

Väljaandja:	Majandus- ja kommunikatsiooniminister
Akti liik:	määrus
Teksti liik:	algtekst-terviktekst
Redaktsiooni jõustumise kp:	08.02.2003
Redaktsiooni kehtivuse lõpp:	28.12.2009
Avaldamismärge:	RTL 2003, 16, 211

## Nõuded plahvatusohtliku keskkonna tsoonide määramisele

Vastu võetud 27.01.2003 nr 11

Määrus kehtestatakse «[Masina ohutuse seaduse](#)» (RT I 2002, 99, 580) § 13 lõike 3 alusel.

### 1. peatükk ÜLDSÄTTED

#### §1. Kohaldamisala

- (1) Määrus kehtestab nõuded plahvatusohtliku keskkonna tsoonide (edaspidi *tsoonid*) määramisele.
- (2) Määruse nõudeid kohaldatakse tsoonide määramisele piirkondades, kus plahvatusohtu põhjustab atmosfääritingimustes õhuga segunenud põlevgaas, -udu või -aur. Atmosfääritingimuste alla kuuluvad kõrvalekalded põhiväärtusest 101,3 kPa (1,013 bar) ja 20 °C (293 K) mõlemale poole eeldusel, et need kõrvalekalded ei mõjuta põlevaine plahvatusomadusi.
- (3) Määruse nõudeid ei kohaldata:
  - 1) plahvatusohtlikes kaevandustes;
  - 2) lõhketarvikute valmistamisel ja käsitlemisel;
  - 3) kohtades, kus plahvatusohtu põhjustajaks on põlevtolm või -kiud;
  - 4) katastrofaalsete kahjustuste korral (näiteks protsessimahuti või torustiku rebenemisel või samalaadsetel ettearvamatutel juhtumitel);
  - 5) meditsiiniruumides;
  - 6) ruumides, milles põlevaine tolmu võib põhjustada ettearvamatut ohtu;
  - 7) õnnetuse ja avarii tagajärjel tekkinud olukordades.

#### §2. Mõisted

Käeoleva määruse tähenduses:

- 1) plahvatusohtlik segu on põlevgaasi või -auru ning õhu segu normaalrõhul, milles süttimise toimudes levib plahvatus kogu segule;
- 2) plahvatusohtliku keskkonna tsoon on ruumiosa, milles plahvatusohtlikku segu on või võib olla sel määral, et seadmete konstruktsioonile, paigaldusele ja käidule tuleb kehtestada erinõudeid;
- 3) pihkumisallikas on punkt või koht, millest põlevgaasi, -auru või -vedelikku võib vabaneda ümbrusse selliselt, et võiks tekkida plahvatusohtlik segu;
- 4) pihkumiskogus on pihkumisallikast väljapihkuv põlevgaasi või -auru kogus ajaühikus;
- 5) normaalne käit on olukord, kus seade toimib kavandatud näitajatele vastavalt. Rikkeid (nagu pumba või selle ääriku tihendi purunemine või õnnetusjuhtumite tagajärjeks olevad loigud), mis nõuavad kiiret remonti või seadmestiku sulgemist, ei loeta normaalseks käiduks;
- 6) alumine plahvatuspiir on põlevgaasi kontsentratsioon, millest allpool pole segu õhuga plahvatav;
- 7) ülemine plahvatuspiir on põlevgaasi kontsentratsioon, millest ülalpool pole segu õhuga plahvatav;
- 8) gaasi või auru suhteline tihedus on gaasi või auru tihedus võrreldes sama rõhu ja tihedusega õhuga (õhu suhteline tihedus on 1,0);
- 9) põlevaine on aine, mis põleb ise või tekitab põlevauru, -gaasi või -udu;
- 10) põlevvedelik on vedelik, mis tekitab põlevauru mingil eeldataval kasutustemperatuuril;
- 11) põlevgaas või -aur on gaas või aur, mis õhuga teatud vahekorras segunenult moodustab plahvatusohtliku segu;
- 12) põlevudu (edaspidi *udu*) on põlevvedeliku piisad selliselt õhuga segunenult, et moodustub plahvatusohtlik segu;
- 13) leektäpp on vedeliku madalaim temperatuur, mille juures standardiseeritud tingimustes hakkab vedelikust eralduma auru nii palju, et tekib süttiv auru ja õhu segu;
- 14) keemistäpp on temperatuur, mille juures vedelik keeb õhurõhul 101,3 kPa (1,013 bar);

- 15) õhuvahetus on õhu liikumine ja selle asendumine puhta õhuga tuule või temperatuurierinevuse abil või kunstlikul viisil (näiteks sissepuhke- või väljatõmbeventilaatoritega);
- 16) auru rõhk on rõhk, mille juures tahke aine või vedelik on tasakaalus oma auruga. Auru rõhk on aine ja temperatuurist;
- 17) plahvatusohtliku segu süttimistemperatuur on kuuma pinna madalaim temperatuur, mille juures teatud tingimustel põlevaine gaasi või auru ja õhu segu süttib.

## 2. peatükk NÕUDED TSOONIDE KLASSIFITSEERIMISELE

### 1. jagu Üldsätted

#### §3. Tsooniklasside määramise kohustus ja eesmärk

- (1) Tsooniklasside määramise peab tagama seadme või ehitise omanik, kui seadmes või ehitises või selle vahetus ümbruses on plahvatusohtlik keskkond.
- (2) Käesoleva määruse alusel määratud tsoonid tuleb võtta aluseks plahvatusohtlikus keskkonnas kasutatavate seadmete valikul.

#### §4. Tsooniklassid

Tsoonid liigitatakse tsooniklassidesse plahvatusohtliku segu esinemisulatus ja -kestuse alusel järgmiselt:

- 1) klass 0: tsoon, milles plahvatusohtlik segu esineb alaliselt, pikka aega või sageli;
- 2) klass 1: tsoon, milles võib plahvatusohtlik segu normaalses käiduoludes esineda tõenäoliselt;
- 3) klass 2: tsoon, milles plahvatusohtliku segu esinemine normaalses käiduoludes on vähetõenäoline ja kui plahvatusohtlik segu esineb, siis harva ja lühiajaliselt.

#### §5. Tsoonide klassifitseerimine

- (1) Tsoonide klassifitseerimine tuleb läbi viia isikute poolt, kes tunnevad põlevainete omadusi, protsessi ja seadmeid, konsulteerides vajaduse korral ohutus-, elektri- ja muu asjakohase spetsialistiga.
- (2) Tsooniklass määratakse olenevalt pihkumisallika klassist ja õhuvahetusest, arvestades käesoleva peatüki 2. ja 4. jagu ning määruse lisasid 1 ja 2.
- (3) Tsooniklassi ulatus määratakse vastavalt käesoleva peatüki 3. jaole.
- (4) Tsoonide määramisel võib lisaks käesolevas määruses sätestatule lähtuda asjakohastest standarditest.

### 2. jagu Nõuded pihkumisallika määramisele

#### §6. Pihkumisallika olemasolu määramine

- (1) Plahvatusohtlikku segu saab esineda vaid siis, kui põlevgaasi või auru esineb koos õhuga, seetõttu tuleb teha kindlaks, kas asjaomases piirkonnas võib olla mingit põlevainet. Kuigi segu, mille kontsentratsioon on kõrgem kui ülemine plahvatuspiir, pole plahvatusohtlik segu, võib see kergesti selleks muutuda, mistõttu erijuhtudel tuleb seda tsoonide klassifitseerimisel lugeda plahvatusohtlikuks.
- (2) Iga põlevainet sisaldav protsessiseade (näiteks mahuti, pump, torujuhe, anum jne) on põlevaine võimalik pihkumiskoht.
- (3) Kui protsessiseade sisaldab põlevainet, kuid seda ei saa pihkuda ümbrusse (näiteks kogu ulatuses keevitatud torujuhe), ei loeta seadet üldjuhul pihkumisallikaks.
- (4) Kui piirkonnas on põlevainet, tuleb kindlaks teha, millal plahvatusohtlik segu võib esineda protsessiseadmestiku sees või millal põlevaine pihkumine võib moodustada plahvatusohtliku segu protsessiseadmestikust väljaspool.
- (5) Väikesed põlevaine pihkumised (näiteks pihkumised tihendite kaudu, mille hermeetilisus põhineb pumbatava vedeliku poolt tekitaval niiskumisel) võivad olla osa normaalsest käidust.

#### §7. Pihkumisallika klassi määramine

- (1) Kui on kindlaks tehtud, et objektist võib pihkuda ümbrusse põlevainet, määratakse pihkumisallika klass, selgitades välja pihkumise tõenäolise sageduse ja kestuse. Näited pihkumisallikate määramise kohta on toodud määruse lisas 1.
- (2) Tsooni klassifitseerimisel tuleb arvestada, et suletud protsessiseadme mingi osa avamine (näiteks filtri vahetusel või mingi täitekoguse lisamisel) on samuti pihkumisallikas.

(3) Pihkumisallikad jagunevad kolme põhiklassi, mis alanevalt iseloomustavad plahvatusohtliku segu esinemise tõenäosust. Pihkumisallikate põhiklassid on järgmised:

- 1) pidev pihkumisallikas: pihkumisallikas, mis on pidev või mille esinemist eeldatakse pikkade ajavahemike jooksul;
- 2) esmane pihkumisallikas: pihkumisallikas, mille esinemist eeldatakse normaalsetes käiduoludes korduvalt ja juhuslikult;
- 3) teisene pihkumisallikas: pihkumisallikas, mille esinemist normaalsetes käiduoludes ei eeldata, kuid kui see siiski esineb, siis harva ja lühiajaliselt.

(4) Pihkumisallikas võib olla oma klassilt üks lõikes 3 loetletutest või nende kombinatsioon.

(5) Pidev pihkumisallikas viitab tavaliselt tsooniklassile 0, esmane tsooniklassile 1 ja teisene tsooniklassile 2.

### **3. jagu** **Nõuded tsooniklassi ulatuse määramisele**

#### **§8. Tsooniklassi ulatuse määramise põhimõtted**

(1) Pärast pihkumisallika klassi määramist tehakse kindlaks näitajad, mis võivad mõjutada tsooniklassi või selle ulatust.

(2) Tsooniklassi ulatust mõjutavad peamiselt järgmised keemilised ja füüsikalised tegurid:

- 1) pihkunud põlevgaasi või -auru kogus;
- 2) alumine plahvatuspiir;
- 3) õhuvahetus;
- 4) pihkuva gaasi või auru suhteline tihedus;
- 5) ilmastikuolud ja pinnavormid;
- 6) muud arvestamist vajavad tegurid.

(3) Käesoleva määruse §-des 9–12 eeldatakse, et ühe näitaja muutudes jäävad teised muutumatuks.

(4) Spetsiifilise tööstusvaldkonna või kasutusviisi kohta võivad üksikasjalikud juhised tsooni ulatuse määramise kohta sisalduda nimetatud valdkonda või kasutusviisi käsitlevates juhendites. Sellisel juhul tuleb järgida tsooni ulatuse määramisel neid juhendeid.

#### **§9. Pihkunud põlevgaasi või -auru koguse mõju tsooniklassi ulatusele**

(1) Pihkunud põlevgaasi- ja auru kogus oleneb järgmistest teguritest:

- 1) pihkumisallika geomeetria;
- 2) pihkumiskiirus;
- 3) kontsentratsioon;
- 4) põlevvedeliku aurustuvus;
- 5) vedeliku temperatuur.

(2) Pihkumisallika geomeetria on seotud pihkumisallika füüsikalise iseloomuga, nagu lahtine vedelikupind, lekkiv äärik jne (vaata määruse lisa 1).

(3) Teatud pihkumisallika korral kasvab pihkunud kogus pihkumiskiiruse kasvades. Juhul kui aine on protsessimahuti sees, oleneb pihkumiskiirus protsessi rõhust ja pihkumisallika geomeetriast. Põleva gaasi- või aurupilve suuruse määrab auru pihkumiskiirus ja dispersioonikiirus. Gaas või aur moodustab pihkumiskohast välja voolates koonusekujulise dušivoo, seguneb õhuga ja lahjeneb. Tsooni ulatus oleneb sellisel juhul tuule kiirusest vähesel määral. Kui pihkumine toimub väikese kiirusega või kui kiirus väheneb voo pörkamisel takistusega, haarab tuul selle kaasa ja selle lahjenemine ning tsooniklassi ulatus olenevad tuule kiirusest.

(4) Pihkunud kogus kasvab põlevgaasi või -auru kontsentratsiooni kasvades pihkuvast segust.

(5) Põlevvedeliku aurustuvus sõltub peamiselt auru rõhust ja aurustumistemperatuurist. Kui auru rõhk pole teada, võib orienteeruvate väärtustena kasutada keemistäppi ja leektäppi. Plahvatusohtlikku segu ei saa esineda, kui leektäpp on kõrgem kui põlevvedeliku kõrgeim kasutustemperatuur. Mida madalam on leektäpp, seda suurem on tsooni ulatus. Kui põlevainet pihkub uduna (näiteks dušivoona), võib plahvatusohtlik segu tekkida ka leektäpist madalamal temperatuuril.

(6) Põlevvedeliku leektäpp ei ole täpne füüsikaline suurus, eriti kui on tegemist segudega. Mõningatel vedelikel (näiteks teatud halogeneeritud süsivesinikel) ei ole leektäppi, kuigi nad suudavad moodustada plahvatusohtliku segu. Neil juhtudel tuleb võrrelda omavahel alumisel plahvatuspiiril küllastumisele vastavat vedeliku tasakaalutemperatuuri vedeliku suurima kasutustemperatuuriga.

(7) Auru rõhk kasvab temperatuuri tõustes, suurendades seega haihtumisest tulenevat pihkunud kogust. Vedeliku temperatuur võib pihkumise toimumisel tõusta näiteks kuuma pinna või kõrge ümbrustemperatuuri tõttu.

#### **§10. Alumise plahvatuspiiri mõju tsooniklassi ulatusele**

Mida madalam on alumise plahvatuspiiri väärtus, seda suurem on tsooni ulatus sama pihkunud koguse juures.

#### **§11. Õhuvahetuse mõju tsooniklassi ulatusele**

Õhuvahetuse suurendamine vähendab tsooniklassi ulatust. Takistused, mis raskendavad õhuvahetust, võivad suurendada tsooniklassi ulatust, kuid mõned takistused (näiteks vallid, seinad või katused) võivad piirata tsooniklassi ulatust. Õhuvahetuse mõju määramisel tsooniklassi ulatusele lähtutakse määrase lisast 2.

#### **§12. Pihkuva gaasi või auru suhtelise tiheduse mõju tsooniklassi ulatusele**

(1) Kui gaas või aur on õhust oluliselt kergem, on sellel omadus tõusta ülespoole. Kui see on õhust oluliselt raskem, püüab see koguneda madalamale. Klassifitseeritud piirkonna ulatus horisontaaltasapinnal suureneb suhtelise tiheduse kasvades ja vertikaalsuunaline ulatus suureneb suhtelise tiheduse vähenedes.

(2) Üldjuhul loetakse gaasi või auru, mille suhteline tihedus on alla 0,8, õhust kergemaks. Kui suhteline tihedus on üle 1,2, loetakse üldjuhul gaasi või auru õhust raskemaks. Nende väärtuste vahemikus tuleb arvestada mõlema võimalusega.

#### **§13. Muud arvestamist vajavad tegurid**

(1) Arvestada tuleb võimalust, et õhust raskem gaas võib voolata maapinnast madalamal olevatesse piirkondadesse, nagu augud ja süvendid, ning õhust kergem gaas võib koguneda üles (näiteks katusetühimikesse).

(2) Kui pihkumisallikas paikneb väljaspool ruumi või kõrvalruumis, võib olulise koguse gaasi või auru tungimist vaadeldavasse ruumi takistada järgmiste meetmetega:

1) füüsiliste takistustega;

2) hoides ruumis staatilist ülerõhku kõrvalruumi suhtes, takistades seega plahvatusohtliku kontsentratsiooni teket;

3) puhudes ruumi läbi suure õhukogusega, tagades, et õhk voolab välja kõigist avadest, millest plahvatusohtlik segu võib siseneda.

### **4. jagu**

#### **Nõuded õhuvahetuse mõjude määramisele**

#### **§14. Õhuvahetuse mõju tsooniklassile**

(1) Õhuvahetus, mis viib pihkumisallikat ümbritseva (oletatava) segumahu asendumisele puhta õhuga, edendab gaasi või auru pihkumise hajumist ümbrusse. Õhuvahetuskogus võib kõrvaldada plahvatusohtliku segu, mõjutades seega tsoonide klassifitseerimist.

(2) Plahvatusohtliku segu olemasolu ja moodustumist, seega ka tsooniklassi mõjutavad õhuvahetuse tõhusus ja kasutatavus. Kasutatava õhuvahetuse tõhususe ja kasutatavuse määramisel lähtutakse määrase lisas 2 toodud juhendist.

### **3. peatükk**

#### **NÕUDED DOKUMENTEERIMISELE**

#### **§15. Dokumenteerimise üldpõhimõtted**

(1) Tsoonide klassifitseerimise etapid, klassifitseerimise tulemused ja kõik hilisemad muudatused neis tuleb asjakohaselt dokumenteerida.

(2) Dokumenteerimisel tuleb viidata kõikidele kasutatud materjalidele, nagu asjakohased juhendid ja standardid, gaaside ja aurude hajumisomadused ja arvutused, selgitused õhuvahetuse omaduste kohta võrreldes põlevaine pihkumisenäitajatega nii, et on võimalik hinnata õhuvahetuse efektiivsust.

(3) Dokumentatsioon peab hõlmama kõiki seadmestikus kasutatavate ainete selliseid omadusi, mis mõjutavad tsoonide klassifitseerimist, nagu leektäpp, keemistäpp, süttimistemperatuur, auru rõhk, auru tihedus, plahvatuspiirid, gaasirühm ja temperatuuriklass.

(4) Dokumentid peavad sisaldama ka muid vajalikke andmeid, nagu:

1) pihkumisallikate paiknemis- ja identifitseerimisandmed;

2) ehitiste avade paiknemine (näiteks ukSED, aknad ning vahetusõhu sisenemisavad ja väljumisavad).

(5) Kui piirkonna pinnavormid mõjutavad tsooniklasside ulatust, tuleb see asjaolu dokumenteerida.

## §16. Joonised

Tsoonide klassifitseerimise dokumendid peavad sisaldama tasapinnalisi ja läbilõikelisi jooniseid, millel on toodud nii tsooniklassid kui nende ulatus, süttimistemperatuur ning seega temperatuuriklass ja gaasirühm.

**Minister Liina TÕNISSON**

**Kantsler Marika PRISKE**

Majandus- ja kommunikatsiooniministri  
27. jaanuari 2003. a määruse nr 11 «Nõuded  
plahvatusohtliku keskkonna tsoonide määramisele»  
lisa 1

### NÄITEID PIHKUMISALLIKATE KOHTA

Järgnevates näidetes toodud loetelu võib muutuda olenevalt konkreetsest protsessiseadmestikust ja oludest.

#### 1. Protsessiseadmestik

##### 1.1. Pidevad pihkumisallikad

- 1.1.1. põlevvedeliku pind statsionaarse katusega mahutis, millest on pidev õhuvahetus välisõhku;
- 1.1.2. põlevvedeliku pind, mis on pidevalt või pikaajaliselt avatud (näiteks õlieralduskaevus).

##### 1.2. Esmased pihkumisallikad

- 1.2.1. pumba, kompressori või ventiili tihendid, kui põlevaine pihkumist tuleb ette normaalsel käidul;
- 1.2.2. põlevvedelikku sisaldavate mahutite vee-eemaldusavad, millest normaalsel käidul võib pihkuda põlevvedelikku ümbrusse;
- 1.2.3. analüüside võtmise avad, millest normaalsel käidul võib pääseda põlevainet ümbrusse;
- 1.2.4. rõhualandusventiilid, tuulutusavad ja muud avad, millest normaalsel käidul võib pihkuda põlevainet ümbrusse.

##### 1.3. Teisesed pihkumisallikad

- 1.3.1. pumpade, kompressorite ja ventiilide tihendid, millest normaalsel käidul pole oodata põlevaine pihkumist;
- 1.3.2. äärikud, ühendused ja toruliitmikud, millest normaalsel käidul pole oodata põlevaine pihkumist;
- 1.3.3. analüüside võtmise kohad, millest normaalsel käidul pole oodata põlevaine pihkumist;
- 1.3.4. rõhualandusventiilid, tuulutusavad ja muud avad, millest normaalsel käidul pole oodata põlevaine pihkumist.

#### 2. Avad

##### 2.1. Avad võimalike pihkumisallikatena

Eri tsoonide vahelisi avasid tuleks pidada võimalikeks pihkumisallikateks. Pihkumisallika klass oleneb järgmistest teguritest:

- 2.1.1. kõrvalasuva tsooni klassist;
- 2.1.2. ava lahtioleku kestusest ja sagedusest;
- 2.1.3. liitmike või tihendite hermeetilisusest;
- 2.1.4. tsoonide vahel valitsevast rõhkude erinevusest.

##### 2.2. Avade tüübid

Avasid jaotatakse tüüpideks A, B, C ja D järgmiste omaduste järgi:

- 2.2.1. Tüüp A – Avad, mis ei vasta B-, C- või D-tüüpi avadele esitatavatele nõuetele, näiteks:
  - 2.2.1.1. liikumiseks või muuks vajaduseks mõeldud lahtised avad, nagu läbi seinte, lagede ja põrandate minevad torud ja kanalid;
  - 2.2.1.2. kohtkindlad tuulutusavad ruumides või ehitistes;
- 2.2.2. Tüüp B – Tavaliselt suletud avad (näiteks automaatselt sulguvad), mida avatakse harva ja mille täited on täpselt avasse sobitatud;
- 2.2.3. Tüüp C – B-tüüpi avad, millel on tihend (näiteks spetsiaalne tihenduspaie) kogu avaperimeetri ulatuses, või kaks sarjastatud B-tüüpi ava nii, et neil on teineteisest sõltumatud automaatsed sulgumehhanismid;
- 2.2.4. Tüüp D – C-tüüpi tavaliselt suletud avad, mida saab avada eritööriistadega või hädaolukorras. D-tüüpi avad on tõhusalt tihendatud (nagu torustiku- ja kanalikonstruktsioonides) või need saavad moodustuda tsooni poolel olevast C-tüüpi avast sarjastatuna B-tüüpi avaga.

## Avad pihkumisallikatena

Tsooniklass, millest ava välja viib	Ava tüüp	Avast tulenev pihkumisallika klass
Tsooniklass 0	A	Pidev (Pidev) /esmane
	B	
	C	Teisene
	D	Pihkumist pole
Tsooniklass 1	A	Esmane (Esmane) /teisene
	B	
	C	(Teisene) /pihkumist pole
	D	Pihkumist pole
Tsooniklass 2	A	Teisene (Teisene) /pihkumist pole
	B	
	C	Pihkumist pole
	D	Pihkumist pole

Märkus. Sulgudes toodud pihkumisallika klasside korral tuleb arvestada avade kasutussagedust.

Majandus- ja kommunikatsiooniministri  
27. jaanuari 2003. a määruse nr 11 «Nõuded  
plahvatusohtliku keskkonna tsoonide määramisele»  
lisa 2

## ÕHUVAHETUSE MÄÄRAMISE JUHEND

### 1. Õhuvahetuse tõhusus

Õhuvahetuse tõhusus plahvatusohtliku segu püsivuse ja hajumise kontrolli all hoidmisel oleneb õhuvahetuse tõhususklassist ja kasutatavusest ning süsteemi projekteerimisest.

Õhuvahetus jagatakse järgmistesse tõhususklassidesse:

- 1) võimas õhuvahetus;
- 2) rahuldav õhuvahetus;
- 3) nõrk õhuvahetus.

Õhuvahetus on võimas, kui see suudab alandada pihkumise kontsentratsiooni praktiliselt kohe alla alumise plahvatuspiiri. Tulemuseks on, et plahvatusohtlikuks klassifitseeritav tsoon on väike (isegi tähtsusetu).

Õhuvahetus on rahuldav, kui see suudab hoida kontsentratsiooni kontrolli all nii, et tulemuseks on stabiilne olukord, milles pihkumisallika toimides kontsentratsioon klassifitseeritud piirkonna ümber püsib alumisest plahvatuspiirist allpool ja kus plahvatusohtlik segu ei säilu pärast pihkumise lakkamist kaua.

Õhuvahetus on nõrk, kui see ei suuda pihkumise ajal kontsentratsiooni kontrolli all hoida või see ei suuda takistada plahvatusohtliku segu pikaajalist esinemist pärast pihkumise lakkamist.

### 2. Õhuvahetuse tõhususe hindamine ja selle mõju tsoonile

Õhuvahetuse tõhususe hindamisel tuleb esmalt kindlaks teha pihkumisallikast vabaneva gaasi või auru suurim pihkunud kogus, kas kogemustele tuginedes või arvutuste või loogiliste järelduste abil.

*Hüpoteetilise mahu  $V_z$  hindamine*

Õhuvahetuse teoreetiline vähim voog, mis lahendab teadaoleva suurusega põlevaine pihkumise allapoole vajalikku alumist plahvatuspiiri, on arvutatav valemist:

$$\left(\frac{dV}{dt}\right)_{\min} = \frac{\left(\frac{dG}{dt}\right)_{\max}}{k \times LEL} \times \frac{T}{293}$$

(1)

kus:

$(dV / dt)_{\min}$	on puhta õhu vähim mahuvoolukiirus (maht ajaühikus, $m^3/s$ );
$(dG / dt)_{\max}$	on pihkumise suurim pihkumiskogus (mass ajaühikus, $kg/s$ );
$LEL$	on alumine plahvatuspiir (mass ruumalaühikus, $kg/m^3$ );
$k$	on varutegur $LEL$ -i suhtes; tüüpiliselt $k = 0,25$ (pideva ja esmase pihkumisallika korral) ja $k = 0,5$ (teisese pihkumisallika korral);
$T$	on ümbruse temperatuur (K).

Piirkonna õhuvahetuse poolt esile kutsutud õhu vahetumiskordade arvu  $C$  kasutades on võimalik hinnata pihkumisallika ümber oleva plahvatusohtliku segu hüpoteetilist mahtu, kasutades valemit:

$$V_z = \frac{(dV / dt)_{\min}}{C}$$

(2)

kus

$C$  on puhta õhu vahetumiskordade arv ajaühikus ( $s^{-1}$ );

Valem (2) kehtib hetkelise ja homogeense segu korral pihkumisallika ümber oletatava puhta õhu ideaalse voo korral. Praktikas sellist ideaalolukorda ei esine, kuna näiteks õhuvoo teel olevad takistused põhjustavad piirkonnas halvastiventileerivaid kohti. Seetõttu on efektiivne õhu vahetumiskordade arv pihkumisallika juures valemist (4) saadud  $C$  väärtusest väiksem. See viib mahu  $V_z$  kasvule. Lisades valemisse (2) täiendava parandusteguri  $f$ , saame:

$$V_z = \frac{f \times (dV / dt)_{\min}}{C}$$

(3)

kus  $f$  iseloomustab õhuvahetuse võimet lahjendada plahvatusohtliku segu ja on tavaliselt vahemikus  $f = 1$  (ideaalolukord) kuni  $f = 5$  (takistatud õhuvool).

Maht  $V_z$  kujutab endast mahtu, milles põlevgaasi või -auru keskmine kontsentratsioon on kas 0,25 või 0,5 korda  $LEL$  olenevalt valemis (2) kasutatud varuteguri  $k$  väärtusest. See tähendab, et hinnatud hüpoteetilise mahu servaaladel on gaasi või auru kontsentratsioon selgelt allpool  $LEL$ -väärtust, ehk teisisõnu hüpoteetiline maht, kus kontsentratsioon on  $LEL$ -väärtusest kõrgem, on väiksem kui  $V_z$ .

*Sisepiirkond*

Suletud ruumile saab  $C$  valemist:

$$C = \frac{dV_{tot} / dt}{V_0}$$

(4)

kus

$dV_{tot} / dt$   
 $V_0$

on puhta õhu koguvoohulk  
on tuulutatav kogumaht.

*Välispiirkond*

Välispiirkondades kutsub ka väga madal tuule kiirus esile suure õhuvahetuskordade arvu. Näiteks võib uurida väljas paiknevat hüpoteeetilist kuupi, mis on oma mõõtudel mõni meeter. Sel juhul põhjustab umbes 0,5 m/s tulekiirus õhuvahetuskoguse, mis on üle 100/h (0,03/s).

Kasutades välispiirkondades õhuvahetumiskordadele ettevaatlikku väärtust  $C=0,03/s$ , saab plahvatusohtliku segu hüpoteeetilise mahu  $V_z$ , kasutades valemit (5):

$$V_z = \frac{(dV/dt)_{\min}}{0,03}$$

(5)

kus

$dV/dt$   
0,03

on mahuühik sekundis  
on õhuvahetumiskordade arv sekundis.

See menetlus viib siiski erinevast hajumismehhanismist tulenevalt tavaliselt liiga suure mahuni. Hajumine on normaalselt kiirem välispiirkondades.

#### Kestuse hindamine

Aega, mille jooksul keskmine kontsentratsioon langeb esialgselt väärtuselt  $X_0$  väärtusele  $k \times LEL$  pärast seda, kui pihkumine on lakanud, võib hinnata valemiga

$$t = \frac{-f}{C} \ln \frac{LEL \times k}{X_0}$$

(6)

kus

$X_0$

on põlevaine esialgne kontsentratsioon  $LEL$ -mõõtühikuid kasutades ehk mahuprotsent või  $kg/m^3$ . Mõnes paigas plahvatusohtlikus segus võib põlevaine kontsentratsioon olla 100 % (tavaliselt vaid pihkumisallikale väga lähedal). Siiski  $t$  väärtust arvutades  $X_0$ -iõige väärtuse valik oleneb olukorrast. Arvesse tuleb võtta näiteks pihkumise mõjuala, selle sagedust ja kestust ning enamikel praktilistel juhtudel on mõistlik valida kontsentratsioonile  $X_0$  väärtus, mis on suurem kui  $LEL$ ;

$C$

$t$

on õhu vahetumiskordade arv ajaühikus;  
saadakse samas ajaühikus kui  $C$ , ehk kui  $C$  on õhu vahetumiskordade arv sekundis, on aeg  $t$  siis samuti sekundites;

$f$

on tegur, mis iseloomustab mittetäielikku segunemist (vaata valemit 3). See muutub väärtusest 5 (näiteks õhuvahetus, kus on üks väljumisava ja kompensatsiooniõhk saadakse loomulike avade kaudu) kuni väärtuseni 1 (näiteks tuulutus, kus õhk võetakse perforēeritud lae kaudu ja väljumisavasid on mitmeid);

$\ln$

$k$

on naturaallogaritm;  
on  $LEL$  väärtusega seotud varutegur, vaata valemit (2).

Valemist (6) saadud numbriline väärtus ei võimalda oma suuruse põhjal määrata tsooniklassi. See on lisateave, mida tuleb võrrelda vaadeldava protsessi ja olukorra ajaskaalaga.

#### Õhuvahetuse tõhususe hindamine

Pideva pihkumisallika korral on tavaliselt tegemist tsooniklassiga 0, esmase korral tsooniklassiga 1 ja teisese korral tsooniklassiga 2. Õhuvahetuse tõttu ei pruugi see tingimata nii olla.

Mõnedel juhtudel võib õhuvahetuse tõhusus ja kasutatavus olla nii suur, et praktikas polegi tsooni, teisalt võib õhuvahetuse tõhusus olla nii väike, et tekkiva tsooniklassi number on madalam, ehk sekundaarne



pihkumisallikas tingib tsooniklassi 1. Nii juhtub näiteks siis, kui õhuvahetuse tase on selline, et plahvatusohtlik segu säilib ja hajub aeglaselt pärast seda, kui gaasi või auru pihkumine lakkab. Seega plahvatusohtlik segu säilib kauem, kui pihkumisallika klassi põhjal võiks oletada.

Maht  $V_z$  saab kasutada õhuvahetust võimsaks, rahuldavaks ja nõrgaks liigitades. Kestust  $t$  saab kasutada, määratlemaks, missugust õhuvahetuse tõhusust on vaja piirkonna klassifitseerimiseks – kas klass 0, 1 või 2.

Õhuvahetust saab pidada võimsaks (VÕ), kui maht  $V_z$  on väga väike või isegi tähtsusetu. Õhuvahetuse toimudes eeldatakse, et pihkumisallikas ei tekita plahvatusohtlikku segu ehk et ümbritsev piirkond on ohutu. Pihkumisallika lähedal on, küll koguseliselt tähtsusetult vähe, plahvatusohtlikku segu olemas.

Praktikas võib õhuvahetust pidada võimsaks vaid sel juhul, kui tegemist on kunstliku paikse äratõmbega pihkumisallika ümbert, väikese suletud piirkonnaga või kui pihkumiskogused ajaühikus on väga väikesed. Näiteks paljudes suletud piirkondades on mitmeid pihkumisallikaid ning pole hea tava kohane jaotada muidu ohutut piirkonda mitmeks väikseks klassifitseeritud piirkonnaks. Üldjuhul pole tüüpiliste tsoonide klassifitseerimist eeldavate pihkumiskoguste korral loomulik ventilatsioon küllaldane isegi välispiirkondades. Lisaks on küllalt võimsa kunstliku õhuvahetuse tekitamine suuremates suletud ruumides tavaliselt ebapraktiline.

Maht  $V_z$  ei anna mingit teavet plahvatusohtliku segu esinemisaja kohta pärast pihkumise lakkamist. See pole oluline, kui on tegemist võimsa õhuvahetusega, kuid on arvestatav tegur, kui õhuvahetus on rahuldav või nõrk.

Rahuldav õhuvahetus peaks hoidma kontrolli all põlevgaasi või -auru hajumist. Plahvatusohtliku segu hajumisaeg pärast pihkumise lakkamist peaks olema selline, et täidetud oleksid kas tsooniklassi 1 või 2 tingimused olenevalt sellest, kas pihkumisallikas on esmane või teisene. Heakskiidetav hajumisaeg oleneb pihkumise eeldatavast esinemissagedusest ja kestusest. Maht  $V_z$  on tihti väiksem kui suletud piirkonna maht. Neil juhtudel võib lubada vaid suletud piirkonna mingi osa plahvatusohtlikuks klassifitseerimist. Mõnedel juhtudel, olenevalt suletud piirkonna mahust, võib maht  $V_z$  olla sama kui suletud maht. Sellisel juhul tuleks kogu suletud piirkond klassifitseerida plahvatusohtlikuks.

Õhuvahetus, mis ei ole võimas ega rahuldav, on nõrk. Nõrga õhuvahetuse korral on maht  $V_z$  tihti sama või suurem kui suletud piirkonna maht. Nõrka õhuvahetust ei esine tavaliselt välisõhus, kui õhu liikumisel pole takistusi nagu näiteks süvendid.

### 3. Õhuvahetuse kasutatavus

Õhuvahetuse kasutatavus mõjutab plahvatusohtliku kontsentratsiooni moodustumist ja olemasolu. Seega tuleb õhuvahetuse kasutatavust (nagu ka tõhusust) arvestada tsooniklassi määramisel.

Õhuvahetuse kasutatavuse juures eristatakse kolme taset:

- 1) hea: õhuvahetus toimib praktiliselt pidevalt;
- 2) rahuldav: eeldatakse, et õhuvahetus toimib normaalsel käidul. Katkestused on lubatud, eeldusel, et neid juhtub harva ja lühiajaliselt;
- 3) halb: õhuvahetus ei täida kasutatavuse osas hea ega rahuldava nõudeid, kuid katkestused ei kesta eeldatavasti kaua.

Õhuvahetust, mis ei vasta isegi halvale õhuvahetusele esitatavatele nõuetele, ei saa lugeda tsoonide klassifitseerimise mõttes mõjutavaks.

#### *Loomulik õhuvahetus*

Välispiirkondades peaks õhuvahetuse hindamine põhinema oletataval tuule minimaalkiirusel 0,5 m/s, mis esineb praktiliselt pidevalt. Sel juhul võib õhuvahetuse kasutatavust lugeda «heaks».

#### *Kunstlik õhuvahetus*

Kunstliku õhuvahetuse kasutatavust hinnates tuleks arvestada üksikute seadmete usaldatavust ja näiteks varuventilaatorite kasutatavust. Hea kasutatavus nõuab tavaliselt rikkeolukordades varuventilaatori (varuventilaatorite) automaatset käivitumist. Kuigi siiski on rakendatud ettevaatusabinõusid põlevaine pihkumiste vältimiseks õhuvahetuse rikke korral (näiteks peatades automaatselt protsessi), pole õhuvahetuse toimivusel põhinevat tsoonide klassifikatsiooni vaja muuta, ehk õhuvahetuse kasutatavuse võib lugeda heaks.

### 4. Õhuvahetuse koondmõju

Õhuvahetuse mõju tsooniklassile on esitatud kokkuvõtlikult järgnevas tabelis.

#### **Õhuvahetuse mõju tsooniklassile**

Õhuvahetus							
Pihkumis- allika tüüp	Tõhusus						
	Võimas			Rahuldav			Nõrk
	Kasutatavus						
	Hea	Rahuldav	Halb	Hea	Rahuldav	Halb	Hea, rahuldav, halb
Pidev	(0) Ohutu <sup>1)</sup>	(0) 2 <sup>1)</sup>	(0) 1 <sup>1)</sup>	0	0+1	0+1	0
Esmane	(1) Ohutu <sup>1)</sup>	(1) 2 <sup>1)</sup>	(1) 2 <sup>1)</sup>	1	1+2	1+2	1 või 0 <sup>3)</sup>
Teisene <sup>2)</sup>	(2) Ohutu <sup>1)</sup>	(2) Ohutu <sup>1)</sup>	2	2	2	2	1 ja isegi 0 <sup>3)</sup>
<sup>1)</sup> (0), (1) ja (2) tähendavad teoreetilisi tsooniklasse, mille ulatus on tähtsusetu normaaloludes. <sup>2)</sup> Teisese pihkumisallika poolt tekitatav tsooniklass 2 võib olla oma mõõtmelteil suurem kui pideva või esmase pihkumisallika poolt tekitatav tsooniklass 2. <sup>3)</sup> Tsooniklass 0 esineb siis, kui õhuvahetus on vähene ja pihkumisallikas selline, et praktikas on plahvatusohtlik segu püsiv (ehk lähedane olukorrale, kus õhuvahetus puudub).							
MÄRKUS. «+» märk tähendab «ümbrisetud»							