



# Õhuheite arvutamise metoodika: asfaltbetooni tootmine

## Sisukord

Sisukord .....	2
Sissejuhatus .....	3
1 Asfaltbetooni tootmisel heidet põhjustavad protsessid .....	4
1.1 Puistematerjalide laod ja laadimine.....	4
1.2 Puistematerjali silod.....	5
1.3 Bituumeni mahutite laadimine ja hoiustamine .....	6
1.4 Asfaldisegisti.....	6
1.5 Asfaltbetooni laadimine .....	7
1.5.1 Laadimine silosse.....	7
1.5.2 Laadimine veokitele.....	9
1.6 Muud heiteallikad .....	10
Kasutatud allikad .....	11

## Sissejuhatus

Keskonnaamet on projekti „Keskonnaluba 3.0“ raames alustanud alamprojektiga, mille eesmärk on arendada KOTKASE süsteemis saasteainete heidete arvutamiseks lisamoduleid, et keskkonnalubade taotlemine muuta mugavamaks, kiiremaks ning kvaliteetsemaks. Selleks kaardistati valdkonnad, mille osakaal keskkonnalubade eriosa „õhk“ osas on piisavalt suur ning millele saaks luua arvutusmooduli, mida veel KOTKASEs ei ole.

Käesolev analüüs on koostatud LEMMA OÜ konsultantide poolt lähtudes Keskonnaameti tellimuskirjast 02.05.2022 nr 15-2/22/8574. Töö vastutavaks koostajaks on Piret Toonpere. Töö koostamises osalesid Andrus Veskioja, Ain Tõnts ja Anna Setskaja.

Tellimuskirja alusel on käesoleva töö eesmärgiks koostada analüüs asfaltbetooni tootmisest tuleneva õhuheite arvutamise metoodika kohta.

Analüüsi eelduseks on, et kõik sisendandmed on arvutuslikud või leitavad dokumentatsioonist, st käitises ei ole mõõdetud ühtegi parameetrit. Saasteainete osas lähtuda keskkonnaministri 14.12.2016. a määruses nr 67 „Tegevuse künnisvõimsused ja saasteainete heidete künniskogused, millest alates on käitise tegevuse jaoks nõutav õhusaasteluba“ ja 27.12.2016. a määruses nr 75 „Õhukvaliteedi piir ja sihtväärtused, õhukvaliteedi muud piirnormid ning õhukvaliteedi hindamispiirid<sup>1</sup>“ toodud saasteainetest, seda ennekõike peenosakeste osas. See tähendab, et vajalik on kajastada vähemalt  $PM_{sum}$  ja  $PM_{10}$  heide ning juhul kui  $PM_{2,5}$  heidet ei kajastata, tuleb seda põhjendada. Analüüs peab sisaldama:

1. Tüüpiliste protsesside tehnoloogiline kirjeldus koos kirjeldusega, kus/millal võib esineda heide välisõhku (missugused saasteained, missugused heiteallikad);
2. Valemid koos selgitusega igast nimetatud protsessist/heiteallikast lenduvate saasteainete aastase (t/a) ning maksimaalse hetkelise (g/s) heitkoguse arvutamiseks (vastavalt AÕKSi definitsioonidele);
3. Saasteainete eriheidete kirjeldatud protsessidele, kui see on asjakohane;
4. Valdkonnas kasutatavad võimalikud püüdeseadmed, nende mõju eriheidetele ning asjakohased valemid;
5. Kasutatud mõistete selgitus, kui vajalik.

# 1 Asfaltbetooni tootmisel heidet põhjustavad protsessid

## 1.1 Puistematerjalide laod ja laadimine

Asfaltbetooni tootmisel kasutatakse erinevat kivimaterjali (killustik, liiv, sõelmed). Materjali tuuakse käitistesse üldjuhul veokitega, hoiustatakse lahtiselt kuhjas või punkrites. Kuhjas hoiustamisel on vajalik tootmiseks materjali laadimine kopplaadurite abil etteandepunkritesse. Iga materjali laadimiskorraga kaasneb tahkete osakeste heide välisõhku. Kivimaterjali laadimisel tekkiva heite arvutamiseks on Eestis enamlevinud kasutada USA meetodikat *AP, Fifth Edition Compilation of Air Pollutant Emission Factors, Volume I: Stationary Point and Area Sources. 13.2.4 Aggregate Handling and Storage Piles*. Sama meetodika on laialt kasutatav karjäärade keskkonnalubade taotlustes.

$$E = k(0.0016) \cdot \frac{\left(\frac{U}{2.2}\right)^{1.3}}{\left(\frac{M}{2}\right)^{1.4}}, \text{ kus}$$

$E$  – eriheide, kg/t (kg saasteainet materjali ühe tonni kukkumisel);

$k$  – tahkete osakeste aerodünaamilisest läbimõõdust sõltuv konstant;

$U$  – keskmine tuule kiirus, m/s;

$M$  – materjali niiskussisaldus, %.

Tuginedes Riigi Ilmateenistuse kliimaandmetele, siis on Eesti aastane keskmine tuule kiirus ( $U$ ) 3,5 m/s.

Meetodika eeldab, et materjali niiskussisaldus jääb vahemikku 0.25% – 4.8%. Kui tegu on suurema niiskussisaldusega materjaliga, siis võib eeldada, et meetodika annab mõnevõrra ülehinnatud tulemuse (suurema heitkoguse). Niiskem materjal on tavapäraselt väiksema lenduvusega. Asfaltbetooni tootmisel kasutatavad puistematerjalid ei ole eelnevalt kuivatust läbinud ning seega oleks asjakohane kasutada meetodika kohast niiskussisalduse ülemist piiri ehk 4.8%.

Parameeter  $k$  sõltub arvutatava saasteaine osakeste aerodünaamilisest läbimõõdust ja on esitatud järgnevas tabelis.

**Tabel 1. Tahkete osakeste aerodünaamilisest läbimõõdust sõltuvad konstandid**

Tahkete osakeste aerodünaamiline läbimõõt	PM <sub>sum</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>
Konstant $k$	0.74	0.35	0.053

Eelnevatele parameetritele vastavad eriheited on esitatud järgnevas tabelis.

**Tabel 2. Puistematerjali laadimise eriheited.**

U	3.5	m/s
M	4.8	%
<b>Eriheide</b>		
PM <sub>sum</sub>	0.00064	kg/tonni laetava puistematerjali kohta
PM <sub>10</sub>	0.00030	kg/tonni laetava puistematerjali kohta
PM <sub>2.5</sub>	0.00005	kg/tonni laetava puistematerjali kohta

**Tabel 3. Arvutusnäide puistematerjali laadimise heite arvutamiseks.**

Tähis	Näitaja	Kogus	Ühik
A	Puistematerjali laetav kogus	10 000	t
B	Tööaeg (laadimisele realselt kuluv aeg)	100	h
C	PM <sub>sum</sub> eriheide	0.00064	kg/t
D=A*C/1000	PM <sub>sum</sub> heitkogus	0.006	t/a
E=(A*C/1000)/(B*3600)*10 <sup>6</sup>	PM <sub>sum</sub> heitkogus	0.018	g/s

**Oluline on, et heide tekib igal laadimiskorral. Seega, kui materjali laetakse tootmise käigus näiteks kaks korda (kohale toomisel ja etteande punkrisse laadimisel), siis tuleb arvutada heide mõlemal laadimiskorral (korrutada laetava materjali kogus laadimiskordadega).**

Juhul kui tootmises on kasutusel puistematerjalide transpordiks konveiersüsteemid, siis nende kasutamisel materjali kukkumisest tingitud heite arvutamiseks on asjakohane kasutada Tabel 4 eriheiteid. Heite arvutamine toimub samal viisil Tabel 3 kirjeldatule. Jällegi on oluline, et kui konveierilt kukkumine toimub korduvalt, siis igal kukkumisel eraldub osakesi ning mitmekordse kukkumise korral tuleb materjali kogus korrutada kukkumiste arvuga.

**Tabel 4. Eriheited puistematerjalide laadimisel konveiersüsteemidel.**

Saasteaine	Eriheide	Ühik
PM <sub>sum</sub> – kontrollimatu	0.0015	kg tonni laetava puistematerjali kohta
PM <sub>sum</sub> – kontrollitud	0.00007	kg tonni laetava puistematerjali kohta
PM <sub>10</sub> – kontrollimatu	0.00055	kg tonni laetava puistematerjali kohta
PM <sub>10</sub> – kontrollitud	0.000023	kg tonni laetava puistematerjali kohta
PM <sub>2.5</sub> – kontrollimatu	-	kg tonni laetava puistematerjali kohta
PM <sub>2.5</sub> – kontrollitud	0.0000065	kg tonni laetava puistematerjali kohta

Metoodika kohaselt on tegu kontrollitud heitega kui materjali niiskussisaldus on üle 1.5%. Kontrollimatu heitega on tegu juhul, kui materjali niiskussisaldus on alla 1.5%.

## 1.2 Puistematerjali silod

Asfaltbetooni tootmisüksustes on sageli kasutusel nn filleri (täitematerjali kõige peenem fraktsioon) hoiustamiseks silod. Silodest eralduvad osakesed läbi silo filtri silo täitmise ajal. Täitmine toimub tavaliselt pneumaatiliselt ehk suruõhu abil. Heitkogused on võimalik arvutada teades filtri garanteeritava väljuva osakeste kontsentratsiooni, mille andmed on tavapäraselt esitatud filtri tehnilistes dokumentides. Kaasaegsete filtrite garanteerivad väljuvate osakeste kontsentratsioonid jäävad üldjuhul vahemikku 5-20 mg/m<sup>3</sup>. Kuna filtrid on üldiselt väga efektiivsed osakeste suuremate fraktsioonide püüdmisel, siis filtrit läbivad osakesed on valdavalt PM<sub>10</sub> või väiksema fraktsiooniga.

**Tabel 5. Heite arvutamine väljuva tolmu kontsentratsiooni alusel.**

Tähis	Näitaja	Kogus	Ühik
A	Garanteeritud väljuva tolmu kontsentratsioon	20	mg/m <sup>3</sup>
B	Silo täitmise mahtkiirus	700	m <sup>3</sup> /h

C	Süsteemi tööaeg <sup>1</sup>	100	h
A*B*C/10 <sup>9</sup>	PM <sub>sum</sub>	0.001	t/a
A*B/3600/1000	PM <sub>sum</sub>	0.004	g/s

Juhul kui väljuva tolmu kontsentratsiooni osas on antud ainult PM<sub>sum</sub> (TSP, total dust, dust content) kontsentratsioon ja puudub teave eri osakeste fraktsioonide (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>) kontsentratsioonide osas, siis konservatiivselt võib eeldada, et PM<sub>sum</sub>=PM<sub>10</sub>=PM<sub>2.5</sub>

### 1.3 Bituumeni mahutite laadimine ja hoiustamine

Bituumeni mahutite laadimisel ja hoiustamisel on asjakohane kasutada lenduvate orgaaniliste ühendite (LOÜ-de) heitkoguste arvutamiseks keskkonnaministri 01.06.2020 määrusega nr 31 „Naftasaaduste ja põlevkiviõli laadimisel ning hoiustamisel välisõhku väljutavate saasteainete heitkoguste määramise meetodid“ kehtestatud meetodikat (määrus 31). Tegu on määrusega kinnitatud meetodikaga, mida siinkohal täiendavalt ei kirjeldata. Bituumeni hoiustamisel on asjakohane kasutada määruse 31 § 3 esitatud arvutuskäiku ja bituumeni laadimisel mahutisse määruse 31 § 4 esitatud arvutuskäiku. Bituumeni laadimisele tsisternautodele kohaldub määruse 31 § 5 arvutusvalemid.

Kuna määruse 31 lisas 1 ei ole esitatud bituumeni aurude molekulmassi ja küllastunud aurude rõhu andmeid, siis on antud ülevaade nende andmete leidmisest.

Keskmine aurude molekulmass bituumeni puhul 105 kg/kmol kohta<sup>2</sup>.

Asfaltbetooni tootmisel tehtud uuringutulemuste põhjal on välja töötatud valem eri temperatuuridel bituumeni küllastunud aururõhu arvutamiseks<sup>3</sup>:

$$\log P_s \text{ (mmHg)} = A \cdot \log T(^{\circ}F^3) + B,$$

Ps - naftasaaduse küllastunud aurude rõhk vastaval temperatuuril (mmHg)

A – konstant = 7.8871

B – konstant = -19.06

T – temperatuur (Fahrenheitides)

1°C = (F-32)\*5/9

1 Pa = 0.0075 mmHg

Temperatuuri 145 °C = 293F juures saame tulemuseks, et bituumeni küllastunud aururõhk on: P = 1.889 mmHg = 252 Pa = 0.252 kPa.

### 1.4 Asfaldisegisti

Asfaldisegistid kasutavad puistematerjalide kuivatamiseks põleteid, mis võivad töötada erinevatel kütustel (maagaas, diilikütus, põlevkiviõli). Eestis on valdavalt kasutusel põlevkiviõli. Tekkivad heitgaasid juhitakse tavaliselt läbi filtersüsteemide korstna kaudu keskkonda. Puhastusseadmetes eraldatud mineraalne tuhk suunatakse tootmisprotsessi. Soojust kasutatakse asfaltbetooni tooraine kuivatamiseks ja kuiva tooraine (liiv, pae- või graniitkillustik) kuumutamiseks. Seadmetes kasutatakse gaasilisi põlemissaadusi otseseks kuumutamiseks, mis tähendab, et lisaks

<sup>1</sup> Võimalik arvutada teades puistematerjali kogust tonnides ja laadimise kiirust t/h: aastane materjali kogus/laadimise kiirus = tööaeg

<sup>2</sup> AP 42, Fifth Edition, Volume I Chapter 11: Mineral Products Industry peatüki 11.1. Hot Mix Asphalt Plants.

<sup>3</sup> Trumbor, D. C. 1999. Estimates of Air Emissions from Asphalt Storage Tanks and Truck Loading“ Environmental Progress (Vol.18, No.4). [http://roofingca.owenscorning.com/docs/trumbull/estimates\\_air.pdf](http://roofingca.owenscorning.com/docs/trumbull/estimates_air.pdf)

tavapärasele kütuse põlemisele toimub teataval määral ka toorainete kuumuse toime lagunemine. Seega ei ole korrektne tavapärase põletusseadmete arvutusmetoodika kasutamine heite arvutamiseks.

Eestis on valdavalt kasutusel sarnased asfaltbetooni tootmiseseadmed ning mitmetes on läbi viidud otseseid mõõtmisi. Sellest lähtuvalt on soovitatavate eriheidete leidmiseks kasutatud otsese mõõtmiste tulemusi. Mõõteprotokollides esitatud kontsentratsioonide ning mõõtmiste ajal toimunud tootmise info<sup>4</sup> alusel on leitud eriheide kg tonni toodetava asfaltbetooni kohta. Kasutati viite erinevat mõõtmist, mis on teostatud eri mõõtelaborite poolt erinevates asfaltbetoonitehastes.

**Tabel 6. Mõõtmiste alusel eriheite leidmine.**

Saasteained	Mõõtmine 1 <sup>5</sup>	Mõõtmine 2 <sup>6</sup>	Mõõtmine 3 <sup>7</sup>	Mõõtmine 4 <sup>8</sup>	Mõõtmine 5 <sup>9</sup>	Mõõtmiste keskmine	Mõõtmiste max
<b>Eriheide kg toodetava asfaltbetooni tonni kohta</b>							
CO	0.2744	0.4008	0.0569	0.0603	0.1288	<b>0.1843</b>	<b>0.4008</b>
NO <sub>x</sub>	0.0132	0.0113	0.0176	0.0548	0.0163	<b>0.0226</b>	<b>0.0548</b>
SO <sub>2</sub>	0.0001	0.0340	0.0160	0.0048	0.0256	<b>0.0161</b>	<b>0.0340</b>
NMVOOC	0.0001	0.0539	0.0062	0.0004	0.0038	<b>0.0129</b>	<b>0.0539</b>
PM <sub>sum</sub>	0.0032	0.0067	0.0032	0.0188	0.0229	<b>0.0110</b>	<b>0.0229</b>
PM <sub>10</sub>	0.0031		0.0018	0.0141	0.0148	<b>0.0084</b>	<b>0.0148</b>
PM <sub>2.5</sub>	0.0014		0.0011	0.0102	0.0097	<b>0.0056</b>	<b>0.0102</b>

Eriheite alusel on võimalik leida saasteainete heitkogus teades toodetava materjali kogust aastas. Saasteainete aastase heitkoguse leidmiseks soovib käesoleva töö koostaja kasutada mõõtmiste keskmist tulemust ja hetkelise heitkoguse leidmiseks mõõtmiste maksimaalset ülemust. Juhul kui on olemas käitisepõhised mõõtetulemused on asjakohane kasutada nende tulemusi.

Põlemisel tekib alati ka süsinikdioksiid. Süsinikdioksiidi heitkoguse leidmiseks on asjakohane kasutada keskkonnaministri 27.12.2016 määrusega nr 86 „Välisõhku väljutatava süsinikdioksiidi heite arvutusliku määramise meetodid“ kinnitatud metoodikat.

## 1.5 Asfaltbetooni laadimine

### 1.5.1 Laadimine silosse

Valmis asfaltbetoon laetakse silosse (juhul kui toimub otse veokisse laadimine, siis käesoleva osa heiteid pole asjakohane arvestada). Asfaltbetooni laadimisel eralduvad lenduvad orgaanilised ühendid jt saasteained. Heidet on võimalik arvutada kasutades USA metoodikat *AP, Fifth Edition*

<sup>4</sup> Kui mõõtmisprotokollis puudus info mõõtmiste ajal toimunud tootmise võimsuse kohta, siis kasutati eriheite leidmiseks asfaldisegistri projektikohast võimsust.

<sup>5</sup> TalTech Energiatehnoloogia instituut. Verston Ehitus OÜ asfaltseguri BENNINGHOVEN MBA160 õhuheitmete mõõtmised Vao karjääris 02.10.2018

<sup>6</sup> Eesti Energia AS Keskkonnateenistus Ökoloogilabor. Heitmete mõõtmiste protokoll 2021. AS TREF Ahtme, Ahtme mnt 86, 26.07.2021.

<sup>7</sup> Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ. 2019. Saaste- ja lõhnaainete mõõtmine Altos Teed OÜ heiteallikatest.

<sup>8</sup> TalTech Energiatehnoloogia instituut. KMG OÜ Asfaltseguri Amomatic 210 õhuheitmete mõõtmine Sillamäe sadamas 18.10.2021

<sup>9</sup> TalTech Energiatehnoloogia instituut. YIT Eesti AS asfaltseguri AMOMATIC 210 õhuheitmete mõõtmised Sillamäel 02.10.2019

Compilation of Air Pollutant Emission Factors, Volume I: Chapter 11: Mineral Products Industry  
11.1. Hot Mix Asphalt Plants

Metoodika kohaselt saab orgaanilise süsiniku üldsisalduse (TOC) eriheite asfaltbetooni laadimisel silosse arvutada järgmise valemiga:

$$E_{\text{TOC}} = 0.0504(-V)e^{((0.0251)(T + 460) - 20.43)}$$

E – eriheite naela tonni laetava asfaltbetooni kohta

V – asfaltbetooni lenduvus. Kui pole täpset lenduvust teada, siis peab kasutama vaikumisi väärtust -0.5.

T – asfaltbetoonisegu temperatuur F. Kui on teada konkreetne temperatuur, siis peab kasutama seda, kui mitte, siis kasutatakse vaikumisi temperatuurina 325 F.

$$E_{\text{TOC}} = 0.0504 * 0.5 * e^{((0.0251)*(325+460) - 20.43)} = 0.012 \text{ naela/t} = \mathbf{0.0056 \text{ kg/t}}$$

Metoodika alusel moodustab NMVOC heide 100% TOC heitest, seega NMCOV eriheide on:

$$E_{\text{NMVOC}} = 0.0056 * 1 = \mathbf{0.0056 \text{ kg/t}}$$

Metoodika alusel moodustab aromaatsete süsivesinike (BTEX – benseen, ksüleen, etüülbenseen, toluen) heide 0.389% TOC heitest, seega BTEX eriheide on:

$$E_{\text{BTEX}} = 0.0056 * 0.00389 = \mathbf{0.00002 \text{ kg/t}}$$

Metoodika kohaselt leitakse PM<sub>sum</sub> heide järgmise valemiga:

$$E_{\text{PM}} = 0.000332 + 0.00105(-V)e^{((0.0251)(T + 460) - 20.43)}$$

$$E_{\text{PM}} = 0.000332 + 0.00105 * 0.5 * e^{((0.0251)*(325+460) - 20.43)} = 0.00059 \text{ nael/t} = \mathbf{0.000267 \text{ kg/t}}$$

**Osakeste heite puhul on metoodikas eraldi välja toodud, et osakeste heite puhul on domineerivaks PM<sub>2.5</sub> heide, sest osakeste heite moodustavad kondenseeruvad aurud. Arvestades eelnevat, siis on asfaltbetooni laadimisel asjakohane kasutada lähenemist PM<sub>sum</sub>=PM<sub>10</sub>=PM<sub>2.5</sub>.**

Metoodika kohaselt leitakse CO heide järgmise valemiga:

$$E_{\text{CO}} = 0.00488 (-V)e^{((0.0251)(T + 460) - 20.43)}$$

$$E_{\text{CO}} = 0.00488 * 0.5 * e^{((0.0251)*(325+460) - 20.43)} = 0.001192 \text{ nael/t} = \mathbf{0.00054 \text{ kg/t}}$$

**Tabel 7. Asfaltbetooni silosse laadimisel tekkivate saasteainete eriheited.**

Saasteaine	Eriheide	Ühik
NMVOC	0.00558	kg laetava asfaltbetooni tonni kohta
BTEX	0.00002	kg laetava asfaltbetooni tonni kohta
PM <sub>2.5</sub>	0.00027	kg laetava asfaltbetooni tonni kohta
CO	0.00054	kg laetava asfaltbetooni tonni kohta

**Tabel 8. Arvutusnäide asfaltbetooni silosse laadimise heite arvutamiseks.**

Tähis	Näitaja	Kogus	Ühik
A	Asfaltbetooni laetav kogus	10 000	t
B	Tööaeg (laadimisele realselt kuluv aeg)	100	h
C	NMVOC eriheide	0.00558	kg/t

$D=A*C/1000$	NMVOC heitkogus	0.056	t/a
$E=(A*C/1000)/(B*3600)*10^6$	NMVOC heitkogus	0.155	g/s

### 1.5.2 Laadimine veokitele

Valmis asfaltbetoon laetakse silost või otse tootmisest veokitele. Asfaltbetooni laadimisel eralduvad lenduvad orgaanilised ühendid jt saasteained. Heidet on võimalik arvutada kasutades USA meetodikat AP, Fifth Edition Compilation of Air Pollutant Emission Factors, Volume I: Chapter 11: Mineral Products Industry 11.1. Hot Mix Asphalt Plants

Metoodika kohaselt saab orgaanilise süsiniku üldsisalduse (TOC) eriheite asfaltbetooni laadimisel arvutada järgmise valemiga:

$$E_{\text{TOC}} = 0.0172(-V)e^{((0.0251)(T+460) - 20.43)}$$

E – eriheide naela tonni laetava asfaltbetooni kohta

V – asfaltbetooni lenduvus. Kui pole täpset lenduvust teada, siis peab kasutama vaikimisi väärtust -0.5.

T – asfaltbetoonisegu temperatuur F. Kui on teada konkreetne temperatuur, siis peab kasutama seda, kui mitte, siis kasutatakse vaikimisi temperatuurina 325 F.

$$E_{\text{TOC}} = 0.0172 * 0.5 * e^{((0.0251)*(325+460) - 20.43)} = 0.0042 \text{ naela/t} = \mathbf{0.001906 \text{ kg/t}}$$

Metoodika alusel moodustab NMVOC heide 94% TOC heitest, seega NMCOV eriheide on:

$$E_{\text{NMVOC}} = 0.001906 * 0.94 = \mathbf{0.001791 \text{ kg/t}}$$

Metoodika alusel moodustab aromaatsete süsivesinike (BTEX – benseen, ksüleen, etüülbenseen, toluen) heide 1.032% TOC heitest, seega BTEX eriheide on:

$$E_{\text{BTEX}} = 0.001906 * 0.01032 = \mathbf{0.00002 \text{ kg/t}}$$

Metoodika kohaselt leitakse  $PM_{\text{sum}}$  heide järgmise valemiga:

$$E_{\text{PM}} = 0.000181 + 0.00141(-V)e^{((0.0251)(T + 460) - 20.43)}$$

$$E_{\text{PM}} = 0.000181 + 0.00141 * 0.5 * e^{((0.0251)*(325+460) - 20.43)} = 0.000525 \text{ nael/t} = \mathbf{0.000238 \text{ kg/t}}$$

**Osakeste heite puhul on metoodikas eraldi välja toodud, et osakeste heite puhul on domineerivaks  $PM_{2.5}$  heide**, sest osakeste heite moodustavad kondenseeruvad aurud. Arvestades eelnevat, siis on asfaltbetooni laadimisel asjakohane kasutada lähenemist  $PM_{\text{sum}}=PM_{10}=PM_{2.5}$ .

Metoodika kohaselt leitakse CO heide järgmise valemiga:

$$E_{\text{CO}} = 0.00558(-V)e^{((0.0251)(T + 460) - 20.43)}$$

$$E_{\text{CO}} = 0.00558 * 0.5 * e^{((0.0251)*(325+460) - 20.43)} = 0.001363 \text{ nael/t} = \mathbf{0.00062 \text{ kg/t}}$$

**Tabel 9. Asfaltbetooni laadimisel tekkivate saasteainete eriheid.**

Saasteaine	Eriheide	Ühik
NMVOC	0.00179	kg laetava asfaltbetooni tonni kohta
BTEX	0.00002	kg laetava asfaltbetooni tonni kohta
$PM_{2.5}$	0.00024	kg laetava asfaltbetooni tonni kohta
CO	0.00062	kg laetava asfaltbetooni tonni kohta

**Tabel 10. Arvutusnäide asfaltbetooni laadimise heite arvutamiseks.**

Tähis	Näitaja	Kogus	Ühik
A	Asfaltbetooni laetav kogus	10 000	t
B	Tööaeg (laadimisele realselt kuluv aeg)	100	h
C	NMVOC eriheide	0.00179	kg/t
$D=A*C/1000$	NMVOC heitkogus	0.018	t/a
$E=(A*C/1000)/(B*3600)*10^6$	NMVOC heitkogus	0.050	g/s

## 1.6 Muud heiteallikad

Asfaltbetooni tehastes võib lisaks eelpool kirjeldatule olla kasutusel põletusseadmeid. Põletusseadmete heite arvutamisel on asjakohane kasutada keskkonnaministri 24.11.2016 määruse nr 59 „Põletusseadmetest ja põlevkivi termilisest töötlemisest välisõhku väljutatavate saasteainete heidete mõõtmise ja arvutusliku määramise meetodid“ kohast arvutusmetoodikat.

Diisलगeneraatorite heite arvutamisel tuleb arvestada, et lubatud on heiteid arvutada määruse 59 kohaselt, kuid realselt on generaatorite puhul heited mõnevõrra teised kui katelseadmete puhul. Korrektssem oleks kasutada määruse 59 kohast arvutusmetoodikat, kuid eriheite osas kasutada kas seadme dokumentides esitatud infot või *EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019* kohaseid eriheiteid.

## Kasutatud allikad

AP 42, Fifth Edition Compilation of Air Pollutant Emission Factors, Volume I: Stationary Point and Area Sources. Chapter 13.2.4: Aggregate Handling and Storage Piles

AP 42, Fifth Edition Compilation of Air Pollutant Emission Factors, Volume I: Stationary Point and Area Sources. Chapter 11: Mineral Products Industry: 11.1. Hot Mix Asphalt Plants.

Eesti Energia AS Keskkonnateenistus Ökoloogialabor. Heitmete mõõtmiste protokoll 2021. AS TREF Ahtme, Ahtme mnt 86, 26.07.2021.

Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ. 2019. Saaste- ja lõhnaainete mõõtmine Altos Teed OÜ heiteallikatest.

TalTech Energiatehnoloogia instituut. KMG OÜ Asfaltseguri Amomatic 210 õhuheitmete mõõtmine Sillamäe sadamas 18.10.2021

TalTech Energiatehnoloogia instituut. Verston Ehitus OÜ asfaltseguri BENNINHOVEN MBA160 õhuheitmete mõõtmised Vão karjääris 02.10.2018

TalTech Energiatehnoloogia instituut. YIT Eesti AS asfaltseguri AMOMATIC 210 õhuheitmete mõõtmised Sillamäel 02.10.2019

Trumbor, D. C. 1999. Estimates of Air Emissions from Asphalt Storage Tanks and Truck Loading. Asphalt Technology Laboratory. Owens Corning, Summit, IL 60501