

Tolm

Martin Kaljuste

Ettekande sisu

Mis on tolm?

Tolmu teke

Tolmu levik + näited

Tolmu vähendamise meetmed

Regulatsioonid

Tolmu mõõtmine

Seire

Mis on tolmu?

Tolmu on osa atmosfääris esinevatest tahketest osakestest, mis pärinevad pinnaseosakestest, mis paisatakse õhku tuule poolt, vulkaanipursetest ja inimtekkelistest saasteallikatest

Mis on tolm?

Tolm $\neq$ Tahked osakesed

Tahked osakesed (*Particulate matter*) on segu eriti väikestest osakestest, mis koosneb mitmest komponendist nagu happed (nitraadid ja sulfaadid), orgaanilises kemikaalid, metallid, pinnas ja **tolm**

Mis on tolm?

Tahked osakesed liigitatakse nende mõju ja osakeste suuruse järgi:

- **PM-SUM** ehk **summaarsed tahked osakesed**, suurusega kuni 100 µm
- **PM-10** ehk **peened tahked osakesed**, suurusega kuni 10 µm
- PM-5 ehk *sissehingatavad tahked osakesed*, suurusega kuni 5 µm
- PM-2,5 ehk eriti peened tahked osakesed, suurusega kuni 2,5 µm

Tolmu teke

Karjääris tekitab tolmu praktiliselt iga tegevus. Olulisemad nendest on kivimi töötlemine ja transport

Tolmu teke

Kaevisse purustamine ja sorteerimine



laadimispunkt mootor konveier langemispunkt
purusti **sõelur**

Tolmu teke

Transport



rataste ja tee kokkupuutepunkt

koorem

Tolmu teke

Laadimisprotsessid



ammutuspunkt

mootor

laadimispunkt

Tolmu teke

Raimamine (puurimine)



Tolmu teke

Raimamine (lõhkamine)



Tolmu teke

Raimamine (hüdrovasar)



Tolmu teke

Turba tootmine



Tolmu teke

Tolmu emissioon

United States Environmental Protection Agency
ehk USEPA (Ameerika Ühendriikide
Keskkonnakaitseagentuuri) poolt väljatöötatud
metoodikat, näiteks:

- 11.19.2 Crushed Stone Processing and
Pulverized Mineral Processing
- 13.2.2 Unpaved Roads
- 13.2.4 Aggregate Handling and Storage Piles

Eesti määrused, näiteks:

Keskkonnaministri 02.09.2004. a määrus nr 99
„Põletusseadmetest välisõhku eralduvate
saasteainete heitkoguste määramise kord ja
määramismeetodid”

Tolmu teke

Tolmu emissioon (kivimi töötlemine)

Tekkiva tolmu kogus sõltub **tehnoloogiast** ja **töödeldava materjali kogusest**.
 Olulised on ka materjali omadused, kuid seda metoodika ei arvesta.

Protsess	Eriheide, kg/t	Kogus, t/h	Heitkogus, kg/h
Tavasõelumine (I astme sõelumine)	0,0125	150	1,875
Konveier	0,0015		0,225
Purustamine	0,0195	120	2,34
Peensõelumine (II astme sõelumine)	0,15		18
Konveier	0,0015		0,180
Kokku			22,62

Tolmu teke

Tolmu emissioon (transport)

Tolmu emissioon sõltub:

- **Liikluskoormusest** (masinat/h), mis omakorda sõltub:
 - Transporditava materjali kogusest
 - Kallurite kandevõimest
 - Tööajast
- **Teekatte liigist** (lisaks niiskussisaldusest ja kruusakatte puhul teekatte materjali peenosiste sisaldusest)
- Sõidukiirusest
- Kandvate rataste arvust jne

Tolmu teke

Tolmu emissioon (laadimisprotsessid)

$$E = k(0,0016) \cdot \frac{\left(\frac{U}{2,2}\right)^{1,3}}{\left(\frac{M}{2}\right)^{1,4}}$$

Tolmu emissioon sõltub:

- **laetava materjali kogusest**
- **tuule kiirusest**
- **materjali niiskussisaldusest**
- **laadimiskõrgusest**
- **materjali peenosiste sisaldusest**

Tolmu levik

Kaevandamistegevusest põhjustatud tolmu kontsentratsioon ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) mingis punktis (näiteks lähim majapidamine) sõltub peamiselt tehnoloogiliste protsesside **tegelikust** tolmu emissioonist, tolmuugaaside omadustest ja leviku tingimustest (ilmastik)

Oma osa tolmu kontsentratsioonist annab piirkonna tolmufoon

Reljeefi mõju tolmu levikule Eesti tingimustes on väheoluline

Arvestada tuleb ka tolmu koostist (PM-SUM, PM-10, PM-2,5 jne)

Tolmu leviku suuna ja kiiruse määrab tuul

Tolmu levik

Kaevandamisest põhjustatud tolm võib levida kilomeetrite kaugusele

Praktikas huvitab meid kui kaugusele levib tolm maapinnalähedases kihis, kus kontsentratsioon õhus on üle lubatud taseme

Tolmu levik

Näide

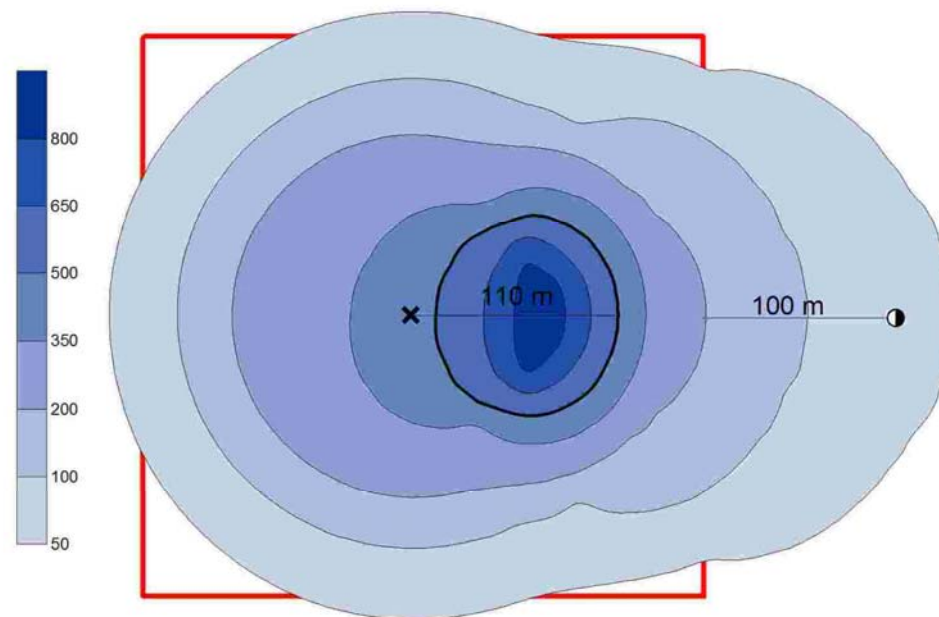
9 ha suurune kruusakarjäär

Tolmuallikas: purustussorteerimissõlm
(tootlikkusega 150 t/h)

Ilm: suhteliselt tuulevaikne (1 m/s
läänetuul, kuiv, temp 10 °C, õhuniiskus
70%)

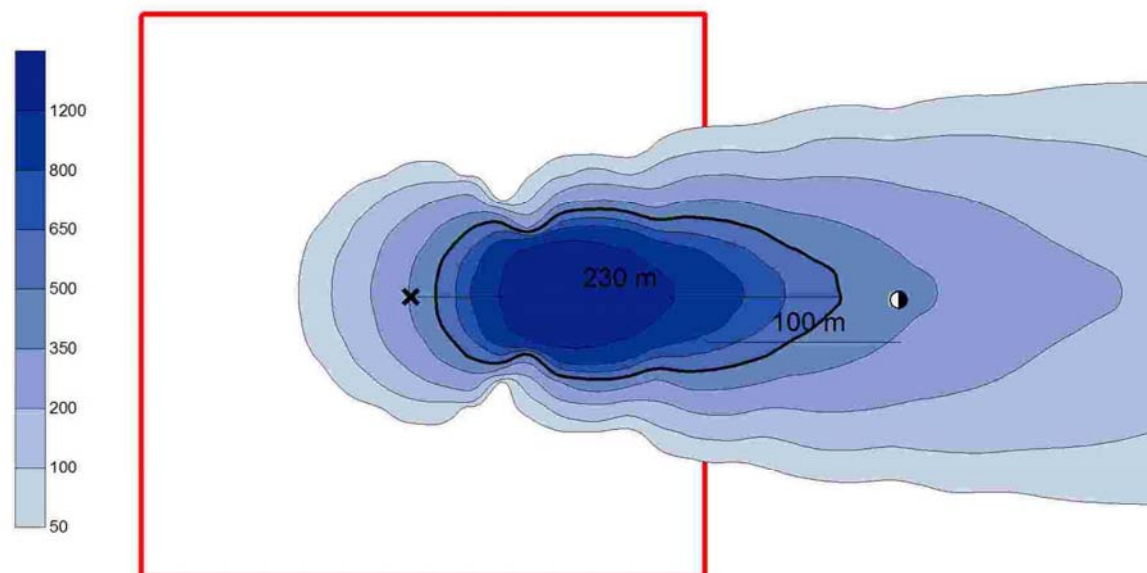
Lähim majapidamine: 100 m kaugusel

Tolmu levik

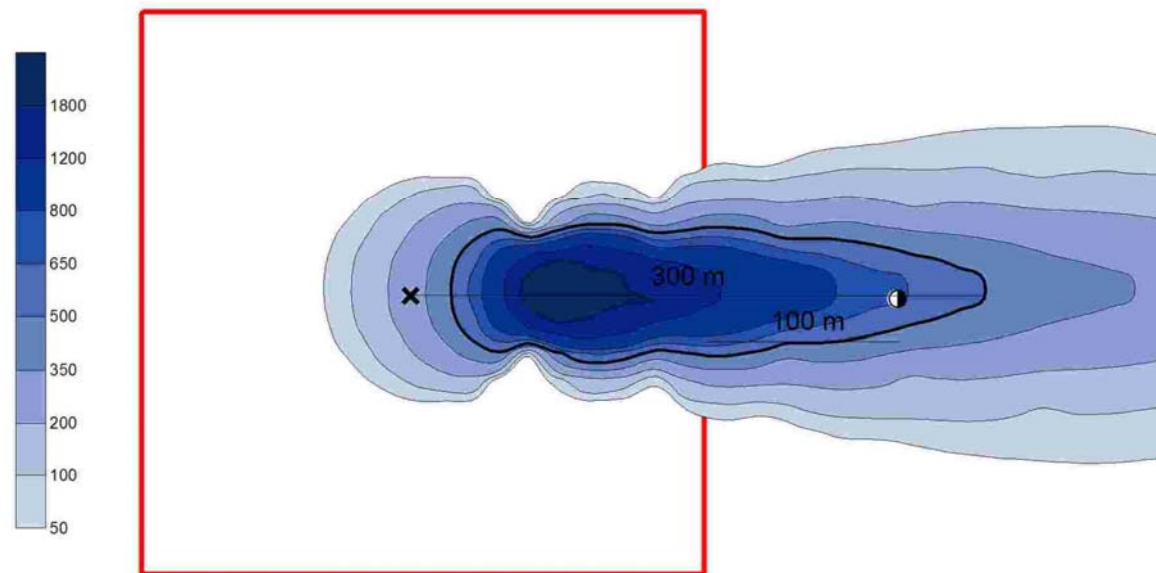


Tolmu levik

Läänetuul kasvab
5 m/s-ni

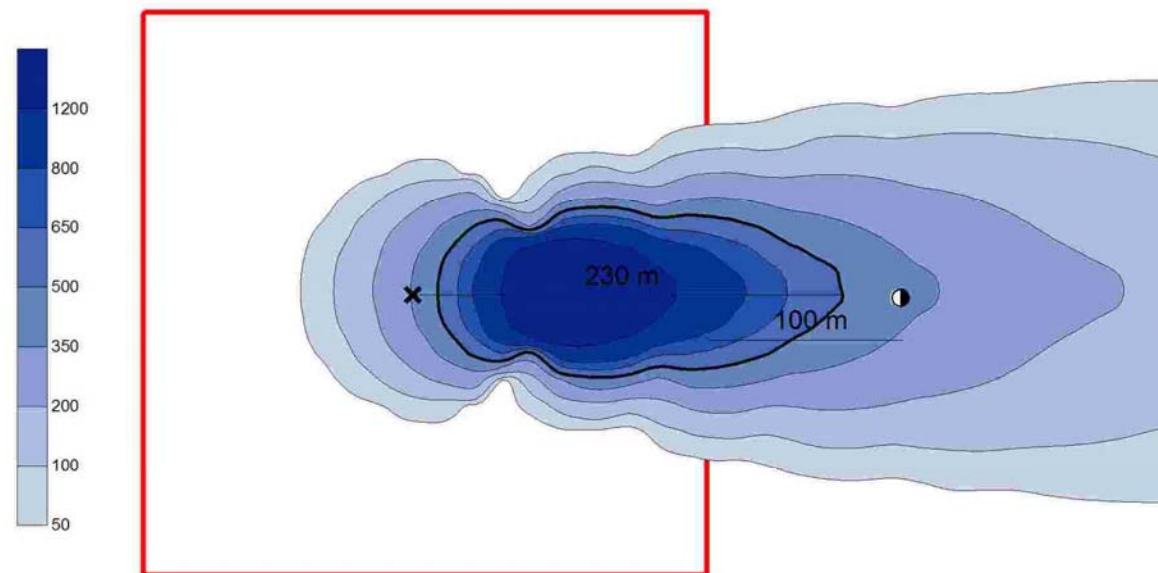


Tolmu levik



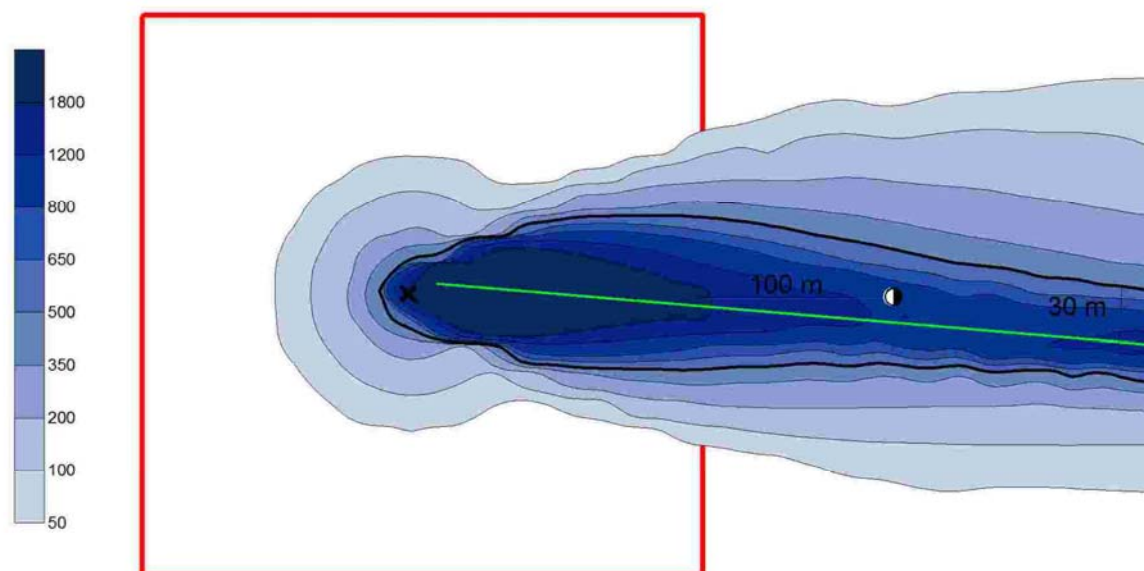
Läänetuul kasvab
10 m/s-ni

Tolmu levik



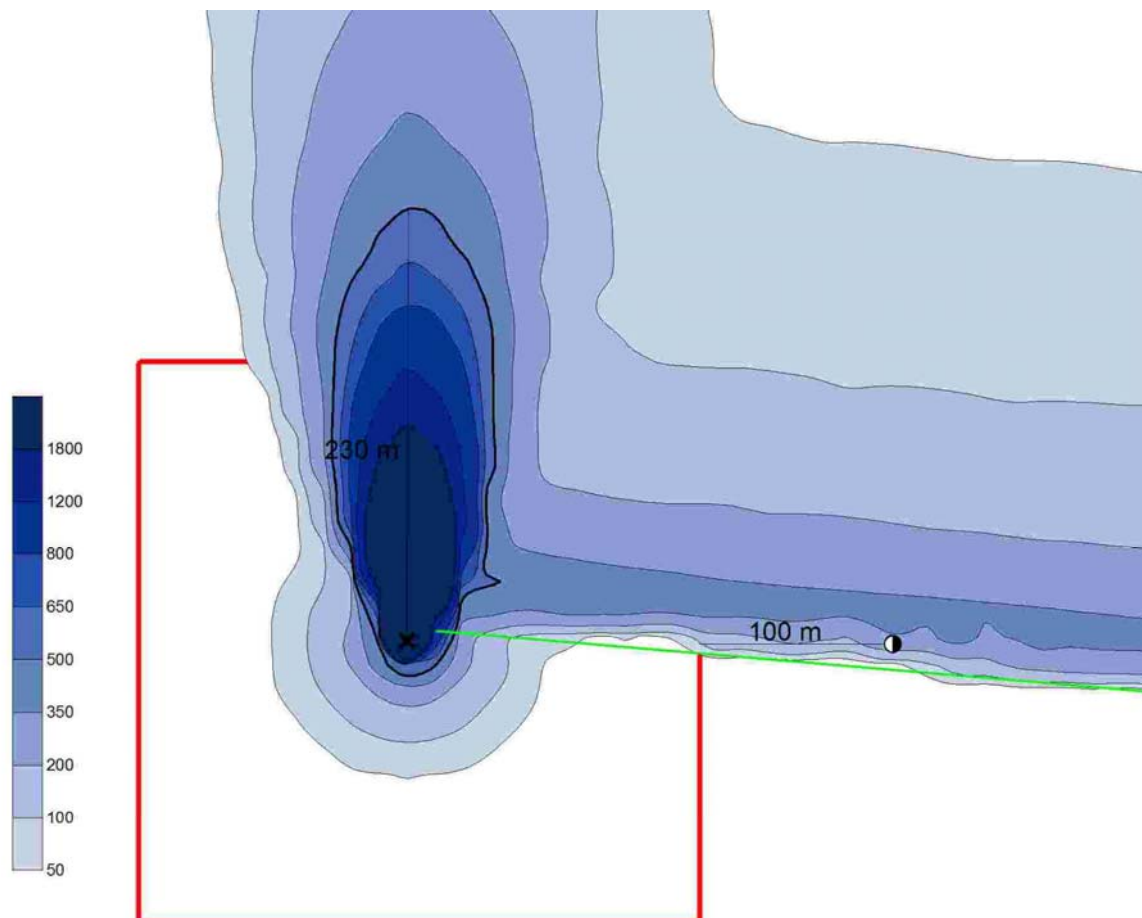
Läänetuul 5 m/s

Tolmu levik



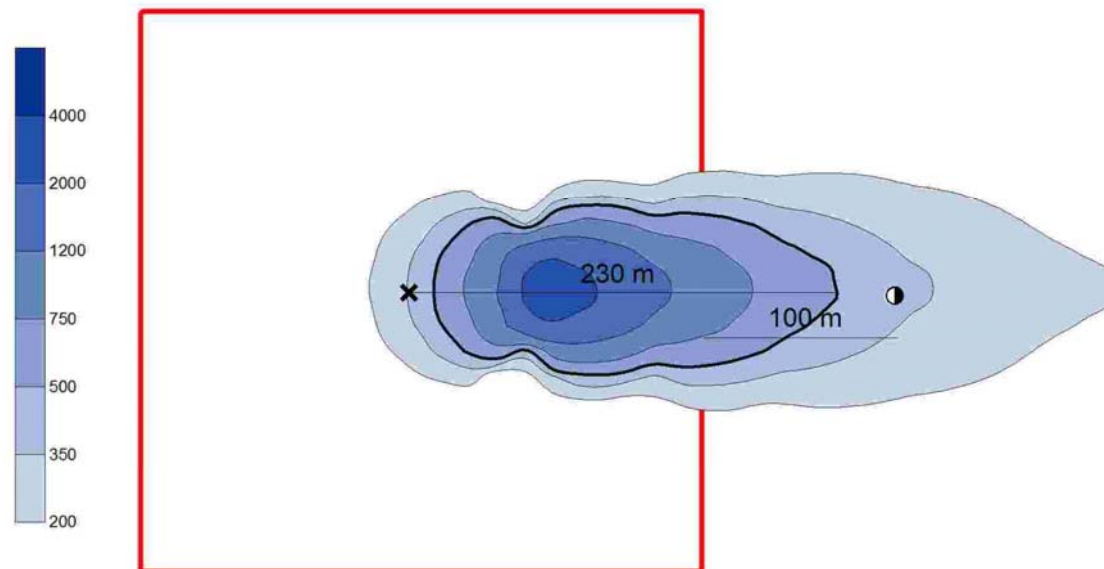
Lisandub tee
(6 masinat/tunnis)

Tolmu levik



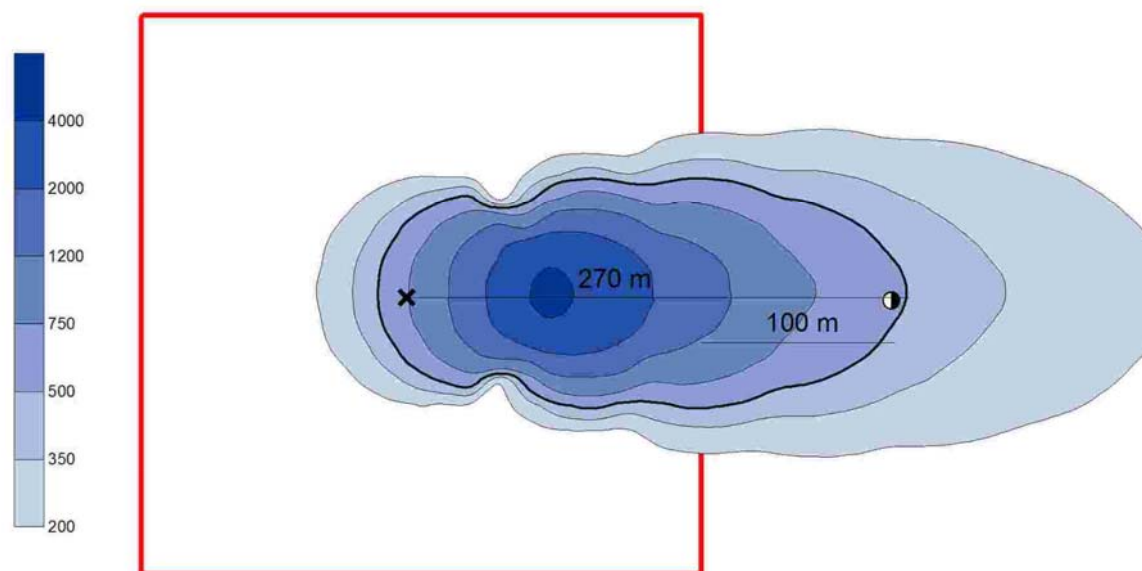
Tuul pöörab põhja
suunas (5 m/s)

Tolmu levik



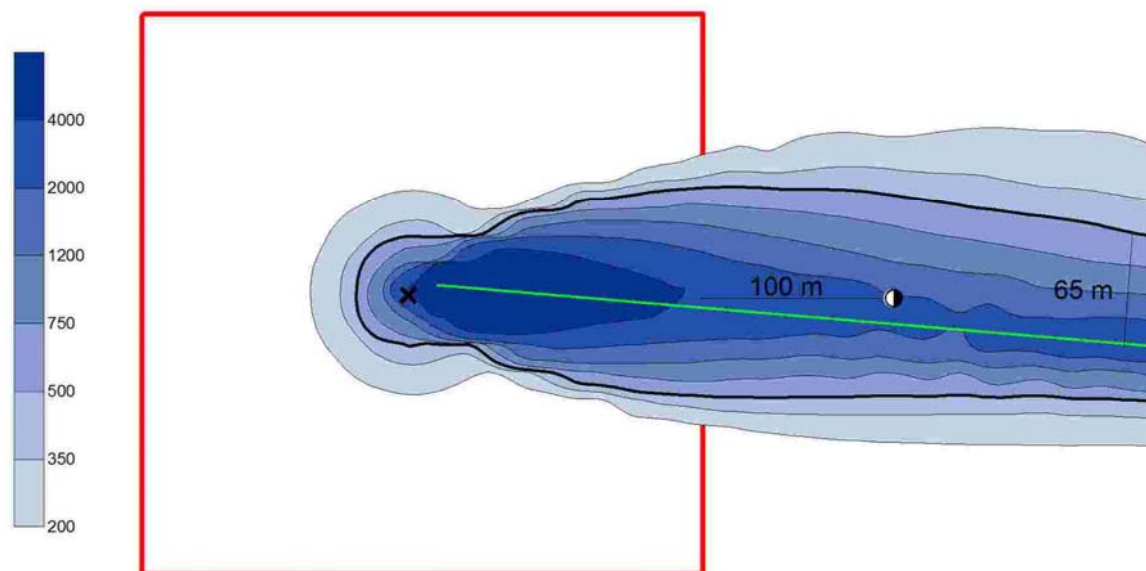
Esialgne pilt
(läänetuul 5 m/s)

Tolmu levik



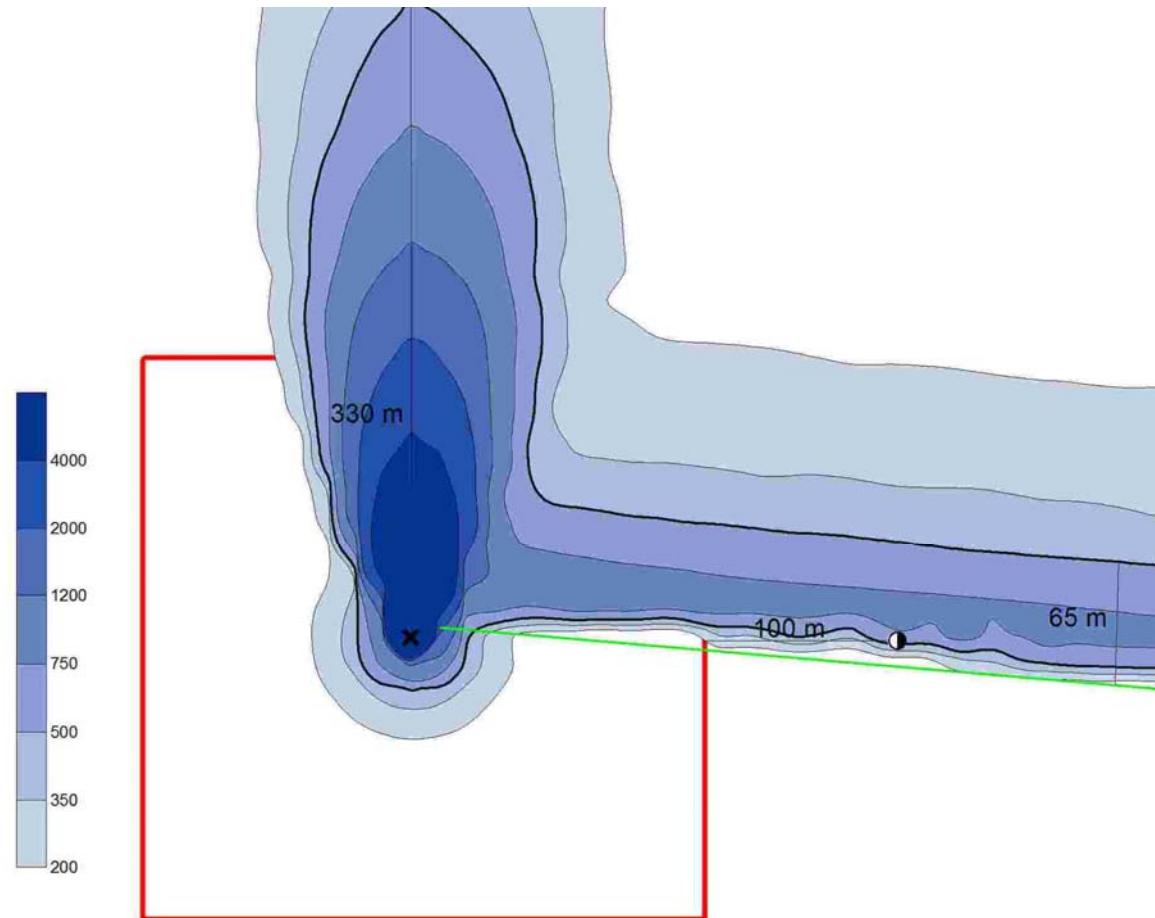
Suureneb masina
tootlikkus (300 t/h,
lubjakivikarjäär)

Tolmu levik



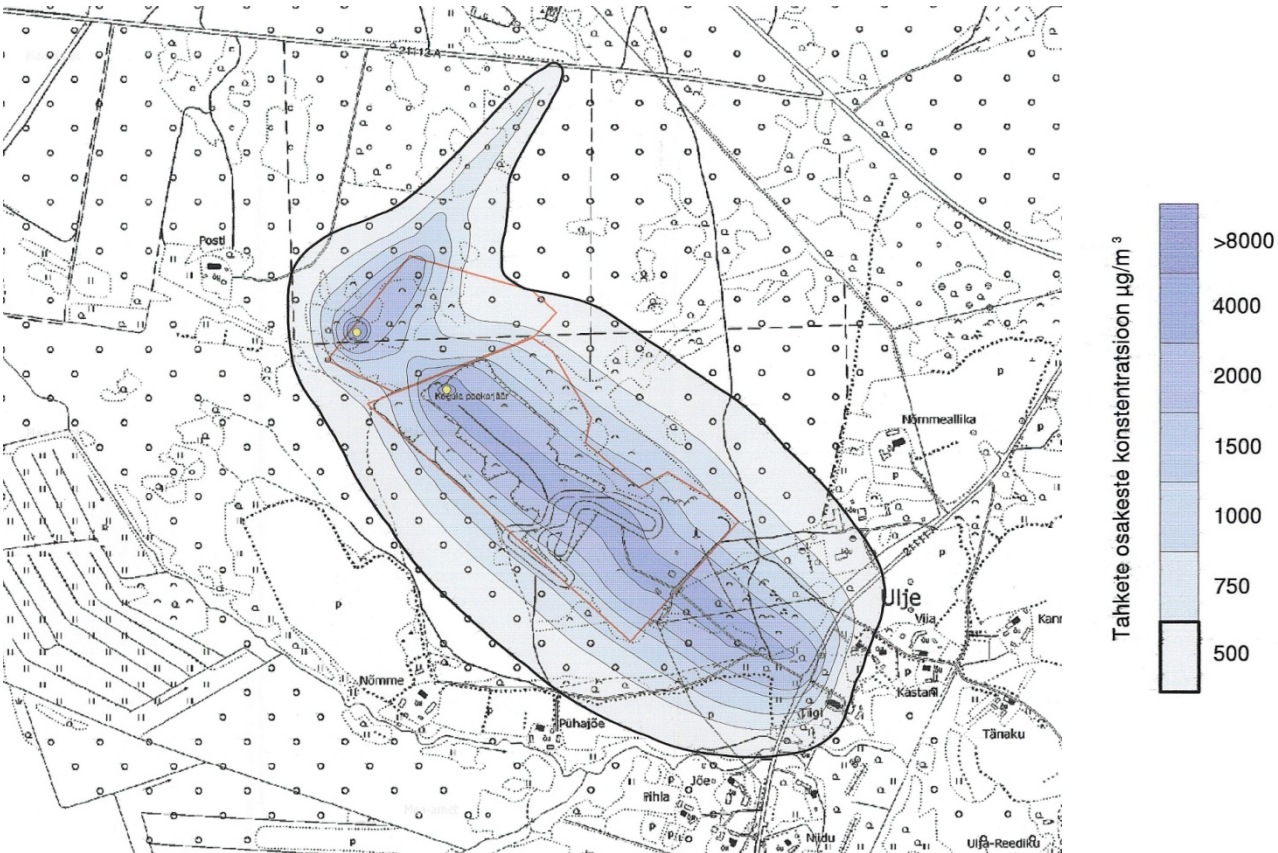
Lisandub tee
(15 masinat/tunnis)

Tolmu levik



Tuul pöörab põhja
suunas (5 m/s)

Tolmu levik



Kogula karjäärid

Tolmu levik

Kokkuvõte

Kivimi töötlemisel tekkiv ülenormatiivne tolmu kontsentratsioon võib levida **keskmistel kuivadel ilmastikutingimustel** maksimaalselt:

- väiksemates karjäärides (kruusa ja liivakarjäärid) kuni 200 m kauguseni allikast
- suuremates karjäärides (lubja- ja dolokivikarjäärid) kuni 300 m kauguseni allikast

Ainult liiva kaevandatavates karjäärides ja veealuse kaevandamise puhul on tolmu teke minimaalne

Tolmu levik

Kokkuvõte

Transpordil (kruusatee) tekkiv ülenormatiivne tolmu kontsentratsioon võib levida **keskmistel kuivadel ilmastikutingimustel** maksimaalselt:

- väiksemates karjäärides (kruusa ja liivakarjäärid) kuni 30 m kauguseni allikast
- suuremates karjäärides (lubja- ja dolokivikarjäärid) kuni 60 m kauguseni allikast

Tolmu levik

Kokkuvõte

Purustus-sorteerimissõlme mõjuala on üldiselt väiksem ja jääb karjääri sisse, transpordi mõjuala on suurem ning mõjutab keskkonda rohkem

Lõhkamisel õhku paiskuva tolmu kogus on suur, kuid lühiajaline. Suured kontsentratsioonid levivad ca 300 – 400 m kaugusele, seejärel hajuvad.

Teistest karjääris toimuvatest protsessidest leviv tolm on reeglina marginaalne

Tolmu vähendamise meetmed

**Tolmu leviku tõkestamine
välitingimustes on tehniliselt
keeruline. Tolmu on otstarbekas
vähendada selle tekkimise kohas**

Tolmu
vähendamise
meetmed

Kivimi töötlemisel

Seadmete täiendamine:

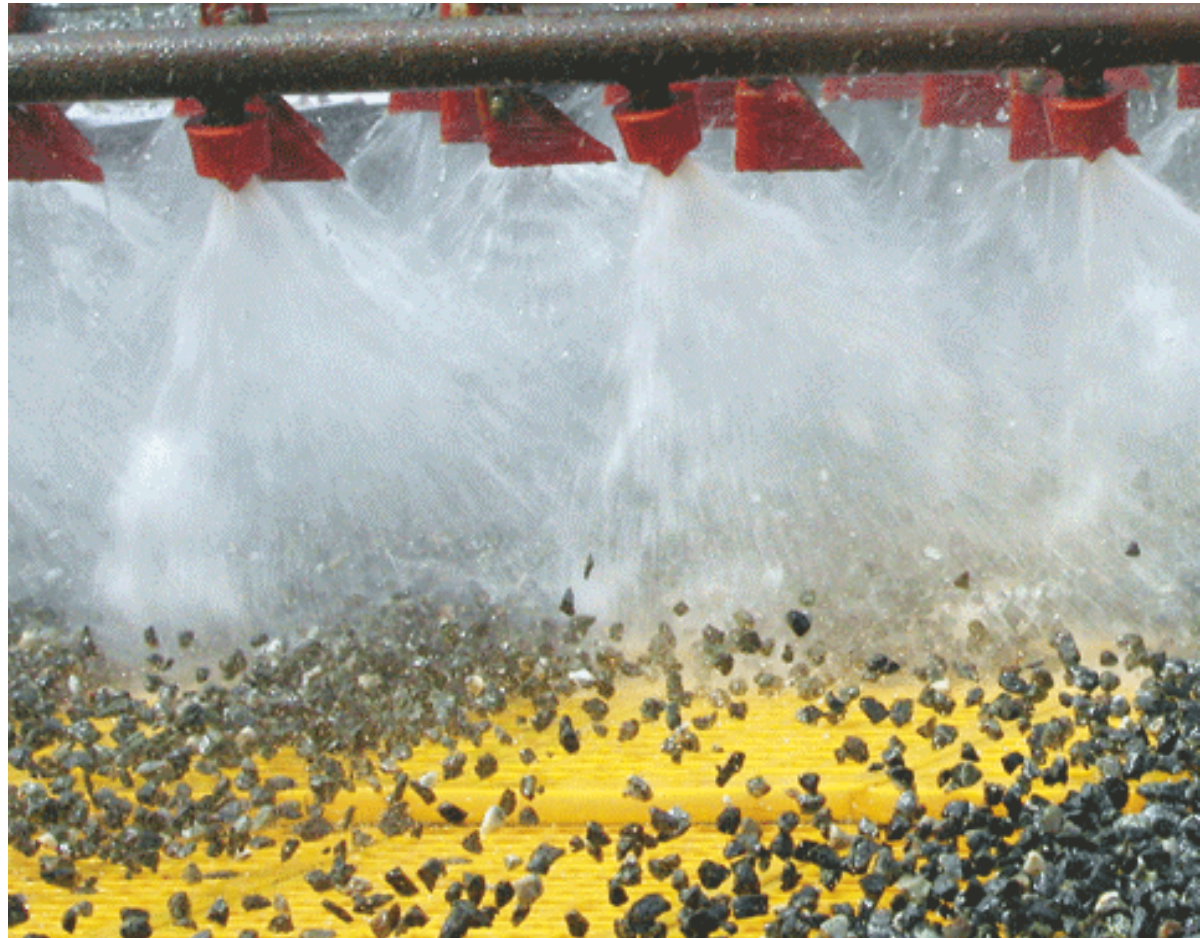
- Niisutussüsteemid
- Katted
- Torud

Paiknemine tundlikest objektidest võimalikult
kaugel

Tööpiirangud vastavalt ilmale

Tolmu
vähendamise
meetmed

Niisutussüsteemid (vihmutid)



Tolmu
vähendamise
meetmed

Niisutussüsteemid (udukahur)



Tolmu
vähendamise
meetmed

Katted



Tolmu
vähendamise
meetmed

Torud



Tolmu vähendamise meetmed

Transpordil

Pinnakatte töötlemine:

- Niisutamine
- Töötlemine kloriididega
- Töötlemine kemikaalidega
- Tolmuvaba kate

Teede planeerimine tundlikest objektidest
võimalikult kaugemale

Tööpiirangud

Kiiruse vähendamine

Koormakatted ja niisutamine

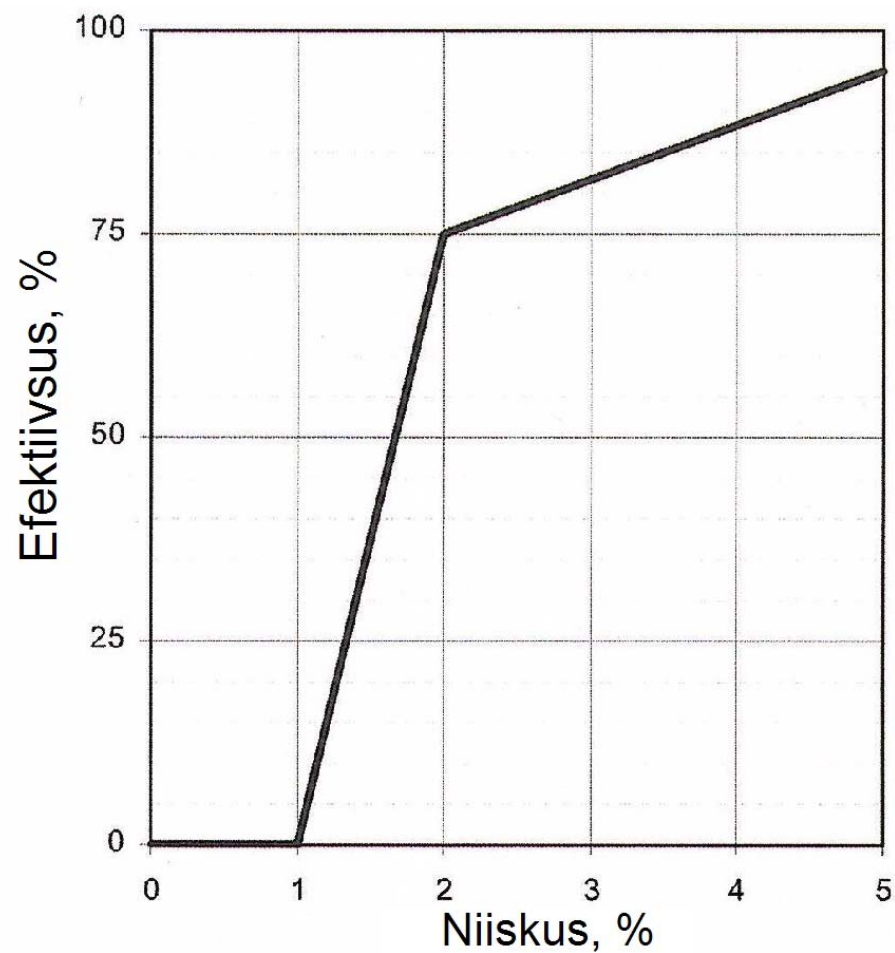
Tolmu
vähendamise
meetmed

Niisutamine



Tolmu
vähendamise
meetmed

Niisutamine



Tolmu
vähendamise
meetmed

Töötlemine kloriididega



Tolmu
vähendamise
meetmed

Töötlemine kloriididega



Tolmu
vähendamise
meetmed

Töötlemine kemikaalidega



Tolmu
vähendamise
meetmed

Muudel protsessidel

Lõhketöödel mattide kasutamine

Puurimisel tolmutpüüdurite kasutamine

Laadimisel materjali niisutamine

Regulatsioonid

Eestis reguleerib saasteainete kontsentratsiooni õhus Keskkonnaministri 7. septembri 2004. a määrus nr 115 „Välisõhu saastatuse taseme piir-, sihtväärtused ja saastetaluvuse piirmäärad, saasteainete sisalduse häiretasemed ja kaugemad eesmärgid ning saasteainete sisaldusest teavitamise tase“

Regulatsioonid

Piirmäärad

Summaarse te tahkete osakeste (PM-SUM)

1 h keskmine piirväärtus $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 24 h

keskmine piirväärtus $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Peente tahkete osakeste (PM-10) 24 h

keskmine piirväärtus $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, aasta

keskmine piirväärtus $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Kalendriaasta ületamised

PM-2,5 alates 2015. aastast

Regulatsioonid

Paiksete saasteallikate korral, mille aastane heitkogus ületab lubatud määra, on kohustuslik välisõhu saasteluba

Lubatud määrad:

- PM-10 puhul 0,01 t
- PM-SUM puhul 1 t

Hindamine

Mõõtmise

Modelleerimine

Arvutamine

Eksperthinnang

Täna tähelepanu eest!

