

## Modifikacija parametra lateralne difuzije u uvjetima slabog strujanja zraka

### Modification of Lateral Diffusion Parameter in Low Wind Speed Conditions

SONJA VIDIČ

**Sažetak:** U radu su razmotrene dvije korekcije parametra lateralnog rasapa  $\sigma$ , predložene u Safety Guide S3 and Regulatory Guide 1.145 za stabilne i neutralne situacije sa slabim strujanjem. Diskutirani su nedostaci predloženih modifikacija i izrađen je novi faktor korekcije,  $M_s'(u)$ .

**Ključne riječi:** Parametar lateralnog rasapa; Slabi vjetrovi; Faktor korekcije.

**Abstract:** In the paper, two corrections of lateral plume spread parameters  $\sigma$ , proposed in Safety Guide S3 and Regulatory Guide 1.145, are considered. They are performed for low wind speed stable and neutral conditions. The drawbacks of these corrections are discussed and a new correction factor  $M_s'(u)$  is worked out.

**Key words:** Parameter of lateral plume spread; Low wind speed conditions; Correction factor.

#### 1. UVOD

Difuzija dimnih primjesa (plinova i lebdećih čestica) koje se svakodnevno oslobađaju u atmosferu ovisi o prirodnim procesima miješanja različitih dimenzija. Budući da je miješanje direktna posljedica turbulentnih i konvektivnih gibanja u graničnom sloju atmosfere, o intenzitetu tih procesa ovisi intenzitet difuzije i onečišćenje prizemnog sloja zraka. Procjena onečišćenja usko je povezana s mogućnostima mjerenja i određivanja tipova turbulentnih gibanja i stabilnosti atmosfere. Izrađeno je nekoliko klasifikacija stabilnosti atmosfere i parametara difuzije (HANNA et al. 1977) od kojih se u praksi najčešće koristi Pasquillova, izvedena na temelju prizemnih podataka o vjetru, naoblaci i insolaciji. Međutim, unutar graničnog sloja atmosfere postoje strujanja i meteorološki uvjeti, specifični s obzirom na onečišćenje, koji nisu obuhvaćeni ovim klasifikacijama. U kategoriji takvih uvjeta razmatraju se i stabilne situacije sa slabim strujanjem (TURNER, 1979).

Proračun prizemnih koncentracija u situacijama sa slabim strujanjem je znatno otežan<sup>1</sup>. Naime, jedna od temeljnih pretpostavki u modelima difuzije je da se perjanica plinovitih primjesa širi pravocrtno, u smjeru advekcije. Međutim, u uvjetima slabog strujanja meandriranje smjera vjetra tokom jednog sata je tako veliko da je vrlo teško odrediti jedinstvenu os putanje perjanice primjesa (HANNA, 1981). Osim toga, značaj tog pitanja objašnjen je i činjenicom da su u većini modela difuzije prizemne koncentracije obrnuto proporcionalne s brzinom vjetra  $u$ . Iz toga

slijedi fizikalno nerealan zaključak da, kada brzina vjetra  $u \rightarrow 0$  prizemne koncentracije rastu u beskonačnost. Istovremeno to je posljedica i zanemarivanja člana koji u jednadžbi difuzije opisuje disperziju u smjeru advekcije. Zanemarivanje tog člana dozvoljeno je samo onda kada je brzina vjetra znatno veća od nule, odnosno kada je advektivni transport mnogo jači od disperzije u smjeru strujanja (BERLJAND, 1975). Zbog navedenih razloga proračun prizemnih koncentracija u uvjetima kada brzina vjetra  $u \rightarrow 0$  pomoću modela difuzije ne daje prihvatljive rezultate. S jedne strane, vrijednost srednje satne koncentracije u nekoj točki nije nužno visoka (iznad dozvoljene granice), dok kratkotrajne (3-minutne, 10-minute) vrijednosti mogu biti znatno iznad dozvoljenih. S druge strane, zbog meandriranja perjanice plinovitih primjesa, onečišćenjem je zahvaćeno šire područje. Ukoliko situacije sa slabim strujanjem potraju dulje, pogoduju nagomilavanju primjesa i mogu uzrokovati opasna epizodna zagađenja (VAN DER HOVEN, 1976).

Detaljna ispitivanja disperzije u uvjetima slabog strujanja kao i korektnije uključivanje vjetrova slabijih od 1 m/s u modele difuzije omogućilo bi realniju procjenu onečišćenja nekog područja i u slučaju kratkotrajne i u slučaju dugotrajne disperzije.

<sup>1</sup> Ispitivanje difuzije kod slabih vjetrova vezano je uz mogućnost njihovog mjerenja. Naime, prag osjetljivosti standardnih mjernih instrumenata najčešće je zapreka za dobijanje kvalitetnih podataka o slabim vjetrovima. Premda je razvojem mjerne tehnike ovaj problem u razvijenim zemljama uglavnom riješen, u modele difuzije vjetrovi slabiji od 1 m/s najčešće nisu uključeni.

Eksperimentalnim mjerenjima u uvjetima slabog strujanja i razvijenih inverzija VAN DER HOVEN (1976) je ustanovio da se pomoću gausovskog modela, koji se u praksi najviše koristi za proračun prizemnih koncentracija, dobivaju znatno više vrijednosti s obzirom na vrijednosti dobivene mjerenjima (teorijske vrijednosti mogu biti više od izmjerenih i do 20 puta nad ravnim terenom, dok nad brdovinom, pošumljenom podlogom mogu biti više i do 500 puta). GEORGE i LOWERY (1980) pokazali su da zbog zanemarivanja slabih vjetrova u proračunima dugotrajne disperzije, vrijednosti prizemnih koncentracija mogu biti i do 25% niže, što potvrđuje nužnost uvođenja slabih vjetrova u modele.

Problem difuzije uz slabe vjetrove danas se rješava na nekoliko načina. Budući da je uslijed velikih fluktuacija smjera vjetra najjača deformacija dimne perjanice u smjeru lateralne difuzije s obzirom na disperziju definiranu standardnim Pasquill-Giffordovim (*P-G*) krivuljama<sup>2</sup> (BEYCHOK, 1979), kao najprihvatljivija preporučuje se metoda određivanja parametra lateralnog rasapa na temelju mjerenja standardne devijacije fluktuacije smjera vjetra ( $\sigma_\theta$ ). Direktna mjerenja  $\sigma_\theta$ , međutim, još uvijek nisu uvedena u rutinski rad meteoroloških stanica, pa se preporučuje i izrada statistike 3-minutnih srednjaka smjera vjetra. Ta bi statistika omogućila izdvajanje perioda sa persistentnim strujanjem od perioda sa izrazitim meandriranjem (TURNER, 1979).

U IAEA<sup>3</sup> i US NRC<sup>4</sup> izrađene su preporuke za uvođenje modifikacija pomoću kojih se matematičkom korekcijom povećavaju parametri lateralnog rasapa (*P-G*) krivulja u uvjetima kada dominira meandriranje struje plinovitih primjesa. Korekcija je izvedena za primjenu u modelima difuzije gausovskog tipa (Regulatory Guide 1.145, Safety Guide S3).

U ovom radu detaljno su analizirane predložene korekcije *P-G* parametara lateralnog rasapa. Ispitivanjem je utvrđeno da primjenom modificiranih parametara  $\sigma_y$  dolazi do fizikalno neopravdanih skokova i narušavanja konsistentnosti gausovskog modela difuzije. Na temelju rezultata prethodne analize izvedena je i predložena nova korekcija pomoću koje se dobijaju fizikalno prihvatljiviji rezultati.

## 2. MODIFIKACIJA PASQUILL-GIFFORDOVIH PARAMETARA $\sigma_y$ — U MODELU DIFUZIJE<sup>5</sup> GAUSSOVOG OBLIKA

Model difuzije za slučaj prizemnog izvora emisije dan je izrazom:

$$\frac{C}{Q} = \frac{1}{\pi u \sigma_y \sigma_z} \quad (1)$$

$\frac{C}{Q}$  — faktor razrjeđenja,  $\text{sm}^{-3}$

$C$  — koncentracija,  $\text{gm}^{-3}$

$Q$  — količina izbacivanih primjesa,  $\text{g s}^{-1}$

$u$  — brzina vjetra,  $\text{ms}^{-1}$

$\sigma_y, \sigma_z$  — parametri difuzije u lateralnom i vertikalnom smjeru, m

Smanjenjem brzine vjetra u (1), prizemne koncentracije se povećavaju. U limesu, kada brzina vjetra  $u \rightarrow 0$ , koncentracije  $C \rightarrow \infty$ , što je s obzirom na stvarne atmosferske prilike nerealno. Meandriranje dimne perjanice kada  $u \rightarrow 0$  je sve veće, tako da se lateralni rasap povećava, što djeluje u smislu smanjenja prizemnih koncentracija.

Korekzione metode, koje će u nastavku biti opisane, zasnivaju se na pretpostavci da je u uvjetima slabog strujanja zraka lateralni rasap intenzivniji od rasapa predviđenog standardnim *P-G* krivuljama, zbog čega je u jednadžbu (1) uveden korekcionni faktor za  $\sigma_y$ .

$$\frac{C}{Q} = \frac{1}{\pi u M \sigma_y \sigma_z} \quad (1a)$$

Pri tome će biti razmotrena i komparirana tri korekciona faktora ( $M = 4$ ,  $M = M_S(u)$  i  $M = M'_S(u)$ ).

### 2.1. Korekcija predložena u Safety Guide-u S3

U SG S3 predlaže se uvođenje korekturnog faktora  $M$  za povećanje lateralnog rasapa, te se umjesto parametra  $\sigma_y$  definira novi parametar lateralnog rasapa

$$\sigma_y' = M \sigma_y \quad (2)$$

pri čemu je  $M = 4$ , a  $\sigma_y$  rasap određen *P-G* krivuljama. Faktor korekcije  $M$  uvodi se za vjetar brzine  $< 2,0 \text{ ms}^{-1}$  te nije funkcija niti stabilnosti niti brzine vjetra. Tada se pomoću izraza (1a) uz faktor korekcije  $M = 4$  vrše proračuni prizemnih koncentracija.

### 2.2. Korekcija predložena u Regulatory Guide-u 1.145

Preporuka US NRC je da se uvede faktor korekcije koji je funkcija i brzine vjetra ( $u$ ) i stabilnosti ( $S$ );  $M = M_S(u)$ . Pri tome je definirano da utjecaj meandriranja treba uvažiti u situacijama sa stabilnom ( $S = G, F, E$  klase stabilnosti) i neutralnom ( $S = D$  klasa stabilnosti) stratifikacijom uz brzine vjetra do  $6,0 \text{ ms}^{-1}$ <sup>6</sup>. Temeljna pretpostavka je da je za istu stabilnost lateralni rasap veći uz slabije nego uz jače strujanje. Povećanjem stabilnosti lateralni rasap se također povećava.

Na slici 1. prikazan je dijagram (u log—log koordinatama) ovisnosti faktora  $M_S(u)$  o brzini i stabilnosti.

<sup>2</sup> Koristeći prizemne podatke o vjetru, naoblaci i insolaciji Pasquill je izradio shemu tipova stabilnosti i grafički prikazao ovisnost lateralnog ( $\theta$ ) i vertikalnog ( $h$ ) širenja dimne perjanice o stabilnosti. Gifford je zatim podatke o rasapu prikazao u obliku familije krivulja standardne devijacije  $\sigma_y$  i  $\sigma_z$  normalne razdiobe koncentracija (GIFFORD, 1976). Ove su krivulje danas najčešće u upotrebi i daju najbolje rezultate za prizemne i niske izvore emisije.

<sup>3</sup> International Atomic Energy Agency.

<sup>4</sup> United State Nuclear Regulatory Commission.

<sup>5</sup> U radu je razmatran slučaj prizemnog izvora, budući da modifikacija općenito ne djeluje na eksponencijalni član koji dolazi u (1) za slučaj visinskog izvora. Općenito, modifikacija je primjenljiva u oba slučaja.

<sup>6</sup> U RG 1.145. nije obrazloženo zbog čega je kao granična vrijednost, u razmatranju utjecaja meandriranja, uzeta brzina vjetra od  $6,0 \text{ ms}^{-1}$ . Međutim, korekcija je matematički modelirana tako da je njen efekat već kod brzine  $4,0 \text{ ms}^{-1}$  malen, pa će i u ovom radu biti razmotreno (i zbog usporedivosti) meandriranje do  $6,0 \text{ ms}^{-1}$ .

U ovoj korekciji brzina vjetra  $1,0 \text{ ms}^{-1}$  nije razmatrana. Osim toga, definirano je da je  $M_S(1,0) = M_S(2,0)$  odnosno iznos korekcije za brzine vjetra  $1,0\text{--}2,0 \text{ ms}^{-1}$  jednak u svakoj klasi stabilnosti, a od jedne do druge klase stabilnosti se mijenja. Ovisnost korekturnog faktora o brzini (u svakoj kategoriji stabilnosti), unutar intervala  $2,0\text{--}6,0 \text{ ms}^{-1}$ , definirana je eksponencijalnim zakonom. Granični uvjeti i matematički oblik ovisnosti faktora  $M_S$  o brzini u promatranim kategorijama stabilnosti dani su u izrazima (3) i (4):

$$\begin{aligned} M_G(1,0\text{--}2,0) &= 6 = K_G \\ M_F(1,0\text{--}2,0) &= 4 = K_F \\ M_E(1,0\text{--}2,0) &= 3 = K_E \\ M_D(1,0\text{--}2,0) &= 2 = K_D \end{aligned} \quad (3)$$

$$M_G(6,0) = M_F(6,0) = M_E(6,0) = M_D(6,0) = 1$$

$$\begin{aligned} M_S(u) &= a_s u^{-b_s} & M_S(u) &= K_S \\ \text{za } u > 2,0 & & \text{za } 1,0 \leq u \leq 2,0 & \end{aligned} \quad (4)$$

Granični uvjeti (3) određeni su na osnovi eksperimentalnih mjerenja i iznos korekcije definiraju tako da granice intervala rasapa mjerenih koncentracija predstavljaju ujedno i granice intervala unutar kojeg se kreću vrijednosti koncentracija dobivene proračunom. Ovako poluempirički dobivena korekcija shematskog je karaktera. Naime, još je uvijek broj mjerenja premalen da bi se odnosi teorijskih i mjerenih vrijednosti mogli preciznije definirati. Usprkos tome smatra se da je uvođenje korekcije u model difuzije Gaussovog oblika opravdano, budući da se smanjenjem brzine vjetra povećava nepouzdanost teorijskih vrijednosti (zbog meandriranja).

Koeficijenti  $a_s$  i  $b_s$  određuju se pomoću graničnih uvjeta (3) pri čemu su  $K_S$  konstante. Njihovim uvrštavanjem u izraz (4) dobivamo četiri para jednačbi. One definiraju korekturni faktor za svaku klasu stabilnosti. Na primjer, u G kategoriji stabilnosti

$$6 = a_G \cdot 2,0^{-b_G}$$

$$1 = a_G \cdot 6,0^{-b_G}$$

Grafički prikaz  $M_S(u)$  dan je na slici 1, a novi parametar lateralne difuzije određuje se prema izrazu (5).

$$[\sigma'_y(u)]_s = M_S(u) [\sigma_y]_s \quad (5)$$

S obzirom na to da se faktor korekcije, ovisno o stabilnosti i brzini vjetra mijenja, i novi parametar lateralnog rasapa (5) postaje funkcija brzine vjetra koju određujemo za svaku kategoriju stabilnosti posebno (prema zadanim graničnim uslovima).

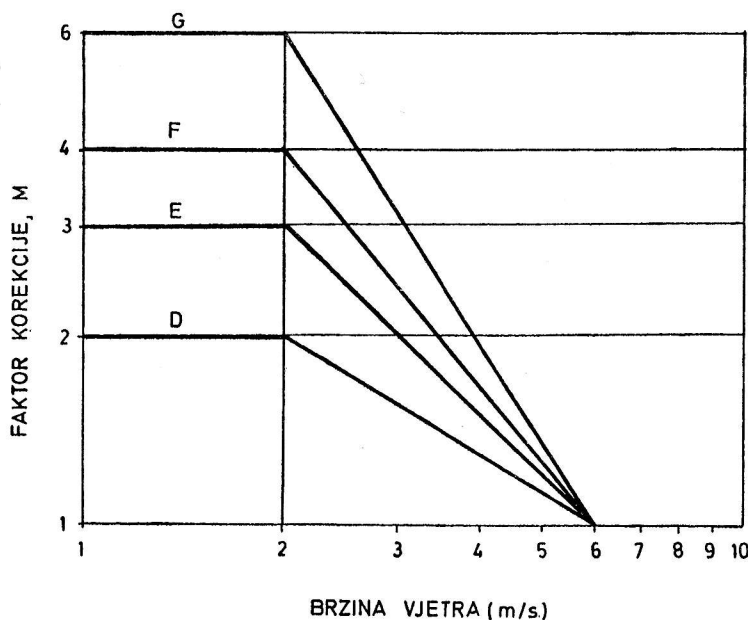
Promjena parametra  $\sigma_y$  s udaljenošću dana je Pasquill-Giffordovim krivuljama, što vrijedi i u slučaju parametra  $\sigma'_y(u)$  budući da je korekcija izvedena tako da parametar lateralnog rasapa modificira jednako na svim udaljenostima.

U jednačbu (1a) uveden je faktor  $M = M_S(u)$ , izračunate su vrijednosti prizemnih faktora razrjeđenja ( $C/Q$ ) i prikazane na slici 2. u ovisnosti o brzini vjetra.

Uvođenjem korigiranih parametara  $\sigma'_y$  i  $\sigma'_y(u)$  u gausovski model difuzije postiže se smanjenje prizemnih koncentracija u kategoriji vjetrova  $< 6,0 \text{ ms}^{-1}$ . Istovremeno, uočeni su i značajni nedostaci metoda u 2.1 i 2.2.

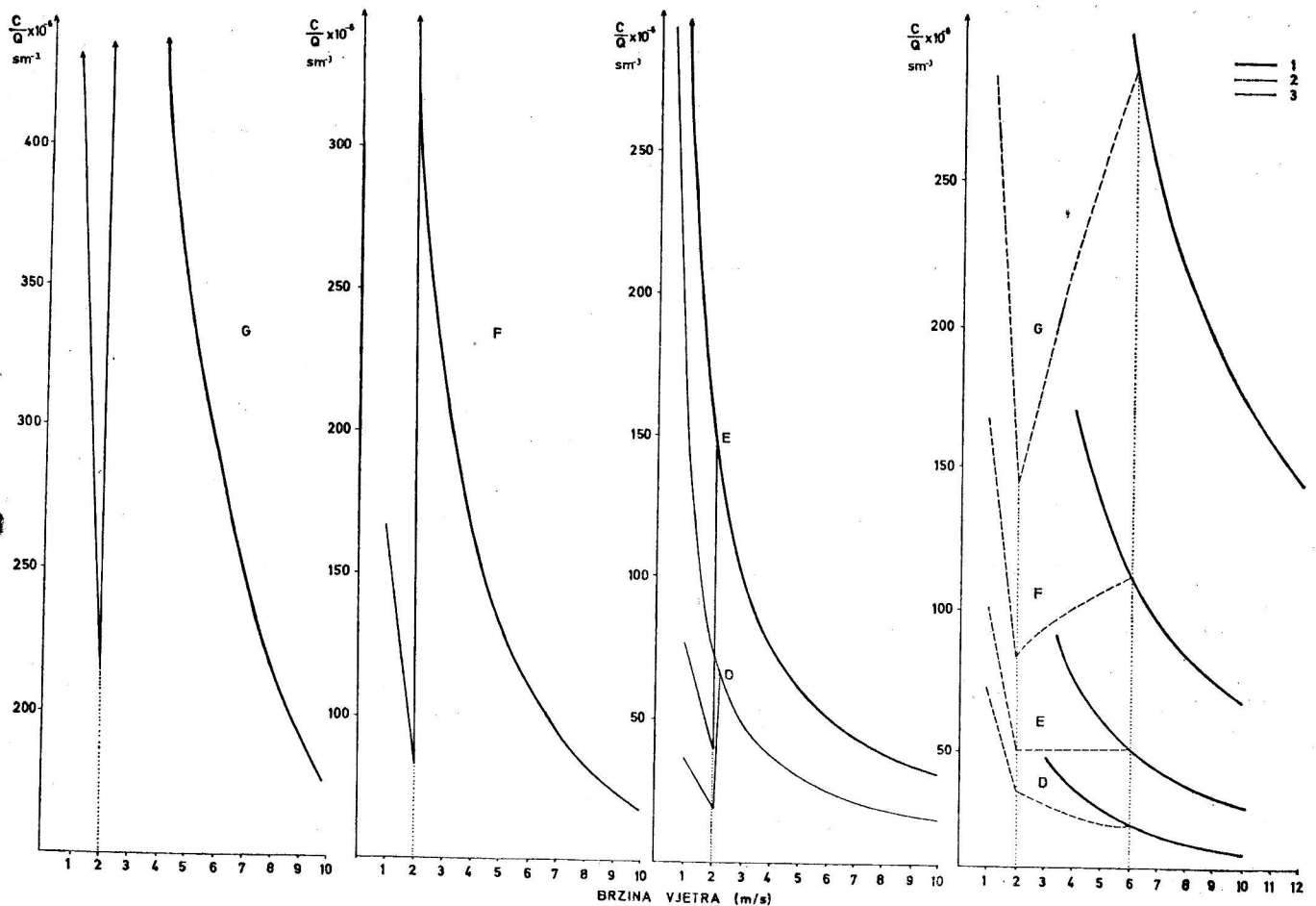
Iz slike 2. vidi se da

— primjenom korekcije (2) dolazi do naglog skoka u prizemnim koncentracijama kada pređemo s brzine  $2,0 \text{ ms}^{-1}$  na brzinu  $2,1 \text{ ms}^{-1}$ , što je fizikalno potpuno



Slika 1. Faktori korekcije P-G parametra lateralne difuzije s obzirom na stabilnost i brzinu vjetra (prema R. G. 1.145 str. 1.145—9)

Figure 1. Correction factors of the P-G parameter of lateral plume spread for given stability and wind speed (according to R. G. 1.145. p. 1.145—9)



Slika 2. Faktor razrjeđenja  $C/Q$  na udaljenosti 1 km od izvora emisije u slučajevima  $G$ ,  $F$ ,  $E$  i  $D$  stabilnosti, uz primjenu

- 1) ————— jednadžbe (1)
- 2) - - - - - jednadžbe (1a) i  $M = 4$
- 3) ..... jednadžbe (1a) i  $M = M_s(u)$

Figure 2. The dilution factor  $C/Q$  at a distance of one kilometer from the emission point source in cases of  $G$ ,  $F$ ,  $E$  and  $D$  stability, with application of

- 1) ————— equation (1)
- 2) - - - - - equation (1a) i  $M = 4$
- 3) ..... equation (1a) i  $M = M_s(u)$

nerealno. Tako veliki diskontinuitet u koncentracijama posljedica je prijelaza s modificiranih na nemodificirane parametre lateralnog rasapa na granici od  $2,0 \text{ ms}^{-1}$ . Nagli porast koncentracija za  $u > 2,0 \text{ ms}^{-1}$  najjači je u ekstremno stabilnim uvjetima ( $G$  klasa stabilnosti),

— obje modifikacije djeluju u smislu narušavanja konsistentnosti modela difuzije i njegovih osnovnih uvjeta. Naime, unutar intervala brzina  $2,0\text{--}6,0 \text{ ms}^{-1}$  u  $F$  i  $G$  kategoriji stabilnosti vrijednosti prizemnih faktora razrjeđenja (sl. 2) manje su od vrijednosti izvan tog intervala (za  $u > 6,0 \text{ ms}^{-1}$ ), što također nije realno. Fizikalno je neopravdano da, na primjer, u  $G$  klasi stabilnosti iznos  $C/Q$  za vjetar od  $2,0 \text{ ms}^{-1}$  bude jednak iznosu za vjetar od  $12,0 \text{ ms}^{-1}$  (i to na istoj udaljenosti od izvora (1 km) ili da u  $F$  klasi stabilnosti iznos  $C/Q$  kod  $2,0 \text{ ms}^{-1}$  bude jednak iznosu kod  $8,0 \text{ ms}^{-1}$ . Također nije opravdano da (u  $E$  klasi stabilnosti) iznos  $C/Q$  bude jednak za sve brzine unutar  $2,0\text{--}6,0 \text{ ms}^{-1}$ .

— brzine vjetra  $< 1,0 \text{ ms}^{-1}$  nisu razmatrane niti u slučaju modifikacije (2), niti u slučaju modifikacije (5) premda su fluktuacije smjera vjetra upravo u toj kategoriji brzina najjače (VAN DER HOVEN, 1976).

S obzirom na nedostatke opisanih modifikacija, u radu je izveden novi korekcijski faktor.

### 3. PRIJEDLOG NOVE KOREKCIJE PARAMETRA LATERALNE DIFUZIJE

Opisani nedostaci modifikacija (2) i (5) posljedica su matematički izvedene korekcije koja kod donje granične brzine vjetra ( $1,0$  odnosno  $2,0 \text{ ms}^{-1}$ ) uvjetuje nagli pad u vrijednostima  $C/Q$ , a zatim njihov eksponencijalni porast do gornje granične brzine ( $2,0$  odnosno  $6,0 \text{ ms}^{-1}$ ). Izvan tog intervala, vrijednosti  $C/Q$  smanjuju se s povećanjem brzine prema jednadžbi (1), gdje je iznos korekcije  $M_s = 1$  za sve brzine veće od graničnih ( $2,0$  odnosno  $6,0 \text{ ms}^{-1}$ ).

Matematički oblik korekcije koji se predlaže u ovom radu identičan je obliku predloženom u 2.2 (faktor korekcije  $M_s$  eksponencijalna je funkcija brzine), ali su granični uvjeti (3) i interval brzina unutar kojeg se vrši korekcija drugačije definirani.

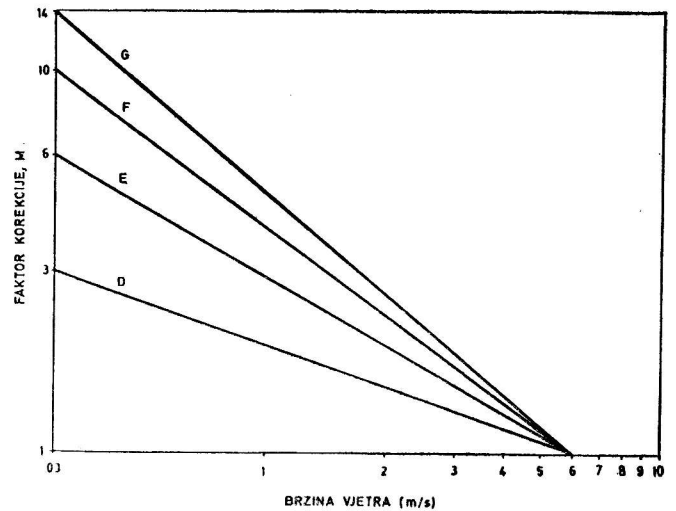
a) Faktor  $M_s'$  uvodi se kao i u 2.2 za slučajeve  $D$ ,  $E$ ,  $F$  i  $G$  klasa stabilnosti.

b) Interval brzina unutar kojeg se uvodi korekcija proširen je i na kategoriju brzina manjih od  $1,0 \text{ ms}^{-1}$ . Za donju graničnu brzinu uzeta je najmanja brzina vjetra koja je našim instrumentima registrirana ( $0,3 \text{ ms}^{-1}$ ).

Granični uvjeti (7) izvedeni su na osnovi kriterija formuliranih tako da korespondiraju s osnovnim kriterijima za određivanje graničnih uvjeta (3). Uvedeni su i dodatni kriteriji, budući da je interval brzina proširen na vjetrove slabije od  $1,0 \text{ ms}^{-1}$ . Pri tome, kao osnovno, smatrali smo da je novu korekciju potrebno izvesti tako da u čitavom opsegu brzina  $1,0 - 6,0 \text{ ms}^{-1}$  numeričke vrijednosti (koncentracije) ostanu unutar intervala definiranog mjerenim rasapom, odnosno korekcijom (5). Zbog toga je uzeto da iznos nove korekcije bude približno jednak iznosu korekcije (3) za vjetar brzine  $1,0 \text{ ms}^{-1}$  (sl. 1, sl. 3). Osim toga, faktori  $K_s$  u (7) za graničnu brzinu  $0,3 \text{ ms}^{-1}$  izvedeni su i uz uvjet da koncentracije unutar intervala  $0,3 - 6,0 \text{ ms}^{-1}$  budu veće od koncentracija koje se dobivaju proračunom za  $u \geq 6 \text{ ms}^{-1}$ , odnosno,

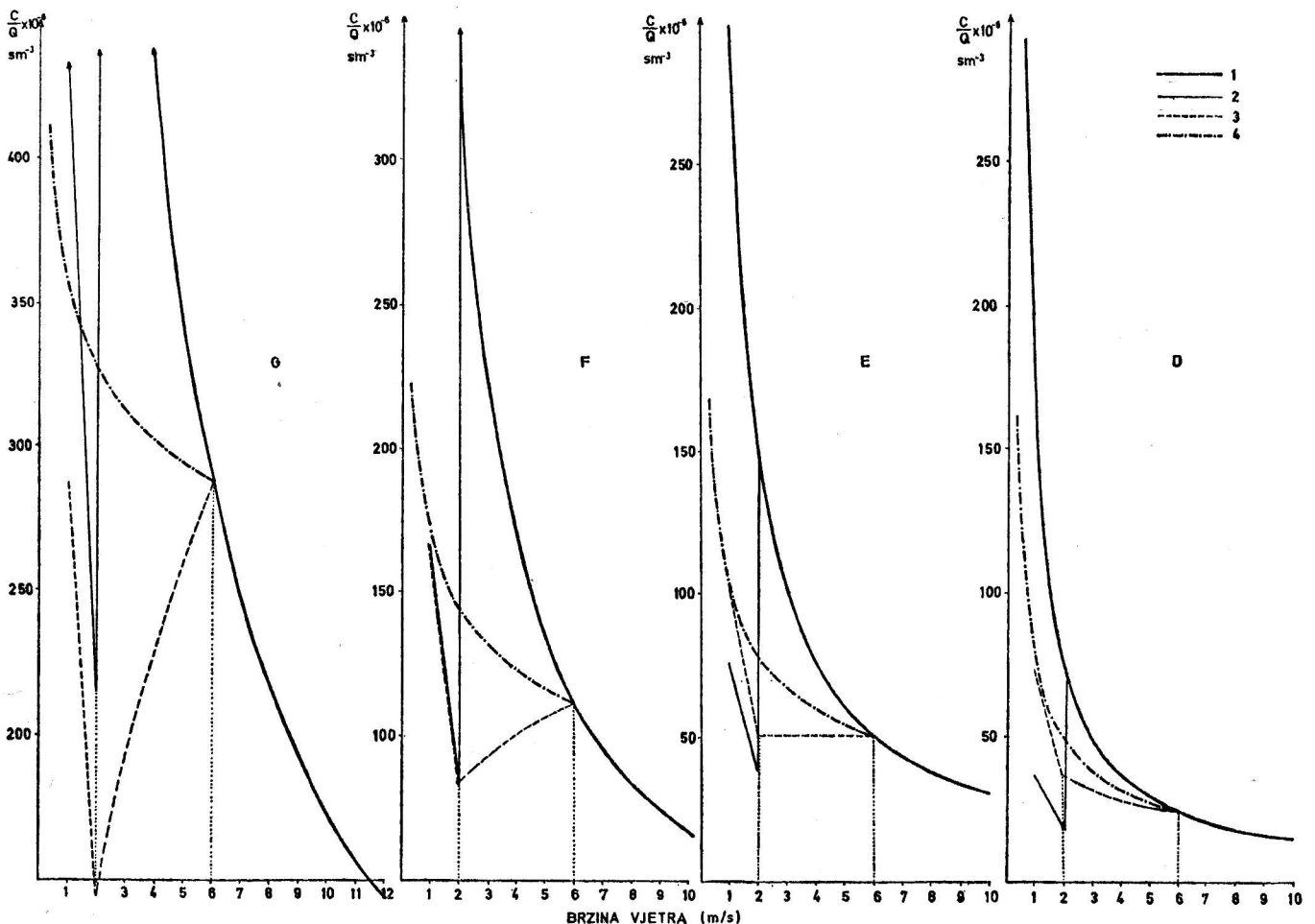
$$\left[ \frac{C}{Q} \right]_{u < 6 \text{ ms}^{-1}} > \left[ \frac{C}{Q} \right]_{u \geq 6 \text{ ms}^{-1}} \quad (6)$$

Promjena faktora  $M_s'$  u intervalu  $0,3 - 6,0 \text{ ms}^{-1}$  je eksponencijalna, a za brzine  $\geq 6,0 \text{ ms}^{-1}$  korekcija  $M_s' = 1$ .



Slika 3. Faktori korekcije ( $M_s'$ ) parametra (P-G) lateralne difuzije s obzirom na stabilnost i brzinu vjetra.

Figure 3. Correction factor ( $M_s'$ ) for the lateral diffusion-parameters with regards to stability and wind speed



Slika 4. Faktor razrjeđenja  $C/Q$  na udaljenosti 1 km od izvora emisije u slučajevima G, F, D i E stabilnosti i uz primjenu

- 1) ————— jednađbe (1)
- 2) ————— jednađbe (1a) za korekciju  $M = 4$
- 3) - - - - - jednađbe (1a) uz korekciju  $M = M_s(u)$
- 4) ········· jednađbe (1a) uz korekciju  $M = M_s'(u)$

Figure 4. Dilution factor  $C/Q$  at a distance of one kilometer from the emission point source in cases of G, F, E and D stability with the application of

- 1) ————— equation (1)
- 2) ————— equation (1a) with  $M = 4$
- 3) - - - - - equation (1a) with  $M = M_s(u)$
- 4) ········· equation (1a) with  $M = M_s'(u)$

Granični uvjeti dani su s

$$\begin{aligned} M'_c(0,3) &= 14 \\ M'_f(0,3) &= 10 \\ M'_E(0,3) &= 6 \\ M'_d(0,3) &= 3 \end{aligned} \quad (7)$$

$$M'_c(6,0) = M'_f(6,0) = M'_E(6,0) = M'_d(6,0) = 1$$

Uvrštavanjem (7) u (4) dobivaju se koeficijenti  $a's$  i  $b's$  koji definiraju novu korekciju

$$M'_s(u) = a' u^{-b_s} \quad (8)$$

Time je koeficijent lateralnog rasapa povećan u situacijama s vjetrom  $< 6,0 \text{ ms}^{-1}$ , odnosno

$$[\sigma_y''(u)]_s = M'_s(u)[\sigma_y]_s \quad (9)$$

Na slici 3. prikazan je dijagram korekturnog faktora  $M'_s$  u logaritamskom koordinatnom sustavu.

Vrijednosti prizemnih faktora razrjeđenja  $C/Q$  izračunate prema gausovskom modelu difuzije (1) s modificiranim parametrima  $\sigma_y''(u)$ ,  $\sigma_y'(u)$  te nemodificiranim P-G parametrom  $\sigma_y$  prikazane su na slici 4.

Uvođenjem korigiranih parametara lateralnog rasapa,  $\sigma_y''(u)$  u (1) postignuto je smanjenje u iznosima  $C/Q$  za vjetrove slabije od  $6,0 \text{ ms}^{-1}$ . Najjači pad koncentracija je kod vjerova slabijih od  $2,0 \text{ ms}^{-1}$ , dok je za vjetrove  $2,0-6,0 \text{ ms}^{-1}$  u usporedbi s vrijednostima koje se dobijaju primjenom korekcije (5), nešto blaži. Međutim, na ovaj način izveden korekcionni faktor ne narušava konsistentnost modela i omogućuje kontinuirano smanjivanje koncentracija kada s modificiranim (1a) prelazimo na nemodificirani model difuzije (1) gausovskog oblika.

#### 4. ZAKLJUČAK

U radu su analizirane modifikacije parametra lateralnog rasapa koje se predlažu u SG-S3 i RG 1.145. u situacijama sa slabim strujanjima. Predložene korekcije su shematskog karaktera, a izvedene su tako da u stabilnim i neutralnim situacijama sa slabim vjetrovima (kada zbog meandriranja perjanice plinovitih primjesa nije moguće odrediti jedinstvenu os njene putanje) djeluju u smislu umjetnog povećanja parametra lateralnog rasapa. Analiza je pokazala da primjenom korekcija (2) i (5) dolazi do fizikalno neopravdanih skokova u vrijednostima prizemnih koncentracija kao i do narušavanja konsistentnosti gausovskog modela difuzije.

U poglavlju 3. izveden je novi faktor korekcije  $M'_s(u)$  (sl. 3) pri čemu je proširen interval brzina za koje se korekcija uvodi i na vjetrove  $0,3-1,0 \text{ ms}^{-1}$ . Pomoću ove korekcije postigli smo smanjenje prizemnih koncentracija unutar intervala  $0,3-6,0 \text{ ms}^{-1}$ , koje je u usporedbi s vrijednostima dobivenim pomoću korekcije (5), u intervalu  $2,0-6,0 \text{ ms}^{-1}$  nešto slabije, ali ne djeluje u smislu narušavanja konsistentnosti modela. Primjenom korekcije (5) izbjegli smo i pojavu fizikalno neopravdanih skokova.

Premda su primjenom modifikacija vrijednosti prizemnih koncentracija smanjene, treba imati na umu da se radi o korekcijama matematičkog karaktera koje nam daju mogućnost da i u meteorološkim uvjetima u kojima nemamo, pored iskustvenih saznanja, dovoljan broj mjerenja za detaljnija istraživanja, vršimo procjenu onečišćenja prizemnog sloja zraka. Međutim, primjena ovakvih korekcija preporučuje se samo u slučajevima kada ne raspoložemo odgovarajućim mjerenjima barem standardne devijacije fluktuacija smjera vjetra  $\sigma_\theta$ .

#### LITERATURA

- BERLJAND, M. E, 1975: Sovremene probleme atmosferno difuzii i zagaznenija atmosfery, Gidrometeorizdat, Lenjingrad, 1975. pp 161—200.
- GEORGE, L. A. & LOWERY, J. C. 1980: Sensitivity of Single-Source (CRSTER) Model Predictions to Variations in Input Data and Methods of Application, Conf. Papers of AMS Second Joint Conf. on Applications of Air Pollution Meteorology, March 24—27, 1980. New Orleans, La, pp. 752—760.
- GIFFORD F, 1976: Turbulent Diffusion Typing Schemes: A Review, Nuclear Safety, 17.
- HANNA, S. R. et al, 1977: AMS Workshop on Stability Classification Schemes and Sigma Curves — Summary and Recommendations, Bull. Am. Met. Soc. 58 (12).
- HANNA, S. R, 1981: Application in Air Pollution Modelling, Course on Atmospheric Turbulence and Air Pollution Modelling, 21—25 Sept. 1981, The Hague, The Netherlands.
- INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Safety Guide on Atmospheric Dispersion in Nuclear Power Plant Siting, Document SG-S3, Revision No. 8, Division of Nuclear Safety and Environmental Protection, December 1979.
- SINIK, N., 1980: Prosječni difuzioni potencijal okoliša NE Prevlaka, studija, RHMZ SRH, Zagreb 1980.
- PASQUILL, F., 1974: Atmospheric Diffusion, Helsted Press, New York, 1974.
- TURNER, B., 1970: Workbook of Atmospheric Dispersion Estimates, Office of Air Programs Publication No. AP-26 US Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, NC. 1970. 84 pp.
- TURNER, B., 1979: Atmospheric Dispersion Modeling: A Critical Review, V. S. Environmental Protection Agency, JAPCA, Vol 29, No 5, pp. 502—519.
- U. S. NUCLEAR REGULATORY COMMISSION, REGULATORY GUIDE 1.145: Atmospheric Dispersion Models for Potential Accident Consequence Assessments at Nuclear Power Plants, August 1979.
- VAN DER HOVEN, I. 1976: A Survey of Field Measurement of Atmospheric Diffusion Under Low Wind Speed Conditions, Nuclear Safety 17 (2) pp. 223—230.

#### SUMMARY

During low wind speed conditions in stable and neutral atmosphere the plume meander dominates over transport. In such situations a calculation of ground level concentrations by the Gaussian diffusion model gives unrealistically high values.

This paper considers two modifications of lateral diffusion parameters [(2), (5)] for low wind-speed conditions, proposed by Safety Guide S3 and Regulatory Guide 1.145.

An analysis of the ground level concentrations dependency on wind speed taking into consideration corrections (2) and (5) revealed certain drawbacks in the methods under discussion. In both cases exists a sudden jump in the calculated concentrations up to the wind speed 2 m/s and 6 m/s respectively. In the case of correction (2) the calculated concentration values begin to increase suddenly after a wind speed of 2.1 m/s. In the case of correction (5) such a jump is more moderate. This phenomenon is physically unjustified and lead to unrealistic calculations which make ground level concentrations at wind

speed of 2 m/s equal to those of 12 m/s (Fig. 4). This effects are most strongly evident in stable and extremely stable conditions (*F* and *G* stability classes).

The author suggests (Chapter 3) the introduction of a new correction factor for lateral diffusion parameters (Fig. 3). This correction  $M_s'(u)$  is carried out for the interval of wind speed 0.3—6.0 m/s. Within this interval  $M_s'(u)$  changes with the wind speed according to a power law. Figures 2 and 4 illustrates the ground level concentrations dependence on wind speed for parameters of lateral plume spread modified by corrections (2), (5) and (9).