



---

INSPIRING  
ENVIRONMENT

# Turba tootmiselt osakeste heide välisõhku

## Hindamismetoodika

Version 1

Tallinn, märts 2025

## Sisukord

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>SISSEJUHATUS .....</b>   | <b>3</b>  |
| <b>2</b> | <b>KASUTATUD LÜHENDID.....</b>  | <b>4</b>  |
| <b>3</b> | <b>METOODIKAS KASUTATAVAD MÕISTED.....</b>                                      | <b>5</b>  |
| <b>4</b> | <b>KÄESOLEVA METOODILISE ÜLEVAATE KASUTUSVALDKONNA PIIRITLEMINE .....</b>       | <b>7</b>  |
| <b>5</b> | <b>TURBA TOOTMISEGA KAASNEVAD VÄLISÕHU SAASTEAINED.....</b>                     | <b>9</b>  |
| <b>6</b> | <b>TURBA TOOTMISE TEHNOLOOGIAD .....</b>  | <b>11</b> |
| 6.1      | FREETURBA TOOTMINE .....  | 11        |
| 6.2      | PLOKKTURBA TOOTMINE.....  | 19        |
| 6.3      | TÜKKTURBA TOOTMINE .....  | 20        |
| 6.4      | OSAKESTE HEIDE TURBA TOOTMISELT .....   | 21        |
| 6.5      | HEITEKONTROLI MEETMED ÕHUSAASTE VÄHENDAMISEKS VÕI VÄLTIMISEKS .....             | 22        |
| <b>7</b> | <b>SAASTEAINETE HEITE JA HEITKOGUSTE HINDAMISE ALUSED .....</b>                 | <b>25</b> |
| 7.1      | OSAKESTE SUURUS .....   | 25        |
| 7.2      | ERIHEITED TURBA TOOTMISELT .....  | 26        |
| 7.3      | HEITE HINDAMINE LAADIMISELT JA AUNATAMISELT .....                               | 28        |
| 7.4      | HEITEALLIKA KÕRGUS MAAPINNAST.....  | 29        |
| 7.5      | HEITE KESTUS .....  | 30        |
| 7.6      | OSAKESTE HAJUMINE VÄLISÕHUS .....   | 30        |
| <b>8</b> | <b>TURBA TOOTMISELT SAASTEAINETE HEITKOGUSTE ARVUTUSMETOODIKA.....</b>          | <b>33</b> |
| 8.1      | AASTASE SAASTEAINETE HEITKOGUSE ARVUTUS ÕHUSAASTELOA VAJADUSE HINDAMISEKS ..... | 33        |
| 8.1.1    | <i>Aastane tootmismahd ja turba erikaal .....</i>                               | <i>34</i> |
| 8.1.2    | <i>Tootmisefektiivsus ja tootmisetappide eriheited.....</i>                     | <i>35</i> |
| 8.1.3    | <i>Püüdeseadmetega vaakumkogumise eriheide.....</i>                             | <i>35</i> |
| 8.1.4    | <i>Heide laadimiselt ja aunatamiselt.....</i>                                   | <i>36</i> |
| 8.1.5    | <i>Summaarne aastane heitkogus.....</i>   | <i>37</i> |
| 8.2      | HETKELISE SAASTEAINETE HEITKOGUSE ARVUTUS HAJUMISARVUTUSTE JAOKS.....           | 38        |
| 8.2.1    | <i>Heiteallika pindala.....</i>   | <i>39</i> |
| 8.2.2    | <i>Tehnoloogilised parameetrid.....</i>   | <i>39</i> |
| 8.2.3    | <i>Aeg.....</i>   | <i>40</i> |
| 8.2.4    | <i>Tootmisetapi ja pindallika hetkeline heitkogus.....</i>                      | <i>41</i> |
| 8.3      | OSAKESTE HAJUMISE MODELLEERIMINE .....  | 42        |
| <b>9</b> | <b>KASUTATUD KIRJANDUS .....</b>  | <b>43</b> |

# 1 Sissejuhatus

Käesolev metoodika turba tootmisel välisõhku paiskuvate osakeste heite hindamiseks on koostatud kirjalike allikate põhjal. Tegemist on metoodika esimese versiooniga, mida täiendavate andmete ning uuringute põhjal on võimalik edaspidi, tulevikus täiendada.

Metoodikas käsitletakse heidet tegevustelt, mis on seotud turba tootmisega turbatootmisalal.

Käesolev metoodika ei käsitle nende saasteainete heiteid, mis põhjustavad kliimamuutusi või on saaste kauglevi objektiks.

Töö tellija on MTÜ Eesti Turbaliit ja selle on koostanud Estonian, Latvian & Lithuanian Environment OÜ (ELLE OÜ). Konsultandina on kaasatud OÜ Inseneribüroo STEIGER keskkonnaekspert Priit Kallaste. Ülevaates kasutatud pildimaterjal fotode näol on illustratiivne, ilmestamaks erinevat turbatootmise tehnikat ning tehnoloogiat. Töö koostajad ei oma tehnoloogia tootjatega mingit seost.

## 2 Kasutatud lühendid

| Üldised lühendid ja tehnilised terminid |   |
|---|---|
| AAQD                                    | <i>Ambient Air Quality Directive</i> . Direktiiv välisõhu kvaliteedi ja Euroopa õhu puhtamaks muutmise kohta (2008/50/EÜ) ja (EL) 2024/2881 |
| AÕKS                                    | Atmosfääriõhu kaitse seadus   |
| CLRTAP                                  | Rahvusvaheline Saaste Kauglevi Konventsioon   |
| ELLE                                    | Estonian, Latvian & Lithuanian Environment  |
| EN                                      | Euroopa Standardiorganisatsioon   |
| EVS                                     | Eesti Standardikeskus   |
| EÜ                                      | Euroopa Ühendus   |
| FDM                                     | <i>Fugitive Dust Model</i> , Osakeste heite ja hajumise arvutuseks kasutatud mudel eriheite hindamiseks                                     |
| ISO                                     | Rahvusvaheline Standardiorganisatsioon  |
| KeÜS                                    | Keskkonnaseadustiku üldosa seadus   |
| MTÜ                                     | Mittetulundusühing  |
| NEC                                     | <i>National Emission Ceilings</i> . Direktiiv mis käsitleb teatavate õhusaasteainete riiklike heitkoguste vähendamist (2016/2284/EL)        |
| OÜ                                      | Osaühing  |
| TTÜ                                     | Tallinna Tehnikaülikool   |
| USA                                     | Ameerika Ühendriigid  |
| US EPA                                  | Ameerika Ühendriikide Keskkonnaagentuur   |
| WHO                                     | Maailma terviseorganisatsioon   |
| ÜRO                                     | Ühinenud Rahvaste Organisatsioon  |
| ha                                      | hektar  |
| g                                       | gramm   |
| K                                       | kelvin  |
| kg                                      | kilogramm   |
| km                                      | kilomeeter  |
| kPa                                     | kilopaskal  |
| mm                                      | millimeeter   |
| µg                                      | mikrogramm  |
| m <sup>3</sup>                          | kuupmeeter  |
| m <sup>2</sup>                          | ruutmeeter  |
| s                                       | sekund  |
| PM <sub>2,5</sub>                       | eriti peened osakesed   |
| PM <sub>10</sub>                        | peenosakesed  |
| PM <sub>sum</sub>                       | osakesed, summaarselt   |
| TSP                                     | <i>Total Suspended Particulate</i> , osakesed   |
| VDI                                     | <i>Verein Deutscher Ingenieure</i> , Saksa Inseneride Assotsiatsioon  |

### 3 Metoodikas kasutatavad mõisted

Järgnevalt on esitatud koondülevaade metoodikas kasutatavatest mõistetest ja terminitest. Sulgudes on esitatud viide termini või mõiste allikale. Juhul, kui selline viide puudub, on selgitatud terminit või mõistet, mida kasutatakse just käesolevas metoodikas.

Eriti peened osakesed ( $PM_{2,5}$ ) on [atmosfääriõhu kaitse seaduse \(AÕKS\)](#) tähenduses osakesed, mis standardi [EVS-EN 12341](#) või muu samaväärse rahvusvahelise või Euroopa standardiorganisatsiooni standardi kohasel proovivõtmisel ja mõõtmisel 50 protsendil juhtudest läbivad 2,5 mikromeetri suuruse aerodünaamilise diameetriga mõõduselektiivse ava.

Peenosakesed ( $PM_{10}$ ) on atmosfääriõhu kaitse seaduse tähenduses osakesed, mis standardi [EVS-EN 12341](#) või muu samaväärse rahvusvahelise või Euroopa standardiorganisatsiooni standardi kohasel proovivõtmisel ja mõõtmisel 50 protsendil juhtudest läbivad kümne mikromeetri suuruse aerodünaamilise diameetriga mõõduselektiivse ava (AÕKS).

Osakesed summaarselt ( $PM_{sum}$ ) on osakeste kõik fraktsioonid kokku, sh peenosakesed  $PM_{10}$  ja eriti peened osakesed  $PM_{2,5}$ , v.a raskmetallid ja nende ühendid (AÕKS).

Käesolevas metoodikas kasutatud mõisted ja terminid on lahti selgitatud alljärgnevalt. Osaliselt pärinevad selgitused rahvusvahelisel standardil ISO 4225:2020 põhinevast standardist [EVS-ISO 4225:2021](#) ja kehtivast seadusest.

- Eriheide – välisõhku väljutatava saasteaine heitkogus tooraine või toodangu ühiku kohta (AÕKS).
- Heiteallikas – punkt või ala, millest heide eraldub.
- Heitkogus, heide – ainete eraldumine õhku või eraldunud aine kogus (EVS ISO 4225:2021).
- Hetkeline heitkogus – ajaühikus välisõhku viidava aine mass (EVS ISO 4225:2021).
- Keskkonnahäiring – inimtegevusega kaasnev vahetu või kaudne ebasoodne mõju keskkonnale, sealhulgas keskkonna kaudu toimiv mõju inimese tervisele, heaolule või varale või kultuuripärandile. Keskkonnahäiring on ka selline ebasoodne mõju keskkonnale, mis ei ületa arvulist normi või mis on arvulise normiga reguleerimata ([keskkonnaseadustiku üldosa seadus](#)).
- Koristus – tootmisväljakult ühe tsükliga kogutav turba kogus.
- Saasteaine – igasugune välisõhus olev aine või ainete segu, millel võib olla ebasoodne mõju inimese tervisele või keskkonnale (AÕKS).
- Tootmistsükkel – ettevalmistatud tootmisväljakult ühe koristuse saamiseks vajalikud tehnoloogilised etapid, sõltuvalt tootmistehnoloogiast.
- Tootmisetapp – ettevalmistatud tootmisväljakul teostatav tööprotsess, näiteks freesimine, pööramine, vallitamine, kogumine jne).
- Tootmistehnoloogia – tsüklitest koosnev tootest ja kasutatavast tehnikast sõltuv töövõtete ja tehnika kogum turba tootmiseks.
- Turbatootmisala – mäeeraldis ehk kogu ala, mida kasutatakse turba tootmiseks. Turbatootmisala jaguneb turbatootmisväljakuteks ehk lihtsalt tootmisväljakuteks.

- Tootmisväljak – käesoleva metoodika kohaselt ala turbatootmisala sees, mis on tavaliselt üksteisest eraldatud juurdepääsuteedega või kogujakraavidega.
- Väljakusiil – tootmisväljakul kahe kraavi vaheline ala, millel toimuvad turba tootmisega seotud tööprotsessid.
- Välisõhk – hooneväline troposfääriõhk, välja arvatud õhk töökeskkonnas (AÕKS).
- Õhukvaliteedi tase – saasteaine kogus välisõhu ruumalaühikus kindla ajavahemiku jooksul temperatuuril 293,15 kelvinit (K) ja atmosfäärirõhul 101,3 kilopaskalit (kPa) ning peenosakeste ( $PM_{10}$ ) ja eriti peenete osakeste ( $PM_{2,5}$ ) ja nendes sisalduva aine kogus mõõtmiste kuupäeval olnud tingimustel (AÕKS).
- Õhukvaliteedi piirväärtus – saasteaine lubatav kogus välisõhu ruumalaühikus või pinnaühikule sadestunud saasteaine lubatav kogus, mis on kehtestatud teaduslike andmete alusel ning mis nimetatud koguse ületamise korral tuleb saavutada kindlaksmääratud aja jooksul ja mida edaspidi ei tohi enam ületada. Piirväärtuse kehtestamise eesmärk on vältida, ennetada või vähendada saasteaine ebasoodsat mõju inimese tervisele või keskkonnale. Õhukvaliteedi piirväärtuse ületamise korral eeldatakse olulise keskkonnahäiringu tekkimist (AÕKS).

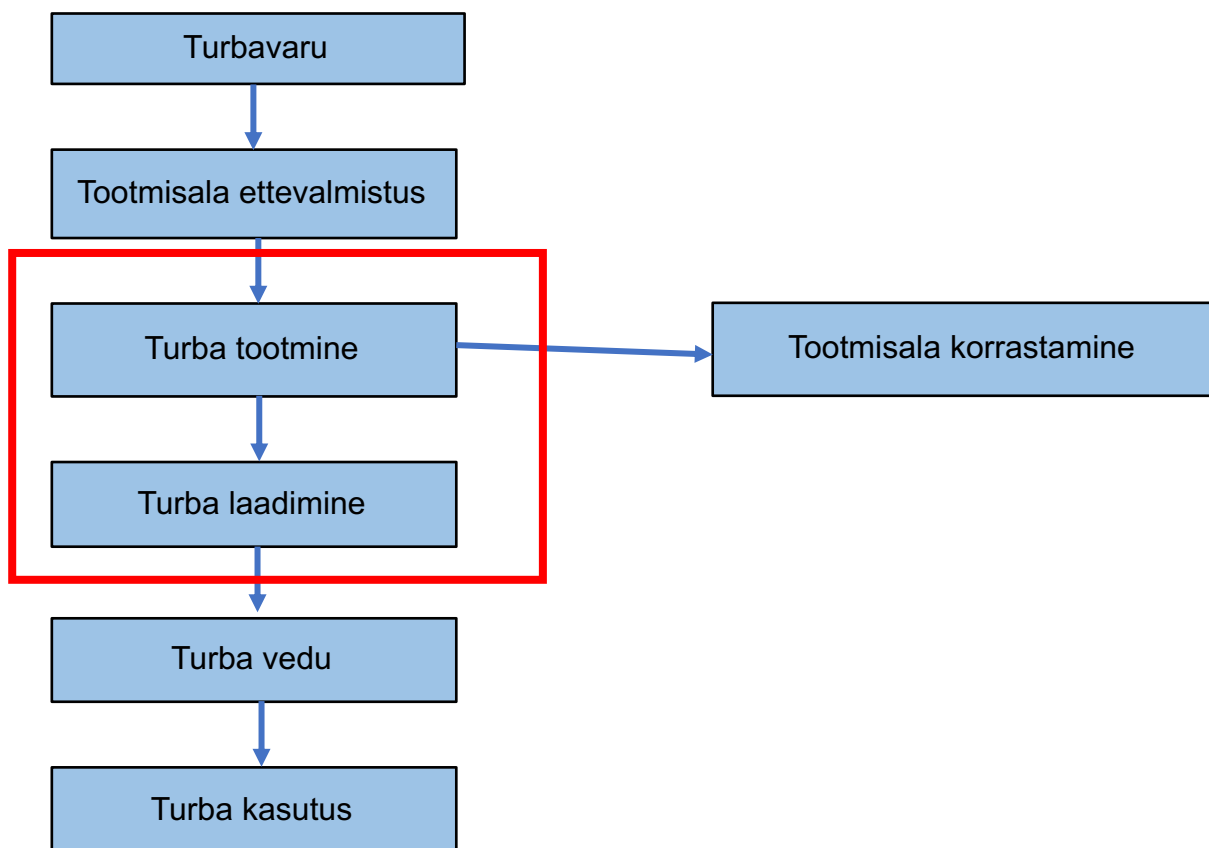
## 4 Käesoleva metoodilise ülevaate kasutusvaldkonna piiritlemine

Saasteainete heide välisõhku on võimalik alates turba kaevandamisest ehk tootmisest kuni turba kasutamiseni kasvusubstraadina või energeetiliselt (esmajoones põletamine soojus- ja või elektrienergia saamiseks). Heited on seotud nii mehhanismide kasutusega kaevandamise ettevalmistamisel, tootmisel kui ka veol.

Käesolev metoodika koondab ainult info heite kohta turba tootmiselt turba osakeste lendumisest ja levimisest. Skemaatiliselt on metoodika ulatus esitatud alljärgneval joonisel (Joonis 4.1). Käesolev saasteainete heitkoguste arvutamise metoodika ei käsitle kliimagaase (süsihappegaas ja metaan) ega mehhanismide sisepõlemismootorite heitgaaside heidet.

Metoodika ei hõlma sealhulgas teavet:

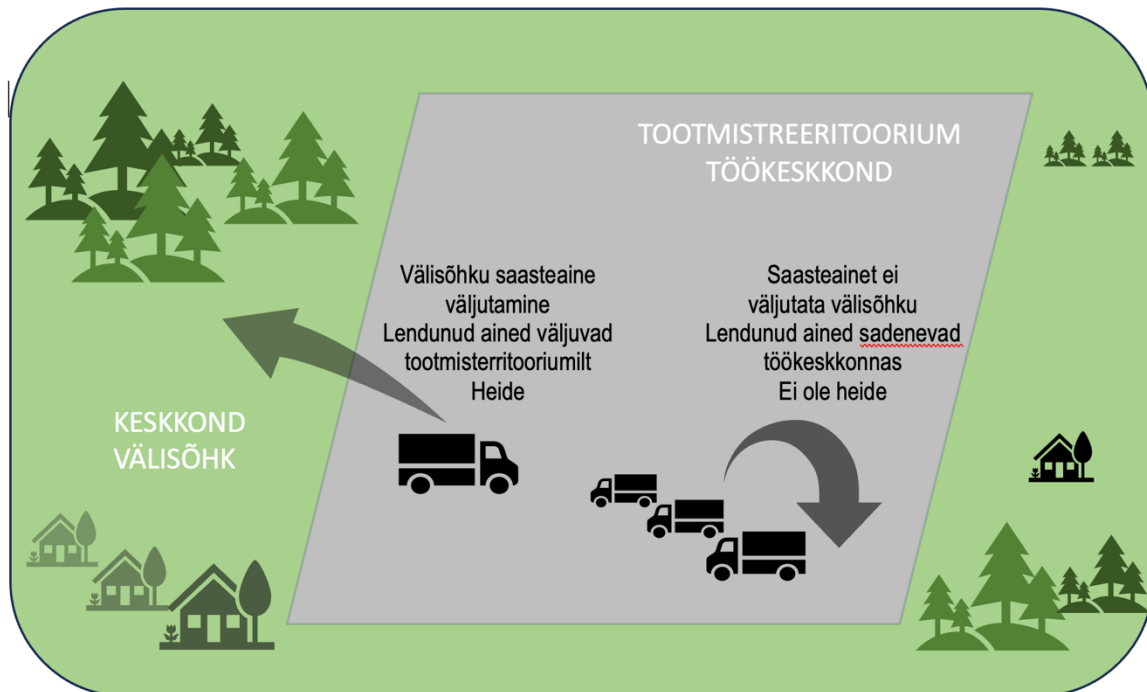
- Eri etappides tegevustega seotud mehhanismide ja sõidukite heitgaase ning muid mehhanismide tööga seotud saasteainete heitkoguseid.
- Heiteid turba laadimiselt pakendamis-, töötlemis-, ümberlaadimise kohtades (nt sadamad, punkrid jms).
- Turba veoteedel väljaspool tootmisala, seda nii siseriiklikult kui ekspordil.
- Heiteid turvast põletavatest rajatistest.



Joonis 4.1 Turbatootmise põhimõtteline skeem ja käesoleva metoodika käsitusala ulatus (punase joonega)

Turba tootmisel on tootmisterritooriumiks turbatootmisala koos turbatootmisväljakutega.

Välisõhu kvaliteedi mõjutamise potentsiaali seisukohast on oluline määratleda, mis on heide ja mis mitte. Käesolevas metoodikas annavad heite suuruse arvutuslikud füüsikalised näitajad aluse välisõhu saasteloa vajaduse, keskkonnaloa tingimuste ja keskkonnatasude määramiseks. Keskkonnaõiguse kohaselt käsitletakse keskkonda mõjutavate tingimustena neid tegevusi, millel on potentsiaali keskkonnasaaste tekkeks. Selleks eristatakse ettevõtte tootmispiirkond ja seda ümbritsev keskkond. AÕKSi kohaselt antakse keskkonnaloaga õigus saasteainete väljutamiseks välisõhku paiksest heiteallikast, milleks võib olla püsiva asukohaga, teatud aja tagant teisaldatav või tootmisterritooriumil asuv heiteallikas või heitallikate grupp. Keskkonnaloaga lubatud heitkogus määratakse nii, et oleks tagatud keskkonna kvaliteedi piirväärtuse järgimine ([KeÜS](#)). Kuna turba tootmisel lenduvad osakesed on seotud kogu tootmisala pinnalt õhku sattuva materjali osakeste lendumise ja levikuga, siis tuleb silmas pidada, et mitte kogu turba tootmisel õhku paisatavat materjali ei väljutata välisõhku, vaid see langeb maha tootmisterritooriumi sees. See tähendab, et heide ja välisõhu saastumise potentsiaal on ainult osal lenduvast materjalist. AÕKSi heide seost osakeste lendumise ja sadenemisega illustreerib alljärgnev joonis (Joonis 4.2).



Joonis 4.2 Heide välisõhu saaste (välisõhu kvaliteedi hindamise/loa seadmise) mõistes.



## 5 Turba tootmisega kaasnevad välisõhu saasteained

Käesolev juhend on suunatud välisõhu saasteainetest nendele, mis võivad põhjustada olulisi muutusi välisõhu kvaliteedis turba tootmisalade naabruses. Saasteainete kontsentratsioone turbatootmisalal ja õhukvaliteedi taset tootmisalal tuleb käsitleda töökeskkonnana ja see ei ole käesoleva ülevaate osaks.

Turba tootmisel tekib ja lendub välisõhku eri suurusega osakesi, mis suurtes kontsentratsioonides võivad põhjustada tervise- ja keskkonnaprobleeme. Osakesed ehk turbatolm koosneb orgaanilisest ainest, mille moodustavad nende taimede jäänused, millest turvas on tekkinud. Kuna turba tootmisel kasutatakse mehhaanilisi protsesse, on iseloomulikuks suurema läbimõõduga osakeste teke.

Turba tootmisega seotud välisõhu saasteaineteks on osakeste erinevad fraktsioonid:

- peenosakesed ( $PM_{10}$ ) ja eriti peened osakesed ( $PM_{2,5}$ );
- osakesed summaarselt ( $PM_{sum}$ ).

Õhusaasteainete, sealhulgas osakeste, kahjulikku mõju hindab süstemaatiliselt Maailma Terviseorganisatsioon (WHO). Tulemused esitatakse asjakohastes [uuringutes](#), kus analüüsitakse õhusaaste tervisemõju tuginedes kõige uuematele teaduslikele tõenditele. Värskeim taoline uuring pärineb aastast 2021, kus WHO esitab õhukvaliteedisuunised ainete ohutute sisalduste osas tervisele ja looduslikele ökosüsteemidele. WHO soovitude alusel on kujundatud riiklikud olulise õhusaasteainete sisalduse piirväärtused välisõhus. Euroopa Liidus on asjakohaseks AAQD direktiiv, välisõhu kvaliteedi ja Euroopa õhu puhtamaks muutmise kohta. Seni kehtivaks versiooniks on direktiiv (2008/50/EÜ). Alates 2030. aastast rakenduvad aga uue, uuesti sõnastatud direktiivi (EL) 2024/2881, nõuded. Võrreldes kehtiva direktiivi õhukvaliteedi piirväärtustega, on uues direktiivis õhusaasteainete sisaldus viidud vastavusse WHO õhukvaliteedisuunistega, rakendamiseks aga nähakse ette pikaajaline strateegia aastani 2050.

Turba tootmisega seotuna on asjakohased osakesed, milliste fraktsioonidest on piirväärtused kehtestatud peenosakestele ( $PM_{10}$ ) ja eriti peenetele osakestele ( $PM_{2,5}$ ) sisalduse piirmääraga maapinnalähedases õhus ( $\mu g/m^3$ ). Uues direktiivis käsitletakse ka ülipeeneid osakesi (läbimõõduga 100 nanomeetrit ja vähem), kuid nendele piirväärtusi veel ei seata.

Piirväärtused on Eesti õigusesse üle võetud [atmosfääriõhu kaitse seaduse](#) ja selle rakendusaktidega. Käesoleva metoodilise juhendi koostamise ajal on kehtivaks õhukvaliteedi piirväärtuste aluseks [keskkonnaministri 27.12.2016. a määrus nr 75](#). Uue direktiivi rakendamiseks tuleb Eestis üle võtta ka uue direktiivi nõuded (Tabel 5.1).

Õhusaasteainetega seotud keskkonna- ja tervisemõju aspektidest on lisaks terasuursele oluline ka osakeste koostis. Turbaosakeste mõju tervisele on vähe uuritud. Üks uuring on tuua näiteks Rootsist, kus uuriti turbatolmu mõju [uuringus](#) 17 töötaja põhjal ning selle alusel hinnati tolmu mõju olematuks või väikeseks. Katsete ajal oli paraku tolmu kontsentratsioon ka töötsoonis madal (alla  $5 mg/m^3$ ). Enam on uuringuid turba põletamise mõjust, sealhulgas ka Eestist. Samuti on hinnatud kasvuturba kasutuse mõju aednike tervisele, kuid kasvuturbas on kaasnevaks kahjulikuks mõjuks hallitusseente eosed. Kumbki protsess ei ole seotud turba

kaevandamisega ning ei ole seetõttu siinkohal asjakohane. Soome vastavates [uuringutes](#) on hinnatud, et turba tolm ise ökosüsteemidele ohtlik ei ole.

Tabel 5.1. Osakestele seatud õhukvaliteedi kehtivad piirväärtused ning muutused aastast 2030

| Välisõhu saasteaine                         | Kuni aastani 2030                     |                          |                               | Alates 2030                           |                          |  |
|---|---------------------------------------|--------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|--------------------------|--|
|   | Piirväärtus, $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | Keskmistamise ajavahemik | Aastas lubatud ületamiste arv | Piirväärtus, $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | Keskmistamise ajavahemik | Aastas lubatud ületamiste arv kalendriaastas |
| Peenosakesed ( $\text{PM}_{10}$ )           | <b>50</b>                             | 24 tundi                 | 35                            | <b>45</b>                             | 24 tundi                 | 18   |
|   | <b>40</b>                             | kalendriaasta            | -                             | <b>20</b>                             | kalendriaasta            | -  |
| Eriti peened osakesed ( $\text{PM}_{2,5}$ ) | Ei ole seatud                         |                          |                               | <b>25</b>                             | 24 tundi                 | 18   |
|   | <b>25</b>                             | kalendriaasta            | -                             | <b>10</b>                             | kalendriaasta            | -  |

Turbatootmisel tekkiva osakeste, sealhulgas tolmu, heidet iseloomustavad lühiajalised episoodid kus tootmisel on turbaväljal mehhanismide juures suur turba sisaldus. Need vahelduvad pikkade, peaaegu heitevabade perioodidega, mille kestvus varieerub olenevalt tootmisest ja ilmastikutingimustest. Suviste keskmiste kontsentratsioonide ja tasemete, ööpäevaste keskmiste ja lühiajaliste maksimumkontsentratsioonide kõikumised võivad olla ja ongi väga suured.

Turbatootmisalad asuvad valdavalt hajaasustusega piirkondades kus tahkete osakeste allikad on suhteliselt hästi tuvastatavad. Kuna tolm, milleks on osakeste silmaga nähtav fraktsioon on hästi märgatav, siis on turba tootmise mõju kergesti märgatav ja tuvastatav ka siis, kui osakeste sisaldus välisõhus ei ületa õiguslikult seatud välisõhu kvaliteedi piirväärtusi. Summaarsed osakesed ehk tolm põhjustab pigem häiringu ja otsene oluline ebasoodne mõju tervisele või keskkonnale puudub.

Lisaks asustusele võib häiring mõjutada puhkealasid ning maantee- ja raudteeliiklust. Avatud maastikul, näiteks järvel või põllul, võib tolm segamatult levida heiteallikast kaugele. Tolmuhäiringu tekkimist mõjutavad asulate või veekogude lähedus, maastik ning pinnamood üldiselt ja puistupuhvri olemasolu. Tähele tuleb panna aga asjaolu, et tolmu või osakeste häiringu allikaks maapiirkonnas võivad olla (ja sageli ongi) ka teised punkt- ja hajusheiteallikad nagu näiteks taimestikuga katmata põllupinnad, pindamata teed, jne.

## 6 Turba tootmise tehnoloogiad

Turba kaevandamise ehk tootmise tehnoloogiatest on eesti keeles antud põhjalik ülevaade Tallinna Tehnikaülikooli Mäeinstituudi 2007. aasta kogumikus „[Kaevandamine parandab maad](#)“. Põhjalik inglisekeelne kirjeldus turba tootmisest on antud Ansis Šnore raamatus „[Peat Extraction](#)“. Alljärgnevalt on kirjeldatud kõiki peamisi turbatootmise tehnoloogiaid – frees-, plokk- ja tükkturba tootmist. Samuti kirjeldab asjakohast turba tootmist [Eestis Turbaliit](#) oma kodulehel. Turbatootmise tehnoloogia on sarnane kogu maailmas turvast tööstuslikult kaevandavates riikides. Lähi- ja keskpikas ajaraamis kasutatakse Eestis turba tootmiseks nii kohapeal arendatud ja arendatavaid tehnikaid, kui kogu maailmas selles tootmissektoris kasutatavaid tehnikaid. Käesolevas ülevaates on kasutatud peamiselt Soome ja Rootsi näiteid, kuid sama tehnoloogiat rakendatakse ka nt Lirimaa, Saksamaa, Kanada jt riikides, kus turvast tööstuslikult toodetakse.

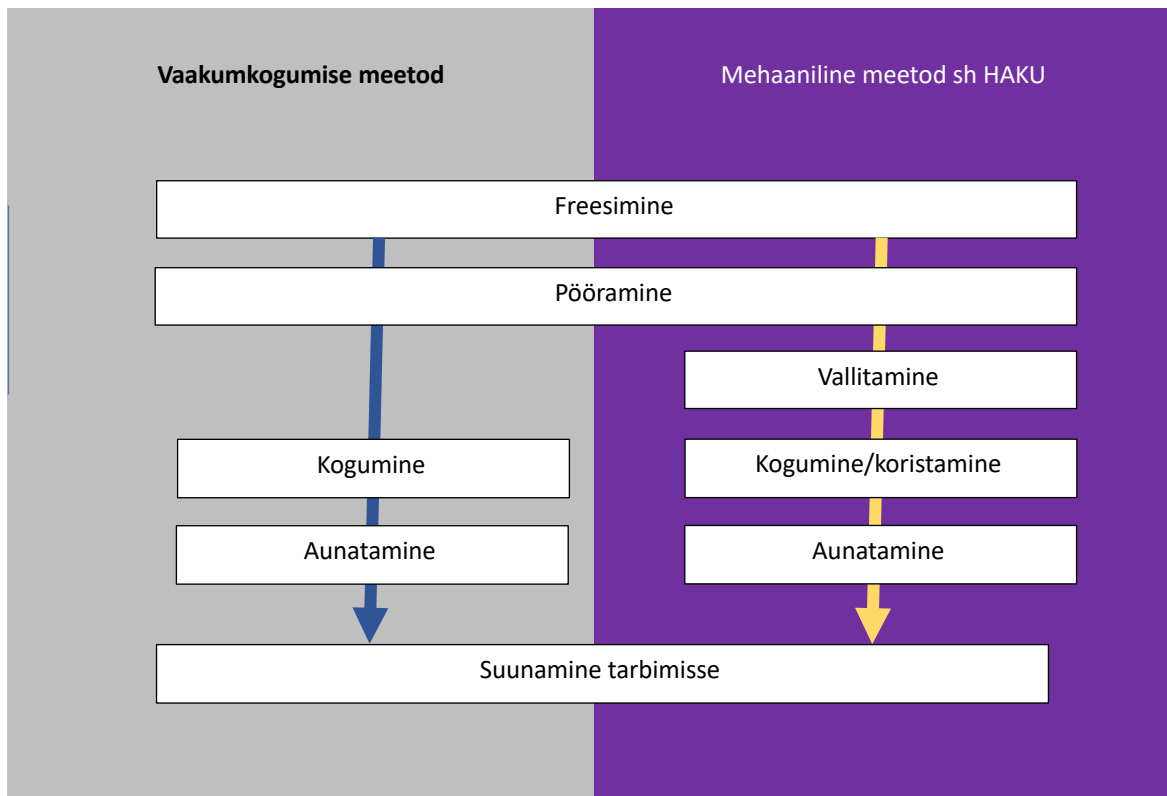
Tehnoloogia kirjeldusel antakse ülevaade tootmisprotsessist üldiselt ja võimalusel sellega seotud nendest aspektidest, millistest osakesed võivad lenduda ja ümbruskonda kanduda. Turba tootmine algab tootmisala ja tootmisväljakute ettevalmistusest. Nende tegevuste käigus osakesi olulisel määral ei lendu ning seetõttu nendele siinkohal tähelepanu ei pöörata. Ettevalmistatud ala koosneb tootmisväljakutest ja need omakorda kuivenduskraavide vahelistest siiludest. Kuivenduskraavid rajatakse ligikaudu iga 20 m järel. Kraavitud turbaväljakud moodustavad turbatootmisala. Turba tootmisel kasutatakse peamiselt ratastraktoreid ja sellega haagitavaid freesimis-, pööramis- ja kogumismehhanisme, sõltuvalt tootest ja vastavalt kasutatavast tehnoloogiast.

Allpool järgneb üksikasjalikum ülevaade turba tootmise tehnikatest ja tehnoloogiatest.

### 6.1 Freesturba tootmine

Freesturba tootmisel on kasutusel olnud peamiselt kaks tootmismeetodit: Harvester (vaakum- ja mehaanilise kogujaga koristus) ja ümbervallitamise meetod (nimetatakse ka kui Peco meetod). Nendest on Harvester meetod valdav, hinnanguliselt toodetakse üle 90 % turbast just selle meetodiga. Kütteturba tootmisel rakendatud Haku meetodit Eestis enam ei kasutata, kuna kütteturba tootmine on oluliselt vähenenud. Haku meetodit küll ülevaate mõttes järgnevalt kirjeldatakse, kuid nagu mainitud, siis praktiliselt seda meetodit Eestis enam ei kasutata.

Freesturba tootmistsükkel turbatootmisalal koosneb turbakihi freesimisest õhukeste kihtidena, freesitud turba pööramisest, kuivanud turba vallitamisest, kogumisest ja aunatamisest. Ülevaade tehnoloogilistest etappidest on esitatud allpool joonisel (Joonis 6.1).



Joonis 6.1 Freesturba tootmistsükkel, tootmise tehnoloogilised etapid erinevate tootmistehnoloogiate korral ([Tissari 2006](#)).

Kuna turba kuivatamiseks kasutatakse päikeseenergiat ja tuult, on turba kaevandamine otseselt ilmastikutingimustest sõltuv. Kuivamist pärsivad sademed. Eesti kliimas kestab turba aktiivne kaevandamine hooaeg tavaliselt maist kuni augusti lõpuni. Vahel harva algab tootmine aprillis ja väga üksikutel aastatel võib lõppeda ka oktoobris. Reeglina on Eestis turba kuivatamiseks pikad sademete vabad perioodid ning piisavalt päikesevalgust ainult suvel. Ühel freesimisel väljatud turba kogust nimetatakse koristuseks.

Turba tootmismasinatena kasutatakse tootmiseseadmete käitamiseks valdavalt traktoreid. Viimase aja [uuringute](#) põhjal on katsetatud ka mehitamata liikurvahendeid.

**Freesimine** on turbatootmistsükli esimene etapp. Freesimisega eraldatakse turbalasundi pealmine kiht. Turbalasundi freesimise sügavus sõltub peamiselt kuivamistingimustest ja freesitava kihi kvaliteedist. Vähelagunenud turba freesitava kihi paksus ühes tsükliks on keskmiselt 15–20 mm ja hästilagunenud turbal keskmiselt 10 mm.

Freesimiseks kasutatakse tüüpiliselt kas aktiiv- või passiivfreesi. Aktiivfreesi saab ülekande traktori jõuvõtu võllilt ja seda kasutatakse kuivema ja kõvema kihi lahti freesimisel. Passiivfreesi pöörleb vabalt ja pinnasesse surutud lõiketerad kangutavad väikseid turbatükikesi lasundist lahti.



Foto 6.1 Freesimine. (Foto: MTÜ Eesti Turbaliit)

Pärast turbakihi freesimist jäetakse lasundist lahti freesitud turvas tootmisväljakutele kuivama. Freesimise ajal on turba niiskuse sisaldus umbes 70–80 %, mis kuivamisega viiakse 40–60 %-ni. Niiskussisaldus sõltub toote spetsifikatsioonist - kasutusotstarbest ja kuivamise ajast.

Kuivamise soodustamiseks **pööratakse** freesitud turvast sõltuvalt valmistoodangu nõuetest lähtuvalt (Foto 6.2). Kui kuivamistsükli ajal satub vihma sadama, tuleb kuivamistsükli uuesti alustada ja teostada ka uus pööramine. Pööramiseks kasutatakse kuni 19 meetri laiust pöörajat, millel on plastist või terasest pöördelabad.





Foto 6.2 Pööramine. (Foto: MTÜ Eesti Turbaliit)

### Koristamine ja kogumine

Peamiseks kogumismeetodiks Eestis on pneumaatiline kogumine vaakumkogujatega (Foto 6.3). Sellisel juhul freesitud ja kuivatatud turbaga rohkem töotsükleid läbi ei viida. Vaakumkogur ehk imur, tõmbab kuivanud kerge turba pinnalt koos õhuga sisse. Turvas ehk raskemad osakesed kogunevad punkrisse ja õhk suunatakse läbi väljalasketoru välja. Uuemad kogurid on varustatud juba tsüklonitega osakeste heite vähendamiseks. Sõltuvalt mudelist, seadme konstruktsioonist ja väljalaske suunast oleneb oluliselt osakeste õhku paiskamine. Vanematel mudelitel, mis ei ole varustatud tsüklonitega, on osakeste heide visuaalselt hästi nähtav. Uuematel, tsüklonitega varustatud seadmetel, on see vaevu märgatav.

Vähemal määral leiab kasutamist ka turba mehaaniline kogumine. Mehaanilisel kogumisel on mitmeid eri viise, millest sõltub siis ka kasutatav tehnoloogia.

Tavalise mehaanilise kogumise korral vallitatakse kuivanud turvas, kas traktori taha haagitud spetsiaalse **vallitajaga** umbes 0,8 m laiusesse ja 0,4 m kõrgusesse turbaväljaku pikkustesse vaaludesse. Järele haagitava vallitaja laius on umbes 5 m (Foto 6.4). Viimaseid rakendatakse kahe või kolme kaupa. Pärast vallitamist kogutakse turvas kokku mehaanilise kogujaga (Foto 6.5).

Turba vallitamiseks võib sõltuvalt järgnevast koristusmeetodist kasutada ka traktori ette haagitavat hõlmvallitajat (Foto 6.6). Selle tööorgani laius on tavaliselt umbes 9 m ja sellega moodustatakse tootmisväljaku keskele üks suurem vall.



Foto 6.3 Turba pneumaatiline kogumine vanemat tüüpi vaakumkoguriga (Foto: Peeter Koll, OÜ Inseneribüroo STEIGER)

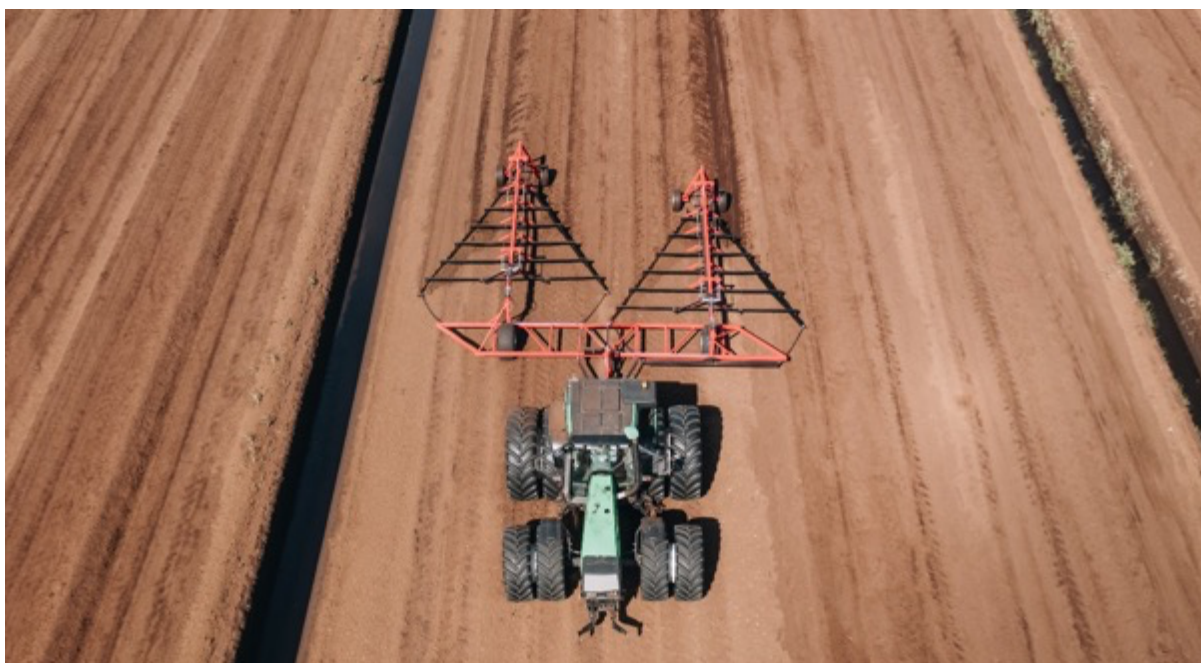


Foto 6.4 Traktori järgi haagitud vallitajaga (Eesti toodang) vallitamine (Foto: Andero Kaju, OÜ Elva E.P.T.)





Foto 6.5 Vallitatud turba mehaaniline kogumine (Foto: Andero Kaju, OÜ Elva E.P.T.)



Foto 6.6 Traktori ette haagitud hõlmvallitaja (Foto: Peatmax, 2024)

Keskne turba vall moodustatakse ümbervallitamise järgselt, kus 4–5 tootmisväljakult saadav turbakiht vallitatakse keskmisele tootmisväljakule ühte suurde vaalu, kus see hiljem vankritega tootmisalalt välja veetakse (nimetatakse ka Peco meetod). Ümbervallitamine toimub samuti lintlaaduriga.

Kütteturba tootmise eriviis on kesksete vaalude kokku vedamine suurtesse aunadesse, mis masinatega tihendatakse, et õhk võimalikult suures ulatuses välja pressida. Sellistesse aunadesse saab korraga ladustada mitusada tuhat kuupmeetrit turvast. Kärudega sõidetakse sel juhul auna peale, kallatakse turvas maha ja tihendatakse buldooseriaga, millega surutakse



turba osakeste vahelt liigne õhk välja, et ei tekiks turba isesüttimise ohtu. Sellist meetodit nimetatakse Haku meetodiks, kuid selle kasutamine on seoses kütteturba kasutamise vähenemisega taandunud. Samas kui Peco meetodit kasutatakse edasi nii Eestis kui mujal.



Foto 6.7 Keskse vaalu laadimine lintlaaduriga kärusse. Iirimaa (Foto: Erki Niitlaan, MTÜ Eesti Turbaliit)

Pneumaatiliste ja mehaaniliste kogujatega kogutud turvast viiakse tootmisväljaku otstesse, kuhu on rajatud väljaveotee (Foto 6.8). Turvas kallutatakse maha ja sellest moodustatakse turba aunad ehk puistangud. Aunades hoitakse turvast kuni väljavedamiseni.



Foto 6.8 Vaakumkoguja tühjendamine auna (Foto: Peeter Koll, OÜ Inseneribüroo STEIGER)

Aunade kõrgus oleneb kasutatavast tehnoloogiast, turba liigist ja kaevandamise hooaja kestusest. Aunad võivad freesväljakutel olla väga pikad (kuni kilomeeter) ja mahutada mitukümmend tuhat kuupmeetrit turvast. Aunad võidakse katta sademete eest kaitseks kilega. Kuid kilega katmisega kaasneva kilejäätmete tekke ja madala tõhususe tõttu ei ole see laialt levinud. Aunade moodustamisel ehk **aunatamisel** kasutatakse spetsiaalset, bageri tööpõhimõttel toimivat seadet, millega aunaküljed tasandatakse ja antakse sellele optimaalne profiil (Foto 6.9).



Foto 6.9 Aunatamine (Foto: MTÜ Eesti Turbaliit)

## Väljavedu

Aunadest väljavedu võib toimuda reeglina kahel viisil:

- kärudega, kui turvas veetakse näiteks otse tehasesse edasiseks töötlemiseks või
- pealt kaetavate veoautodega, kui toimub freesturba vedu ja laadimine laevadele.

Laadimine aunast toimub reeglina päri-kopp või greifer-kopp ekskavaatoriga (Foto 6.10).

Välja veetavat freesturvast kasutatakse omadustest lähtuvalt aianduses ja energeetikas. Vastavalt vajadusele võib turbatootmisele järgneda erinevaid töötlemise etappe. Kasvustraatide tootmisel näiteks fraksioneerimine, segamine väetistega, pakendamine jms.

Väljaveol tootmisalalt puudub oluline täiendav saasteainete heide ja välisõhku osakesi olulisel määral ei väljutata.





Foto 6.10 Vedu käruga. Laadimine aunast kopp-ekskaatoriga. (Foto: Rakvere Põllumajandustehnika)

## 6.2 Plokkturba tootmine

Plokkturba tootmise kohta on antud hea ülevaade TTÜ Mäeinstituudi koostatud [kogumikus](#). **Plokkturvast** toodetakse vähelagunenud turbast ning turba plokid lõigatakse ekskaatoriga või spetsiaalse kombainiga (Foto 6.11). Turba plokid tõstetakse talveks kahekaupa virna, mis parandab turba omadusi. Kuivanud pätsid ladustatakse kevadel ühekordselt maapinnale kuivama aeg-ajalt neid pöörates, kuni nende niiskus on vähenenud ligikaudu 50 %. Seejärel plokid ladustatakse edasiseks kuivamiseks.



Foto 6.11 Plokkturba lõikamine. (Foto: [Ramsi Turvas](#), 2024)

Pärast kogutud turba aunatamist ja ladumist, toimub turba laadimine ekskavaatoriga veoautodele ning väljavedu substraadi tsehhi või tarbijatele. Turba väljavedu toimub aastaringelt.

Plokis kuivanud turvas säilitab hästi oma struktuuri ja on õhulisem. Substraatide valmistamiseks turba plokid purustatakse ja fraksioneeritakse. Turba plokkide võib ka tervena kasutada, näiteks peenrapiirete või dekoratiivelementidena haljastuses. Peamiselt skandinaavia riikides kasutatakse plokkide lõikamisel spetsiaalseid seadmeid, mis asetavad plokid kuivatamisel riita nii, et plokkide vahelt käiks õhk läbi. Kuna turbaplokkide lõikamine ja kuivatamine on töömahukas, toodetakse plokkTURVAST kõige vähem.

PlokkTURBA tootmiselt ei väljutata saasteaineid välisõhku olulisel määral.

### 6.3 Tükkturba tootmine

TükktURVAST toodetakse hästilagunenud turbast kasutamiseks energeetikas. Seoses turba energeetilise kasutuse vähenemisega, on tükkturba tootmise mahud väikesed. Tükkturba tootmiseks sobib paremini rabaturvas, mis tänu oma kiulisele struktuurile püsib turbatükina koos ka pärast kuivatamist, sõelumist ja laadimist.

Tükkturba tootmine algab sügavfreesimisest. Paksu, maapinnaga risti paikneva tööorganiga, mis meenutab saeketast, lõigatakse lasundist 30–50 cm sügavuselt spetsiaalse tükitõstmisemasinaga mõne sentimeetri laiuselt turba riba, kruviseadmega pressitakse ja vormitakse see 4–8 cm läbimõõduga juppideks ning jäetakse väljakule kuivama (Foto 6.12). Värske turba tükkide looduslik niiskus on ~80 %. Tükke kuivatatakse 1–2 nädalat ning pööratakse 1–3 korda.

Kuivamise käigus alaneb niiskus kuni 35–40 %-ni. Kuivanud turba tükid vallitakse, kogutakse ja aunatakse harvester meetodil (Foto 6.13). Tükkturba tootmisel ei kasutata vaakumkogujaid, vaid ainult mehaanilist kogumist.

Tükkturba tegemise tsükleid korratakse hooajal 1–3 korda. Tükkturba tegemine on vähem tundlik väiksemate sadude suhtes, kuna kuivades moodustub tükkide peale koorik, mis enam vett sisse ei võtta. Kui aga sajud kestavad kauem, võivad tükid siiski uuesti vett sisse võtta ja laiali laguneda. Sel juhul on vaja kogu tsüklit algusest peale korrata.

Nii plokk- kui tükkturba tootmine toimub niisketes tingimustes, kus TURVAST ei peenestata ning mõlema tootmisviisi puhul moodustub kuivamise käigus turba pinnale koorik või kõvem osa, mis takistab turbaosakeste lendumist ka laadimise ajal. Seetõttu on heide välisõhku nende tootmistehnoloogiate puhul marginaalne. Ka [kirjanduse](#) andmetel ei väljutata tükkturba tootmisel saasteaineid välisõhku, mistõttu käesolevas metoodikas antud tehnoloogiat ei käsitleta.



Foto 6.12 Tükkturba lõikamine ja pressimine (Foto: MeriPeat, 2024)



Foto 6.13 Tükkturba pööraja vasakul ja vallitaja paremal (Foto: MeriPeat, 2024)

#### 6.4 Osakeste heide turba tootmiselt

[Uuringute](#) kohaselt põhjustab turbatootmine harva õhukvaliteedi piir- või sihtväärtuste ületamist. Tolmuhäiringud keskkonnas on lühiajalised, mis põhjustavad ebamugavust ja pindade saastumist tolmu kihiga. Suurimad tolmuheited tekivad freesturba kogumisel ja ümbervallitamisel. Turbatootmisest tekkiv terviserisk elanikele tootmisalade lähistel on marginaalne.

Osakeste heide peamised allikad välisõhku turba tootmiselt on Soome riikliku tehnoloogia uurimis- ja arenduskeskuse turba tootmist- ja kasutust käsitleva [ülevaate](#) kohaselt järgmised:



- traktorite ja seadmete rataste poolt välisõhku keerutatav turbatolm,
- töövahendite poolt välisõhku viidav turbatolm (Foto 6.14),
- vaalude pinnalt tuulega kantav turbatolm ja
- tuule poolt tootmisala pinnalt õhku tõstetav tolmu.



Foto 6.14 Turba kogumine vanemat tüüp vaakumkogujatega, mis ei ole varustatud tsüklonitega (Foto: Erki Niitlaan, MTÜ Eesti Turbaliit)

Turba kaevandamiselt heiteid välisõhku mõjutavad:

- turba niiskussisaldus ja lagunemisaste;
- tootmisviis;
- ilmastikutingimused.

Turbatolmu ja osakeste levimist ehk hajumist ümbruskonnas mõjutavad enim tuule suund ja kiirus. Väiksemad osakesed kanduvad kaugemale, samas kui silmale nähtava ja häiringut tekitava tolmu levik on piiratum. Välisõhku sattunud osakesed sadenevad enamuses koos sademetega atmosfäärist maapinnale. Suures koguses põhjustavad need häiringut ning kas üksi või koos teistest allikatest atmosfääri kantud osakestega, välisõhu saastumist. Osakeste suurus ja nende sisaldus, millest alates loetakse välisõhk saastunuks (õhukvaliteedi piirväärtuse ületamine), on käsitletud käesolevas juhendis eespool, [peatükis 5](#).

### 6.5 Heitekontrolli meetmed õhusaaste vähendamiseks või vältimiseks

Peaasjalikult on turba tootmisest tingitud probleemiks visuaalselt nähtavate osakeste levik turbatootmisalalt väljapoole, mistõttu kaasneb visuaalne häiring õhus hõljuva ja pindadele sadeneva tolmu turbatootmisalade naabruses. Eelkõige põhjustab seda osakeste suurema läbimõõduga fraktsioon. Tolmu- ja osakeste häiringut saab vähendada ennetava tehnoloogia ja tehnikaga, rakendades tehnikat tolmu tekke vältimiseks ning vähendamiseks.

Edasine on kokkuvõtte saasteainete heite- ja hajumise tehnikatest ja tehnoloogiatest, mida esitavad erinevad turbatootmise keskkonnakorraldusjuhendid: [Kanada juhend](#), [Soome juhend](#), [USA juhend](#). Neid tehnoloogiaid võib hajumise ja keskkonnamõju hindamisel arvestada, kuid iga üksiku tehnoloogia puhul tuleb arvestada teiste asjaoludega nagu tootmisala kuju ja asend, omandisuhted, jne.

Esmaseks tolmuhäiringu vähendamise viisiks on tootmisalade ja -veoteede kavandamine inimasulatest eemale. Samuti saab mõju vähendada tootmistehnoloogia valikuga ning nagu märgitud, tootmisala asendi valikuga piisaval kaugusel inimasustusest. Juhul kui kavandatava tegevuse eesmärk ei mõjuta tootmistehnoloogia valikut, saab võimalusel valida sellise tootmistehnoloogia, millega kaasnev koguheide on väiksem. Näiteks freesturba tootmisel vaakumkogujate kasutamine mehaanilise kogumise asemel ei vaja eelnevat turbakihi vallitamist. Mõju on võimalik vähendada tehniliste lahenduste rakendamisega, näiteks tsüklonite kasutamine vaakumkogujatel, mis aitab vähendada osakeste välisõhku väljutamist.

Üheks tõhusaks viisiks olulise keskkonnahäiringu vähendamiseks on puistu/heki/metsariba tootmisala ja vastuvõtja vahel. Selle vööndi laius sõltub asukohast maastikul ja pinnamoest. Soovituslikult loeb Soome juhend tõhusa vööndi laiuks vähemalt 400 m. Tõhus puistu on selline, mis algab turbatootmisala servast, on kõrge ning tihe ja koosneb erinevast puu- ja põõsarindest. Erinevad puuliigid, kõrged ning erinevas kasvujärgus puud takistavad saasteainete levikut. Reeglina sellised kaitsevööndid olemasolevatel turbatootmisaladel puuduvad. Uute alade puhul on selliste alade jätmine võimaluste piires soovituslik ning nende rajamist võib vabatahtliku meetmena soovitada ka olemasolevatele tootmisaladele, kuid sealjuures tuleb esmajoones tagada tuleohutus.

Tolmu- ja osakeste häiringut saab vähendada ennetava tehnoloogia ja tehnikaga, rakendades tehnikat tolmu tekke vältimiseks ning vähendamiseks selle tekkekohas. Freesimisel, pööramisel ja vallitamisel erilisi täiendavaid tolmu tekke ja leviku vähendamise meetmeid ei ole, välja arvatud töö peatamine olukordades, kus tundlikud alad jäävad väljakutest allatuult ja ilmastik võib tingida häiringu tekkimise.

Olulist keskkonnahäiringut saab vähendada ka ilmastikutingimuste jälgimisega. Arvestades tuule suunda ja selle tugevust, tuleks tolmuvaate tööde teostamisel tööd seisata, kui tuul puhub asustuse suunas. Üldise praktika kohaselt peatatakse tootmistegevus turbatootmisalal kui tuule kiirus on suurem kui 12 m/s. Eelnev on vajalik ka tuleohutuse nõuete täitmiseks.

Aunadest ja koormast lähtuva tolmuheite mõju turbatootmisalal töökorraldusega võib vähendada aunade ja veoteede kavandamisega asustusest eemale ja koormate hoolika katmisega. Aunade soovitatav vähim kaugus asulatest on 400 m. Laadimine tuleks peatada kui tuul kannab tolmu asustuse, veekogude või teiste häiringu osas tundlike objektide suunas. Aunade asukoha võib kavandada nii, et veotee oleks lühike ning et laadimist planeerida tuule suunda arvestades (vältides võimalusel laadimist tuule puhumisel tundlike alade suunas).

Ka vedude aegsa planeerimisega saab olulisi keskkonnahäiringuid vähendada. Kui tootmisalalt toimub väljavedu lähedalasuvasse substraadi- või pakketehasesse või konkreetsele kliendile, on võimalik vältida veoks ebasoodsate ilmaoludega perioode.

Tootmisalal tuleb seirata tuule suunda ja kiirust. Lihtne ja odav viis on kasutada tuule suuna määramist tuulekotiga ja tuule kiirust mõõta käsimõõteseadega. Kaebuste asjakohasuse hindamiseks ja edasiste meetmete vajaduse analüüsiks tuleks tuule suuna ja/või kiiruse mõõtmisel saadud tulemused turbatootjal talletada. Teiseks viisiks on ilmastikutingimuste püsिमõõtmine turbatootmisalale paigaldatava elektroonilise salvestusvõimekusega ilmajaama abil. Elektroonilisi seireandmeid saab kasutada samuti tegevuse keskkonnamõju analüüsiks ja/või tõendusmaterjalina kolmandate osapoolte kaebuste puhul ja/või lubades seatud nõuete täitmise kontrolliks.

Kõik eeltoodud meetmed on Eesti tingimustes rakendatavad peamiselt turbatootmise keskkonnamõju hindamisega (nii eel- kui täismahus hindamine).

Suurem mõju esineb turba kogumiselt, kus tööprotsess on intensiivsem ja heide eraldub maapinnast suhteliselt kõrgemalt, mis loob osakeste levikuks paremad tingimused. Tehnoloogiliselt on heide vähendamise võimaluseks, mida ka Eestis järjest enam kasutatakse, kasutada tolmutpüüduritega (tsüklonid) varustatud kogujaid ja/või laadijaid. Tänapäevased vaakumkogujad on varustatud tsüklonitega, mis aitavad kogujast väljutatavat õhku turbatolmust puhastada (Foto 6.15). Tsüklonite tõhususe kohta tootjad paraku infot ei jaga. Indikatiivselt võib tuua näiteks, et OÜ Kruviks toodetud [tsüklonitele](#) on väljastatud sertifikaat, mille kohaselt vähendab tsüklon kogujast väljutatavas õhuvoos turbatolmu sisaldust kuni 70 %. Samuti on Soomes kahe sõltumatu uurija poolt loodud katseseadmetes vähendatud vaakumkogujatest pärinevat heidet vee pihustamisega õhusegusse enne selle välisõhku suunamist. [Püüdeseadmete](#) tõhususeks on mõõdetud ühel puhul vähemalt 70–80 %. Teises Soome [katseseadmes](#) aga hinnati tõhususeks 73 % ( $\pm 10$  %).



Foto 6.15 Turba kogumine uuemat tüüpi vaakumkogujaga (valmistatud Eestis), mis on varustatud tsükloniga ning kus õhu väljalasketoru on toodud alla paremale küljele (Foto: Andrea Rotenberg, OÜ Elva E.P.T.)



## 7 Saasteainete heide ja heitkoguste hindamise alused

Välisõhu saasteainete heidet turbatootmisaladelt on kõige detailsemalt uuritud peamistes turvast tootvates riikides – Soomes ning Rootsis. Soome ja Rootsi hinnangud on ka käesoleva ülevaate aluseks, sest nii looduslikud tingimused kui ka kasutatav tootmistehnoloogia- ning tehnika on analoogsed Eestis kasutatavaga. Soome metoodika on turbatootmise välisõhu saasteainete heide hindamisel kasutusel ka Lätis. Kui välja arvata kliimagaasid (süsihappegaas ja metaan), siis peamistes turvast tootvates riikides ei peeta saasteainete heiteid ja väljutamist välisõhku turba tootmiselt oluliseks keskkonnaprobleemiks. Nii ei ole Kanada, Saksamaa, Poola, Iirimaa, Hollandi või teiste riikide turba tootmise keskkonnamõju ja selle vältimise ning vähendamise juures osakeste ega teiste saasteainete väljutamist välisõhku kirjeldatud ega hinnatud.

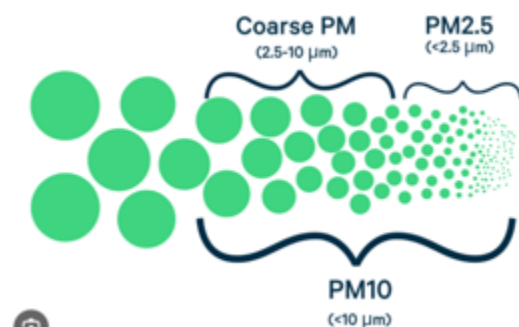
Turba tootmisel tekkivate osakeste suurust ja heidet välisõhku on uuritud Soome ([Tissari, 2001](#); [Tissari, 2006](#); [Nuutinen, 2007](#)) ja Rootsi ([Hansen, 2016](#)) turbatootmisalade ning tehnikate näitel. Nende andmete analüüsil põhjal on koostatud vastavalt ülevaateid välisõhu saasteainete heitest ning heitekontrolli, sh püüdeseadmete rakendamise, meetmetest, mis on heide hindamise aluseks käesolevas metoodikas.

Turba tootmisel tekib turbatolmu tootmisala teostatavate tööprotsesside käigus. Osakeste heide tekib töömasinate ratastelt maapinna lähisel ja punktheitena turba freesimisel, pööramisel, vallitamisel, kogumisel, aunatamisel jne. Enamik tolmu ja osakeste heide allikaid on mobiilsed. Rootsi [uuringu](#) kohaselt on osakeste heide intensiivsusel ja saasteainete leviku ulatuse määramisel kõige olulisemad tegurid ilmastikutingimused (eelkõige tuule kiirus ja sademete hulk), toodetav turba kogus ja kasutatav tootmismeetod. Soome [uuringus](#) on kindlaks tehtud, et hästilagunenud turvas moodustab kergema materjali, mis võib suhteliselt enam lenduda, kui lagunemata turvas.

Turba tootmisprotsess on ajas muutuv nii nagu ka sellega kaasnev saasteainete heide. Nagu eelpool tootmistehnoloogiate kirjeldusel on näidatud, saab turvast toota vaid kuival aastaajal. Seega talvel, aga ka suure osa kevadest ja sügisest heide välisõhku turbatootmisalalt puudub. Lisaks sõltub heide kasutatavast tehnoloogiast ja heide on seotud tootmisetappide järgnevusega, mis on samuti ajas muutuv. Turba kaevandamise mõju hindamisel turbatootmisala lähiümbruse õhukvaliteedile tuleb eelnevate asjaoludega arvestada.

### 7.1 Osakeste suurus

Suurema läbimõõduga osakesed sadenevad sadenevad maha heiteallika lähedal, PM<sub>10</sub> ja PM<sub>2,5</sub> levivad laiemal alal. Näiteks [US EPA AP-42 metoodika](#) kohaselt (peatükk 13.2 *Fugitive dust sources*) langevad üle 100 mikromeetri läbimõõduga osakesed maha 6–9 meetri kaugusel tekkeallikast. Heide potentsiaal on suurem peenematel osakestel.



[Soome uuringus](#) on hinnatud eri tootmisprotsessides tekkivate osakeste suurusi. Tulemused on esitatud tabelis (Tabel 7.1).

Tabel 7.1 Mõõdetud osakeste suuruse jaotus (määratuna massi alusel  $PM_{sum}$  koostises) eri tootmisetappide heites Konnusuo turbatootmisalal 2000. aastal ([Tissari 2001](#)).

| Tootmisetapp        | <2,5 µm, (%) | 2,5-10 µm (%) | >10 µm (%) |
|---------------------|--------------|---------------|------------|
| Freesimine          | 10           | 15            | 75         |
| Pööramine           | 38           | 23            | 38         |
| Kogumine, HAKU      | 23           | 15            | 62         |
| Aunade valmistamine | 75           | 5             | 19         |
| Laadimine veokile   | 20           | 12            | 68         |
| Tuuleerosioon       | 74           | 6             | 20         |

Tulemustest on näha, et aunade moodustamisest ja üldise tuuleerosiooni tõttu lendub enim eriti peenete osakeste fraktsioon ning freesimiselt, kogumiselt ja laadimiselt osakeste jämedam fraktsioon.

Turbatolmu osakeste erinevate fraktsioonide hindamiseks viidi eelnimetatud [uuringus](#) läbi analüüs kohapeal teostatud mõõtmiste põhjal. Mõõtmiste põhjal on tuletatud üleminekukoefitsiendid osakeste teiste fraktsioonide jaoks. Erinevate osakeste fraktsioonide üleminekukoefitsiendid põhinevad järgmistel seostel ([Tissari 2001](#)):

$$PM_{10} = 1,424 \cdot PM_{2,5} \quad [7.1]$$

$$PM_{sum} = 1,53 \cdot PM_{10} \quad [7.2]$$

Toodud üleminekukoefitsiente saab kasutada osakeste erinevate fraktsioonide eriheidete leidmisel heitkoguste arvutamise järgmistes etappides.

## 7.2 Eriheidet turba tootmiselt

Heitkoguse suurust saab kirjeldada erinevate eriheidetega mitmel viisil:

- heitkogus seotuna toodanguga ( $kg/m^3$ ) ehk heitkogus toodetud turbaühiku kohta;
- heitkogus seotuna tootmisala pinnaühikuga ( $kg/ha$ ) või
- hetkelise heitena tööprotsessi põhiselt ( $g/s$ ).

Tuginedes Rootsi ja Soome metoodikatele, on neid kategooriaid allpool detailsemalt kirjeldatud koos võimalike eriheidetega. Eriheidet on toodud Soome ja Rootsi metoodikate põhjal freesimise, pööramise, vallitamise ja kogumise kohta. Aunatamiselt ja laadimiselt heite jaoks on arvutuskäik esitatud allpool, peatükis 7.3.

Toodangumahuga seotud eriheidet on kasutatavad eelkõige saasteainete aastase koguheitte arvutamiseks. Näiteks Soomes ja Rootsis kasutatakse neid riiklike saasteainete heitekoguste

arvutamisel rahvusvaheliseks saasteainete heitkoguste aruandluseks Saaste Kauglevi konventsiooni sekretariaadile või NEC direktiivi nõuete täitmise aruannete jaoks. Eestis võib seda vajadusel kasutada näiteks õhusaaste statistilise aruande koostamiseks.

[Rootsi uuring](#) toob välja, et nii Rootsis kui Soomes kasutatakse riiklikus aruandluses osakeste ( $PM_{sum}$ ,  $PM_{10}$  ja  $PM_{2,5}$ ) eriheiteid ühikuna  $kg/m^3$ , kus heitkogus arvutatakse kaevandatud freesturba koguse alusel. Erinevate freesturba tootmismeetoditega kaasneb erinev heide ja nii erinevad ka meetodist tulenevalt eriheited. Rootsi turbatootmise mõju uuring esitab kokkuvõtte 2010. aastal Rootsi riiklike saasteainete heitkoguste määramise töö raames väljapakutud eriheidetest. Selles töös on esitatud summaarsete osakeste, peenosakeste ning eriti peenete osakeste eriheited seotult aastase toodangumahtu ja konkreetse tootmistehnoloogiaga. Uuringus esitatud ja Rootsis kasutatavad eriheited tootmisviisist sõltuvalt aastase heitkoguse arvutamiseks on toodud alljärgnevas tabelis (Tabel 7.2).

Tabel 7.2 Eri osakeste fraktsioonide eriheide ( $kg/m^3$ ) freesturba kogumisel kolmel erineval meetodil ([Nuutinen 2007](#), [Jerksjö 2010](#)).

| Turba kogumisviis     | Saasteaine eriheide, $kg/m^3$ |           |            |
|-----------------------|-------------------------------|-----------|------------|
|                       | $PM_{2,5}$                    | $PM_{10}$ | $PM_{sum}$ |
| HAKU meetod           | 0,042                         | 0,046     | 0,09       |
| Mehhaaniline kogumine | 0,046                         | 0,066     | 0,14       |
| Vaakumkogumine        | 0,040                         | 0,056     | 0,12       |

Eriheited näitavad, et kolm tootmistehnoloogiat on heitkoguste osas toodetud turbakoguse kohta enam-vähem samaväärsed ja see kehtib osakeste suurusest sõltumata.

[Soome uuringus](#) on uuritud osakeste heitkoguseid Soomes turba kaevandamisel. HAKU meetod oli viidatud uuringute tegemise ajal keskne tootmismeetod, kuid kütteturba osakaalu olulise vähenemise tõttu enam mitte. Eestis kasutatakse käesoleval ajal turbatoomisel vaakumkogumist ja vähesemal määral mehaanilist kogumist. Uuringus kasutati osakeste heitkoguste hajumise hindamiseks USA EPA dispersioonimudelit (*EPA-Fugitive Dust Model FDM*). Erinevad turba kogumismeetodid näitasid suurt erinevust eriti peenete osakeste ( $PM_{2,5}$ ) heidete osas. Suurim heide esines vanade vaakumkogujate (kasutati ilma tsüklonita kogujat, mudel: JIK 35) kasutamisel, kui  $PM_{2,5}$  heide oli vahemikus 1,6–43 g/s (keskmiselt 13,2 g/s), samal ajal kui uuemate seadmetega (tsükloniga koguja, mudel: JIK 40) oli vaakumkogujast väljuvas õhus  $PM_{2,5}$  sisaldus vahemikus 0,3–5,8 g/s (keskmiselt 1,9 g/s).

Turbatootmisalal toimuvate tootmisetappide heite täpsemaks hindamiseks on vajalik teada eriheiteid kõikide tööetappide kohta. Eestis levinuimaks tootmisviisiks on kogumine vaakumkogujaga, millele eelneb turbapinna freesimine ja pööramine. Juhul kui turvast kogutakse mehaanilisel meetodil, lisandub eeltöötlusena ka kuivanud turbapinnase vallitamine.

Teises [Soome uuringus](#) teostatud peenosakeste ( $PM_{10}$ ) mõõtmiste põhjal on pöördmodelleerimise teel leitud erinevatele tootmisprotsessidele osakeste hinnangulised eriheited väljendatuna heitekogusena tootmispinna ühiku kohta ( $kg/ha$ ). Antud väärtused on rakendatud ka hilisemates uuringutes tootmisaladelt pärineva osakeste heitkoguste

arvutamisel. Uuringus esitatud  $PM_{10}$  eriheid on esitatud allolevas tabelis (Tabel 7.3). Lisaks on tabelis esitatud ka  $PM_{sum}$  ja  $PM_{2,5}$  eriheid, tuginedes peatükis 7.1 toodud üleminekukoefitsientidele.

Tabel 7.3. Turba tootmisetappide eriheid  $q_{etapp}$  (Nuutinen 2007)

| Tootmisetapp          | $PM_{sum}^*$        | $PM_{10}$ | $PM_{2,5}^*$ |
|-----------------------|---------------------|-----------|--------------|
|                       | $q_{etapp}$ (kg/ha) |           |              |
| Freesimine            | 2,295               | 1,500     | 1,053        |
| Pööramine             | 4,131               | 2,700     | 1,896        |
| Vallitamine           | 1,377               | 0,900     | 0,632        |
| Mehaaniline koguja    | 7,497               | 4,900     | 3,441        |
| Vaakumkoguja (JIK 40) | 8,568               | 5,600     | 3,933        |

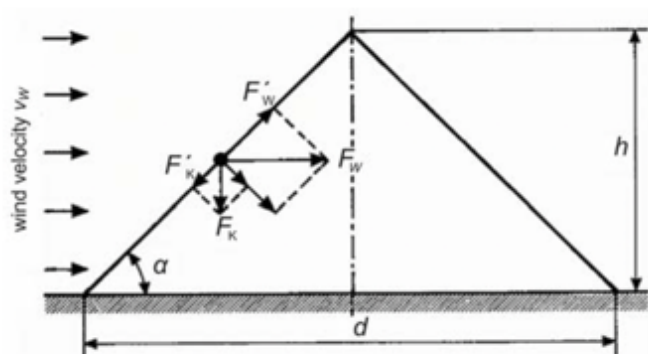
\* Arvutatud vastavalt valemitele [[7.1] ja [[7.2].

### 7.3 Heite hindamine laadimiselt ja aunatamiselt

Osakeste heitkoguste arvutuseks laadimiselt ja aunatamiselt tuleb kasutada osakeste lendumise hinnanguid erinevatelt laadimisprotsessidelt. Heidet mõjutavad paljud erinevad tegurid. Järgnevalt on näiteks toodud osakeste heite moodustamise tingimused Saksa Inseneride Assotsiatsiooni (VDI) väljatöötatud [heite metoodikast](#). Heite tekkel loetakse osakeste lendumise/heite tekke teguriteks osakeste koostist, sealhulgas:

- tihedust;
- terasuuruse jaotust, sh savifraktsiooni sisaldust;
- niiskuse/rasva sisaldust;
- osakeste kuju;
- osakeste pinna omadusi;
- keemilisi ja füüsilisi omadusi.

Metoodikates esitatud koefitsiente teistele materjalidele, nagu näiteks liiv, kruus, saepuru vms ei saa turba puhul otse kasutada, sest turba peenosakeste füüsikalisi-keemilisi omadused (nagu niiskuse sisaldus, terasuurus jne) võivad olla märkimisväärselt erinevad.



Joonis 7.1 Näide, osakestele mõjuvad jõud puistematerjali kuhilas. Allikas: VDI 3790.

Kuna käesoleva metoodika koostamiseks tehtud kaardistamine näitas, et riikides, kus turvast on toodetud või toodetakse, ei loeta turba osakesi oluliseks välisõhu kvaliteedi mõjutajaks, siis vahetult turba tootmisega seotud uuringud puuduvad. Seetõttu kasutatakse käesolevas töös aunatemiselt ja laadimiselt heide hindamiseks lähimaid sobivaid analooge ning lähtutakse konservatiivsuse põhimõttest.

Osakeste heide suuruse hindamiseks võib kasutada [US EPA AP-42 metoodikat](#) puistematerjalide käitlemiselt. Heide valem koos soovituslike kasutatavate näitajatega on esitatud allpool ([peatükk 8.2.5](#)).

## 7.4 Heiteallika kõrgus maapinnast

Osakeste leviku hindamiseks on vajalik teada heiteallika kõrgusi.

Turbatootmise eeltötlusprotsessid toimuvad mehaaniliste seadmetega maapinna lähedal, kus mehaanilise töötuse seadmete kõrgus ulatub kuni poole meetrini. Kogu tootmistsükli lõikes toimuvad enamuse tööprotsesse vahetult maapinna lähedal. Madal kõrgus pärsib suuremal määral osakeste heidet õhku ning edasi kandumist suuremate vahemaade taha. Seetõttu sadestub valdav osa heitest maha töötsoonis ja selle vahetus ümbruses. Osakeste õhku sattumise kõrgus on suurem aunatemisel ja laadimisel. Aunatemisel võib mahalaadimise kõrguseks arvestada 0,5 m, kus on heide kõige suurem ning aunast laadimisel veovahendisse (tootmisalalt äravedu), mis toimub tavaliselt ekskavaatoriga, võib osakeste moodustumise kõrguseks arvestada 3–4 m.

Allolevas tabelis (Tabel 7.4) on toodud turba tootmisetappidel eralduvate osakeste heide kõrgused (freesturba pinnase ettevalmistus, kuivatamine ja kogumine vaakum- ja mehaaniliste kogujatega). Põhjalikum kirjeldus tootmistehnoloogiast on esitatud eespool [peatükis 6](#).

Tabel 7.4. Turbatootmise tööprotsesside heide kõrgus ([Nuutinen 2007](#))

| Tööprotsess          | Saasteaine õhku eraldumise kõrgus, m | Märkused  |
|----------------------|--------------------------------------|---|
| Freesimine           | 0,5                                  | Tööorgani kõrgus maapinnast   |
| Pööramine            | 0,5                                  |   |
| Vallitamine          | 0,5                                  |   |
| Mehaaniline kogumine | 2                                    | Kõrgus on sõltuv kasutatava koguja tüübist. Kui väljalasketoru on suunatud alla, on heide kõrgus ~0,5 m. Kui väljalasketoru on suunatud üles, on heide eraldumise kõrgus keskmiselt 2 m (mõnede kogujate puhul ulatub maksimaalselt 4 m). |
| Vaakumkogumine       | 0,5–4                                |   |
| Aunatemine           | 0,5–4                                | Peamine osakeste heide õhku on koguri punkri tühjendamisel, mis toimub  |

| Tööprotsess | Saasteaine õhku eraldumise kõrgus, m | Märkused  |
|-------------|--------------------------------------|---|
|             |                                      | maapinna lähedal. Auna profileerimisel on heide väiksem.      |
| Laadimine   | 3–4                                  | Laadimine võib toimuda iga ilmaga sh ka vihma või lumesajuga. |

## 7.5 Heite kestus

Osakeste teke/heide/levik toimub tööprotsesside läbiviimise ajal.

Välisõhu kvaliteedi piirnormidega ületamise võrdlushindamise jaoks on vähim aeg üks ööpäev.

Vähim välisõhu kvaliteedi piirväärtuste ( $PM_{10}$ ,  $PM_{2,5}$ ) keskmistatud aeg on üks ööpäev ehk 24-tundi. Töö toimub reeglina valgel ajal, kuid mitte 24 h järjest.

Juriidiliselt siduv välisõhu osakeste piirväärtus on seatud ööpäeva keskmisele sisaldusele tootmisterritooriumist väljapool ([peatükk 5](#)).  $PM_{10}$  ööpäeva keskmist piirväärtust on kuni aastani 2030 lubatud ületada 35 korda aastas, pärast seda AAQD direktiivi kohaselt 18 ööpäeval aastas.  $PM_{2,5}$ -le ööpäeva keskmist piirväärtust täna seatud ei ole, alates 2030. aastast aga on samuti ööpäeva keskmist piirväärtust lubatud ületada 18 ööpäeval.

Häiringut põhjustava heite hindamiseks ( $PM_{sum}$ , aga ka  $PM_{10}$  ja  $PM_{2,5}$ ) osas võib loomulikult kasutada ka muid ajavahemikke.

Arvutimodelleerimise kasutamisel on vähim mõistlik aeg ühe tunni keskmine heide. Sellisel juhul sobib väljutatud osakeste hajumise hindamise alusena kasutada teoreetiliselt suurimat võimalikku tekkivat osakeste kogust, millel on potentsiaal levida tootmisalalt väljapoole (väljutatakse välisõhku).

## 7.6 Osakeste hajumine välisõhus

Turba tootmiselt osakeste hajumist hinnatakse tänapäevalt valdavalt arvutimodelleerimisega, kasutades arvutatud heitkogust ajaühikus ja heidet mõjutavaid tehnoloogilisi tingimusi, samuti meteoroloogilisi näitajaid.

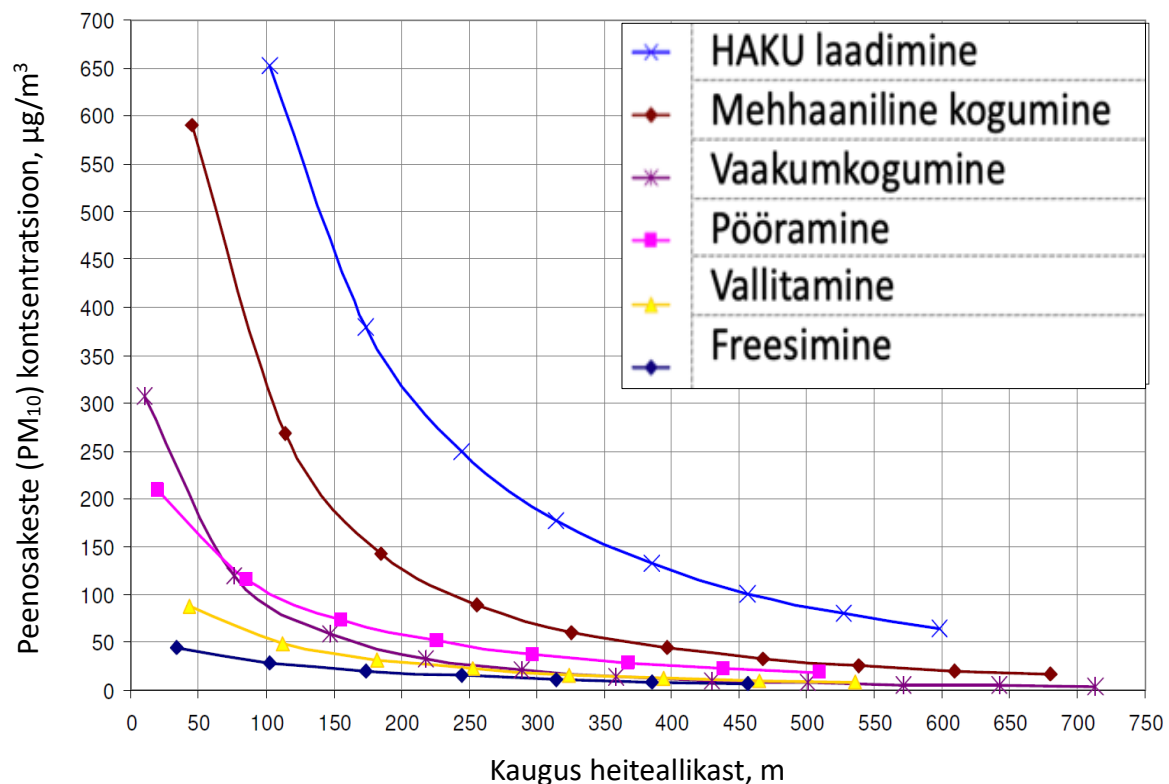
Osakeste levik väljapoole tootmisala toimub tuule mõjul. Osakeste hajumine väljapoole tootmisala toimub ainult ebasoodsa tuulesuuna korral, kui tuul puhub piisava tugevusega väljapoole tootmisala.

Saksa Inseneride Assotsiatsiooni (VDI) väljatöötatud [heite metoodika](#) kohaselt on meteoroloogilistest tingimustest olulised välisõhu järgmised näitajad:

- tuule suund;
- tuule tugevus;
- turbulents;
- õhutemperatuur;

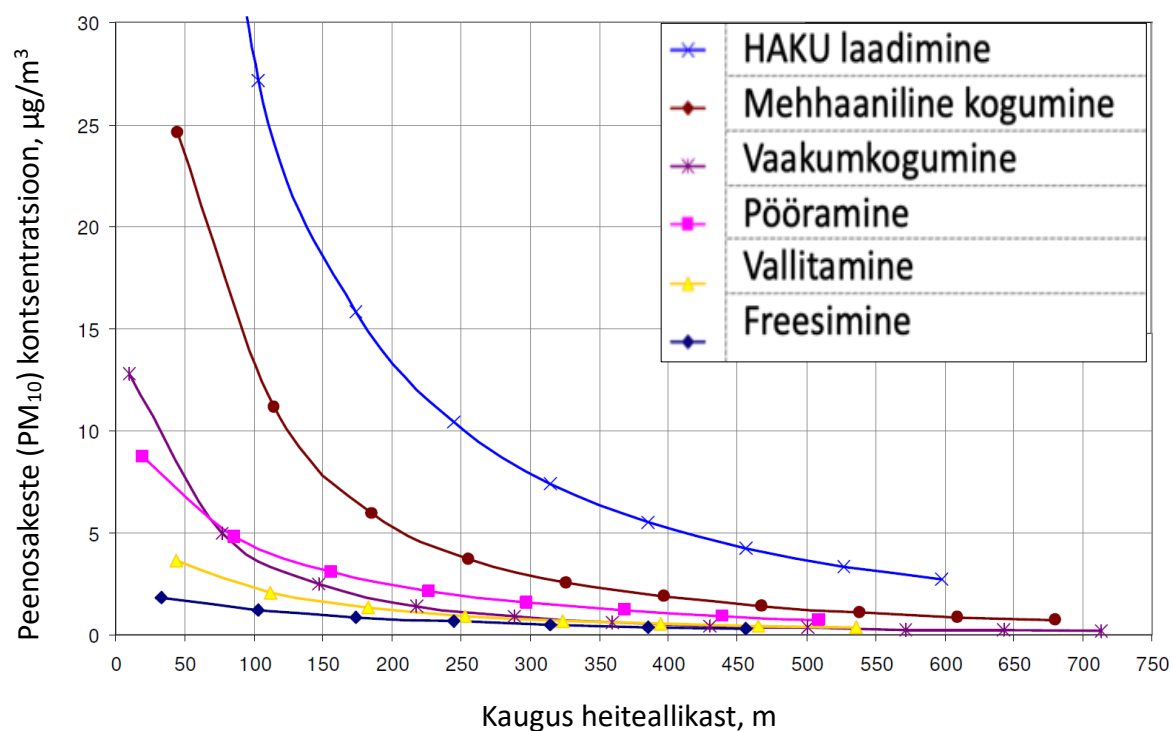
- õhuniiskus;
- sademed.

Illustreerimaks osakeste hajumist ja saasteallikast eemaldudes tekkivaid kontsentratsioone õhus, on siinkohal ära toodud Soomes mõõtmiste ja hajumisarvutustega osakeste hajumine erinevatelt tootmisprotsessi etappidelt, sõltuvalt hajumistingimustest. Kasutatud on turbatootmisettevõtte VAPO uue tootmisala arenduse [KMH aruande](#) välisõhu kvaliteedi hindamise osa.



Joonis 7.2 Turbatootmise etapi põhjustatav tunnikeskmise peenosakeste ( $PM_{10}$ ) kontsentratsioon heiteallikast erinevatel kaugustel avamaastiku tingimustes. Hajumist mõjutavad tingimused: tuul 3 m/s, (suuna vaheldus  $\pm 45^\circ$ ), stabiilsusklass 2, õhutemperatuur 20 °C, piirikihi kõrgus 1000 m ([Nuutinen, 2007](#)).

Märkus: Joonisel 7.2 kujutatud HAKU meetoodika alusel toimuv laadimine ei ole Eesti tingimustes asjakohane, kuna seda ei kasutata.



Joonis 7.3 Turbatootmise etapi põhjustatav peenosakeste (PM<sub>10</sub>) lisanduv kontsentratsioon ööpäeva keskmisele heiteallikast erinevatel kaugustel avamaastiku tingimustes. Hajumist mõjutavad tingimused: tuul 3 m/s, (suuna vaheldus +/-45°), stabiilsusklass 2, õhutemperatuur 20 °C, piirikihi kõrgus 1000 m ([Nuutinen, 2007](#)).

Märkus: Joonisel 7.3 kujutatud HAKU meetoodika alusel toimuv laadimine ei ole Eesti tingimustes asjakohane, kuna seda ei kasutata.



## 8 Turba tootmiselt saasteainete heitkoguste arvutusmetoodika

Allpool esitatud saasteainete heitkoguste arvutusmetoodika on sõltuv nende abil saavutatavatest eesmärkidest, täites kas keskkonnakaitselist või keskkonnakorralduslikku eesmärki.

Keskkonnakaitseline eesmärk on saaste vältimine, mille väljenduseks on saasteainete ohutu sisaldus välisõhus. Arvutusmetoodika eesmärk on anda lähteinformatsiooni saasteainete hajumiskaartide koostamiseks, et prognoosida ja hinnata turba tootmise tootmisalast piirest väljaspool tekkivaid kontsentratsioone piirväärtustega. Saasteainete piirväärtused on esitatud tunnikeskmisena, nõnda aitab ka metoodika hinnata heidet ajaühikus, võimaldades arvutada heitkogused tunnis.

Keskkonnakorralduslikud eesmärgid on Eestis seotud eelkõige keskkonnaloa andmise, loa seadud heite tingimustega, millele lisanduvad aruandluskohustused, mis omakorda on seotud keskkonnatasudega. Keskkonnakorralduslikult on heitkogused seotud nõuetega hetkelisele heitkogusele – g/s ning pikaajaliselt koguheitele – t/a, arvestuslikud ajaühikud aga on seotud veel kvartali ja aastaga, kus tootja peab hindama möödunud ajaperioodi heitkoguseid kg/kvartalis ja t/a. Mõlemad on aluseks saastetasu tasumiseks, põhinedes toimunud tegevusel ja heitkoguste arvutusel. Õhusaasteloa vajadus tuleb aga üldjuhul välja selgitada kavandatava tegevuse eelselt keskkonnaloa taotlemise käigus, mistõttu siin on keskkonnakorralduslikuks eripäraks aastase heitkoguse prognoos.

Eeltoodud eesmäärke silmas pidades võimaldab järgnevalt esitatud metoodika leida:

- saasteainete aastased heitkogused kehtestatud künniskogusega võrdlemiseks ja keskkonnaloa vajaduse hindamiseks;
- saasteainete aastased heitkogused aruandluseks ja keskkonnatasude tasumiseks;
- saasteainete hetkelised heitkogused hajumise ja õhukvaliteedi taseme vastavuse hindamiseks lubatud välisõhu kvaliteedi piirväärtusega.

Lisaks on metoodikas ka esitatud võimalikud meetodid lühiajalisemate, nt tunnikeskiste heidete hindamiseks.

### 8.1 Aastase saasteaine heitkoguse arvutus õhusaasteloa vajaduse hindamiseks

Lähtudes vajadusest hinnata turbatootmisalalt välisõhku eralduvate saasteainete koguheidet, on vajalik leida saasteainete aastane heitkogus. **Arvutuse tulemus annab vastuse küsimusele, kas turbatootjal on vajalik taotleda õhusaasteluba saasteainete välisõhku viimiseks või mitte.**

Nagu juba eelpool on selgitatud, on Eesti keskkonnakorralduslikult unikaalne, sest üheski teises riigis, kus toimub tööstuslik turba tootmine, välisõhu saasteainete heidet otse ei reguleerita. Välisõhu kvaliteedi kontroll toimub läbi välisõhu saasteainete piirväärtuste tagamise välisõhus tootmisterritooriumi piiril ja sellest väljaspool. Põhirõhk on seega maapinnalähedase atmosfääriõhu seisundi kontrollil tootmisalalt väljas. Turbatootja peab

jälgima ja tagama, et välisõhus tootmisalade ümbruses ei ületataks seadusega lubatud osakeste sisalduse piirväärtust. Piirväärtuse ületamise suure tõenäosuse korral seiratakse ja või mõõdetakse õhukvaliteedi taset ja/või seda mõjutavaid tegureid (nt tuule suund, õhutemperatuur, jne).

Soomes läbiviidud uuringute ja mõõtmistulemuste alusel välja töötatud metoodikat ja erihteid kasutatakse ka Soomes ja Rootsis ÜRO Saaste Kauglevi konventsiooni (CLRTAP) ja EL Õhusaasteainete riiklike piirkoguste direktiivi (NEC) aruandluses.

Heitkoguste arvutusel arvestatakse kolme levinuima meetodiga (HAKU, mehhaaniline ja pneumaatiline ehk vaakumkogumine). HAKU meetodi kasutamine on vähenemas ja nagu Eestiski on valdavaks saanud pneumaatiline meetod.

### 8.1.1 Aastane tootmismaht ja turba erikaal

Saasteaine aastase heitkoguse leidmiseks ja toodetava koguse teisendamiseks massiühikutelt (t) mahuühikutele ( $m^3$ ) on vajalik teada turbatootmisala erineva kaevandatava varu erikaalu ( $t/m^3$ ), mis hästi- ja vähelagunenud turbal on erinev. Eestis peetakse statistilist arvestust toodetud turba erikaalude osas. Võimalusel tuleks kasutada vastava ala koefitsiente või selle puudumisel statistilisi keskmisi näitajaid. Viimaste aastate keskmised väärtused Eesti Turbaliidu andemetel on toodud allolevas tabelis.

Tabel 8.1. Turbalasundi erikaalude koefitsiendid (MTÜ Eesti Turbaliit)

| Toodetava turbalasundi erikaalu koefitsiendid | 2021    | 2022  | 2023  | 2024  |
|---|---------|-------|-------|-------|
|   | $t/m^3$ |       |       |       |
| Vähelagunenud turvas                          | 0,146   | 0,140 | 0,140 | 0,142 |
| Hästilagunenud turvas                         | 0,220   | 0,216 | 0,200 | 0,203 |

Arvestades metoodika üldistusastet, toodetava turba omadusi ja arvutuskäigu eesmärki, tuleb esmalt leida taotletava varu keskmine erikaal, kasutades järgmist valemit:

$$\rho_{varu} = \frac{(Q_{vähel.} \cdot C_{vähel.}) + (Q_{hästil.} \cdot C_{hästil.})}{Q_{vähel.} + Q_{hästil.}} \quad [8.1]$$

kus

- $\rho_{varu}$  kaevandatava turbavaru keskmine erikaal,  $t/m^3$
- $Q_{vähel.}$  vähelagunenud turba maht, t
- $C_{vähel.}$  vähelagunenud turba erikaalu koefitsient,  $t/m^3$
- $Q_{hästil.}$  hästilagunenud turba maht, t
- $C_{hästil.}$  hästilagunenud turba erikaalu koefitsient,  $t/m^3$

Aastane tootmismaht mahuühikutes ( $m^3$ ) on leitav järgmiselt:

$$Q = \frac{m_{aasta}}{\rho_{varu}} \quad [8.2]$$

kus

Q aastane taotletav tootmismah, m<sup>3</sup>  
 m<sub>aasta</sub> aastane taotletav kaevandamismaht, t  
 ρ<sub>varu</sub> kaevandatava turbavaru keskmine erikaal, t/m<sup>3</sup>

### 8.1.2 Tootmisefektiivsus ja tootmisetappide eriheid

Peatükis 7.1 toodud eriheidete teisendamiseks vaadeldaval alal kaevandatavale turbale tuleb arvestada tootmisefektiivsusega. Tootmisefektiivsus näitab, kui palju turvast (m<sup>3</sup>) saadakse tootmisala ühe pinnaühiku (ha) kohta. Tootmisefektiivsus sõltub turba omadustest, tööprotsessidest, keskkonnatingimustest, turunõudlusest ja kujuneb välja ka varasema praktika põhjal, mistõttu pärineb see info arendajalt. **Tavapärastel jääb tootmisefektiivsus vahemikku 500–750 m<sup>3</sup>/ha.**

Juhul kui tootmisefektiivsus ei ole teada (näiteks kui tegemist on uue turbatootmisalaga või kaevandajaga), tuleb kasutada arvutuslikku väärtust, mis on leitav järgmiselt:

$$\eta = \frac{Q}{P} \quad [8.3]$$

kus

η tootmisefektiivsus vaadeldaval alal, m<sup>3</sup>/ha  
 Q aastane taotletav tootmismah, m<sup>3</sup>  
 P tootmisala pindala, ha

**Tootmisala põhised eriheid** tootmisetappidele on leitavad peatükis 7.2 esitatud eriheidete ja vaadeldava ala tootmisefektiivsuse kaudu järgmiselt:

$$C_{etapp} = \frac{q_{etapp}}{\eta} \quad [8.4]$$

kus

C<sub>etapp</sub> tootmisetapi eriheid, kg/m<sup>3</sup>  
 q<sub>etapp</sub> tootmisetapi eriheid, kg/ha, (Tabel 7.3)  
 η tootmisefektiivsus vaadeldaval alal, m<sup>3</sup>/ha, valem [8.3]

Valemiga [8.4] leitud eriheidete põhjal saab aastast tootmismah, Q arvesse võttes leida summaarsed aastased heitkogused.

### 8.1.3 Püüdeseadmetega vaakumkogumise eriheid

Juhul, kui turba kogumise etapil rakendatakse vaakumkogumist püüdeseadmeid (tsüklonid), siis tuleb tootmisetapi heide läbi korrutada heide vähendamise koefitsiendiga, mis väljendab heide

vähendamise potentsiaali. Püüdeseadme koefitsient antakse tootmistehnoloogia tootja poolt või määratakse mõõtmistega.

Tsüklonite osakeste eemaldamise tõhususe kohta on koostanud koondülevaate US EPA ([EPA-452/F-03-005 Air Pollution Control Technology - Cyclones](#)), mille kohaselt on klassikaliste tsüklonite tõhusus summaarsete osakeste ( $PM_{sum}$ ) eemaldamisel 70–90 %, peenosakeste ( $PM_{10}$ ) puhul 30–90 % ja eriti peenete osakeste ( $PM_{2,5}$ ) puhul 0–40 %. Ülevaates tuuakse välja, et kuigi tsüklonid töötavad eriti tõhusalt osakestele terasuurusega alates 10  $\mu m$  ja eriti üle 200  $\mu m$  (silмага nähtav osa), siis saavutatakse tsükloni rakendamisel heites ka väiksemate osakeste vähenemine.

Arvestades eeltoodud osakeste vähendamise potentsiaali ning Eestis vaakumkogujatel kasutatavate tsüklonite sertifikaati, on summaarsete osakeste  $PM_{sum}$  70 % vähenemise kasutamine konservatiivne ja tõenäoliselt on tõhusus alahinnatud.

Püüdeseadme rakendamisel on korrigeeritud eriheide leitav järgmise valemiga:

$$C_{vaakumkogumine}^{korrigeeritud} = C_{etapp} \cdot \left( \frac{100 - P}{100} \right) \quad [8.5]$$

kus

|                                      |  |
|--------------------------------------|--|
| $C_{vaakumkogumine}^{korrigeeritud}$ | tootmisetapi eriheide püüdeseadme rakendamisel, $kg/m^3$       |
| $C_{etapp}$                          | tootmisala põhine tootmisetapi eriheide, $kg/ha$ , valem [8.4] |
| P                                    | heite vähendamise koefitsient                                  |

Eestis kasutatavate vaakumkogujate püüdeseadmete ehk tsüklonite efektiivsus on  $P = 70$  % (vt ka peatükk 6.5). Seega moodustaks eeltoodud valemi põhjal korrigeeritud vaakumkogumise eriheide 30 % algsest, mida saab rakendada osakestele summaarselt  $PM_{sum}$ .

Heitkoguste hindamisel tuleb arvestada asjaolu, et kindlasti ei saa  $PM_{10}$  ja  $PM_{2,5}$  summaarne heitkogus olla suurem kui  $PM_{sum}$  heitkogus, sest osakeste fraktsioonid sisalduvad üksteises. Seega, juhul kui puudub täpsem info puhastussüsteemi garanteeritud väljuvate osakeste eri fraktsioonide massi osas, võib konservatiivselt eeldada, et  $PM_{sum} = PM_{10} = PM_{2,5}$ .

#### 8.1.4 Heide laadimiselt ja aunatamiselt

Laadimiselt ja aunatamiselt võib heite hindamiseks kasutada [US EPA AP-42 metoodikat](#), kus puistematerjalide heidet käsitleb peatükk 13.2 ja kus heite hindamiseks on vaja ainult kahte lähtetegurit. Saksa Inseneride Assotsiatsiooni, VDI meetodis 3790 on vajalik arvestada täiendavate teguritega, milliseid turba jaoks ei ole esitatud.

US EPA AP-42 metoodikas on toodud erinevate materjalide heite potentsiaal ja heite hindamise aluseks on valemid, kus tegevusega seotud heite aspektid on seotud töömaa pindala ja/või töö kestusega. Näiteks puistematerjalide laadimisel. Kuid kõigil nendel puhkudel on esitatud massi/mahu määramisel välisõhku sattuva saasteaine heite koefitsient.

Näiteks US EPA AP-42 peatükk 13.2.4 ([Aggregate Handling and Storage Piles](#)) on valem puistematerjalide heide arvutamiseks aine gravitatsioonilisel kuhjamil veokist valli mahalaadimisel või frontaallaaduriga veokisse laadimisel.

Meetodis on kirjeldatud tegevusi, mis on aunatamisele ja laadimisele sarnase iseloomuga ja mida võiks kasutada turba laadimisel ja aunatamisel osakeste heide hindamiseks. Tähele tuleb panna, et metoodikas on toodud puistematerjali niiskussisalduse vahemik, millele metoodikas toodud valem kehtib: 0,25–4,8 %. Seda valemit saab kasutada ka teiste materjalide puhul (mille niiskussisaldus on siiski maksimaalselt kuni 27 %), kuid siis väheneb valemi rakendamisel tulemuse usaldusväärus. Seetõttu tuleb seda valemit kasutada vaid aunatamiselt ning laadimiselt heide suurusele ligilähedase hinnangu. Kuna aunatatav ja/või laaditav turvas on valemis käsitletust oluliselt niiskem, hinnatakse valemi rakendamisel heide suuremaks kui see tegelikult ehk on ehk arvutus on konservatiivne.

Eriheide leidmise valem on järgmine:

$$E = k(0.0016) \cdot \frac{\left(\frac{U}{2.2}\right)^{1.3}}{\left(\frac{M}{2}\right)^{1.4}} \quad [8.6]$$

kus

- E eriheide, kg/t (osakeste heide käideldava turba ühe tonni kohta);
- k osakese suuruse koefitsient (kordaja, lähtudes osakese suurusest) mikromeetrites (valemit täpsustavast tabelist: kui <10 µm, siis k=0,35; kui <2,5 µm siis k=0,053);
- U keskmine tuule kiirus, m/s (lähimas Riigi Ilmateenistuse jaamas registreeritud) eelmise kalendriaasta keskmine tuule kiirus;
- M niiskuse sisaldus, % (auna moodustamisel arvestuslikult 40 % ja turba laadimisel 55 %).

### 8.1.5 Summaarne aastane heitkogus

Juhul kui turbatootmisalal kasutatakse erinevaid tootmistehnoloogiaid (mehaaniline ja vaakumkogumine koos), tuleb esmalt leida mõlema tootmisviisi aastased tootmismahud.

$$Q = Q_{\text{mehaaniline}} + Q_{\text{vaakum}} \quad [8.7]$$

kus

- Q aastane toodangumaht, m<sup>3</sup>
- Q<sub>mehaaniline</sub> toodetav turba kogus mehaanilisel kogumisel, m<sup>3</sup>
- Q<sub>vaakum</sub> toodetav turba kogus vaakumkogumisel, m<sup>3</sup>

Aastase heitkoguse leidmisel iga tootmisviisi kohta peab arvestama selleks kasutatavate tootmisetappidega (E<sub>etapp</sub>). Tootmisetapid on järgmised:

- Turba mehaanilisel kogumisel:  $E_{\text{freesimine}} + E_{\text{pööramine}} + E_{\text{vallitamine}} + E_{\text{meh.kogumine}} + E_{\text{aunatamine}} + E_{\text{laadimine}}$
- Turba vaakumkogumisel:  $E_{\text{freesimine}} + E_{\text{pööramine}} + E_{\text{vaakumkogumine}} + E_{\text{aunatamine}} + E_{\text{laadimine}}$

Tootmisetapi aastane heitkogus on leitav järgmiselt:

$$E_{\text{etapp}} = \frac{C_{\text{etapp}} \cdot Q_{\text{etapp}}}{1000} \quad [8.8]$$

kus

$E_{\text{etapp}}$  tootmisetapi aastane heitkogus, t

$C_{\text{etapp}}$  tootmisala põhine tootmisetapi eriheide, kg/m<sup>3</sup>

$Q_{\text{etapp}}$  tootmisetappi läbiv aastane toodangumaht, m<sup>3</sup>/a

Aastase heitkoguse leidmiseks tuleb vaadeldaval alal teostatavate tootmisetappide heitkogused liita:

$$M = \sum_{k=0}^n E_{\text{etapp}} \quad [8.9]$$

kus

$M$  tootmisala aastane heitkogus, t/a

$E_{\text{etapp}}$  tootmisetapi aastane heitkogus, t/a (valem [8.8])

**Keskkonnaministri määrusega nr 67** seatud summaarsete osakeste künniskogusest 1 tonn suurema heitkoguse puhul on vajalik keskkonnanaloo raames taotleda ka õhusaasteluba. Künniskogusest väiksema heitkoguse korral õhusaasteluba vajalik ei ole.

## 8.2 Hetkelise saasteaine heitkoguse arvutus hajumisarvutuste jaoks

Üldiseks turbatootmise eelduseks on, et on püsinud sobivad ilmastikutingimused – sademeteta kuiv ilm, mis on võimaldanud turba niiskusesisalduse viia tasemele, kus selle töötlemine või kogumine on tehnoloogiliselt võimalik. Tootmisetappe on võimalik läbi viia sõltuvalt turba niiskussisaldusest.

Tootmine on tsükliline – tootmisetapp viiakse läbi võimalikult optimaalselt iga tootmistehnoloogia- või viisi puhul. Oluline välisõhu saasteainete heide välisõhku toimub ainult tootmisetapi ajal. Seetõttu ei ole heide turba tootmisest püsiv, vaid perioodiline ja ajas ning ruumis muutuv. Turba tootmisel eraldub heide kindla suurusega tootmisväljakutelt, mistõttu on tegemist pindallikaga.

Hetkeliste heitkoguste (M) arvutamiseks on vajalik teada järgmisi lähteandmeid:

- Kasutatav turbatootmise viis ning tootmisetapid - tootmisväljakul teostatavad tööetapid, vaakumkogujate ja/või mehaaniliste kogujate kasutamine.
- Heite kestus, mida iseloomustab tootmisetapi ajaline kestvus. Erinevad tootmisetapid on erineva pikkusega, sõltudes ka kasutatavate seadmete parameetritest (tööorganite laiused), masinate liikumiskiirustest ja tootmisväljakute ja väljakusiilude mõõtmetest. Seetõttu varieeruvad tootmisetapi pikkused ja heite kestvused.
- Pindallika suurus, millelt heide eraldub. Arvestades, et tootmisväljakud on pindallikad, tuleb leida heide pinnaühiku kohta.

Hetkeline heitkogus (pindallika puhul ühikuga  $g/s \cdot m^2$ ) on sisendiks modelleerimiseks ja hajumise hindamiseks.

### 8.2.1 Heiteallika pindala

Turbatootmisalad koosnevad tootmisväljakutest, mis üldjuhul on ühesuguste sarnaste mõõtmatega, kuid olenevalt olukorrast võivad olla ka erinevas suuruses. Tootmisväljakute üldine laius sõltub tootmisala suuruselt, selle paiknemisest ja väljaehitamise võimalustest. Seega tuleb iga tootmisala ja väljaku puhul arvestada just selle väljaku mõõtmatega.

Tavapäraselt kraavitatakse tootmisväljak umbes 250 m pikkade siiludena, mille laiuks on 20 m. Kahe kraavi vahelisel osal ehk väljakusiilul teostatakse tootmisega seotud tööprotsesse. Väljakusiilu pindala on leitav järgmiselt:

$$S_{siil} = a \cdot b \quad [8.10]$$

kus

$S_{siil}$  väljakusiilu pindala,  $m^2$  või ha  
 $a$  siilu laius, m (üldjuhul 20 m)  
 $b$  siilu pikkus, m

Tavapäraselt kujuneb ühe väljakusiilu pindalaks seega 5 000  $m^2$  ehk 0,5 ha (1 ha = 10 000  $m^2$ ).

### 8.2.2 Tehnoloogilised parameetrid

Sõltuvalt teostatavast tootmisetapist kasutatakse selleks erineva laiusega traktori külge haagitavaid tööorganeid (freesija, pööraja jne). Vaadeldava ala suhtes heitkoguste leidmisel tuleb kasutada seal rakendatava tehnika parameetreid. Tavapärased tööorganite laiused on toodud allolevas tabelis.

Tabel 8.2 Tüüpilised tööorganite laiused

| Tootmisetapi tööorgan | Tööorgani laius d, m |
|-----------------------|----------------------|
| Freesija              | 10                   |
| Pööraja               | 20                   |

| Tootmisetapi tööorgan | Tööorgani laius d, m |
|-----------------------|----------------------|
| Vallitaja             | 10                   |
| Vaakumkoguja          | 5                    |

Sõltuvalt tööorgani laiuusest tuleb ühte väljakusiilu töödelda vastav arv kordi, mille alusel kujuneb tootmisetapi ja heite eraldumise ajaline kestvus. Seega ühel väljakusiilul läbitav distant (L<sub>siil</sub>) kujuneb järgmiselt:

$$L_{siil} = \frac{a}{d} \cdot b \quad [8.11]$$

kus

L<sub>siil</sub> väljakusiilul läbitud distant, m

a väljakusiilu laius, m

d tööorgani laius, m

b väljakusiilu pikkus, m

Heite ajaline kestvus sõltub ka masinate liikumiskiirusest, mis tootmisetapi lõikes varieerub. Hetkeliste heitkoguste arvutamisel tuleb lähtuda vaadeldaval alal praktikas välja kujunenud masinate liikumiskiirustest, kuid täpsema info puudumisel saab kasutada allpool esitatud tüüpiliste kiiruste keskmisi väärtusi.

Tabel 8.3 Masinate liikumiskiirused erinevatel tööetappidel

| Tootmisetapp         | Masina liikumiskiirus<br>v, km/h | Keskmine väärtus<br>v <sub>kesk</sub> , km/h |
|----------------------|----------------------------------|--|
| Freesimine           | 10–15                            | 12   |
| Pööramine            | 5–15                             | 8  |
| Vallitamine          | 5–10                             | 7  |
| Mehaaniline kogumine | -                                | 6  |
| Vaakumkogumine       | -                                | 7  |

Liikumiskiiruse km/h üle viimisel ühikule m/s, tuleb väärtus jagada 3,6.

### 8.2.3 Aeg

Tootmisetapi läbiviimiseks kuluv aeg (t<sub>etapp</sub>) väljakusiilul sõltub sellel läbitavast distantist (L<sub>siil</sub>) ning masina liikumiskiirusest (v<sub>kesk</sub>) ning on leitav järgmiselt:

$$t_{etapp} = \frac{L_{siil}}{v_{kesk} \cdot 3,6} \quad [8.12]$$

kus

t<sub>etapp</sub> väljakusiilul tootmisetapi läbiviimiseks kuluv aeg, s

L<sub>siil</sub> väljakusiilul läbitud distant, m

v<sub>kesk</sub> masina keskmine liikumiskiirus, km/h



## 8.2.4 Tootmisetapi ja pindallika hetkeline heitkogus

Teades eespool toodud parameetreid ning eriheiteid  $q_{etapp}$  (vt peatükk 7.2), on võimalik leida tootmisetapi hetkeline heitkogus järgmise valemi abil:

$$M_{etapp} = \frac{q_{etapp} \cdot S_{siil} \cdot 1000}{t_{etapp}} \quad [8.13]$$

kus

|             |  |
|-------------|--|
| $M_{etapp}$ | tootmisetapi hetkeline heitkogus, g/s                                |
| $q_{etapp}$ | tootmisetapi eriheide, kg/ha   |
| $S_{siil}$  | väljakusiilu pindala, ha   |
| $t_{etapp}$ | väljakusiilul tootmisetapi läbiviimiseks kuluv aeg, s (valem [8.12]) |

Hajumise modelleerimisel on otstarbekas tootmisväljakuid käsitleda pindallikatena. Tootmisväljakud koosnevad teatud arvust väljakusiiludest ning nende pindala on leitav järgnevast seosest:

$$S_{väljak} = n \cdot S_{siil} \quad [8.14]$$

kus

|              |   |
|--------------|---|
| $S_{väljak}$ | tootmisväljaku pindala, m <sup>2</sup>              |
| $S_{siil}$   | väljakusiilu pindala, m <sup>2</sup> (valem [8.10]) |
| $n$          | väljakusiilude arv tootmisväljakul                  |

Pindallika hetkeline heitkogus on leitav tootmisetapi hetkelise heitkoguse ja pindala jagatisena:

$$M_{väljak} = \frac{M_{etapp}}{S_{väljak}} \quad [8.15]$$

kus

|              |  |
|--------------|--|
| $M_{väljak}$ | tootmisväljaku hetkeline heitkogus, g/s·m <sup>2</sup> |
| $M_{etapp}$  | tootmisetapi hetkeline heitkogus, g/s                  |
| $S_{väljak}$ | tootmisväljaku pindala, m <sup>2</sup>                 |

### 8.3 Osakeste hajumise modelleerimine

Hetkelist heitkogust ( $\text{g/s}$  ja  $\text{g/s}\cdot\text{m}^2$ ) saab kasutada sisendina saasteainete hajumise modelleerimiseks asjakohastes arvutusmudelites, näiteks Eestis kasutatakse valdavalt AERMOD, ADMS või AirViro lahendusi. Modelleerimise tulemusena valmivad hajumisdiagrammid aitavad hinnata tootmisalade piiril osakeste sisalduse vastavust õhukvaliteedi piirväärtusele lähtuvalt [keskkonnaministri määruses nr 75](#) sätestatust.

Arvestades asjaolu, et turba tootmisel ei toimu kõik tootmisetapid samaaegselt, vaid üksteisele järgnevalt, on halvima võimaliku olukorra hindamiseks otstarbekas modelleerida suurima heitega ja kõige kauem kestvat tootmisetappi, milleks üldjuhul on turba kogumine. Teiste tootmisetappide puhul on osakeste kontsentratsioonid madalamad ja levimine ümbruskonda väiksem, mistõttu on mõju õhukvaliteedi tasemele seeläbi ka väiksem.

## 9 Kasutatud kirjandus

[Atmosfääriõhu kaitse seadus](#). RT I, 05.07.2016, 1.

Euroopa Parlamendi ja nõukogu direktiiv 2008/50/EÜ välisõhu kvaliteedi ja Euroopa õhu puhtamaks muutmise kohta (ELT L 152, 11.06.2008, lk 1–44).

Euroopa Parlamendi ja nõukogu direktiiv (EL) 2024/2881, 23. oktoober 2024, mis käsitleb välisõhu kvaliteeti ja Euroopa õhu puhtamaks muutmist (uuesti sõnastatud).

Guide to Surface Materials Lease Information Requirements for Peat Operations. 2017. Alberta Government. 34 pp.

Jerksjö, M. 2010. SMED Utredning: Beräkning av partikelemissioner vid skördning, import och export av torv i Sveriges internationella rapportering.

Hansen, Karin ; Hellsten, Sofie; Holmgren, Kristina; Liljeberg, Marcus; Valley, Stephan; Wisell, Tomas; Zetterberg, Therese; Olsson Öberg, Mona. 2016. Torvutvinningens miljöpåverkan. Raport C 198. Naturvårdsverket. IVL. 80 pp.

Nuutinen, J., Yli-Pirilä, P., Hytönen, K., Kärteva, J. 2007. Turvetuotannon pöly- ja melupäästöt sekä vaikutukset lähialueen ilmanlaatuun. Symo OY.

Keskkonnaministri 27.12.2016. a määrus nr 75 „[Õhukvaliteedi piir- ja sihtväärtused, õhukvaliteedi muud piirnormid ning õhukvaliteedi hindamiskiirid](#)“. RT I, 06.03.2019, 12.

Keskkonnaministri 214.12.2016. a määrus nr 67 „[Tegevuse künnisvõimsused ja saasteainete heidete künniskogused, millest alates on käitise tegevuse jaoks nõutav õhusaasteluba](#)“. RT I, 14.12.2017, 10.

[Keskkonnaseadustiku üldosa seadus](#). RT I, 28.02.2011, 1.

Kruviks OÜ, [Vortex Dust Collector Specification](#) 2020.

Kägo, R., Vellak, P., Ehrpais, H., Noorma, M., and Olt, J. 2022. Assessment of power characteristics of unmanned tractor for operations on peat fields. Agronomy Research 20(2), 261–274, 2022.

Leinonen, Arvo (toim.), 2010. Turpeen tuotanto ja käyttö. Yhteenveto selvityksistä. Espoo 2010. VTT Tiedotteita – Research Notes 2550. 104 s.

Lintunevan turvetuotantohankkeen ympäristövaikutusten arviointi, 2011 Vapo OY.

MTÜ Eesti Turbaliit, <https://www.turbaliit.ee/kaevandamine> (viimati külastatud 11.02.2025).

Sandström, T.; Kolmodin-Hedman, B., Ledin, M.C., Bjermer, L., Hörnqvist-Bylund, S., and Stjernberg, N. 1991. Exposure to peat dust: acute effects on lung function and content of

bronchoalveolar lavage fluid. British Journal of Industrial Medicine. 1991 Nov; 48(11): 771-775.

Schroderus, Ville. 2019. Pölynhallinta turvetuotannossa. Savonia Ammatikorkeakoulu. Energiatekniikan tutkinto-ohjelma.

Šnore, Ansis, Peat Extraction. 2017. Latvijas Kūdras asociācija.

US EPA. AP-42, Fifth Edition Compilation of Air Pollutant Emission Factors, Volume 1: Stationary Point and Area Sources, US Environmental Protection Agency (<https://www.epa.gov/air-emissions-factors-and-quantification/ap-42-compilation-air-emission-factors>).

US. EPA. US EPA CICA Factsheet. EPA-452/F-03-005. Air Pollution Control Technology Fact Sheet. Cyclones. 5 pp.

US EPA. 1981. Peat mining. An Initial Assessment of Wetlands Impacts and Measures to Mitigate Adverse Effects. 52 pp.

Väyrynen, Tarja; Aaltonen, Raija; Haavikko, Hannu; Juntunen, Mirja; Kalliokoski, Kirsi; Niskala, Anna-Liisa ja Tukiainen, Ossi. 2008. Turvetuotannon ympäristönsuojeluopas. Oulu. Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus.

Turunen, Isto. 2019. Turpeen keruukoneiden pölyämisen hallinta vesisumulla. Tampereen yliopisto. Teknis-luonnontieteellinen tiedekunta. Diplomintyö. 1-97.

Turvetuotannon ympäristönsuojeluohje. 2015. Helsinki. Ympäristöministeriö. Ympäristöhallinnin ohjeita 2 | 2015.

Tissari, J., Yli-Tuomi, T., Willman, O., Nuutinen, J., Raunemaa, T., Marja-Aho J., Selin, P. 2001. Turvepölyn leviäminen tuotantoalueilta. Kuopion yliopiston ympäristötieteiden laitoksen monistesarja, 1/2001. Kuopion yliopisto, Ympäristötieteen laitos, Kuopio.

Tissari, Jarkko M., Yli-Tuomi, T., Raunemaa, Taisto M., Tiitta, Petri T., Nuutinen, Janne P., Willman, Pentti K., Lehtinen, Kari E. J. 2006. Fine particle emissions from milled peat production. Boreal Environment Research, 11, 283-293.

Valgma, Ingo; Karu, Veiko; Önnis, Ave ja Pukk, Siim. 2007. Turba kaevandamise tehnoloogiad. Kogumik: Kaevandamine parandab maad. TTÜ Mäeinstituut.

VDI, 2010. VDI 3790. Environmental meteorology - Emission of gases, odours and dusts from diffuse sources - Storage, transshipment and transportation of bulk materials.

WHO, 2021. Particulate matter (PM<sub>2.5</sub> and PM<sub>10</sub>), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide (<https://www.who.int/publications/i/item/9789240034228>)