## Puur-lõhketööd – heiteallikas nr 1

Vastavalt maavara kaevandamise loa taotluses toodud informatsioonile kujuneb aastaseks keskmiseks kaevandamismääraks 100 000 m3 lubjakivi. Käesolevas LHK projektis on saasteainete heitkoguste leidmisel arvestatud tavapärasest suurema aastase mahu kaevandamisega ehk kuni 125 000 m3 maavara varu ulatuses aastas.

Puurimisel ja lõhkamisel eralduvate saasteainete heitkoguste leidmiseks puudub ühtne eestisisene metoodika. Seetõttu on kasutatud Ameerika Ühendriikide keskkonnakaitse agentuuri (*United States Environmental Protection Agency*) välja töötatud metoodikat (*AP, Fifth Edition Compilation of Air Pollutant Emission Factors, Volume 1: Stationary Point and Area Sources. 11.9. Western Surface Coal Mining*) ning Kanada keskkonnaameti (*Environment Canada*) täiendatud metoodikat (*Pits and Quarries Guidance*).

Maavara kobestamine toimub puur-lõhketöödega. Puurimistöid teostatakse standardse puurmasinaga, mis on varustatud 12 filtrist koosneva püüdesüsteemiga, mille püüdeefektiivsus on 99,5 %. Puurimisel tekkiv tolm püütakse seega enamuses kinni ning õhku eralduvad heitkogused on marginaalsed. Eeltoodud metoodika kohaselt on puurimise eriheitmed tahketele osakestele järgmised:

* PM-sum = 0,59 kg/puurauk;
* PM10 = 0,31 kg/puurauk;
* PM2,5 = 0,31 kg/puurauk.

Puurimisega eralduvate tahkete osakeste aastase heitkoguste leidmiseks on vajalik teada puuritavate aukude arvu. Arvestuslikult lõhatakse keskmise ~6 m kõrguse lubjakiviastangu puhul korraga keskmiselt 10 000 m3 lubjakivi ning aastase koguse raimamiseks teostatakse kuni 13 lõhkamist. Ühe lõhkamise tarbeks on vajalik puurida kuni 209 auku. Aastase kaevandamise mahu lõhkamiseks tuleb seega puurida:

13 x 209 = 2 717 lõhke-puurauku.

Lähtudes eeltoodud tahkete osakeste eriheitmetest ning püüdesüsteemi efektiivsusest, oleksid aastased heitkogused järgmised:

* PM-sum = 2 717 x 0,59 = 1 603 kg/a = 1,603 t/a, millest õhku eraldub 0,008 t/a;
* PM10 = 2 717 x 0,31 = 842 kg/a = 0,842 t/a, millest õhku eraldub 0,004 t/a;
* PM2,5 = 2 717 x 0,31 = 842 kg/a = 0,842 t/a, millest õhku eraldub 0,004 t/a;

Puurmasina arvestatav puurimiskiirus on umbes 60 m/h ehk 1 m/minutis ning puuritava augu sügavus on ~6 m. Eeltoodu kohaselt puurib masin aastase lõhatava mahu kohaselt kokku:

2 717 x 6 m = 16 302 m

Puurimiseks kuluv aeg oleks seega kokku ~272 h, mille kohaselt oleksid hetkelised heitkogused järgmised:

* PM-sum = 8 000 g / (272 x 60 x 60) s = 0,008 g/s;
* PM10 = 4 000 g / (272 x 60 x 60) s = 0,004 g/s;
* PM2,5 = 4 000 g / (272 x 60 x 60) s = 0,004 g/s.

Lõhkamisel eralduvate tahkete osakeste heitkogused leitakse järgmise valemiga:

, kus

*E* – emissiooni faktor, tahkete osakeste kogus, kg/lõhkamise kohta;

*A* – lõhkeala pindala, m2 (kus lõhkamissügavus ≤ 21 m).

Metoodika kohaselt rakendatakse peenosakeste (PM10) heitkoguste leidmisel eeltoodud valemile konstanti 0,52 ning eriti peenetele osakestele (PM2,5) konstanti 0,03.

Võttes aluseks, et ühe lõhkamisega kobestatakse maavara keskmiselt umbes 10 000 m3 ulatuses, kujuneb ühe lõhkamise ala suuruseks umbes 1 670 m2. Kasutades eelmainitud metoodikat, on aastased lõhketööde tahkete osakeste heitkogused järgmised:

* PM-sum = 0,00022 x (1670)1.5 x 13 = 188 kg/a = 0,188 t/a;
* PM10 = 0,00022 x (1670)1.5 x 13 x 0,52 = 98 kg/a = 0,098 t/a;
* PM2,5 = 0,00022 x (1670)1.5 x 13 x 0,03 = 6 kg/a = 0,006 t/a;

Lõhketöödel eralduv tolm on lokaalse iseloomuga, mis põhjustab suuri kontsentratsioone ainult väga lühiajaliselt ning lõhkekoha vahetus ümbruses. Seega on tegu iseloomult kontrollimatu heitega. Tekkinud tolmu kontsentratsioonid eralduvad mõne sekundi jooksul, hajudes esimese paari minuti jooksul. Seetõttu ei avalda tolm olulist mõju pikemaajalistele keskmistele kontsentratsioonidele.

Lõhkamisel tekkivad põlemisgaaside - peamiselt CO, NOx ja SO2 - heitmed on võimalik arvutada kasutatava lõhkeainetüübi ja koguste kaudu. Lõhkeainena kasutatakse karjääris ammooniumnitraadi tüüpi lõhkeainet Senatel Powerfrag. Lubjakivi lõhkamisel on kobestuslaengu korral lõhkeaine erikulu üldjuhul vahemikus 0,45 - 0,5 kg/m3 maavara mahu kohta[[1]](#footnote-1). Aastas toodangu kobestamiseks on vajalik seega umbes 56 250 kg lõhkeainet. Lõhkeaine plahvatamisel eralduvad eriheitmeid ühe tonni lõhkeaine kohta[[2]](#footnote-2) ning aastased heitkogused on järgmised:

| Saasteaine | Senatel Powerfrag eriheide, kg/t | Aastased heitkogused,  t/a |
| --- | --- | --- |
| CO | 7,390 | 0,416 |
| CO2 | 165,234 | 9,294 |
| NH3 | 14,369 | 0,808 |
| H2S | 0,030 | 0,002 |
| SO2 | 1,110 | 0,062 |
| NOx\* | 0,019 | 0,001 |

\* NO heitkogustele ei ole seaduses sätestatud künniskogust, seetõttu on antud saateaine künniskogustega võrdlemiseks ümber arvutatud NO2 (NOx) heitmeteks molekulmassi teisenduse kaudu M(NO2)/M(NO) = 46/30 = 1,53(3) g/mol.

Lõhkamisega tekkivad põlemisgaasid eralduvad samuti vaid lõhkamise hetkel ja väga lühiajaliselt - valdavalt mõne sekundi jooksul, pärast mida saasteaineid juurde ei teki. Seetõttu on tegemist kontrollimatu, kuid väga lühiajalise heitega. Lõhketööde teostamise ajal on muud karjääri tööd peatatud ning teistest heiteallikatest täiendavaid heitkoguseid ei lisandu.

Lühiviitlõhkamisel toimub saasteainete eraldumine umbes 5 sekundi jooksul ehk aastas kokku kuni 65 sekundi jooksul (13 lõhkamist). Seetõttu moodustavad lõhketööde heitmed käitise (karjääri) üldisest tööajalisest dünaamikast kaduvväikese osa. Lõhkamisi plaanitakse teha keskmiselt kaks korda kuus ning üle ühe lõhkamise tunnis ei teostata, seega on tunnipõhised hetkelised heitkogused leitavad järgmiselt:

* PM-sum = 188 x 1 000 / 13 / 3 600 = 4,171 g/s;
* PM10 = 98 x 1 000 / 13 / 3 600 = 2,169 g/s;
* PM2,5 = 6 x 1 000 / 13 / 3 600 = 0,125 g/s;
* CO = 416 x 1 000 / 13 / 3 600 = 9,238 g/s;
* CO2 = 9 294 x 1 000 / 13 / 3 600 = 206,542 g/s;
* NH3 = 808 x 1 000 / 13 / 3 600 = 17,961 g/s;
* H2S = 2 x 1 000 / 13 / 3 600 = 0,037 g/s;
* SO2 = 62 x 1 000 / 13 / 3 600 = 1,387 g/s;
* NOx = 1 x 1 000 / 13 / 3 600 = 0,023 g/s.

## Purustus-sorteerimissõlm - heiteallikas nr 2

Purustus-sorteerimissõlmes toimub kaevise töötlemine killustikuks. Materjal laetakse sõlme ekskavaatoriga ning valmistoodang jaotatakse erinevate fraktsioonidega puistangutesse. Arvestades materjali purustamist, sõelumist ja laadimistööde sisuliselt kõrvuti toimumist ning nende omavahelist tehnoloogilist seotust, on kirjeldatud tööprotsessid kui heiteallikad grupeeritud ning käsitletud ühtse heiteallikana (heiteallikas nr 2).

### Materjali laadimine

Kõikidel laadimisprotsessidel ehk kukkumisprotsessidel *(drop operation*) nagu maavara laadimine purustisse, toodangu laadimine kallurisse ning materjali kukkumine purustist sõelurisse või sõelurist puistangusse, tekkivate tahkete osakeste heitkoguste arvutamisel lähtutakse järgnevast valemist (metoodika: *AP, Fifth Edition Compilation of Air Pollutant Emission Factors, Volume I: Stationary Point and Area Sources. 13.2.4 Aggregate Handling and Storage Piles*):

, kus

*E* – emissiooni faktor, tahkete osakeste kogus, kg/t (kg eriheidet materjali ühe tonni kukkumisel);

*k* – tahkete osakeste aerodünaamilisest läbimõõdust sõltuv konstant;

*U* – keskmine tuule kiirus, m/s;

*M* – materjali niiskussisaldus, %.

Tuginedes Riigi Ilmateenistuse Jõgeva MJ paljuaastate ilmastikuandmetele, on arvestuslik aastane keskmine tuule kiirus (*U*) 2,7 m/s. Materjali niiskussisalduseks (*M*) võeti 5 %, mis on lubja- ja dolokivi tööstuses keskmiseks näitajaks. Parameeter *k* sõltub arvutatava saasteaine osakeste aerodünaamilisest läbimõõdust.

Tabel . Tahkete osakeste aerodünaamilisest läbimõõdust sõltuvad konstandid

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Tahkete osakeste aerodünaamiline läbimõõt | PM-sum | PM10 | PM2,5 |
| Konstant *k* | 0,74 | 0,35 | 0,053 |

Saadud emissiooni faktorite ja aastase tootmismahu põhjal arvutatud aastane heitkogus on esitatud tabelis 2. Maksimaalse hetkelise heitkoguse (g/s) arvutamisel lähtuti purustus-sorteerimissõlme nominaalsest tootlikkusest, milleks on keskmiselt 150 t/h ning aastasest kaevandamise määrast (125 000 m3) ning lubjakivi mahumassist (2,5 t/m3).

Tabel 2. Kukkumis- ja laadimisprotsessidel tekkivad heitkogused Sopimetsa IV lubjakivikarjääris

| Protsess | Tahkete osakeste iseloom | Emissiooni faktor, kg/t | Protsessi läbiv kogus t/a, (t/h) | Heitkogus | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| kg/a | g/s |
| 1. Kaevise laadimine purustisse;  2. Purustatud materjali kukkumine sõelurisse;  3. Purustatud ja sõelutud materjali kukkumine puistangusse;  4. Purustatud ja sorteeritud materjali transportimine lattu;  5. Purustatud ja sorteeritud materjali laadimine kallurile | PM-sum | 0,00043 | 312 500  (150) | 669 | 0,089 |
| PM10 | 0,00020 | 317 | 0,042 |
| PM2,5 | 0,00003 | 48 | 0,006 |

### Materjali sorteerimine ja purustamine

Analoogselt laadimisprotsessidega sõltuvad kivimi purustamisest ja sõelumisest tekkivad heitkogused protsessi läbivast materjalivoost ja protsessi emissioonifaktorist. Emissioonifaktor sõltub ka kasutatavatest leevendusmeetmetest. Leevendusmeetmete mittekasutamisel on emissioonifaktor maksimaalne (*uncontrolled*). Leevendusmeetmete kasutamisel on võimalik heitkoguseid vähendada ligi 90% (*controlled*). Vastavalt loa taotlejalt saadud informatsioonile on mobiilse purutus-sorteerimissõlme sõel ja konveierliinid katetega, lisaks kasutatakse purustus-sorteerimissõlmes tolmu vähendamiseks niisuteid. Eelnevast tulenevalt on materjali töötlemisel tegemist kontrollitud (*controlled*) tööprotsessidega ning arvutustes on kasutatud metoodikas toodud vastavaid eriheitetegureid.

Eeltoodud metoodika (*AP, Fifth Edition Compilation of Air Pollutant Emission Factors, Volume 1: Stationary Point and Area Sources. 11.19.2 Crushed Stone Processing and Pulverized Mineral Processing)* kohaselt on emissioonifaktorid I, II, III ja IV astme purustamise ja sõelumine jaoks samad. Eristatakse vaid IV astme peenpurustamist ja -sõelumist <5 mm toodetavatele fraktsioonidele, mille emissioonifaktorid on kõrgemad. Materjal läbib purusti, misjärel toimub purustatud materjali sõelumine erinevate fraktsioonide kaupa.

Toodetavad killustiku fraktsioonid ning kogused on eeldatavalt järgmised:

* fr 32/64, umbes 30 % ehk 93 750 t - I astme purustamine ja sõelumine;
* fr 16/32, umbes 30 % ehk 93 750 t - II astme purustamine ja sõelumine;
* fr 4/16 umbes 15 % ehk 46 875 t - III astme purustamine ja sõelumine;
* fr 0/4 umbes 25 % ehk 78 125 t - IV astme peenpurustamine ja -sõelumine.

Arvutatud heitkogused on toodud tabelis 3 (metoodika: *AP, Fifth Edition Compilation of Air Pollutant Emission Factors, Volume 1: Stationary Point and Area Sources. 11.19.2 Crushed Stone Processing and Pulverized Mineral Processing).* Maksimaalse hetkelise heitkoguse (g/s) arvutamisel lähtuti purustus-sorteerimissõlme nominaalsest tootlikkusest, milleks on keskmiselt 150 t/h.

Tabel . Lubjakivi purustamisel ja sõelumisel tekkivate tahkete osakeste eriheitmed ja heitkogused Reinu V lubjakivikarjääri purustus-sorteerimissõlmest

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Protsess | | Protsessi läbiv kogus | Emissiooni faktor  (*controlled)* | | | Heitkogus,  kg/a  (g/s) | | |
| t/a  (t/h) | PM-sum | PM10 | PM2,5 | PM-sum | PM10 | PM2,5 |
| Purusta-mine | I-III aste | 234 475  (113) | 0,00060 | 0,00027 | 0,00005 | 141  (0,019) | 63  (0,008) | 12  (0,002) |
| IV aste | 78 125  (38) | 0,00150 | 0,00060 | 0,000035 | 117  (0,016) | 47  (0,006) | 3  (0,000) |
| Sõelumine | I-IV aste | 234 475  (113) | 0,00110 | 0,00037 | 0,000025 | 258  (0,034) | 87  (0,012) | 6  (0,001) |
| V aste | 78 125  (38) | 0,00180 | 0,00110 | - | 141  (0,019) | 86  (0,011) | - |
| Kokku | | 656  (0,088) | 283  (0,038) | 20  (0,003) |

## Paiksed mootorid (diiselgeneraator) - heiteallikas nr 3

Purustus-sorteerimissõlme ehk heiteallika nr 3 purusti ja sõelur tarvitavad diiselkütust, mille tulemusel eraldub välisõhku saasteaineid.

* Tootmisalal kasutatakse rootorpurustit, mille diiselmootori arvestuslik kütusekulu on 35 L/h ehk 29,8 kg/h.
* Sõela diiselkütuse arvestuslik kulu on 15 L/h ehk 12,8 kg/h.

Lähtuvalt purustus-sorteerimissõlme tööajast (2 083 tundi/aastas), kujuneb aastaseks tarbitavaks kütuse koguseks kuni 88,5 t diislikütust ning põletusseadme summaarseks nimisoojusvõimsuseks 0,51 MWth.

Kütuse põletamisel eralduvad heitmete arvutamine toimub automaatselt KOTKASe süsteemis keskkonnaloa taotluse tabelis 4.4.7 vastavalt riiklikule metoodikale, mis on toodud keskkonnaministri 24.11.2016. a määruses nr 59 „Põletusseadmetest ja põlevkivi termilisest töötlemisest välisõhku väljutatavate saasteainete heidete mõõtmise ja arvutusliku määramise meetodid“ ning keskkonnaministri 27.12.2016. a määruses nr 86 „Välisõhku väljutatava süsinikdioksiidi heite arvutusliku määramise meetodid“. Seetõttu ei ole siinkohal eraldiseisvalt esitatud arvutuskäigu näidist põletusseadmetest eralduvate heitmete kohta.

1. Tomberg, T. Lõhketööd. Tallinna Tehnikaülikool, Mäeinstituut, Tallinn 1998 [↑](#footnote-ref-1)
2. Orica Eesti OÜ poolt toodetavate lõhkeainete lõhkamisel eralduvate gaaside kogused. Orica Eesti OÜ. 2010 [↑](#footnote-ref-2)