



The image shows a handwritten derivation of the Wilson score interval formula. The main equation is:

$$= \frac{\frac{r}{n} \pm \sqrt{\frac{r(1-r)}{n}}}{2 \left(\frac{r}{n} + \frac{1}{4n} \right)} \left(2w + \frac{\frac{r}{n} \pm \sqrt{\frac{r(1-r)}{n}}}{\frac{r}{n} + \frac{1}{4n}} \right)$$

Below this, the formula is simplified to:

$$\frac{1}{2} \left(2w \pm \sqrt{4t_p^2 \frac{w(1-w)}{n}} \right) = w$$

Where r is the number of successes, n is the sample size, w is the estimated proportion, and t_p is the critical value from the standard normal distribution.

Metoodika

lenduvate orgaaniliste ühendite (LOÜ) sisalduse arvutamiseks
kasutatavates kemikaalides ning väljuvates gaasides

NB! Pärast metoodika muutmist või täiendamist tuleb uue keskkonnaloa taotlemisel kasutada alati metoodika viimast versiooni.

Metoodika viimane versioon on leitav Keskkonnaagentuuri kodulehelt www.keskkonnaagentuur.ee välisõhu tegevusvaldkonna alt.

Metoodika koostaja kontaktandmed:

Ardi Link

peaspetsialist

Andmehaldusosakond

Mustamäe tee 33, 10616, Tallinn

Keskkonnaagentuur

Tel.: 673 6638

E-kiri: Ardi.Link@envir.ee

Kaanefoto autor: Ivan T (<https://www.flickr.com/photos/iwannt/8596885627/>)

MUUDATUSED/TÄIENDUSED

Muutmise/ täiendamise kuupäev	Muudatuse/ täienduse asukoht	Muudatuse/täienduse olemus
23.09.2014	lk 15	Täpsustus: lisatud allmärkus keskmise LOÜ-de hetkelise heitkoguse juurde
27.11.2017	lk 15	Lisatud on valem aasta LOÜ-de keskmise hetkelise heitkoguse arvutamiseks ning on täpsustatud allmärkust, millal kasutada LOÜ-de maksimaalset hetkelist heitkogust ja millal aasta keskmist hetkelist heitkogust.
	läbivalt	Metoodika sõnastust on korrigeeritud ning mõistete kasutust on ühtlustatud.
05.11.2019	lk 15	Allmärkusesse 4 on lisatud täpsustus, et tööaega tuleb arvestada heiteallika põhiselt.

SISUKORD

LOÜ-DE SISALDUSTE ARVUTAMINE KASUTATAVATES KEMIKAALIDES	5
LOÜ-DE HEITE ARVUTAMINE VÄLJUVATES GAASIDES	8
Mõõtmismeetod	8
Efektiivsusmeetod	11
Meetodite võrdlus	14
ORGAANILISE SÜSINIKU KONTSENTRATSIOONI ARVUTAMINE VÄLJUVAS GAASIS	15
KASUTATUD KIRJANDUS	18

LOÜ-de SISALDUSTE ARVUTAMINE KASUTATAVATES KEMIKAALIDES

Põhiterminid

Lenduvate orgaaniliste ühenditena (LOÜ, ingl *NMVOC – Non-Methane Volatile Organic Compounds*) käsitletakse käesolevas metoodikas orgaanilisi ühendeid ja kreosoodi fraktsioone, mille aururõhk temperatuuril 293,15 kelvinit (K) (s.o 20 °C) on vähemalt 0,01 kilopaskalit (kPa) või millel on konkreetsetes kasutustingimustes nimetatud aururõhule vastav lenduvus ning mis ei ole metaan, etaan, CO, CO₂, metallorgaaniline ühend või orgaaniline hape.

Orgaaniline ühend on ühend, mis koosneb vähemalt süsinikust ja ühest või mitmest vesiniku, hapniku, väävli, fosfori, räni, lämmastiku või halogeeni aatomist, välja arvatud süsinikoksiidid, anorgaanilised karbonaadid ja vesinikkarbonaadid.

Orgaaniline lahusti on lenduv orgaaniline ühend, mida kasutatakse:

- eraldi või koos muude ainetega toorainete, toodete või jäätmete lahustamiseks, ilma et toimuks keemilisi muutusi;
- puhastusvahendina saasteainete lahustamiseks;
- lahustina;
- dispergandina;
- viskoossuse regulaatorina;
- pindpinevuse regulaatorina;
- plastifikaatorina;
- konservandina.

LOÜ-de sisalduse arvutamiseks kasutatavates kemikaalides võib kasutada kahte meetodit:

- 1) standardis EVS-EN ISO 11890-1:2008 „*Paints and varnishes – Determination of volatile organic compound (VOC) content – Part 1: Difference method*” kirjeldatud meetodit, või
- 2) üksikute LOÜ-de sisalduste arvutamine kemikaali ohutuskaardil esitatud andmetega eeldusel, et kemikaal koosneb 100%-liselt LOÜ-dest:

$$NMVOC_{i_{lwe}} = \frac{n_{i_{max}}}{\sum_{i=1}^n n_{i_{max}}} * 100\%$$

kus

- $NMVOC_{i_{lwe}}$ – üksiku LOÜ sisaldus kemikaalis massiprotsentides. Kemikaali kogusest on maha arvatud kemikaalis sisalduv vesi ja kuivaine jääk;
- $n_{i_{max}}$ – ühendi i maksimaalne sisaldus kemikaalis massiprotsentides;
- $\sum n_{i_{max}}$ – summaarne LOÜ-de sisaldus massiprotsentides.

$$m_{i_{NMVOC}} = \frac{NMVOC_{i_{lwe}}}{100\%} * m$$

kus

- $m_{i_{NMVOC}}$ – kemikaalis sisalduva LOÜ mass tonnides aasta kohta;
- $NMVOC_{i_{lwe}}$ – üksiku LOÜ sisaldus kemikaalis massiprotsentides. Kemikaali kogusest on maha arvatud kemikaalis sisalduv vesi ja kuivaine jääk;
- m – kasutatud kemikaali kogus tonnides aastas.

Näide:

1) Lahustit kasutati aasta jooksul 1 tonn. Lahusti koosneb ainult järgmistest LOÜ-dest:

- Etanool – 75%...92%
- Etüülatsetaat – 3%...15%
- 1-Etoksü-2-propanool – 3%...10%
- Isopropanool – 1%...5%

Summeerides üksikute LOÜ-de maksimaalsed protsentuaalsed sisaldused, saadakse:

$$\sum_{i=1}^n n_{i_{\max}} = 92[\%] + 15[\%] + 10[\%] + 5[\%] = 122[\%]$$

Edasi võetakse 122% võrdseks 100%-ga ning leitakse lihtsa arvutuse käigus üksikute LOÜ-de sisalduste osatähtsused lahustis ning saadakse tulemuseks:

- Etanool

$$NMVOC_{etanool} = \frac{92[\%]}{122[\%]} * 100[\%] = 75,4[\%]$$

- Etüülatsetaat

$$NMVOC_{etüülatsetaat} = \frac{15[\%]}{122[\%]} * 100[\%] = 12,3[\%]$$

- 1-Etoksü-2-propanool

$$NMVOC_{1-etoksü-2-propanool} = \frac{10[\%]}{122[\%]} * 100[\%] = 8,2[\%]$$

- Isopropanool

$$NMVOC_{isopropanool} = \frac{5[\%]}{122[\%]} * 100[\%] = 4,1[\%]$$

Leitud sisalduste osatähtsused mahuvad näite alguses esitatud üksikute LOÜ-de sisalduste vahemikesse. Nüüd arvutatakse kasutatud lahusti koguse põhjal ka selles sisalduvate üksikute LOÜ-de massid:

- Etanool

$$m_{etanool} = \frac{75,4[\%]}{100[\%]} * 1[t] = 0,754[t]$$

- Etüülatsetaat

$$m_{etüülatsetaat} = \frac{12,3[\%]}{100[\%]} * 1[t] = 0,123[t]$$

- 1-Etoksü-2-propanool

$$m_{1-etoksü-2-propanool} = \frac{8,2[\%]}{100[\%]} * 1[t] = 0,082[t]$$

- Isopropanool

$$m_{isopropanool} = \frac{4,1[\%]}{100[\%]} * 1[t] = 0,041[t]$$

2) Värvide, lakkide, liimide ja muude segude juures on vaja teada kuivjäägi osatähtsust¹ kasutatud segus (nt 40%), mille abil on võimalik leida LOÜ-de maksimaalset sisaldust segus. Kui segu sisaldab ka vett, siis tuleb see lõpp-tulemusest maha arvestada.

¹ Vaadata kemikaali ohutuskaardi pealt või küsida kemikaali edasimüüjalt või tootjalt.

Summaarse LOÜ sisalduse määramine kemikaalis:

$$NMVOC_{lw} = \frac{(NMVOC - w_w) * \rho_s * 1000}{100\%}$$

kus

- $NMVOC_{lw}$ – LOÜ sisaldus [g/l] segus, ilma veeta;
- $NMVOC$ – LOÜ sisaldus segus, esitatuna massiprotsentides;
- ρ_s – segu tihedus² [g/ml];
- w_w – vee sisaldus, esitatuna massiprotsentides.

LOÜ-de HEITE ARVUTAMINE VÄLJUVATES GAASIDES

Püüdeseadmes kõrvaldatud LOÜ-de koguse ja püüdeseadmest väljuvate puhastatud gaasides sisalduvate LOÜ-de koguste arvutamiseks on kaks meetodit:

1. MÕÕTMISMEETODi abil arvutades leitakse väljuvate gaaside LOÜ-de kontsentratsiooni järgi LOÜ-de heitkogused.
2. EFEKTIIVSUSTEGURI ARVUTAMISE MEETODi abil leitakse ventilatsiooniseadmesse tõmmatud ja saasteainete heitkoguste püüdeseadmes kõrvaldatud LOÜ-de kogused seadmete tõmbe- ja püüdeefektiivsuse järgi.

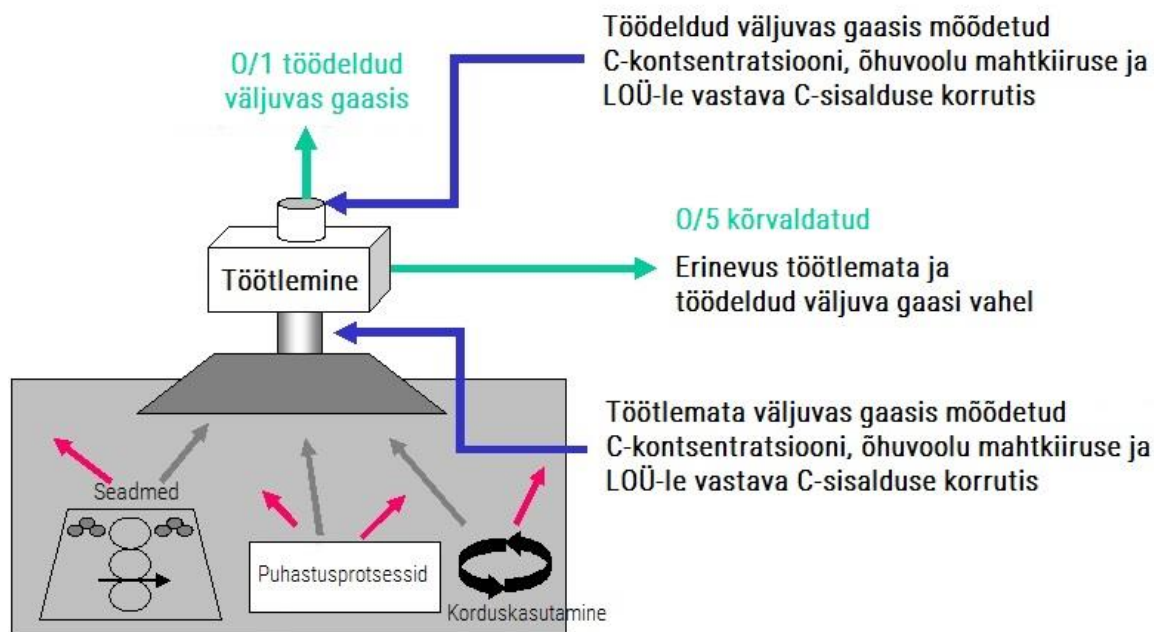
Mõõtmismeetod

Meetod valida heite arvutamiseks juhul, kui on olemas mõõdetud andmed õhuvoolu [m^3/h] ja LOÜ-de kontsentratsiooni [mg/Nm^3] kohta enne ja pärast väljuva gaasi puhastamist.

Bilansi koostamiseks käesoleva meetodi järgi on vaja andmeid:

- LOÜ-de kontsentratsiooni kohta puhastamata väljuvas gaasis (väljuvad gaasid enne püüdeseadmetes töötlemist) ja
- LOÜ-de kontsentratsiooni kohta puhastatud väljuvas gaasis (väljuvad gaasid pärast püüdeseadmetes töötlemist).

² Kui kemikaali ohutuskaardil (MSDS – *Material Safety Data Sheet*) on segu tihedus esitatud vahemikuna, siis kasutada arvutustes aritmeetilist keskmist väärtust.



Joonis 1. LOÜ heite määramine mõõtmismeetodit kasutades (Ökopol 2004)

Mõõtmismeetodit kasutades on LOÜ-de heidet võimalik välja arvutada järgmiste valemite abil:

$$O_1 = v_{maht} * t_a * c_{töödeldud} * k$$

kus

- O_1 – LOÜ-de summaarne kogus puhastatud väljuvas gaasis [mg LOÜ/a];
- v_{maht} – õhuvoolu mahtkiirus [m^3/h];
- t_a – protsessi tööaeg [h/a];
- $c_{töödeldud}$ – süsiniku kontsentratsioon puhastatud väljuvas gaasis standardtingimustel [$mg\ C/Nm^3$];
- k – korrutistegur süsiniku kontsentratsiooni LOÜ-de kontsentratsiooniks [$mg\ LOÜ / mg\ C$] teisendamiseks.

$$O_5 = (v_{maht} * t_a * c_{töötlemata} * k) - O_1$$

kus

- O_5 – püüdeseadmes kõrvaldatud LOÜ-de summaarne kogus [mg LOÜ/a];
- v_{maht} – õhuvoolu mahtkiirus [m^3/h];
- t_a – protsessi tööaeg [h/a];
- $c_{töötlemata}$ – süsiniku kontsentratsioon puhastamata väljuvas gaasis standardtingimustel [$mg\ C/Nm^3$];

- k – korrutistegur süsiniku kontsentratsiooni LOÜ-de kontsentratsiooniks [mg LOÜ / mg C] teisendamiseks;
- O_1 – LOÜ-de summaarne kogus puhastatud väljuvas gaasis [mg LOÜ/a].

O_5 -t ei käsitleta, kui lahusteid regenereeritakse väljuvate gaaside puhastusseadmetes (nt süsiniku adsorptsioon või kondensatsioon), sest nimetatud juhul LOÜ-sid ei kõrvaldata. Regenereeritud lahustid võivad liikuda massibilansi erinevate parameetritena lahusti sisendite või väljundite poolel.

Tööaega registreerib väljuvate gaaside puhastusseade. Kui puhastusseade ei registreeri tööaega, siis võib tööaega ka ise arvutada: keskmine töötundide arv päevas korrutatakse tööpäevadega aastas.

Eelmistes valemities on kasutatud süsinikusisalduse määramiseks lahusti või lahustisegu süsiniku sisalduse pöördväärtust. Enamkasutatavate lahustite korral kasutatakse süsinikusisalduse määramiseks alljärgnevaid pöördväärtusest tulenevaid tegureid:

- Toluene 1,1;
- Etüülatsetaat 1,83;
- Butüülatsetaat 1,6;
- Etanool 1,92;
- Formaldehüüd 2,5;
- 50% etüülatestaadi / 50% etanooli segu 1,87.

Juhul, kui andmed lahusti süsinikusisalduse kohta ei ole teada, võib arvestamisel kasutada järgmisi keskmisi süsinikusisaldusi:

Tabel 1. Keskmised orgaanilise süsiniku sisaldused levinumates lahustite klassides (BREF STS 2007, lk 676)

Lahustigrupp	Keskmine orgaanilise süsiniku sisaldus (massi%)	Lahustite klass
1. grupp	55,0	Alkoholid, glükoolid, glükool, eeterid
2. grupp	65,0	Estrid, eetrid, ketoonid
3. grupp	85,0	Süsivesinikud üldiselt
4. grupp: eriti madala süsinikusisaldusega LOÜ-d	37,5	Metanool
	48,6	Metüülatsetaat

Näide:

LOÜ-de heite arvutamine puhastamata ja puhastatud gaaside näitel. Näidisandmed väljuvates gaasides LOÜ-de järelpõletamise kohta:

- Õhuvoolu mahtkiirus [m^3/h]: 10000
- Protsessi tööaeg [h/a]: 1320
- Süsiniku kontsentratsioon puhastamata väljuvates gaasides standardtingimustel [mg C/Nm^3]: 2150
- Süsiniku kontsentratsioon puhastatud (O_1) väljuvates gaasides standardtingimustel [mg C/Nm^3]: 20

Tabel 2. LOÜ-de heide puhastatud ja puhastamata väljuvate gaaside kontsentratsioonide põhjal (Ökopol 2004)

Tegevus	Tegevuse tulemusena eralduvate LOÜ-de suhteosa (hinnanguline)	LOÜ-d puhastamata gaasis [t/a]	O_1 [t/a]	O_5 [t/a]
Kokku	100%	28,380	0,264	28,116
Puitpinna katmine	75%	-	0,198	21,087
Liimiga katmine	25%	-	0,066	7,029

Tabelis 2 on üks näidiskäitis, kus tegeletakse puitpinna kattekihiga ja liimiga katmisega. Teada on, et lahustite ja lahusteid sisaldavate segude kasutamisel eraldub nendest tegevustest kokku 28,380 tonni LOÜ-sid aastas. Esimesena leitakse LOÜ-de heide puhastatud väljuvates gaasides:

$$\text{O}_1 = 10000[\text{m}^3/\text{h}] * 1320[\text{h/a}] * 20[\text{mg C/Nm}^3] * 1 = 0,264[\text{mg LOÜ/a}] * 10^{-9} = 0,264[\text{t/a}]$$

Järgmisena tuleb leida puhastusseadmes (järelpõletis) kõrvaldatud LOÜ-de summaarne kogus:

$$\text{O}_5 = (10000[\text{m}^3/\text{h}] * 1320[\text{h/a}] * 2150[\text{mg C/Nm}^3] * 10^{-9} * 1) - 0,264[\text{t/a}] = 28,116[\text{t/a}]$$

Kui on teada, et kogu LOÜ-de heitest moodustab puitpinna katmine 75% ja liimiga katmine 25%, siis saab ka lahustite massibilansi jaoks tegevuste kaupa välja arvutada püütud ja välisõhku eraldunud LOÜ-de heitkogused, mis on ära toodud ka tabelis 2.

Efektiivsusmeetod

Väljuvas gaasis sisalduv LOÜ-de summaarne kogus ja (vajadusel) õhukanalis töödeldud LOÜ-de kogus arvutatakse erinevates tegevustes kasutatud lahustite koguste alusel ventilatsioonisüsteemi tõmbeefektiivsuse ja LOÜ-de heitkoguste püüdeseadme püüdeefektiivsuse kaudu.

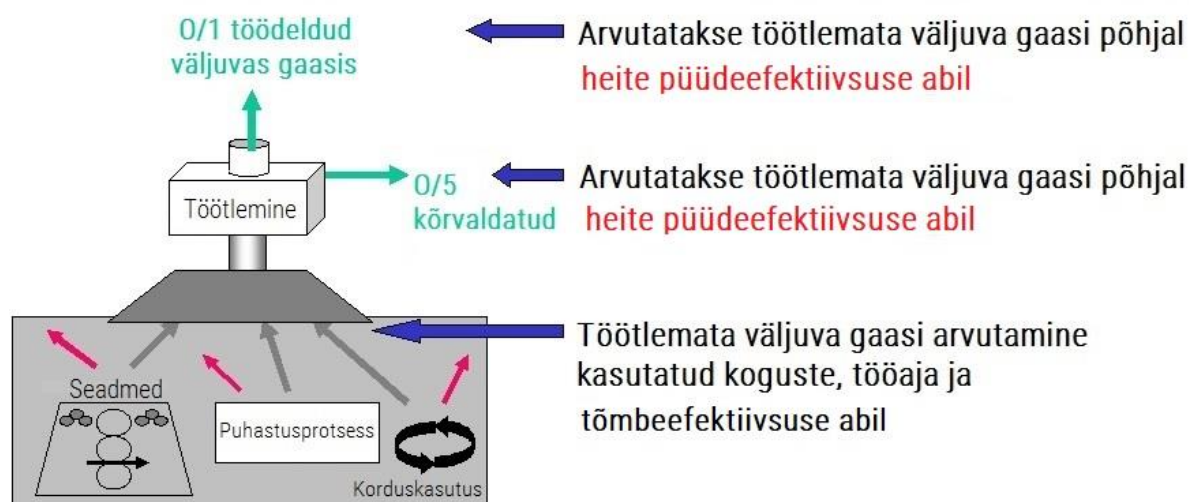
Heite tõmbeefektiivsus sõltub ventilatsiooni tüübist ja protsessi toimumise tingimustest (avatud või kinnised süsteemid). Heite tõmbeefektiivsuse määramiseks arvestatakse töötlemiseks õhukanalitesse tõmmatud LOÜ-de heite osatähtsus protsessi käigus tekkinud LOÜ-de heitest.

Õhukanalitesse tõmmatud LOÜ-de heite 100%-list tõmbeefektiivsust tuleb vähendada LOÜ-de summaarse sisendi regenereeritud osa ja kogutud jäätmetes sisalduva suhteosa arvelt. Reeglina on ventilatsioonide tõmbeefektiivsused ülehinnatud.

Ventilatsioonisüsteemi seadmete osas tuleks esitada järgmised küsimused:

- Kas tegevus viiakse läbi kontrollitud tingimustes?
- Kui lähedal on ventilatsioonisüsteemi õhukanal heitkoguseid õhku paiskavale allikale?
- Kui tugev on ventilatsioonisüsteemi tõmme? Kas lahustite lõhna on tunda?
- Mis juhtub LOÜ-dega väljuvate gaaside püüdeseadmete ja teiste seadmete käivitamisel ja seiskamisel? Kas protsess peatub?

Kinniste süsteemide puhul on seadme tõmbeefektiivsus tavaliselt 70% ja 90% vahel, lakiga katmisel avatud regulaarselt ventileeritavas pihustamiskambris on tõmbeefektiivsus vahemikus 10%...40%. Andmed LOÜ-de püüdeefektiivsuse kohta püüdeseadmes on reeglina kättesaadavad seadme tehnilises dokumentatsioonis.



Joonis 7. LOÜ-de heite määramine efektiivsusmeetodit kasutades (Ökopol 2004)

Efektiivsusmeetodit kasutades on LOÜ-de heidet võimalik välja arvutada järgmiste valemite abil:

$$O_5 = m_{lahusti} * e_t * e_k$$

kus

- O_5 – püüdeseadmes kõrvaldatud LOÜ-de summaarne kogus [t LOÜ/a];
- $m_{lahusti}$ – protsessi käigus lendunud lahusti kogus [t/a];
- e_t – ventilatsiooni LOÜ-de heite tõmbeefektiivsus [%];
- e_k – püüdeseadme efektiivsus vähendada väljuvas gaasis LOÜ-de sisaldust [%].

$$O_1 = m_{lahusti} * e_t * (100 - e_k)$$

kus

- O_1 – LOÜ-de summaarne kogus puhastatud väljuvas gaasis [t LOÜ/a];
- $m_{lahusti}$ – protsessi käigus lendunud lahusti kogus [t/a];
- e_t – ventilatsiooni LOÜ-de heite tõmbeefektiivsus [%];
- e_k – püüdeseadme efektiivsus vähendada väljuvas gaasis LOÜ-de sisaldust [%].

O_1 ja O_5 kogused tuleb ka antud juhul ära jagada ja omistada väljuvate gaaside puhastamise ja eraldamisega seotud tegevustele. Reeglina ei ole erinevate tegevuste õhuvoolumid lihtne eristada. Seega tuleks kindlaks määrata, kui suur osa väljuvate gaaside puhastusseadmetesse sisenevatest LOÜ-dest iga asjakohase tegevusega seondub. Saadud suhteosad kasutatakse O_1 ja O_5 koguste omistamiseks vastavatele tegevustele.

Näide:

Tabel 3. LOÜ-de summaarse heite arvutamine tõmbe- ja puhastuse efektiivsusel põhineval meetodil (Ökopol 2004)

Tegevus	Protsessi käigus lendunud lahusti kogus [t/a]	Ventilatsiooni tõmbeefektiivsus [%]	LOÜ-de kogus puhastamata väljuvas gaasis [t/a]	LOÜ-de püüdeseadme efektiivsus [%]	O_5 [t/a]	O_1 [t/a]
Puitpinna katmine	35,000	60	21,000	85	16,800	4,200
Liimiga katmine	7,500	98	7,350		5,880	1,470
Kokku	42,500	-	28,350	-	22,680	5,670

Tabelis 3 on üks näidiskäitis, kus tegeletakse puitpinna kattekihiga ja liimiga katmisega. Teada on tegevuste kaupa lahustite ja lahusteid sisaldavate segude kasutamisel eralduvad LOÜ-de heitkogused aastas: puitpindade kattekihiga katmisel 35,0 tonni ja liimiga katmisel 7,5 tonni. Samuti on teada mõlema tegevuse juures nende ventilatsioonide LOÜ-de tõmbeefektiivsused, mis on vastavalt 60% ja 98%. Esimesena leitakse LOÜ-de kinni püütud kogused puhastusseadmes tegevuste kaupa:

Puitpinna katmine:

$$O_5 = 35,000[t/a] * 0,60 * 0,85 = 17,850[t/a]$$

Liimiga katmine:

$$O_5 = 7,500[t/a] * 0,98 * 0,85 = 6,248[t/a]$$

Järgmisena leitakse LOÜ-de summaarne heide puhastatud väljuvates gaasides tegevusalade kaupa:

Puitpinna katmine:

$$O_1 = 35,000[t/a] * 0,60 * (1,00 - 0,85) = 3,150[t/a]$$

Liimiga katmine:

$$O_1 = 7,500[t/a] * 0,98 * (1,00 - 0,85) = 1,103[t/a]$$

Selle näite korral on võimalik suhteliselt lihtsalt arvutada välja kontrollimatu heite osakaal, kui arvutada välja LOÜ-de heide, mis ei jõudnud heite välisõhku juhtimiseks mõeldud ventilatsioonisüsteemi (tähistatud tähega „ L_{mass} “):

Puitpinna katmine:

$$L_{mass} = m_{lahusti} * (100 - e_i) = 35,000[t/a] * (1,00 - 0,60) = 14,000[t/a]$$

Liimiga katmine:

$$L_{mass} = m_{lahusti} * (100 - e_i) = 7,500[t/a] * (1,00 - 0,98) = 0,150[t/a]$$

Kui leitud LOÜ-de hajusheide jagada kummagi tegevusalas kasutatud lahustite (s.h segudes sisalduv lahusti kogus) sisendiga ja korrutada 100-ga, siis saadakse kontrollimatu heite väärtus, % lahustite sisendist, mida on võimalik võrrelda eraldi kummalegi tegevusele kehtestatud kontrollimatu heite piirväärtustega.

Meetodite võrdlus

O_1 ja O_5 arvutustulemuste võrdlemine näitab, et kumbki meetod ei pruugi olla väga täpne. Kui ventilatsiooniseadme tõmbeefektiivsust ja püüdeseadme püüdeefektiivsust või väljuvate gaaside LOÜ-de kontsentratsiooni korrutatakse väga suurte numbritega (tegevuse käigus tekkinud LOÜ-de heide, õhuvoolu mahtkiirus ja protsessi tööaeg), siis seal põhjustab isegi väikeste muudatuste tegemine või algandmetes eksimine suuri kõikumisi lõpptulemustes.

ORGAANILISE SÜSINIKU KONTSESTRATSIOONI ARVUTAMINE VÄLJUVAS GAASIS

Keskkonnaministri 21.06.2013. a määrusega nr 44 on kehtestatud väljuvatele gaasidele LOÜ-de kontsentratsiooni piirväärtus, arvutatuna orgaanilise süsiniku kontsentratsiooniks. Selle jaoks on vajalik teada kõikides orgaanilisi lahusteid sisaldavates kemikaalides sisalduvaid üksikuid LOÜ-sid. Ainult sel viisil on võimalik suhteliselt täpselt välja arvutada orgaanilise süsiniku hulka väljuvates gaasides. Erandjuhul, kui üksikuid LOÜ-sid ei ole võimalik kemikaalis määratleda või on teada ainult LOÜ-de grupp, mida kemikaal sisaldab, siis võib kasutada keskmist süsiniku sisalduse koefitsienti 1,7 (mis on 58,8% C), või kasutada süsiniku sisaldusi Tabelist 1 (lk 10).

Valem protsessist eralduva tööajapõhise LOÜ aasta keskmise hetkelise heitkoguse³ arvutamiseks on järgmine:

$$M = \frac{m_{lahusti} * 1000000}{t_a * 3600}$$

kus

- M – protsessi tööajapõhine LOÜ aasta keskmine hetkeline heitkogus [g/s];
- $m_{lahusti}$ – protsessi käigus lendunud LOÜ kogus aastas [t/a];
- t_a – protsessi tööaeg aastas⁴ [h/a].

Valem orgaanilise süsiniku kontsentratsiooni arvutamiseks väljuvates gaasides on järgmine:

$$c_C = \left(\frac{M}{v_{maht^N}} \right) * \left(\frac{C_{sisaldus}}{100} \right) * 1000$$

kus

- c_C – orgaanilise süsiniku kontsentratsioon väljuvates gaasides standardtingimustel [mg C/Nm³];
- M – protsessi tööajapõhine LOÜ aasta keskmine hetkeline heitkogus [g/s];
- v_{maht^N} – ventilatsiooniseadme mahtkiirus standardtingimustel [Nm³/s];
- $C_{sisaldus}$ – orgaanilise süsiniku sisaldus LOÜ-s [massi%].

³ **NB!** Protsessist eralduva tööajapõhist LOÜ aasta keskmist hetkelist heitkogust kasutatakse nii LHK projekti kui aruandluse koostamisel ainult orgaanilise süsiniku kontsentratsiooni arvutamiseks ning heite piirväärtusega võrdlemiseks. LOÜ maksimaalset hetkelist heitkogust, kus hetkeline heitkogus arvutatakse heite kõige intensiivsemal eraldumisel protsessist, nn halvimal võimalikul juhul, kasutatakse saasteainete hajumisarvutustes.

⁴ Tööaja all mõeldakse antud juhul mitte kogu käitise aastast tööaega, vaid perioodi, mille jooksul toimub ühes heiteallikas LOÜ-de eraldumine lahusteid sisaldavate kemikaalide kasutamise protsessis, k.a kattekihiga katmise tegevuses kattekihi kuivamisele kulunud aeg, v.a juhul, kui kuivatusprotsessile on kehtestatud eraldi heite piirväärtus ning kattekihiga katmisel ja kattekihi kuivatamisel eralduvaid LOÜ-de heitkoguseid on võimalik eristada.

Ventilatsiooni mahtkiirus arvutatakse ümber standardtingimustesse järgmise valemi abil:

$$V_{maht^N} = \frac{273,15}{(273,15 + T)} * V_{maht}$$

kus

- V_{maht^N} – ventilatsiooniseadme mahtkiirus standardtingimustel [Nm^3/s];
- T – väljuvate gaaside temperatuur [$^{\circ}C$];
- 273,15 – temperatuur standardtingimustel Kelvinites rõhul 101,3 kPa;
- V_{maht} – ventilatsiooniseadme mahtkiirus [m^3/s].

Näide:

Etanool on keemilise valemiga CH_3CH_2OH ja tuleb leida orgaanilise süsiniku osa etanooli molekulis. Selle jaoks tuleb arvutada esmalt etanooli molekulmass:

C aatommass on 12, H aatommass on 1 ja O aatommass on 16.

$$M(CH_3CH_2OH) = 2 * 12 + 6 * 1 + 1 * 16 = 46[g/mol]$$

Orgaanilise süsiniku sisaldus saadakse, kui jagada süsiniku molekulmass etanooli molekulis etanooli molekulmassiga:

$$C_{sisaldus} = (2 * 12) / 46[g/mol] \approx 0,5217 * 100[\%] = 52,17[\%]$$

Teades etanooli hetkelist heitkogust (nt 0,986 g/s), ventilatsiooniseadme mahtkiirust (nt 3 m^3/s ehk 10600 m^3/h), väljuvate gaaside temperatuuri (nt 20 $^{\circ}C$), on võimalik leida süsiniku kontsentratsioon väljuvates gaasides eeldusel, et ei ole kasutatud ühtegi saastevähendusseadet ning etanooli hetkelise heitkoguse suurus on selline ventilatsiooniseadme väljuva gaasi käigus ehk maha on arvestatud hajusheite osakaal:

$$V_{maht^N} = (273,15[K] / (273,15[K] + 20[^{\circ}C])) * 3[m^3/s] \approx 2,80[Nm^3/s]$$

$$c_C = (0,986[g/s] / 2,80[Nm^3/s]) * (52,17[\%] / 100[\%]) * 1000 \approx 183,71[mg C/Nm^3]$$

Leitud tulemusest on näha, et esitatud parameetrite korral on etanooli orgaanilise süsiniku kontsentratsioon väljuvates gaasides väga kõrge. Keskkonnaministri määruse nr 44 järgi on väljuvatele gaasidele kehtestatud heitepiirväärtus enamasti 100 $mg C/Nm^3$, erandjuhtudel ka 150 $mg C/Nm^3$. See aga tähendaks, et käitis peaks rakendama meetmeid LOÜ-de heitkoguste vähendamiseks väljuvates gaasides. Kuigi väljuva gaasi mahtu võib gaasi jahutamise või lahjendamise otstarbel suurendada, kui see on tehniliselt õigustatud, siis ikkagi ei tohi seda arvesse

võtta väljuvas gaasis sisalduva saasteaine massikontsentratsiooni määramisel⁵. Nendel juhtudel ei ole tegemist LOÜ-de heitkoguste vähendamisega. LOÜ-de heitkoguste vähendamine tähendab konkreetsete meetmete rakendamist puhastusseadmete rakendamise näol või kasutatavates segudes sisalduvate lahustite koguste vähendamist.

⁵ Keskkonnaministri 21.06.2013. a määruse nr 44 § 7 lõige 3.

KASUTATUD KIRJANDUS

1. European Commission, „Reference Document on Best Available Techniques on Surface Treatment using Organic Solvents“, August 2007
2. Ökopol – Institut für Ökologie und Politik GmbH, „EBAL programmi kasutusjuhend. Lahustite kasutuskava koostamine vastavalt direktiivile 1999/13/EÜ“, Hamburg, 2004
3. Keskkonnaagentuur, „Orgaanilisi lahusteid kasutavad käitised. Tööstusheite seaduse 5. peatüki mõistes“, Versioon 1.7, Tallinn, 2019