo da se postupno prilagode pravilima za stvarne emisije tijekom vožnje, konačni kvantitativni zahtjevi za ispitivanje stvarnih emisija tijekom vožnje (RDE) trebali bi se uvesti u dva uzastopna koraka. U prvom koraku, čija bi primjena trebala početi četiri godine nakon datuma obvezne primjene norme Euro 6, trebao bi se primjenjivati faktor sukladnosti od 2,1. Drugi korak trebao bi uslijediti godinu i četiri mjeseca nakon prvog koraka te bi se od tada trebalo zahtijevati potpunu usklađenost s ograničenjem emisija NO_x od 80 mg/km utvrđenim Uredbom (EZ) br. 715/2007 uz toleranciju kojom se uzimaju u obzir dodatne nesigurnosti pri mjerenju povezane s primjenom prenosivih sustava za mjerenje emisija (PEMS).
- (11) Iako je važno da su svi mogući događaji tijekom vožnje u načelu obuhvaćeni ispitivanjem RDE-a, trebalo bi izbjeći neobjektivan način vožnje ispitivanih vozila, tj. s namjerom da se uspije ili ne uspije na ispitivanju ne zbog tehničkih radnih svojstava vozila nego zbog ekstremnih načina vožnje. Stoga se moraju uvesti dodatne granice za ispitivanje stvarnih emisija tijekom vožnje (RDE) kako bi se uzele u obzir takve situacije.
- (12) Zbog svoje prirode, uvjeti vožnje koji mogu postojati tijekom pojedinačne vožnje uz ispitivanje PEMS-om ne moraju u potpunosti odgovarati „uobičajenim uvjetima upotrebe vozila”. Strogost kontrole emisija tijekom takve vožnje stoga može biti različita. Zbog toga te kako bi se uzele u obzir statističke i tehničke nesigurnosti postupaka mjerenja, u budućnosti bi se značajke vožnji uz ispitivanje PEMS-om, opisane mjerljivim parametrima, primjerice parametrima povezanim s dinamičnošću vožnje ili radnim opterećenjem, mogle uzimati u obzir pri određivanju ograničenja NTE primjenjivih na te vožnje. Ako se to načelo primijeni, time se ne bi smjelo prouzročiti smanjenje učinka očuvanja okoliša i djelotvornosti postupaka ispitivanja RDE-a, što bi se trebalo dokazati stručno revidiranom znanstvenom studijom. Osim toga, za ocjenu strogosti kontrole emisija tijekom vožnje uz ispitivanje PEMS-om trebali bi se uzimati u obzir samo parametri koji se mogu opravdati objektivnim znanstvenim razlozima, a ne samo kalibracijom motora ili uređajima za kontrolu onečišćenja ili sustavima za kontrolu emisija.
- (13) Konačno, uviđajući potrebu za kontrolu emisija NO_x u gradskim uvjetima, hitno će se razmotriti izmjena relativnih ponderiranja gradskih, izvangradskih i autocestovnih dijelova ispitivanja RDE-a kako bi se osiguralo da se u praksi može postići nizak faktor sukladnosti, čime se u trećem regulatornom paketu za RDE utvrđuje dodatna granica koja se odnosi na dinamičnost vožnje, iznad koje se prošireni uvjeti primjenjuju od datuma za uvođenje prvog koraka.

⁽¹⁾ Komunikacija Komisije Europskom parlamentu, Vijeću, Europskom gospodarskom i socijalnom odboru i Odboru regija „CARS 2020.: Akcijski plan za konkurentnu i održivu automobilsku industriju u Europi” (COM(2012) 636 završna verzija).

⁽²⁾ Uredba Komisije (EU) 2016/427 od 10. ožujka 2016. o izmjeni Uredbe (EZ) br. 692/2008 s obzirom na emisije iz lakih osobnih i gospodarskih vozila (Euro 6) (SL L 82, 31.3.2016., str. 1.).

- (14) Komisija će preispitivati odredbe postupka ispitivanja RDE-a te prilagođavati te odredbe novim tehnologijama vozila i osiguravati njihovu djelotvornost. Slično tomu, Komisija će svake godine preispitivati primjerenu razinu konačnog faktora sukladnosti uzimajući u obzir tehnički napredak. Ona će posebno preispitivati dvije alternativne metode za ocjenjivanje podataka o emisijama dobivenih PEMS-om i utvrđenih u dodacima 5. i 6. Prilogu III.A Uredbi (EZ) br. 692/2008 u cilju razvoja jedinstvene metode.
- (15) Stoga je primjereno na odgovarajući način izmijeniti Uredbu (EZ) br. 692/2008.
- (16) Mjere predviđene ovom Uredbom usklađene su s mišljenjem Tehničkog odbora za motorna vozila,

DONIJELA JE OVU UREDBU:

Članak 1.

Uredba (EZ) br. 692/2008 mijenja se kako slijedi:

1. u članku 2. dodaju se sljedeće točke 43. i 44.:

„43. ‚osnovna strategija za ograničenje emisija‘ znači strategija za ograničenje emisija koja je aktivna u cjelokupnom radnom opsegu brzine vrtnje motora i opterećenja vozila osim ako se aktivira pomoćna strategija za ograničenje emisija;

44. ‚pomoćna strategija za ograničenje emisija‘ znači strategija za ograničenje emisija koja se aktivira i kojom se zamjenjuje ili mijenja osnovna strategija za ograničenje emisija s posebnim ciljem i kao odgovor na poseban sklop okolnih uvjeta ili radnih uvjeta te koja djeluje samo dok ti uvjeti postoje.”;

2. u članku 3. stavku 10. treći podstavak zamjenjuje se sljedećim:

„Do isteka tri godine nakon datuma određenih u članku 10. stavku 4. i četiri godine nakon datuma određenih u članku 10. stavku 5. Uredbe (EZ) br. 715/2007 primjenjuju se sljedeće odredbe.”;

3. u članku 3. stavku 10. točka (a) zamjenjuje se sljedećim tekstom:

„Zahtjevi iz točke 2.1. Priloga III.A ne primjenjuju se.”;

4. u članku 5. dodaju se sljedeći stavci 11. i 12.:

„11. Proizvođač će dostaviti proširenu opisnu dokumentaciju sa sljedećim informacijama:

(a) informacije o djelovanju svih pomoćnih i osnovnih strategija za ograničenje emisija koji uključuju opis parametara koji se mijenjaju pomoćnim strategijama za ograničenje emisija i granica u kojima pomoćne strategije djeluju te naznaku koje će pomoćne ili osnovne strategije vjerojatno biti aktivne u uvjetima postupaka ispitivanja utvrđenima ovom Uredbom;

(b) opis logike nadzora sustava goriva, strategije određivanja vremena i točaka prebacivanja tijekom svih načina rada.

12. Proširena opisna dokumentacija iz stavka 11. ostaje strogo povjerljiva. Može je čuvati tijelo za homologaciju ili je, na temelju prosudbe tijela za homologaciju, može zadržati proizvođač. Ako opisnu dokumentaciju zadrži proizvođač, tijelo za homologaciju mora je označiti i na njoj naznačiti datum nakon što je pregleda i odobri. Dokumentacija je tijelu za homologaciju dostupna za pregled u trenutku homologacije ili u bilo kojem trenutku tijekom valjanosti homologacije.”;

5. Dodatak 6. Prilogu I. mijenja se u skladu s Prilogom I. ovoj Uredbi;

6. Prilog III.A mijenja se u skladu s Prilogom II. ovoj Uredbi.

Članak 2.

Ova Uredba stupa na snagu dvadesetog dana od dana objave u *Službenom listu Europske unije*.

Ova je Uredba u cijelosti obvezujuća i izravno se primjenjuje u svim državama članicama.

Sastavljeno u Bruxellesu 20. travnja 2016.

Za Komisiju
Predsjednik
Jean-Claude JUNKER

PRILOG I.

U Dodatku 6. Prilogu I. Uredbi (EZ) br. 692/2008 tablica 1. mijenja se kako slijedi:

(1) redci ZD, ZE i ZF zamjenjuju se sljedećim:

„ZD	Euro 6c	Euro 6-2	M, N1 razred I.	PI, CI		1.9.2018.	31.8.2019.
ZE	Euro 6c	Euro 6-2	N1 razred II.	PI, CI		1.9.2019.	31.8.2020.
ZF	Euro 6c	Euro 6-2	N1 razred III., N2	PI, CI		1.9.2019.	31.8.2020.”

(2) sljedeći redci umeću se iza retka ZF:

„ZG	Euro 6d-TEMP	Euro 6-2	M, N1 razred I.	PI, CI	1.9.2017.	1.9.2019.	31.12.2020.
ZH	Euro 6d-TEMP	Euro 6-2	N1 razred II.	PI, CI	1.9.2018.	1.9.2020.	31.12.2021.
ZI	Euro 6d-TEMP	Euro 6-2	N1 razred III., N2	PI, CI	1.9.2018.	1.9.2020.	31.12.2021.
ZJ	Euro 6d	Euro 6-2	M, N1 razred I.	PI, CI	1.1.2020.	1.1.2021.	
ZK	Euro 6d	Euro 6-2	N1 razred II.	PI, CI	1.1.2021.	1.1.2022.	
PLN	Euro 6d	Euro 6-2	N1 razred III., N2	PI, CI	1.1.2021.	1.1.2022.”	

(3) u legendi za tu tablicu, sljedeće stavke umeću se nakon stavke o normi za emisije „Euro 6b”:

„Norma za emisije ‚Euro 6c’ = svi zahtjevi za emisije za Euro 6 bez kvantitativnih zahtjeva za ispitivanje stvarnih emisija tijekom vožnje (RDE), tj. emisijska norma Euro 6b, konačne norme za broj čestica za vozila s vanjskim izvorom paljenja, upotreba referentnih goriva E10 i B7 (gdje je primjenjivo), procijenjeno tijekom regulatornog laboratorijskog ispitnog ciklusa te ispitivanja stvarnih emisija tijekom vožnje (RDE) isključivo u svrhu praćenja (bez primjene ograničenja NTE);

Norma za emisije ‚Euro 6d-TEMP’ = svi zahtjevi za emisije za Euro 6, tj. emisijska norma Euro 6b, konačne norme za broj čestica za vozila s vanjskim izvorom paljenja, upotreba referentnih goriva E10 i B7 (gdje je primjenjivo), procijenjeno tijekom regulatornog laboratorijskog ispitnog ciklusa i ispitivanja stvarnih emisija tijekom vožnje (RDE) s obzirom na privremene faktore sukladnosti;”;

(4) u legendi za tu tablicu, stavka koja počinje s „Norma za emisije ‚Euro 6c’” zamjenjuje se sljedećim:

„Norma za emisije ‚Euro 6d’ = svi zahtjevi za emisije za Euro 6, tj. emisijska norma Euro 6b i konačne norme za broj čestica za vozila s vanjskim izvorom paljenja te upotrebu referentnih goriva E10 i B7 (gdje je primjenjivo), procijenjeno tijekom regulatornog laboratorijskog ispitnog ciklusa i ispitivanja stvarnih emisija tijekom vožnje (RDE) s obzirom na konačne faktore sukladnosti;”.

PRILOG II.

Prilog III.A Uredbi (EZ) br. 692/2008 mijenja se kako slijedi:

(1) točka 2.1. zamjenjuje se sljedećim:

„2.1. Ograničenja emisija koja se ne smiju prekoračiti

Tijekom uobičajenog vijeka trajanja tipa vozila homologiranog u skladu s Uredbom (EZ) br. 715/2007, njegove emisije, utvrđene u skladu sa zahtjevima iz ovog Priloga i ispuštene tijekom bilo kojeg mogućeg ispitivanja stvarnih emisija tijekom vožnje (RDE) izvršenog u skladu sa zahtjevima iz ovog Priloga, ne smiju premašiti sljedeće vrijednosti koje ne smiju biti prekoračene (NTE):

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

pri čemu je EURO-6 primjenjiva granična vrijednost emisija za Euro 6 utvrđena u tablici 2. Priloga I. Uredbi (EZ) br. 715/2007.”;

(2) umeću se sljedeće točke 2.1.1., 2.1.2. i 2.1.3.:

„2.1.1. Konačni faktori sukladnosti

Faktor sukladnosti $CF_{\text{onečišćujuća tvar}}$ za predmetnu onečišćujuću tvar utvrđuje se kako slijedi:

Onečišćujuća tvar	Masa dušikovih oksida (NO _x)	Broj čestica (PN)	Masa ugljikova monoksida (CO) ⁽¹⁾	Masa ukupnih ugljikovodika (THC)	Kombinirana masa ukupnih ugljikovodika i dušikovih oksida (THC + NO _x)
$CF_{\text{onečišćujuća tvar}}$	1 + <i>margin</i> pri čemu je <i>margin</i> = 0,5	potrebno utvrditi	—	—	—

⁽¹⁾ Emisije ugljikova monoksida mjere se i bilježe pri ispitivanjima stvarnih emisija tijekom vožnje (RDE).

„*margin*” je parametar kojim se uzimaju u obzir dodatne nesigurnosti pri mjerenju povezane s primjenom prenosivih sustava za mjerenje emisija (PEMS) koji se svake godine preispituje zbog poboljšane kvalitete postupka ispitivanja PEMS-om i tehničkog napretka.

2.1.2. Privremeni faktori sukladnosti

Iznimno od odredbi u točki 2.1.1., do pet godina i četiri mjeseca nakon datuma navedenih u članku 10. stavcima 4. i 5. Uredbe (EZ) 715/2007 i ako to zahtijeva proizvođač mogu se primjenjivati sljedeći faktori sukladnosti:

Onečišćujuća tvar	Masa dušikovih oksida (NO _x)	Broj čestica (PN)	Masa ugljikova monoksida (CO) ⁽¹⁾	Masa ukupnih ugljikovodika (THC)	Kombinirana masa ukupnih ugljikovodika i dušikovih oksida (THC + NO _x)
$CF_{\text{onečišćujuća tvar}}$	2,1	potrebno utvrditi	—	—	—

⁽¹⁾ Emisije ugljikova monoksida mjere se i bilježe pri ispitivanjima stvarnih emisija tijekom vožnje (RDE).

Primjena privremenih faktora sukladnosti bit će naznačena u potvrdi o sukladnosti vozila.

2.1.3. Prijenosne funkcije

Prijenosnoj funkciji $TF(p_1, \dots, p_n)$ na koju se upućuje u točki 2.1. određuje se vrijednost 1 na cijelom rasponu parametara p_i ($i = 1, \dots, n$).

Ako se prijenosna funkcija $TF(p_1, \dots, p_n)$ mijenja, to se čini tako da se ne pogoršava utjecaj na okoliš i učinkovitost ispitivanja stvarnih emisija tijekom vožnje (RDE). Posebice sljedeći uvjet mora biti ispunjen:

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

pri čemu vrijedi sljedeće:

— dp je integral cijelog raspona parametara p_i ($i = 1, \dots, n$),

— $Q(p_1, \dots, p_n)$ je vjerojatnost učestalosti događaja povezanog s parametrima p_i ($i = 1, \dots, n$) tijekom vožnje u stvarnim uvjetima.”;

(3) dodaje se sljedeća točka 3.1.0.:

„3.1.0. Zahtjevi iz točke 2.1. moraju biti ispunjeni tijekom gradskog dijela te cijele vožnje uz ispitivanje PEMS-om. Ovisno o izboru proizvođača ispunjavaju se uvjeti iz barem jedne od točaka u nastavku:

3.1.0.1. $M_{pln,d,t} \leq NTE_{onečišćujuća\ tvar}$ i $M_{pln,d,u} \leq NTE_{onečišćujuća\ tvar}$ u skladu s definicijama iz točke 2.1. ovog Priloga i točkama 6.1. i 6.3. Dodatka 5., pri čemu je $pln = onečišćujuća\ tvar$.

3.1.0.2. $M_{w,pln,d} \leq NTE_{onečišćujuća\ tvar}$ i $M_{w,pln,d,U} \leq NTE_{onečišćujuća\ tvar}$ u skladu s definicijama iz točke 2.1. ovog Priloga i točke 3.9. Dodatka 6., pri čemu je $pln = onečišćujuća\ tvar$.”;

(4) briše se točka 5.3.;

(5) točka 5.4. zamjenjuje se sljedećim:

„5.4. Dinamični uvjeti

Dinamičnim uvjetima obuhvaćen je učinak nagiba ceste, čeonog vjetra i dinamike vožnje (ubrzanja, usporjenja) te pomoćnih sustava uz potrošnju energije i emisije ispitnog vozila. Provjera normalnosti dinamičnih uvjeta obavlja se nakon dovršetka ispitivanja s pomoću zabilježenih podataka iz prenosivog sustava za mjerenje emisija (PEMS). Ta provjera provodi se u dva koraka:

5.4.1. ukupni višak ili nedostatak dinamike vožnje tijekom vožnje provjerava se u skladu s metodama opisanima u Dodatku 7.a ovome Prilogu;

5.4.2. ako su rezultati vožnje valjani nakon provjera u skladu s točkom 5.4.1., moraju se primijeniti metode provjere normalnosti dinamičnih uvjeta utvrđene u Dodacima 5. i 6. ovome Prilogu. Svaka metoda obuhvaća referentnu vrijednost za dinamične uvjete, raspone oko referentne vrijednosti i minimalne zahtjeve pokrivenosti nužne za postizanje valjanog ispitivanja.”;

(6) točka 6.8. zamjenjuje se sljedećim:

„6.8. Prosječna je brzina (uključujući zaustavljanja) tijekom gradske vožnje između 15 i 40 km/h. Razdoblja zaustavljanja, koja se definiraju kao razdoblja u kojima je brzina vozila niža od 1 km/h, traju najmanje 6 – 30 % trajanja gradske vožnje. Gradska vožnja obuhvaća nekoliko razdoblja zaustavljanja u trajanju od 10 sekundi ili dulje. Ako razdoblje zaustavljanja traje dulje od 180 sekundi, emisije zabilježene tijekom 180 sekundi nakon takvog izrazito dugog razdoblja zaustavljanja isključuju se iz ocjenjivanja.”;

(7) u točki 6.11. dodaje se sljedeća rečenica:

„Usto, razmjerni kumulativni uspon niži je od 1 200 m/100 km i određuje se u skladu s Dodatkom 7.b.”;

(8) točka 9.5. zamjenjuje se sljedećim:

„9.5. Ako se tijekom određenog vremenskog razdoblja uvjeti okoline prošire u skladu s točkom 5.2., emisije izračunate u skladu s Dodatkom 4. tijekom tog vremenskog razdoblja dijele se s vrijednošću 1,6 prije nego što se procijeni njihova sukladnost sa zahtjevima iz ovog Priloga.”;

(9) Dodatak 1. mijenja se kako slijedi:

(a) u točki 3.4.6. dodaje se sljedeća rečenica:

„Dopušteno je iz akumulatora vozila napajati svako sigurnosno osvjetljenje sklopova ili ugradbenih komponenta PEMS-a izvan kabine vozila.”;

(b) u točki 4.5. dodaje se sljedeća rečenica:

„Kako bi se umanjio pomak analizatora, provodi se umjeravanje nulte točke i mjernog raspona pri temperaturi okoline koja koliko je moguće odgovara temperaturi kojoj će ispitna oprema biti izložena pri vožnji za ispitivanje RDE.”;

(10) u Dodatku 2. druga bilješka uz tablicu 4. u točki 8. zamjenjuje se sljedećim:

„(2) Zahtjev se primjenjuje samo na senzor brzine; ako se brzina vozila upotrebljava za određivanje parametara kao što su ubrzanje, umnožak brzine vozila s pozitivnim ubrzanjem ili RPA, signal brzine mora imati točnost od 0,1 % iznad 3 km/h i učestalost uzorkovanja od 1 Hz. Taj zahtjev točnosti može se ispuniti upotrebom signala senzora brzine vrtnje kotača.”;

(11) u Dodatku 6. točki 2. briše se sljedeća definicija:

„ a_i stvarno ubrzanje u vremenskom koraku i određeno jednadžbom:

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

(12) u Dodatku 6. točki 2. umeću se sljedeće definicije:

„ $\overline{m}_{\text{plin,U}}$ Ponderirana vrijednost emisije sastavnice ispušnog plina „plin” za poduzorak svih sekundi vremenskog koraka i pri čemu je $v_i < 60$ km/h, g/s

$M_{\text{w,plin,d,U}}$ Ponderirana vrijednost po određenoj udaljenosti emisije sastavnice ispušnog plina „plin” za poduzorak svih sekundi vremenskog koraka i pri čemu je $v_i < 60$ km/h, g/km

$\overline{v}_U$ ponderirana brzina vozila u razredu snage na pogonskim kotačima j , km/h”;

(13) u Dodatku 6. točki 3.1. prvi stavak zamjenjuje se sljedećim tekstom:

„Stvarna snaga na kotačima $P_{r,i}$ ukupna je snaga za svladavanje zračnog otpora, otpora kotrljanja, nagiba ceste, uzdužne inercije vozila i rotacijske inercije kotača.”;

(14) u Dodatku 6. točka 3.2. zamjenjuje se sljedećim tekstom:

„3.2. **Razvrstavanje pomičnih srednjih vrijednosti za gradsku i izvangradsku vožnju te za vožnju autocestom**

Standardne frekvencije snage definirane su za gradsku vožnju i za ukupnu vožnju (vidjeti točku 3.4.) te se provodi odvojeno ocjenjivanje emisija za ukupnu vožnju i za gradski dio vožnje. Trosekundne pomične srednje vrijednosti izračunate u skladu s točkom 3.3. stoga se kasnije pridružuju uvjetima gradske i izvangradske vožnje prema signalu brzine v_i točno od sekunde i kako je navedeno u tablici 1-1.

Tablica 1-1.

Rasponi brzina za dodjelu ispitnih podataka uvjetima gradske i izvangradske vožnje te vožnje autocestom u sklopu metode razvrstavanja po snazi (power binning)

	Gradska vožnja	Izvangradska vožnja	Vožnja autocestom
v_i [km/h]	0 do ≤ 60	> 60 do ≤ 90	> 90 "

(15) u Dodatku 6. točka 3.9. zamjenjuje se sljedećim tekstom:

„3.9 Izračun ponderirane vrijednosti emisija određenih u odnosu na udaljenost

Ponderirane srednje vrijednosti emisija tijekom ispitivanja određene na temelju vremena pretvaraju se u emisije na temelju udaljenosti jedanput za skup podataka gradske vožnje i jedanput za ukupan skup podataka na sljedeći način:

za ukupnu vožnju: $M_{w,plin,d} = 1\,000 \cdot \frac{\bar{m}_{plin} \times 3\,600}{\bar{v}}$

za gradski dio vožnje: $M_{w,plin,d,U} = 1\,000 \cdot \frac{\bar{m}_{plin,U} \times 3\,600}{\bar{v}_U}$

Primjenom tih formula izračunavaju se ponderirane srednje vrijednosti za sljedeće onečišćujuće tvari za cijelu vožnju i za gradski dio vožnje:

$M_{w,NOx,d}$ ponderirani rezultat ispitivanja NO_x u [mg/km],

$M_{w,NOx,d}$ ponderirani rezultat ispitivanja NO_x u [mg/km],

$M_{w,CO,d}$ ponderirani rezultat ispitivanja CO u [mg/km],

$M_{w,CO,d,U}$ ponderirani rezultat ispitivanja CO u [mg/km].”;

(16) umeću se sljedeći dodaci 7.a i 7.b.:

„Dodatak 7.a

Provjera ukupne dinamičnosti vožnje**1. UVOD**

U ovom Dodatku opisuju se postupci izračunavanja kojima se provjerava ukupna dinamičnost vožnje kako bi se utvrdio ukupni višak ili nedostatak dinamičnosti tijekom gradske i izvangradske vožnje te vožnje autocestom.

2. SIMBOLI

RPA relativno pozitivno ubrzanje

„rezolucija ubrzanja a_{res} ” minimalno ubrzanje > 0 izmjereno u m/s^2

T4253H filter za izgladivanje složenog tipa podataka

„pozitivno ubrzanje a_{pos} ” ubrzanje [m/s^2] više od $0,1 m/s^2$

Indeks (i) odnosi se na vremenski korak.

Indeks (j) odnosi se na vremenski korak skupova podataka o pozitivnom ubrzanju.

Indeks (k) odnosi se na kategoriju (t = ukupno, u = gradska, r = izvangradska, m = autocestom).

Δ	– razlika
$>$	– veće od
$\geq$	– veće od ili jednako
$\%$	– postotak
$<$	– manje od
$\leq$	– manje od ili jednako
a	– ubrzanje [m/s^2]
a_i	– ubrzanje u vremenskom koraku i [m/s^2]
a_{pos}	– pozitivno ubrzanje više od $0,1 \text{ m/s}^2$ [m/s^2]
$a_{\text{pos},i,k}$	– pozitivno ubrzanje više od $0,1 \text{ m/s}^2$ u vremenskom koraku i uzimajući u obzir dijelove gradske i izvangradske vožnje i vožnje autocestom [m/s^2]
$a_{\text{rez.}}$	– rezolucija ubrzanja [m/s^2]
d_i	– udaljenost prijeđena u vremenskom koraku i [m]
$d_{i,k}$	– udaljenost prijeđena u vremenskom koraku i uzimajući u obzir dijelove gradske i izvangradske vožnje i vožnje autocestom [m]
M_k	– broj uzoraka za dijelove gradske i izvangradske vožnje i vožnje autocestom s pozitivnim ubrzanjem višim od $0,1 \text{ m/s}^2$
N_k	– ukupni broj uzoraka za dijelove gradske i izvangradske vožnje i vožnje autocestom te cijele vožnje
RPA_k	– relativno pozitivno ubrzanje tijekom dijelova gradske i izvangradske vožnje i vožnje autocestom [m/s^2 ili $\text{kWs}/(\text{kg} \times \text{km})$]
t_k	– trajanje dijelova gradske i izvangradske vožnje te vožnje autocestom i cijele vožnje [s]
v	– brzina vozila [km/h]
v_i	– stvarna brzina vozila u vremenskom koraku i [km/h]
$v_{i,k}$	– stvarna brzina vozila u vremenskom koraku i uzimajući u obzir dijelove gradske i izvangradske vožnje i vožnje autocestom [km/h]
$(v \cdot a)_i$	– umnožak stvarne brzine vozila i ubrzanja tijekom vremenskog koraka i [m^2/s^3 ili W/kg]
$(v \cdot a_{\text{pos}})_{j,k}$	– umnožak stvarne brzine vozila i pozitivnog ubrzanja višeg od $0,1 \text{ m/s}^2$ u vremenskom koraku j uzimajući u obzir dijelove gradske i izvangradske vožnje te vožnje autocestom [m^2/s^3 or W/kg]
$(v \cdot a_{\text{pos}})_{k-}[95]$	– 95. percentil umnoška brzine vozila i pozitivnog ubrzanja višeg od $0,1 \text{ m/s}^2$ za dijelove gradske i izvangradske vožnje i vožnje autocestom [m^2/s^3 or W/kg]
$\bar{v}_k$	– prosječna brzina vozila za dijelove gradske i izvangradske vožnje i vožnje autocestom [km/h]

3. POKAZATELJI VOŽNJE

3.1 Izračuni

3.1.1 Prethodna obrada podataka

Dinamički parametri kao što su ubrzanje, $v \cdot a_{\text{pos}}$ ili RPA određuju se signalom brzine s točnošću od 0,1 % iznad 3 km/h i učestalošću uzorkovanja od 1 Hz. Taj zahtjev točnosti uglavnom se ispunjava upotrebom signala senzora brzine vrtnje kotača.

Zapis brzine provjerava se radi nalaženja pogrešnih ili nemogućih dijelova. Takvi dijelovi zapisa brzine vozila prepoznaju se po koracima, skokovima, stepeničastim zapisima brzine ili vrijednostima koje nedostaju. Kratke se pogrešne dijelove ispravlja, primjerice interpolacijom podataka ili ocjenjivanjem u odnosu na sekundarni signal brzine. Alternativno, kratke vožnje s pogrešnim dijelovima mogle bi se isključiti iz kasnije analize podataka. U drugom koraku vrijednosti ubrzanja moraju biti poredane uzlaznim redom, radi utvrđivanja rezolucije ubrzanja $a_{\text{rez}} = (\text{najmanja vrijednost ubrzanja} > 0)$.

Ako je $a_{\text{rez}} \leq 0,01 \text{ m/s}^2$, mjerenje brzine vozila dovoljno je točno.

Ako je $0,01 < a_{\text{rez}} \leq r_{\text{max}} \text{ m/s}^2$, izgladivanje se provodi s pomoću Hanningova filtra T4253.

Ako je $a_{\text{rez}} > r_{\text{max}} \text{ m/s}^2$, vožnja nije valjana.

Hanningovim filtrom T4253 izvode se sljedeći izračuni: filter za izgladivanje počinje primjenom pomičnog medijana 4, koji se usrednjava pomičnim medijanom 2. Te se vrijednosti zatim opet izgladuju primjenom pomičnog medijana 5, pomičnog medijana 3 i Hanningova filtra (pomičnih ponderiranih srednjih vrijednosti). Reziduali se izračunavaju oduzimanjem izgladenog niza od izvornog niza. Taj cijeli postupak zatim se ponavlja na izračunanim rezidualima. Naposljetku, izgladeni reziduali izračunavaju se oduzimanjem izgladenih vrijednosti dobivenih pri prvom izvođenju postupka.

Točan zapis podataka o brzini temelj je za buduće izračune i razvrstavanje kako je opisano u točki 3.1.2.

3.1.2 Izračun udaljenosti, ubrzanja i $v \cdot a$

Izračuni u nastavku izvode se na cijelom vremenskom zapisu brzine (rezolucija od 1 Hz) od prve sekunde do sekunde t_i (posljednje sekunde).

Povećanje udaljenosti po uzorku podataka izračunava se kako slijedi:

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

pri čemu vrijedi sljedeće:

d_i je udaljenost prijeđena u vremenskom koraku i [m],

v_i je stvarna brzina vozila u vremenskom koraku i [km/h],

N_t je ukupni broj uzoraka.

Ubrzanje se izračunava kako slijedi:

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

pri čemu vrijedi sljedeće:

a_i je ubrzanje u vremenskom koraku i [m/s^2]. Ako je $i = 1$: $v_{i-1} = 0$, a ako je $i = N_t$: $v_{i+1} = 0$.

Umnožak brzine vozila i ubrzanja izračunava se kako slijedi:

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

pri čemu vrijedi sljedeće:

$(v \cdot a)_i$ je umnožak stvarne brzine vozila i ubrzanja u vremenskom koraku i [m^2/s^3 ili W/kg].

3.1.3 Razvrstavanje rezultata

Nakon izračunavanja a_i i $(v \cdot a)_i$, vrijednosti v_i , d_i , a_i i $(v \cdot a)_i$ bit će poredane uzlaznim redom po brzini vozila.

Svi skupovi podataka u kojima je $v_i \leq 60 \text{ km/h}$ razvrstavaju se u 'gradsku' skupinu podataka o brzini, skupovi podataka u kojima je $60 \text{ km/h} < v_i \leq 90 \text{ km/h}$ razvrstavaju se u 'izvangradsku' skupinu podataka o brzini, a svi skupovi podataka u kojima je $v_i > 90 \text{ km/h}$ razvrstavaju se u 'autocestovnu' skupinu podataka o brzini.

U svakoj skupini podataka o brzini mora biti najmanje 150 skupova podataka s vrijednostima ubrzanja $a_i > 0,1 \text{ m/s}^2$.

Za svaku skupinu podataka o brzini prosječna brzina vozila $\bar{v}_k$ izračunava se kako slijedi:

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

pri čemu vrijedi sljedeće:

N_k je ukupni broj uzoraka dijelova gradske i izvangradske vožnje i vožnje autocestom.

3.1.4 Izračun $v \cdot a_{pos-}[95]$ po skupini podataka o brzini

Formula za izračun 95. percentila $v \cdot a_{pos}$ vrijednosti je u nastavku:

vrijednosti $(v \cdot a)_{i,k}$ u svakoj skupini podataka o brzini redaju se uzlaznim redom u svim skupovima podataka u kojima je $a_{i,k} \geq 0,1 \text{ m/s}^2$ te se određuje ukupni broj tih uzoraka M_k .

Vrijednosti percentila zatim se dodjeljuju $(v \cdot a)_{j,k}$ vrijednostima u kojima je $a_{i,k} \geq 0,1 \text{ m/s}^2$ kako slijedi:

najnižoj $v \cdot a_{pos}$ vrijednosti dodjeljuje se percentil $1/M_k$, drugoj najnižoj $2/M_k$, trećoj najnižoj $3/M_k$, a najvišoj vrijednosti $M_k/M_k = 100 \%$.

$(v \cdot a_{pos})_{k-}[95]$ je vrijednost $(v \cdot a_{pos})_{j,k}$ u kojoj je $j/M_k = 95 \%$. Ako $j/M_k = 95 \%$ nije moguće ispuniti, $(v \cdot a_{pos})_{k-}[95]$ izračunava se linearnom interpolacijom između uzastopnih uzoraka j i $j + 1$ u kojima je $j/M_k < 95 \%$ i $(j + 1)/M_k > 95 \%$.

Relativno pozitivno ubrzanje po skupini podataka o brzini izračunava se kako slijedi:

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

pri čemu vrijedi sljedeće:

RPA_k je relativno pozitivno ubrzanje u dijelovima gradske i izvangradske vožnje i vožnje autocestom [m/s^2 ili $\text{kWs}/(\text{kg} \cdot \text{km})$],

Δt je vremenska razlika od jedne sekunde,

M_k je broj uzoraka dijelova gradske i izvangradske vožnje i vožnje autocestom s pozitivnim ubrzanjem,

N_k je ukupni broj uzoraka za dijelove gradske i izvangradske vožnje te vožnje autocestom.

4. PROVJERA VALJANOSTI VOŽNJE

4.1.1 Provjera $v \cdot a_{pos-}[95]$ po skupini podataka o brzini (pri čemu je v izraženo u $[\text{km/h}]$)

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

i

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

vožnja nije valjana.

Ako su ispunjeni uvjeti $\bar{v}_k > 74,6 \text{ km/h}$ i $(v \cdot a_{pos})_{k-}[95] > (0,0742 \cdot \bar{v}_k + 18,966)$, vožnja nije valjana.

4.1.2 Provjera RPA po skupini podataka o brzini

Ako su ispunjeni uvjeti $\bar{v}_k \leq 94,05 \text{ km/h}$ i $RPA_k < (-0,0016 \cdot \bar{v}_k + 0,1755)$, vožnja nije valjana.

Ako su ispunjeni uvjeti $\bar{v}_k > 94,05 \text{ km/h}$ i $RPA_k < 0,025$, vožnja nije valjana.

Dodatak 7.b

Postupak za određivanje ukupnog uspona tijekom vožnje

1. UVOD

U ovom Dodatku opisuje se postupak određivanje ukupnog uspona tijekom vožnje za ispitivanje stvarnih emisija tijekom vožnje (RDE).

2. SIMBOLI

$d(0)$	– udaljenost na početku vožnje [m]
d	– ukupna prijeđena udaljenost na razmatranoj izdvojenoj točki puta [m]
d_0	– ukupna udaljenost prijeđena do mjerenja neposredno ispred odgovarajuće točke puta d [m]
d_1	– ukupna udaljenost prijeđena do mjerenja neposredno iza odgovarajuće točke puta d [m]
d_a	– referentna točka puta na udaljenosti $d(0)$ [m]
d_e	– ukupna prijeđena udaljenost do zadnje izdvojene točke puta [m]
d_i	– trenutačna udaljenost [m]
d_{ukupna}	– ukupna udaljenost prijeđena tijekom ispitivanja [m]
$h(0)$	– nadmorska visina vozila nakon pregleda i načelne provjere kvalitete podataka na početku vožnje [m nadmorske visine]
$h(t)$	– nadmorska visina vozila nakon pregleda i načelne provjere kvalitete podataka na točki t [m nadmorske visine]
$h(d)$	– nadmorska visina vozila na točki puta d [m nadmorske visine]
$h(t-1)$	– nadmorska visina vozila nakon pregleda i načelne provjere kvalitete podataka na točki $t - 1$ [m nadmorske visine]
$h_{ispr.}(0)$	– ispravljena nadmorska visina neposredno ispred odgovarajuće točke puta d [m nadmorske visine]
$h_{ispr.}(1)$	– ispravljena nadmorska visina vozila neposredno iza odgovarajuće točke puta d [m nadmorske visine]
$h_{ispr.}(t)$	– ispravljena trenutačna nadmorska visina vozila na podatkovnoj točki t [m nadmorske visine]
$h_{ispr.}(t-1)$	– ispravljena trenutačna nadmorska visina vozila na podatkovnoj točki $t-1$ [m nadmorske visine]
$h_{GPS,i}$	– trenutačna nadmorska visina vozila izmjerena GPS-om [m nadmorske visine]
$h_{GPS}(t)$	– nadmorska visina vozila izmjerena GPS-om na podatkovnoj točki t [m nadmorske visine]
$h_{int.}(d)$	– interpolirana nadmorska visina vozila na razmatranoj izdvojenoj točki puta d [m nadmorske visine]
$h_{int,izgl.}(d)$	– izgladljena nadmorska visina vozila nakon prvog izgladivanja na razmatranoj izdvojenoj točki puta d [m nadmorske visine]
$h_{karta}(t)$	– nadmorska visina vozila na podatkovnoj točki t na temelju topografske karte [m nadmorske visine]
Hz	– herc
km/h	– kilometar po satu
m	– metar

$cesta_{nagib,1}(d)$	– izgladeni nagib ceste na razmatranoj izdvojenoj točki puta koja se promatra d nakon prvog izgladivanja [m/m]
$cesta_{nagib,2}(d)$	– izgladeni nagib ceste na razmatranoj izdvojenoj točki puta d nakon drugog izgladivanja [m/m]
$\sin$	– trigonometrijska funkcija sinus
t	– vrijeme proteklo od početka ispitivanja [s]
t_0	– vrijeme proteklo pri mjerenju neposredno ispred odgovarajuće točke puta d [s]
v_i	– trenutačna brzina vozila [km/h]
$v(t)$	– brzina vozila na podatkovnoj točki t [km/h]

3. OPĆI ZAHTEJEVI

Ukupan pozitivni uspon tijekom vožnje RDE određuje se na temelju tri parametra: trenutačne nadmorske visine vozila $h_{GPS,i}$ [m nadmorske visine] mjerene GPS-om, trenutačne brzine vozila v_i [km/h] mjerene s učestalošću uzorkovanja od 1 Hz i odgovarajućeg vremena t [s] proteklog od početka ispitivanja.

4. IZRAČUN UKUPNOG POZITIVNOG USPONA

4.1 Općenito

Ukupni pozitivni uspon tijekom vožnje RDE izračunava se postupkom s tri koraka, a to su: i. pregled i načelna provjera kvalitete podataka, ii. ispravak trenutačnih podataka o visini vozila i iii. izračun ukupnog pozitivnog uspona.

4.2 Pregled i načelna provjera kvalitete podataka

Provjerava se cjelovitost podataka o trenutačnoj brzini vozila. Ispravci zbog podataka koji nedostaju dopušteni su ako su dijelovi koji nedostaju u okviru zahtjeva određenih u točki 7. Dodatka 4.; ako nije tako, poništavaju se rezultati ispitivanja. Provjerava se cjelovitost podataka o trenutačnoj brzini vozila. Praznine u podacima nadopunjuju se interpolacijom podataka. Točnost interpoliranih podataka provjerava se topografskom kartom. Preporučuje se ispravljanje interpoliranih podataka ako je sljedeći uvjet ispunjen:

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

Nadmorska visina ispravlja se tako da je:

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

pri čemu je:

$h(t)$	– nadmorska visina vozila nakon pregleda i načelne provjere kvalitete podataka na podatkovnoj točki t [m nadmorske visine],
$h_{GPS}(t)$	– nadmorska visina vozila izmjerena GPS-om na podatkovnoj točki t [m nadmorske visine],
$h_{karta}(t)$	– nadmorska visina vozila na podatkovnoj točki t na temelju topografske karte [m nadmorske visine].

4.3 Ispravljanje trenutačnih podataka o nadmorskoj visini vozila

Visina $h(0)$ na početku vožnje na točki $d(0)$ mjeri se GPS-om, a točnost tog mjerenja provjerava se topografskom kartom. Odstupanje ne smije biti više od 40 m. Svaki trenutačni podatak o nadmorskoj visini $h(t)$ ispravlja se ako je ispunjen sljedeći uvjet:

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

Nadmorska visina ispravlja se tako da je:

$$h_{\text{ispr.}}(t) = h_{\text{ispr.}}(t-1)$$

pri čemu je:

- $h(t)$ – nadmorska visina vozila nakon pregleda i načelne provjere kvalitete podataka na podatkovnoj točki t [m nadmorske visine],
- $h(t-1)$ – nadmorska visina vozila nakon pregleda i načelne provjere kvalitete podataka na podatkovnoj točki $t - 1$ [m nadmorske visine],
- $v(t)$ – brzina vozila na podatkovnoj točki t [km/h],
- $h_{\text{ispr.}}(t)$ – ispravljena trenutačna nadmorska visina vozila na podatkovnoj točki t [m nadmorske visine],
- $h_{\text{ispr.}}(t-1)$ – ispravljena trenutačna nadmorska visina vozila na podatkovnoj točki $t - 1$ [m nadmorske visine].

Nakon završetka postupka ispravljanja, utvrđuje se valjani skup podataka o nadmorskoj visini. Ovi podaci koriste se za završni izračun ukupnog pozitivnog uspona kako je opisano u točki 4.4.

4.4 Izračun ukupnog pozitivnog uspona

4.4.1 Uspostavljanje jedinstvene prostorne rezolucije

Ukupna udaljenost d_{ukupna} [m] prijeđena tijekom vožnje određena je kao zbroj trenutačnih udaljenosti d_i . Trenutačna udaljenost d_i određena je kao

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

pri čemu je:

- d_i – trenutačna udaljenost [m],
- v_i – trenutačna brzina vozila [km/h].

Ukupni uspon izračunava se s pomoću podataka s ujednačenom prostornom rezolucijom od 1 m prikupljenima od prvog mjerenja na početku vožnje $d(0)$. Izdvojene podatkovne točke s rezolucijom od 1 m nazivaju se točkama puta, a karakterizirane su određenom vrijednošću udaljenosti d (npr., 0, 1, 2, 3 m ...) i odgovarajućom nadmorskom visinom $h(d)$ [m nadmorske visine].

Nadmorska visina svake izdvojene točke puta d izračunava se interpolacijom trenutačne nadmorske visine $h_{\text{ispr.}}(t)$ kako slijedi:

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

pri čemu je:

- $h_{\text{int}}(d)$ – interpolirana nadmorska visina vozila na razmatranoj izdvojenoj točki puta d [m nadmorske visine]
- $h_{\text{ispr.}}(0)$ – ispravljena nadmorska visina vozila neposredno ispred odgovarajuće točke puta d [m nadmorske visine]
- $h_{\text{ispr.}}(1)$ – ispravljena nadmorska visina vozila neposredno iza odgovarajuće točke puta d [m nadmorske visine]
- d – ukupna udaljenost prijeđena do razmatrane izdvojene točke puta d [m]

- d_0 – ukupna udaljenost prijeđena do mjerenja neposredno ispred odgovarajuće točke puta d [m]
 d_1 – ukupna udaljenost prijeđena do mjerenja neposredno iza odgovarajuće točke puta d [m]

4.4.2 Dodatno izgladivanje podataka

Podaci o nadmorskoj visini za svaku izdvojenu točku puta izgladuju se primjenom postupka s dva koraka; d_a i d_e označavaju prvu odnosno posljednju podatkovnu točku (slika 1.). Prvo izgladivanje primjenjuje se kako slijedi:

$$cesta_{nagib,1}(d) = \frac{h_{int}(d + 200\text{ m}) - h_{int}(d_a)}{(d + 200\text{ m})} \text{ za } d \leq 200\text{ m}$$

$$cesta_{nagib,1}(d) = \frac{h_{int}(d + 200\text{ m}) - h_{int}(d - 200\text{ m})}{(d + 200\text{ m}) - (d - 200\text{ m})} \text{ za } 200\text{ m} < d < (d_e - 200\text{ m})$$

$$cesta_{nagib,1}(d) = \frac{h_{int}(d_e) - h_{int}(d - 200\text{ m})}{d_e - (d - 200\text{ m})} \text{ za } d \geq (d_e - 200\text{ m})$$

$$h_{int,izgl,1}(d) = h_{int,izgl,1}(d - 1\text{ m}) + cesta_{nagib,1}(d), \text{ } d = d_a + 1 \text{ do } d_e$$

$$h_{int,izgl,1}(d_a) = h_{int}(d_a) + cesta_{nagib,1}(d_a)$$

pri čemu je:

- $cesta_{nagib,1}(d)$ – izgladjeni nagib ceste na razmatranoj izdvojenoj točki puta d nakon prvog izgladivanja [m/m]
 $h_{int}(d)$ – interpolirana nadmorska visina vozila na razmatranoj izdvojenoj točki puta d [m nadmorske visine]
 $h_{int,izgl,1}(d)$ – izgladena interpolirana nadmorska visina vozila na razmatranoj izdvojenoj točki puta d [m nadmorske visine]
 d – ukupna prijeđena udaljenost na razmatranoj izdvojenoj točki puta [m]
 d_a – referentna točka puta na udaljenosti od nula metara [m]
 d_e – ukupna prijeđena udaljenost do zadnje izdvojene točke puta [m]

Drugo izgladivanje primjenjuje se kako slijedi:

$$cesta_{nagib,2}(d) = \frac{h_{int,izgl,1}(d + 200\text{ m}) - h_{int,izgl,1}(d_a)}{(d + 200\text{ m})} \text{ za } d \leq 200\text{ m}$$

$$cesta_{nagib,2}(d) = \frac{h_{int,izgl,1}(d + 200\text{ m}) - h_{int,izgl,1}(d - 200\text{ m})}{(d + 200\text{ m}) - (d - 200\text{ m})} \text{ za } 200\text{ m} < d < (d_e - 200\text{ m})$$

$$cesta_{nagib,2}(d) = \frac{h_{int,izgl,1}(d_e) - h_{int,izgl,1}(d - 200\text{ m})}{d_e - (d - 200\text{ m})} \text{ za } d \geq (d_e - 200\text{ m})$$

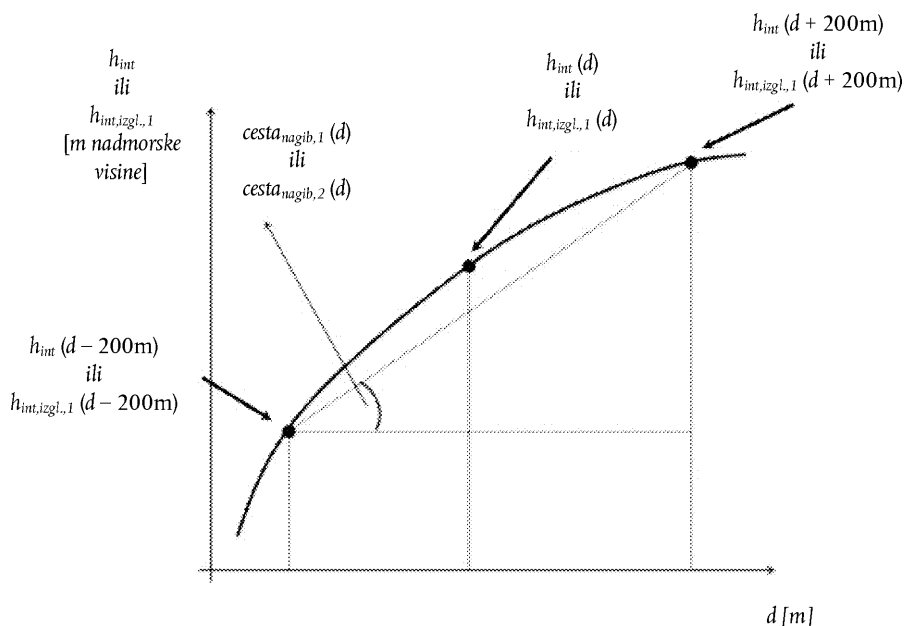
pri čemu je:

- $cesta_{nagib,2}(d)$ – izgladjeni nagib ceste na razmatranoj izdvojenoj točki puta d nakon drugog izgladivanja [m/m]
 $h_{int,izgl,1}(d)$ – izgladena interpolirana nadmorska visina vozila na razmatranoj izdvojenoj točki puta d [m nadmorske visine]

- d – ukupna prijeđena udaljenost na razmatranoj izdvojenoj točki puta [m]
- d_a – referentna točka puta na udaljenosti od nula metara [m]
- d_e – ukupna prijeđena udaljenost do zadnje izdvojene točke puta [m]

Slika 1.

Ilustracija postupka izgladivanja interpoliranih signala nadmorske visine



4.4.3 Izračunavanje konačnog rezultata

Pozitivni ukupni uspon tijekom vožnje izračunava se integracijom svih pozitivnih interpoliranih i izgladenih nagiba ceste, tj. $cesta_{nagib,2}(d)$. Rezultat treba biti normaliziran ukupnom udaljenošću prijeđenom tijekom ispitivanja d_{ukupna} te biti izražen u metrima ukupnog uspona po sto kilometara prijeđene udaljenosti.

5. BROJČANI PRIMJER

U tablicama 1. i 2. prikazani su koraci koji se izvode kako bi se izračunao pozitivni uspon na temelju podataka zabilježenih tijekom ispitivanja na cesti upotrebom PEMS-a. Ovdje je zbog sažetosti predstavljen odsječak od 800 m i 160 s.

5.1 Pregled i načelna provjera kvalitete podataka

Pregled i načelna provjera kvalitete podataka provodi se u dva koraka. Prvo, provjerava se cjelovitost podataka o brzini vozila. U prikazanom uzorku podataka nema praznina u podacima o brzini vozila (vidjeti tablicu 1.) Drugo, provjerava se cjelovitost podataka o nadmorskoj visini; u uzorku nedostaju podaci o nadmorskoj visini u drugoj i trećoj sekundi. Praznine se nadomještaju interpoliranjem signala GPS-a. Usto, nadmorska visina izmjerena GPS-om provjerava se topografskom kartom; tako se provjerava i nadmorska visina $h(0)$ na početku vožnje. Podaci o nadmorskoj visini od 112. do 114. sekunde ispravljaju se na temelju topografske karte kako bi se ispunio sljedeći uvjet:

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

Kao rezultat primijenjene provjere podataka dobivaju se podaci u petom stupcu $h(t)$.

5.2 Ispravljanje podataka o trenutačnoj nadmorskoj visini vozila

U sljedećem koraku podaci o nadmorskoj visini $h(t)$ u sekundama od 1. do 4., od 111. do 112. te od 159. do 160. ispravljaju se uz pretpostavku o nadmorskoj visini u 0., 110. i 158. sekundi jer se primjenjuje sljedeći uvjet:

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

Kao rezultat primijenjenog ispravka podataka dobivaju se podaci u šestom stupcu $h_{ispr.}(t)$. Učinak primijenjenih koraka provjere i ispravka podataka o nadmorskoj visini prikazan je na slici 2.

5.3 Izračun ukupnog pozitivnog uspona

5.3.1 Uspostavljanje jedinstvene prostorne rezolucije

Trenutačna udaljenost d_i računa se dijeljenjem trenutačne brzine vozila mjerene u km/h s 3,6 (stupac 7. u tablici 1.). Ponovnim izračunavanjem podataka o nadmorskoj visini kako bi se dobilo jedinstvena prostorna rezolucija od 1 m dobivaju se izdvojene točke puta d (stupac 1. u tablici 2.) i njihove odgovarajuće vrijednosti nadmorske visine $h_{int}(d)$ (stupac 7. u tablici 2.). Nadmorska visina svake izdvojene točke puta d izračunava se interpolacijom izmjerene trenutačne nadmorske visine $h_{ispr.}$ kako slijedi:

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

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

5.3.2 Dodatno izgladivanje podataka

U tablici 2., prva i posljednja izdvojena točka puta su: $d_a = 0$ m odnosno $d_e = 799$ m. Podaci o nadmorskoj visini za svaku izdvojenu točku puta izgladuju se primjenom postupka s dva koraka. Prvo izgladivanje provodi se kako slijedi:

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

izabrano za prikazivanje izgladivanja za $d \leq 200$ m

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

izabrano za prikazivanje izgladivanja za $200\text{ m} < d < (599\text{ m})$

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

izabrano za prikazivanje izgladivanja za $d \geq (599\text{ m})$

Izgladena i interpolirana nadmorska visina izračunavaju se kako slijedi:

$$h_{int,izgl,1}(0) = h_{int}(0) + cesta_{nagib,1}(0) = 120,3 + 0,0033 \approx 120,3033\text{ m}$$

$$h_{int,izgl,1}(799) = h_{int,izgl,1}(798) + cesta_{nagib,1}(799) = 121,2550 - 0,0220 = 121,2330\text{ m}$$

Drugo izgladivanje provodi se kako slijedi:

$$cesta_{nagib,2}(0) = \frac{h_{int,izgl,1}(200) - h_{int,izgl,1}(0)}{(200)} = \frac{119,9618 - 120,3033}{(200)} = -0,0017$$

izabrano za prikazivanje izgladivanja za $d \leq 200$ m

$$cesta_{nagib,2}(320) = \frac{h_{int,izgl,1}(520) - h_{int,izgl,1}(120)}{(520) - (120)} = \frac{123,6809 - 120,1843}{400} = 0,0087$$

izabrano za prikazivanje izgladivanja za $200 \text{ m} < d < (599)$

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

izabrano za prikazivanje izgladivanja za $d \geq (599 \text{ m})$

5.3.3 Izračunavanje konačnog rezultata

Pozitivni ukupni uspon tijekom vožnje izračunava se integracijom svih pozitivnih interpoliranih i izgladenih nagiba ceste, tj. $cesta_{nagib,2}(d)$. U predstavljenom primjeru ukupna prijeđena vrijednost bila je $d_{ukupna} = 139,7 \text{ km}$ a svi pozitivni interpolirani i izgladeni nagibi ceste bili su 516 m . Stoga je postignut ukupni uspon od $516 \times 100/139,7 = 370 \text{ m}/100 \text{ km}$.

Tablica 1.

Ispravljanje trenutačnih podataka o nadmorskoj visini vozila

Vrijeme t [s]	$v(t)$ [km/h]	$h_{GPS}(t)$ [m]	$h_{karta}(t)$ [m]	$h(t)$ [m]	$h_{ispr}(t)$ [m]	d_i [m]	Ukup. 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

Vrijeme t [s]	$v(t)$ [km/h]	$h_{GPS}(t)$ [m]	$h_{karta}(t)$ [m]	$h(t)$ [m]	$h_{isp}(t)$ [m]	d_i [m]	Ukup. 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

– označava praznine u podacima

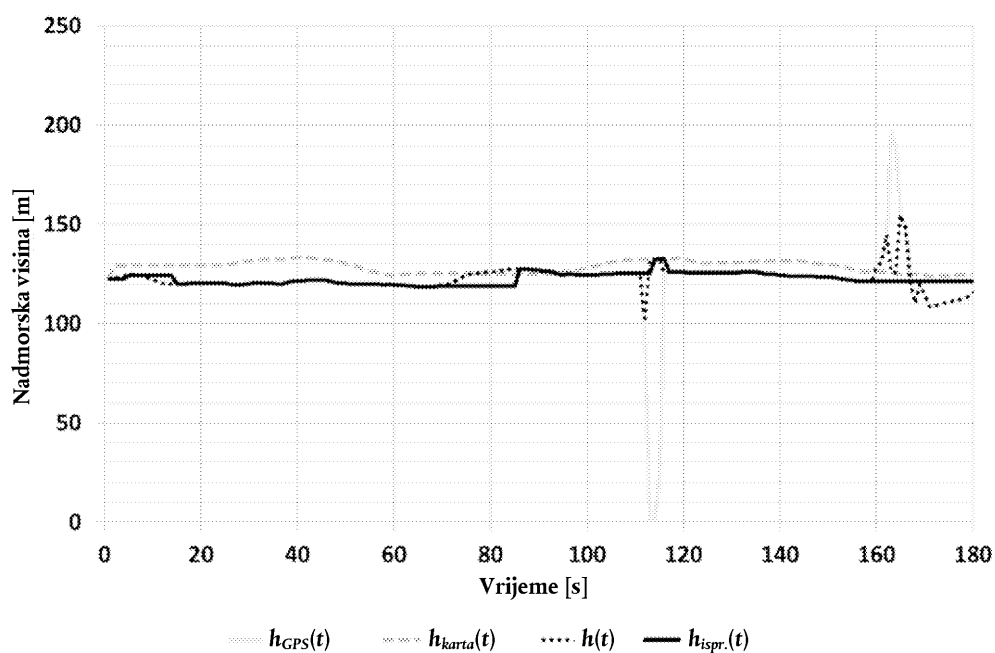
Tablica 2.

Izračun nagiba ceste

d [m]	t_0 [s]	d_0 [m]	d_1 [m]	h_0 [m]	h_1 [m]	$h_{int}(d)$ [m]	$cesta_{nagib,1}(d)$ [m/m]	$h_{int,izgl,1}(d)$ [m]	$cesta_{nagib,2}(d)$ [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

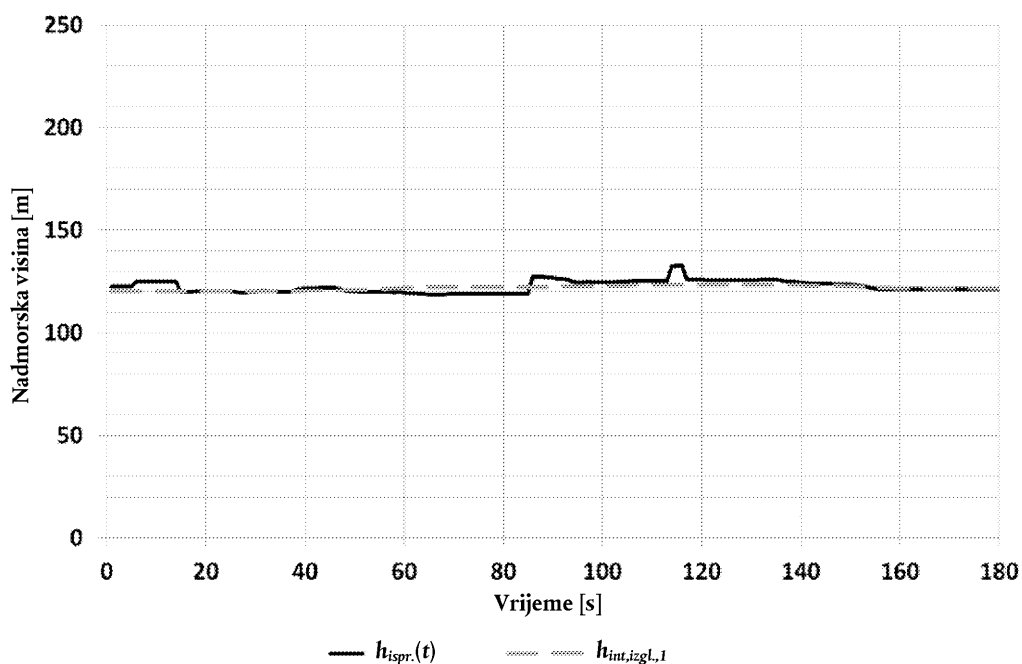
Slika 2.

Učinak provjere i ispravljanja podataka – profil nadmorske visine mjereno GPS-om $h_{GPS}(t)$, profil nadmorske visine dobiven uvidom u topografsku kartu $h_{karta}(t)$, profil nadmorske visine dobiven nakon pregleda i načelne provjere kvalitete podataka $h(t)$ i ispravljanja podataka $h_{ispr.}(t)$ navedenih u tablici 1.



Slika 3.

Usporedba između ispravljenog profila nadmorske visine $h_{ispr.}(t)$ i izgladene i interpolirane nadmorske visine $h_{int,izgl,1}$



Tablica 2.

Izračun ukupnog pozitivnog uspona

d [m]	t_0 [s]	d_0 [m]	d_1 [m]	h_0 [m]	h_1 [m]	$h_{\text{mit}}(d)$ [m]	$cesta_{\text{nagib},1}(d)$ [m/m]	$h_{\text{int,izgl},1}(d)$ [m]	$cesta_{\text{nagib},2}(d)$ [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"