## Puur-lõhketööd

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*).

### Puurtööd - heiteallikas nr 1

Maavara kobestamine toimub puur-lõhketöödega kuni 85 000 m3 maavara varu ulatuses aastas. Taotluse õhusaaste eriosas on arvestatud ettevõttepoolse maksimaalse aastase kaevandamismahuga, mis on suurem kaevandamise eriosas märgitud keskmisest aastasest kaevandamise mahust.

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 ~8,1 m kõrguse lubjakiviastangu puhul korraga keskmiselt 5 000 m3 lubjakivi, mille tarbeks on vajalik puurida 42 auku. Aastase kaevandamise mahu lõhkamiseks tuleb seega puurida:

85 000 m3 / 5 000 m3 x 42 = 714 lõhke-puurauku.

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

* PM-sum = 714 x 0,59 = 421 kg/a = 0,421 t/a, millest õhku eraldub 0,002 t/a;
* PM10 = 714 x 0,31 = 221 kg/a = 0,221 t/a, millest õhku eraldub 0,001 t/a;
* PM2,5 = 714 x 0,31 = 221 kg/a = 0,221 t/a, millest õhku eraldub 0,001 t/a;

Puurmasina arvestatav puurimiskiirus on umbes 60 m/h ehk 1 m/minutis. Puuritava augu sügavus on ~8,1 m. Eeltoodu kohaselt puurib masin aastase lõhatava mahu kohaselt kokku

714 x 8,1 m = 5 783 m

Puurimiseks kuluv aeg oleks seega kokku ~96 h, mille kohaselt oleksid hetkelised heitkogused järgmised:

* PM-sum = 2 000 g / 345 600 s = 0,006 g/s;
* PM10 = 1 000 g / 345 600 s = 0,003 g/s;
* PM2,5 = 1 000 g / 345 600 s = 0,003 g/s.

### Lõhkamine - heiteallikas nr 2

Lõhketöödel 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 5 000 m3 ulatuses, tuleb aastase kaevandamismahu 85 000 m3 raimamiseks lõhketöödega teostada ligikaudu 17 lõhkamist. Ühe lõhkamise ala suuruseks kujuneb umbes 620 m2. Kasutades eelmainitud metoodikat, on aastased tahkete osakeste heitkogused järgmised:

* PM-sum = 0,00022 x (620)1.5 x 17 = 58 kg/a = 0,058 t/a;
* PM10 = 0,00022 x (620)1.5 x 17 x 0,52 = 30 kg/a = 0,030 t/a;
* PM2,5 = 0,00022 x (620)1.5 x 17 x 0,03 = 2 kg/a = 0,002 t/a;

Lõhketöödel eralduv tolm on lokaalse iseloomuga, mis põhjustab suuri kontsentratsioone ainult väga lühiajaliselt ning lõhkekoha vahetus ümbruses. Seega on tegu iseloomult kontrollimatu heitmega. Tekkinud tolmu kontsentratsioonid hajuvad esimese paari minutiga ning need ei avalda olulist mõju pikemaajalistele keskmistele kontsentratsioonidele.

Lõhkamisel tekkivad põlemisgaaside - peamiselt CO, NOx ja SO2 - heitmed on võimalik arvutada kasutatava lõhkeainetüübi ja koguste kaudu[[1]](#footnote-1). Lõhkeainena on karjääris kasutusel ammooniumnitraadi tüüpi lõhkeaine „ANFO“. Lubjakivi lõhkamisel on lõhkeaine erikuluks kobestuslaengu puhul 0,4 - 0,6 kg/m3 maavara mahu kohta. Võttes lõhkeaine erikuluks 0,45 kg/m3, on aastase toodangu kobestamiseks vajalik umbes 38 300 kg lõhkeainet. Eeltoodud metoodika kohaselt eraldub ammooniumnitraadist heitmeid ühe tonni lõhkeaine kohta CO ‑ 34 kg/t, NOx ‑ 8 kg/t ja SO2 - 1 kg/t.

Arvestades aastast lõhkeaine kulu, saame põlemisgaaside aastasteks heitkogusteks:

* CO = 34 kg/t x 38,3 t = 1 301 kg/a = 1,301 t/a;
* NOx = 8 kg/t x 38,3 t = 306 kg/a = 0,306 t/a;
* SO2 = 1 kg/t x 38,3 t = 38 kg/a = 0,038 t/a.

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

Arvestades, et lühiviitlõhkamisel toimub saasteainete eraldumine umbes 5 sekundi jooksul ehk aastas kokku 85 sekundi jooksul, moodustavad lõhketööde heited heiteallika tööajalisest dünaamikast kaduvväikese osa. Võttes aluseks eelpool leitud aastased heitkogused, kujuneksid lõhkamisega kaasnevad tunnikeskmised maksimaalsed heitkogused järgmiselt:

* PM-sum = 58 x 1 000 / 17 / 5 / 3 600 = 0,189 g/s;
* PM10 = 30 x 1 000 / 17 / 5 / 3 600 = 0,098 g/s;
* PM2,5 = 2 x 1 000 / 17 / 5 / 3 600 = 0,006 g/s;
* CO = 1 301 x 1 000 / 17 / 5 / 3 600 = 4,250 g/s.
* NOx = 306 x 1 000 / 17 / 5 / 3 600 = 1,000 g/s;
* SO2 = 38 x 1 000 / 17 / 5 / 3 600 = 0,125 g/s.

## Purustus-sorteerimissõlm - heiteallikas nr 3

Purustus-sorteerimissõlmes toimub kaevise töötlemine killustikuks. Materjal laetakse sõlme ekskavaatoriga ning valmistoodang jaotatakse erinevate fraktsioonidega puistangutesse. Arvestades purustus-sorteerimissõlme ja laadimistööde sisuliselt kõrvuti toimumist ning tehnoloogilist seotust, on kirjeldatud tööprotsessid kui heiteallikad grupeeritud ning käsitletud ühtse heiteallikana (heiteallikas nr 3).

### 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 Väike-Maarja MJ paljuaastate ilmastikuandmetele, on arvestuslik aastane keskmine tuule kiirus (*U*) 3,7 m/s. Materjali niiskussisalduseks (*M*) võeti 5 %, mis on lubja- ja dolokivi tööstuses keskmiseks näitajaks. Parameeter *k* sõltub arvutatava saasteaine osakeste aerodünaamilisest läbimõõdust.

Tabel 1. 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 120 t/h ning maksimaalsest aastasest kaevandamise määrast (85 000 m3) ning lubjakivi mahumassist (2,6 t/m3).

Tabel 2. Kukkumis- ja laadimisprotsessidel tekkivad heitkogused Karinu 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 | 0,00047 | 221 000  (120) | 713 | 0,108 |
| PM10 | 0,00022 | 337 | 0,051 |
| PM2,5 | 0,00003 | 51 | 0,008 |

### 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. Eelnevast tulenevalt on materjali töötlemisel tegemist kontrollitud tööprotsessidega ning arvutustes on kasutatud vastavaid metoodika 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 ja IIastme purustamise ja sõelumine jaoks samad. Eristatakse vaid III 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 45/90, umbes 50 % ehk 110 500 t - I astme purustamine ja sõelumine;
* fr 7/45, umbes 30 % ehk 66 300 t - II astme purustamine ja sõelumine;
* fr 0/7 umbes 20 % ehk 44 200 t - III astme purustamine 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 120 t/h.

Tabel 3. Lubjakivi purustamisel ja sõelumisel tekkivate tahkete osakeste eriheitmed ja heitkogused Karinu IV lubjakivikarjääri purustus-sorteerimissõlmest

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Protsess | | Protsessi läbiv kogus | Emissiooni faktor 100 %, (*controlled)* | | | Heitkogus,  kg/a  (g/s) | | |
| t/a  (t/h) | PM-sum | PM10 | PM2,5 | PM-sum | PM10 | PM2,5 |
| Purusta-mine | I ja II aste | 176 800  (96) | 0,00060 | 0,00027 | 0,00005 | 106  (0,016) | 48  (0,007) | 9  (0,001) |
| III aste | 44 200  (24) | 0,00150 | 0,00060 | 0,000035 | 66  (0,010) | 27  (0,004) | 2  (0,000) |
| Sõelumine | I ja II aste | 176 800  (96) | 0,00110 | 0,00037 | 0,000025 | 194  (0,029) | 65  (0,010) | 4  (0,001) |
| III aste | 44 200  (24) | 0,00180 | 0,00110 | - | 80  (0,012) | 49  (0,007) | - |
| Kokku | | 446  (0,067) | 188  (0,028) | 15  (0,002) |

## Paiksed mootorid (diiselgeneraator) - heiteallikas nr 4

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

* Tootmisalal kasutatakse lõugpurustit, mille arvestuslik keskmine kütusekulu 30 L/h ehk 25,5 kg/h.
* Sõela diiselkütuse arvestuslik kulu on 35 L/h ehk 21,3 kg/h.

Lähtuvalt purustus-sorteerimissõlme tööajast (1 842 tundi/aastas), kujuneb aastaseks tarbitavaks kütuse koguseks kuni 86,1 t diislikütust ning põletusseadme summaarseks nimisoojusvõimsuseks 0,56 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 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)