



**TALLINNA TEHNIKAÜLIKOO**

INSENERITEADUSKOND

Virumaa kolledž

**Kamberploki „AHTME“ koristustööde tehnoloogia ja  
tuulutussüsteemi väljatöötamine.**

**Development fo processing technology and ventilation system of  
the chamber block „AHTME“**

MÄENDUSE ÕPPEKAVA LÕPUTÖÖ

Üliõpilane: Oleg Kirjushin

Üliõpilaskood: 178600

Juhendaja: Viktor Andrejev PhD

Kohtla-Järve 2021

## AUTORIDEKLARATSIOON

Olen koostanud lõputöö iseseisvalt.

Lõputöö alusel ei ole varem kutse- või teaduskraadi või inseneridiplomit taotletud. Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, olulised seisukohad, kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on viidatud.

"...." ..... 20.....

Autor: .....

/ allkiri /

Töö vastab rakenduskõrgharidusõppe lõputööle/magistritööle esitatud nõuetele

"...." ..... 20.....

Juhendaja: .....

/ allkiri /

Kaitsmisele lubatud

"...." ..... 20.....

Kaitsmiskomisjoni esimees .....

/ nimi ja allkiri /

## **LIHTLITSENTS LÕPUTÖÖ ÜLDSUSELE KÄTTESAADAVAKS TEGEMISEKS JA REPRODUTSEERIMISEKS**

Mina Oleg Kirjushin (sünnikuupäev: 01.10.1986)

Annan Tallinna Tehnikaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose

„Kamberplokki „AHTME“ koristustööde tehnoloogia ja tuulutussüsteemi väljatöötamine.“  
mille juhendaja on Viktor Andrejev,

1.1. reprodutseerimiseks säilitamise ja elektroonilise avaldamise eesmärgil, sealhulgas Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogusse lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

1.2. üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tallinna Tehnikaülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogu kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.

1. Olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.

2. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta kolmandate isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest ja teistest õigusaktidest tulenevaid õigusi.

# TalTech Inseneriteaduskond Virumaa kolledž

## LÕPUTÖÖ ÜLESANNE

**Üliõpilane:** Oleg Kirjushin, 178600

Õppekava, peeriala: EDJR16/17 – Mäendus

Juhendaja(d): nõunik, Viktor Andrejev, e-post: andrejev.viktor@gmail.com

Konsultant: Yury Mikheev, Mäetööde tehnoloog

Enefit Power AS, (372) 58500789, e-post: yury.mikheev@enefit.ee

*Lõputöö teema:*

(eesti keeles) Kamberplokki „AHTME“ koristustööde tehnoloogia ja tuulutussüsteemi väljatöötamine.

(inglise keeles) Development of processing technology and ventilation system of the chamber block „AHTME“

*Lõputöö põhieesmärgid:*

1. Ahtme Kaevanduse puutumatu maavarade kirjeldamine
2. Tavalise kamberplokki koristustööde kirjeldamine.
3. Ratsionaalse koristustööde tehnoloogi määramine Ahtme Kaevanduse maavara arendamiseks.

**Lõputöö etapid ja ajakava:**

Nr	Ülesande kirjeldus	Tähtaeg
1.		
2.		
3.		

**Töö keel:** eesti

**Lõputöö esitamise tähtaeg:** "....." ..... 20.....a

**Üliõpilane:** .....

"....." ..... 20.....a

/allkiri/

**Juhendaja:** .....

"....." ..... 20.....a

/allkiri/

**Konsultant:** .....

"....." ..... 20.....a

/allkiri/

**Programmijuh:** .....

“.....” ..... 20.....a

/allkiri/

# SISUKORD

EESSÕNA .....	7
LÜHENDITE JA TÄHISTE LOETELU .....	8
SISSEJUHATUS .....	9
1. ESTONIA KAEVANDUS.....	10
1.1 Kaevanduse iseloomustus .....	11
1.2 Põlevkivi kasutamine .....	13
1.3 KAMBERPLOKI „AHTME“ ANDMED .....	14
2. KORISTUSTÖÖDE TEHNOLOOGIA .....	15
2.1 LAE TOESTAMINE .....	15
2.2 ALGMURDE PUURAUKUDE PUURIMINE KOOS PUHASTAMISEGA .....	16
2.3 LÕHKEAUKUDE PUURIMINE.....	17
2.4 LÕHKETÖÖD .....	19
2.5 TUULUTUS .....	20
2.6 KAEVISE VÄLJALAADIMINE JA VÄLJAVEDU .....	20
2.7 KAMBRITE JA TERVIKUTE PUHASTAMINE .....	22
2.8 KONVEIERI ÜLEKANDMINE.....	23
2.9 VEESOONTE SOONIMINE .....	24
3. KAMBERPLOKK „AHTME“ .....	26
3.1 TUULUTUSE ARVESTUS.....	26
3.1.1 ÕHUHLGA ARVUTAMINE EES TÖÖTAVATE INIMESTE ARVU JÄRGI.....	28
3.1.2 ÕHUHLGA ARVUTAMINE LÕHKETÖÖDEL ERALDUVATE GAASIDE JÄRGI .....	28
3.1.2 ÕHUHLGA ARVUTAMINE DIISELAJAMIGA MASINATE HEITGAASIDE JÄRGI ....	29
3.1.3 KAMBERPLOKI TUULUTAMISEKS ÕHUHLGA VALIMINE.....	31
3.2 KAMBERPLOKKI „AHTME“ KORISTUSTÖÖDE- JA TUULUTUSSKEEM .....	32
3.2 JÄRELDUS .....	34
KOKKUVÕTE .....	35
SUMMARY.....	36
KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU .....	37

## EESSÕNA

Lõputöö autor tänab lõputöö materjalide ja skeemide esitamise eest Enefit Power AS Primaarenergia spetsialiste, kes aitasid lõputöö kohta infirmatsiooni esitamises.

Lõputöö autor tänab Viktor Andrejevi juhendamise eest.

Lõputöö autor tänab Enefit Power AS Estonia Kaevanduse tehnoloogia osakonna spetsialisti Yury Mikheev´it, kes aitas materiali süstematiseerimisega ja saatis õigesse suunda selle võimaliku tuleviku projektiga.

Lõputöö teema suund oli valitud sellepärast, et tulevikus tuleb vaja arenede maavarad, mis kuulusid varem Ahtme Kaevandusele, mis on kinni aastas 2001. Ahtme Kaevanduse maavaru tahetakse välja võtta Estonia Kaevanduse kaudu. Sellepärast, see teema tänaopäeval on aktuaalne ja võib saada reaalseks projektiks.

Nelja aasta jooksul, millal lõputöö autor õpis TalTech Virumaa Kolledžis, ilmus välja, et mäendus on väga huvitav ja otsatarbekas amet, aga inseneri roll tootmises on väga tähtis ja vastutav ametikoht.

See lõpetöö on rakkenduskõrgharidusõpp lõpetöö. Seoses sellega, et „AHTME“ kamberploki projekt võib olla võetud tööle, aga see kamberplokk ei saa olla sarnane tavaliste kamberplokkidega, juba täna on ette kujuneda, kuidas sedele projekti ellu viia.

## LÜHENDITE JA TÄHISTE LOETELU

m – meeter

t – tonn

h – 1 tund

min – minut

LA – lõhkeained

$Q_{esi D}$  – ete vajalik õhuhulk

g – minuti jooksul eralduvate heitgaaside hulk ( $m^3/min$ )

$g=nV$  ( $m^3/min$ )

V – diiselmootori silindrite maht ( $m^3$ )

n- diiselmootori pöörete arv töökäigul ( $p/min$ )

T – heitgaaside toksiilsus

$k_i$  – kahjulik gaasi lubatud kontsentratsiooni ümberarvestustegur tinglikult vingugaasi lubatud kontsentratsioonile; [vingugaasile (CO) = 1, NO<sub>2</sub> = 6,5]

$c_i$  – kahjuliku gaasi kontsentratsioon heitgaasides (%)

$C_{lub}$  – vingugaasi lubatud kontsentratsioon;  $C_{lub} = 0,002124$  %



## SISSEJUHATUS

Lõputöö autor tänapäeval töötab ettevõttes Enefit Poert AS Estonia Kaevandus ametil „allmaa lukksepp elektrik IV“.

Lõputöö autor tahab areneda ettevõttes ja saada uue ameti inseneri- või tootmisvalkonnas. Sellepärast lõputöö autor valis teemat, mis on seotud projekteerimisega ja tehnoloogia arendamisega (insenerivaldkond) ja tootmisega.

Peale Ahtme Kaevanduse sulgemist, jäi päris palju väljavõtmata maavaru. Tänapäeval on aktuaalne neid maavaru kätte saada ja on vaja mõelda välja tehnoloogia, mille abil oleks väga kasumlik neid varu välja võtta.

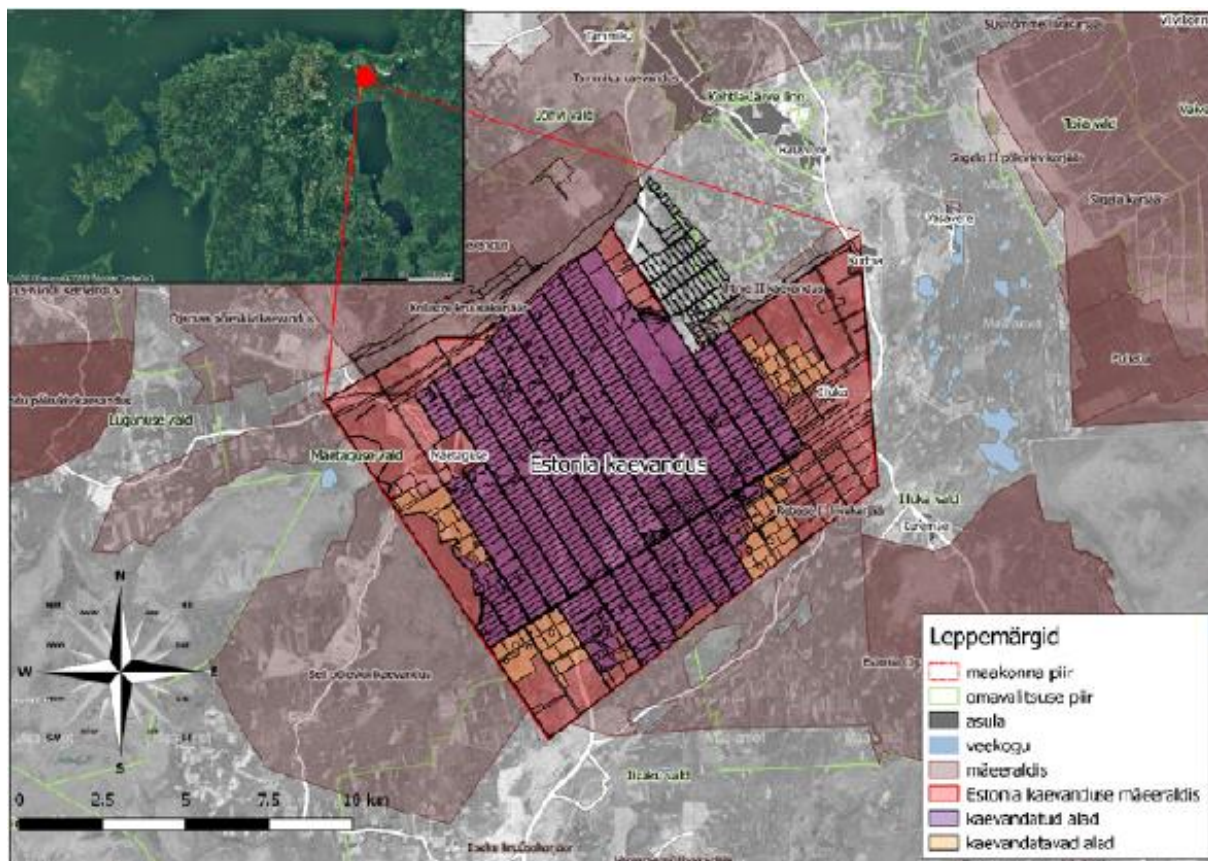
Enne iga kamberpolkki kaevandamist valitakse koristustööde süsteemi ja tehnoloogiat, mis selle kamberplokki töötamiseks on kõige majanduslikult kasumlikum, võtab arvesse kõiki kivimi füüsikalisi-mehaanilisi ja kaevandusgeoloogilisi omadusi. Peale tervikute-, tuulutuse, laekäitluse- ja laetoestuse arvutamist, valitakse tehnoloogiat kamberploki kaevandamisel.

Töö eesmärgiks on:

1. Kamberploki „AHTME“ koristustööde tehnoloogia areng.
2. Kamberploki „AHTME“ tuulutuse arvestamine ja tuulutussüsteemi areng.
3. Teha otsust, kas sobib uus ete koristustööde süsteem sobib või ei sobi kamberploki „AHTME“ kaevandamist.

# 1. ESTONIA KAEVANDUS

Estonia kaevandus on maailma suurim põlevkivikaevandus, mis kuulub Eesti Energia AS tütar ettevõttele Enefit Kaevandused AS. Mäeeraldis asub Ida-Viru maakonnas Alutaguse vallas. Estonia kaevanduse pindala on 142 km<sup>2</sup> ja mäeeraldise teenindusmaa pindala on 7,2 km<sup>2</sup>. [1]



Joonis 1. Estonia kaevanduse asukoha skeem [1]

Estonia kaevandus ehitati aastatel 1964-1972 ja hakkas tööle 28. detsember 1972 a. Kaevandustüüde teostamiseks on olemas vajalikud rajatised (teedevõrk, elektrivarustuse liinid, tuulutus- ja veekõrvaldussüsteemid) ning pealmaa tehnoloogiline kompleks. Mäetööde elektrivarustus toimub maapinnal ja maa all asuvate elektriliinide kaudu. Allmaakaevandustest, paneelidelt läbindatakse iga 2,0 – 2,5 km tagant maapinnale tuulutusšurfid. Veekõrvalduse tarvis on rajatud pumplad, settetiigid ja veekraavid. [1]

## 1.1 Kaevanduse iseloomustus

Endised ärinimed:

- AKTSIASEKTS EESTI PÕLEVKIVI (23.05.1996 – 15.06.2009)
- EESTI ENERGIA KAEVANDUSED AS (15.06.2009 – 30.06.2016)
- ENEFIT KAEVANDUSED AS (30.06.2016 – 31.12.2020)

Põhitegevusalaks on põlevkivi kaevandmine ja toornafta tootmine (06101).

Muud tegevusalad:

- Elektrienergia müük
- Laadungikäitlus
- Turvatöö, v.a. avalik korrahooldus
- Killustiku tootmine
- Enda või renditud kinnisvara üürileandmine ja käitus
- Tõste- ja teisaldusseadmete ja – masinate ning nende varuosade hulgimüük (k.a. konteinerid)
- Jäätmete ja jääkide hulgikaubandus, taara ja pakendite kokkuost
- Muud kaevandamist abistavad tegevusalad
- Kauba raudteevedu [1]

Põhitegevusalaks on põlevkivi kaevandmine jm toornafta tootmine (06101).

Muud tegevusalad:

- Elektrienergia müük
- Laadungikäitlus
- Turvatöö, v.a. avalik korrahooldus
- Killustiku tootmine
- Enda või renditud kinnisvara üürileandmine ja käitus
- Tõste- ja teisaldusseadmete ja – masinate ning nende varuosade hulgimüük (k.a. konteinerid)
- Jäätmete ja jääkide hulgikaubandus, taara ja pakendite kokkuost
- Muud kaevandamist abistavad tegevusalad
- Kauba raudteevedu [1]

**Kaevandus** on tööstusettevõtte, mis kaevandab maavarasid maaaluse kaevandamissüsteemi alusel. [3]

# ENEFIT POWER AS

---

<b>Ärinimi</b>	Enefit Power AS
<b>Registrikood:</b>	10579981
<b>Tegevusaadress:</b>	<a href="#">📍 Keskterritooriumi/1, Auvere küla Narva-Jõesuu Ida-Virumaa 40107</a>
<b>Juriidiline aadress</b>	<a href="#">📍 Keskterritooriumi/1, Auvere küla Narva-Jõesuu linn Ida-Viru maakond 40107</a>
<b>KMKR nr:</b>	<a href="#">Vaata käibemaksu infot</a>
<b>Ettevõtte vanus:</b>	21 aastat 7 kuud
<b>Asutatud:</b>	04.10.1999
<b>Põhikapital:</b>	30 000 000 EUR
<b>Telefon:</b>	4667222
<b>E-post:</b>	<a href="mailto:info@enefitpower.ee">info@enefitpower.ee</a>
<b>Koduleht:</b>	<a href="http://www.energia.ee">www.energia.ee</a>

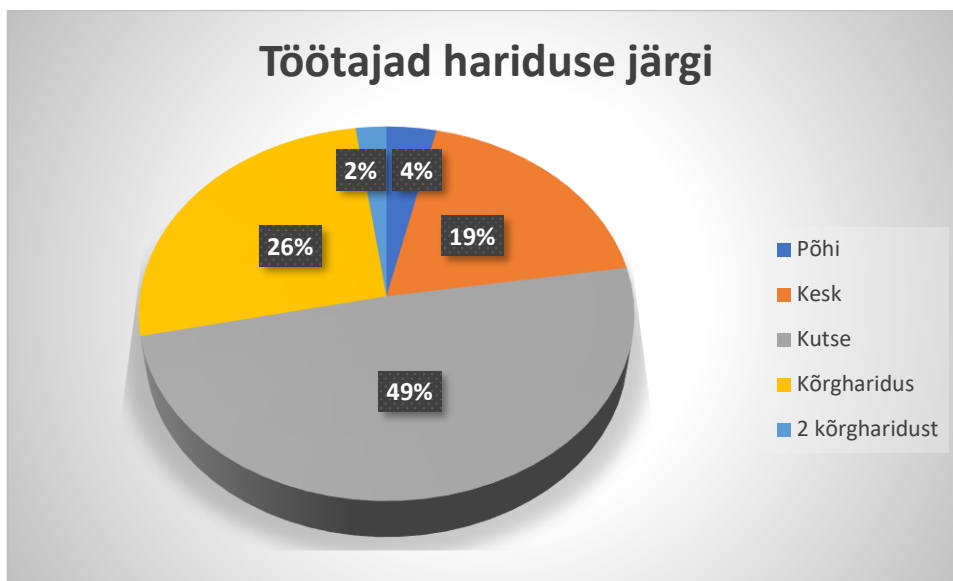
Joonis 2. Enefit Power AS andmed [2]

**Geoloogiline uuring** – maavarade uuring, mis eelneb kaevandamisloa väljaandmise üle otsustamisele. Uuring on täpsem kui üldgeoloogiline uurimistö. Uuringu eesmärk on välja selgitada vajalik info kaevandamisloa taotlemiseks ja võimaldab maavara määratleda tarbevaruna. [3]

**Kaevandav vara** – maavara kogus, mis kaevandamisloa alusel on lubatud maapõuest eemaldada. [3]

**Maavara kaevandamise aastamäär** – maavara kogus, mille võib kaevandamisloa alusel selle kehtivusaja jooksul keskmiselt ühes asstas maapõuest eemaldada. [3]

Seisuga 25. mai 2021 a kaevanduses kokku töötab 564 inimest (Estonia kaevanduse töötajad – 265 inimest, Enefit Solution – 229 inimest ja Logistika – 70 inimest).



Joonis 3. Enefit Power AS Estonia Kaevanduse töötajad hariduse järgi

Planeeritud 2021 aasta toodang on 4,2 mln t.

## 1.2 Põlevkivi kasutamine

Eestis kasutatakse põlevkivi elektroenergia ja õli tootmiseks. Eestis kaevandatava põlevkivi küteväärtus on vahemikus 5 – 20 Mj/kg. Eesti on Euroopa Liidu energiasõlyumatuim riik, seda suuresti tänu põlevkivst toodetud energiale. Põlevkivi ettevõtted tootsid 2017 aastal 9,6 TWh elektrit, mis on 90% kogu Eestis toodetavast elektrienergiast. Põlevkiviõlitööstuse toodanguks on põlevkivikütteõlid, bituumen, koks, peenkeemia, alküülresortsiiinid, fenoolid ja vaigud. 2017. aastal toodeti Eestis esmakordselt üle miljoni tonni põlevkiviõli, millest ligikaudu 90% eksorditi. Põlevkivitööstuse jäätmed on aheraine, poolkoks ja tuhk. [15]

Maailmas leidub põlevkivi 33 riigis enam, kui 600 leiukohas. Suurimad põlevkivi varud on Ameerika Ühendriikides. Kanadas, Hiinas, Venemaa, Israelis, Jordaania ja Brasiilias. Maailma Energeetikanõukogu andmetel sisaldab kogu maailma põlevkivi ligikaudu 6 050 miljardit barrelit põlevkiviõli. See on neli korda rohkem, kui kogu maailma naftavarud. Eestis paikneb põlevkivi Eesti ja Rapa leiukohas Kirde-Eestis. Eestis leidub kahte tüüpi põlevkivi: kukersiit ja argiliit. Eesti põlevkivivarude suuruseks hinnatakse 16 000 miljonit barrelit (põlevkivivarus sisalduv põlevkivi kogus), mis on maailma suuruselt kümnes põlevkivivarude maht. [15]

### **1.3 KAMBERPLOKI „AHTME“ ANDMED**

Estonia kaevanduse tootus kiht asub keskmiselt 60 m sügavusel (maa all).

Kaevandus – on kõrgendatud ohudega ja riskitega koht, kus töö alustamiseks on vaja läbineda spetsiaalset väljaõpet. [3]

Tulevane kamberplokki, mille nimeks lõputöö autor annab „AHTME“ (reaalses selle kamberplokki nimetus võib olla teine), asub kaevanduse ida tiivas põhja pool kamberplokki nr. 1103 juures.

Kõik kamberplokki Estonia kaevanduses on ristkujulised. Seoses selle aspektiga, kõik kamberplokki- ja tuulutuse arvestused on seotud ristkujulisega kamberplokki.

Tavalises kamberplokki kasutatakse tulptervikutega kaevandamisviisi. Tööd teostatakse üheaegselt kamberplokki kahes poolplokki. Alati poolplokki eraldab nende vahel paiknev kogumisstrekk. Alati poolplokki on piiretletud peale kogumisstrekkki veostrekkki, tuulutus- ja külgstrekkki. Kogumisstrekkki paralleelseid kaeveõõnte eesid nimetatakse pikikambriteks ja risti asuvaid kaeveõõnte eesid pikikambriteks. Piki- ja põikikambrite vahele jäävad kaitsetervikud. Kogumis- ja külgstrekkki äärde jäetakse tugevdatud kaitsetervikud. [4]

Kamberplokki „AHTME“ parameetrid on 470 x 740 m.

Kamberplokki „AHTME“ on selline olukord, et otsast peale see on ebatavaline kamberplokki, mis nõuab mittestandardseid lahendusi, sest see kamberplokki tuleb rööplüüliku moodi. Samamoodi, see kamberplokki asub Ahtme kaevanduse üleujutatud štrekkki vahel.

Võrreldes tavalise kamberplokki, sellel kamberplokki on võimatu teha tuulutusstrekkki kamberplokki lõppotsas.

Probleem on selline, et tänapäevase kamberplokki koristustööde tehnoloogiat saaks kasutada kambertplokki „AHTME“ kaevandamiseks.



## 2. KORISTUSTÖÖDE TEHNOLOOGIA

Estonia kaevanduses on väljatöötanud kaevandamise tehnoloogia. Läbinduses ja kamberplokkide tööde tehnoloogias on palju erinevaid aspekte – need aspektid on seotud töötingimustega.

Kamberplokkis on järgmine koristustööde tegemise järjekord:

- Lae toestamine
- Algmurde puuraukude puurimine koos puhastamisega
- Lõhkeaukude puurimine
- Lõhketööd (selleks koostatakse eraldi puur-ja lõhketööde projekti)
- Tuulutus
- Kaevisse (mäevassi) väljaviimine
- Konveierite ülekandmine
- Veesoonte soonimine [4]

### 2.1 LAE TOESTAMINE



Joonis 4. Laeankuraukude puurseade SMAG FA-523V (FA-523VED)

Lae toestamise tööd teostab seadme operaator vastavalt seadme kasutusjuhendile.

#### **Tööde teostamise järjekord:**

1. Teostatakse lae ja seinte ülevaatus ja vajadusel nende koristamine toestatud alast.
2. Teostatakse varem paigaldatud ankurtoestiku ülepingsutamise alates toestatud ala 4-ndast reast toestamata ala suunas.
3. Teostatakse lae aukude puurimine ja ankrute Gewi-16 paigaldamine lukkudega. Ankruridasid paigaldatakse järjestikku alustades toestatud ala poolt toestamata ala suunas. Ankruid reas paigaldatakse järjestikuliselt ühest tervikust teiseni.
4. Peale ankurtoestikeridade paigaldamist teostatakse kaeveõõne lae seisukorda kontroll. Kui on avastatud mingi rike (mittevastavus nõuetele), siis tuleb võtta kasutusele abinõud nende kõrvaldamiseks.

#### **Üldnõuded:**

- Keelatud on minek toestamata alasse.
- Lõhketöödega pikikambritevahelise põikikambri läbimisel peab läbitud kaeveõõne ette paigaldama märgid, mis keelavad nimetatud alasse sisenemise.
- Keelatud on asuda seadme ohtlikus tsoonis ja nimelt: manipulaatori, puurseadme ja tugede all. [6]

## **2.2 ALGMURDE PUURAUKUDE PUURIMINE KOOS PUHASTAMISEGA**



Joonis 5. Algmurde puuraukude puurseade SMAG GB 280/4.7



- Algmurdepuuraukude puurimiseks kasutatakse suuraugupuurseadet SMAG GB 280/4.7, millega saab puurida korraga 3 puurauku Ø 280 mm ja pikkusega kuni 4,7 m
- Vastavalt puur- ja lõhketööde projektile puuritakse ühte eesse 2-he korraga (kahest asendist) 6 ja 9 algmurdepuurauku pikkustega 4,2 m või 2,2 m
- Lõhkepuuraukude paigutuse ja sügavused määrab kamberploki 31305 puur- ja lõhketööde projekt
- Hoida algmurde puuraukude suund tööesi liikumise pikisuunas, kontrollides algmurde puuraukude grupi suunda (faktor, kindlaks määratletud tööesi puurimise kvaliteet)
- Algmurde puuraugu sügavus peab vastama passis etteantud suurusele; puuraukude puurimise protsessis kivimite väljapaiskumisel moodustub tühimik, *tühimiku sügavus osutub osaks puuraugu sügavusest*
- Tööprotsessi suurpuuraukude puurimisel peab teostama vastavalt suurpuurauguseadme GB 280/4.7 käitusjuhendile.

Peale puurimistööde lõpetamist puhastatakse koheselt puurimisel tekkinud puuripuru laadurveokiga ja laetakse kraapkonveierile. [5]

## 2.3 LÕHKEAUKUDE PUURIMINE



Joonis 6. Lühkeaukude puurimisseade Boomer S1D

- Lõhkeaukude (4 m) puurimiseks kasutatakse puurseadet Boomer S1D, mille puurimissügavus on 4,0 m ja mis on varustatud Ø 37 mm puurkrooniga

- Lõhkepuuraukude puurimisel väga vesistes kivimite kihtidesse, kus kasutatakse lõhkeaine laadimist polüeteen voolikutesse, lubatakse kasutada puuripeasid läbimõõduga kuni 42 mm (vastavalt jaoskonna tehnilise järelevalve äranägemisele)
- Lõhkepuuraukude paigutuse ja sügavuse määrab kamberploki nr. 31305 puur- ja lõhketööde tegemise projekt
- Lõhkepuuraukude suund ja sügavus – vastavalt passis etteantud mõõtudele; juhul, kui lõhkepuurauku puuritakse tühimiku sees, mis moodustab algmurdepuuraukude puurimisel, siis *tühimiku sügavus moodustab osa puuragu sügavusest*
- Keskmise puurauk (kihis *D*) peab asetsema vahekihi *C/D* üleval kahe algmurde puuragu grupi vahel
- Keelatud on lõhkepuuraukude paigutuse muutmise algmurde puuraukude ümbruses
- Tööprotsessi suurpuuraukude puurimisel peab teostama vastavalt puurseadmete käitusjuhenditele

### **Ohutusmeetmed puurimisel**

- Puurseadet võib juhtida mäetöölaine, kes on sooritanud väljaõppe ettenähtud programmi alusel
- Puurmasina juht peab juhinduma puurseadme valmistajatehase käitusjuhendist, käesolevast kambriploki passist ja kasutatavate puurseadmete kohta kehtivatest tööohutusjuhenditest
- Tööoperatsioonideks kasutatav puurseade peab olema tehniliselt korras
- Puurseadmega töötamisel tuleb pöörata tähelepanu kaeveõõne laest ja seintest tulevale ohule ja vältida toitekaabli vigastusi
- Koristusees ühes grupis töötavate mäemasinate juhid (puurijad, laadijad) ja toestajad peavad kinnipidama kindlaksmääratud tööaladest. Vajadusel minna võõrasse tööalasse tuleb sellest üksteist informeerida ja töö peatada
- Puurimise lõpetamisel tuleb puurseade viia transportasendisse ja parkida kambriploki ohutusse kohta.

### **Keelatud on:**

1. Minek toestamata ja lahtitoestatud alasse
2. Teostada puurseadme hooldust ja remonti, samuti läheneda puurseadme liikuvatele osadele puurseadme töötamise ajal
3. Üheaegselt väljalaadimistöodega puurimistöid kui mäemasinate vahe on alla 10 m
4. Viibida ülessetõstetud manipulaatori all
5. Kõrvalistel isikutel viibida kambris kus teostatakse puurtöid ja läheneda puurseadmele lähemale kui 10 m tema liikumisel
6. Teostada igasuguseid töid seistes puurseadme noolel või manipulaatoril. [7]

## 2.4 LÖHKETÖÖD

Puur- ja lõhketööd on ette nähtud mäemassi lahtimurdmiseks massiivist. Puur- ja lõhketööde põhinäitajad on järgmised:

- kaevandus on tolmuplahvatusohtlik;
- kasutatava lõhkeaine mark on Subtek Charge CS, Senatel Powerfrag (patroonitud lõhkeaine);
- kasutatavate elektridetonatorite (ED) margid on Timestar 250 ms, EDZN (LT passis ettenähtud ED astme puudumisel, selle asendamise teise ED astmega otsustab lõhketööde eest vastutav isik);
- kasutatavate elektrisüüturite margid on Mars-2;
- Koristusee tuulutusaeg pärast lõhkamist on 60 min.

Ee lõhkamistöõde kontrollimine tõrgelaengute tuvastamiseks toimub pärast tuulutamist, kuid mitte varem kui 5 min. pärast lõhkamist. [8]

### Töökaitse

Lõhketöödel tuleb järgida kõiki kehtivaid mäe-ja lõhketööde eeskirju, kambriploki passi, puur-ja lõhketööde projekti, lõhkemeistri ja lõhkaja töökaitse juhendit ning lisaks:

- laenguaukude vahekaugused, pikkused ja kalded ei tohi passis toodud mõõtmetest erineda üle 10 %;
- KP lõhketöid viiakse läbi vastavalt KP eelprojekti ajakavale (vt. joonis 4.8.1);
- keelatud on üheaegne lõhkamine I ja II poolplokis;
- ohtliku tsooni piir peab olema lõhkamiskohast vähemalt 50 m kaugusel. Ee edasiliikumisel tuleb paigutada barjäärid ja valvepostid sellise arvestusega, et täielikult blokeerida võimalust inimeste sattumiseks ohtlikku tsooni (vt. Tüüpiline skeem);
- Kamberplokkides, millel on ühine väljuv õhujuga (kõrvuti asetsevad kamberplokid ühel paneelil) ja koristuseerindade vahekaugus on vähem kui 50 m, viiakse lõhketöid läbi järgmises korras:
  - 1) Lõhketöid viiakse läbi üheaegselt ainult esimestes või teistes kamberplokkide poolplokkides.
  - 2) Lõhketööde läbiviimise järjekorra mõlemas kamberplokis, valvepostide paigutuse ja mahavõtmise ning ohutusseadeldiste paigaldamiste kooskõlastuste korraldamise kohustus on pandud mäemeistrile, kes juhatab tööde tegemist nendes kamberplokkides. [8]

### Kasutamiseks lõhkeaine Subtek Charge CS lisaks on vaja:

- ee lõhkeaukude täitmist alustatakse alumise rea lõhkepuuraukudest kihis A, seejärel ülejäänud;

- kõige ülemise rea täitmisel lõhkeainega peab kindlasti viima laadimisvooliku kuni toeni lõhkepuuraugu põhjas;
- voolikus, rõhu puhul üle 240 psi (16 kg/cm<sup>2</sup>), tuleb vahetada mikser (see on otsak, mis asub vooliku lõpus kuhu asetatakse detonaator);
- temperatuuril üle 25° C maatriksis lõhkeaine täitmine ja lõhkamine teha ainult ühes kambris korraga. [8]

#### **Keelatud on:**

- lõhketöid läbi viia rohkem kui neljas kambris korraga;
- lõhkepuuraukudes lõhkeaine vähendamist, mis on paigutatud algmurde puuraukude ümber (erandiks võivad olla juhused, kui lõhkepuurauk on puuritud eerinna kohalikku varingusse, sellisel juhul võib laenguid vähendada sõltuvalt varingu suuruselt);
- viivitute seeria paigutuse muutmist;
- tööesi lõhkamist varem, kui 40 min pärast lõhkepuuraukude täitmist lõhkeainega (laengu säristusaja lülitumise alguse lühendamine kuni 20 - 30 minutile võib olla lubatud maatriksi temperatuuril üle 25° C). [8]

## **2.5 TUULUTUS**

Peale lõhketöid kambrite tuulutamine toimub üldkaevandusliku kompressiooni arvel, mida tekitavad maapeal asuvad ventilaatorseadmed. [9]

## **2.6 KAEVISE VÄLJALAADIMINE JA VÄLJAVEDU**

#### **Tehnoloogia**

- Kaevise väljalaadimiseks koristusetest kasutatakse laadurveokit. Laadurveokid töötavad selles poolplokis kus ajakava järgi on ette nähtud kaevise väljalaadimine
- Laadurveokid ammutavad raimatud kaevise koppa ja transpordivad selle kraapkonveierini kus kopast laetakse välja raimatud kaevis kraapkonveierile. Kraapkonveierile on paigaldatud universaalne purusti HALBACH & BRAUN suurte kaevise tükkide purustamiseks. Peale kaevise suurte tükkide purustamist transpordib kraapkonveier purustatud kaevise lintkonveierile milline omakorda laeb kaevise paneeli konveierstrekil olevale magistraallintkonveierile
- Kuna laadurveok ammutab kaevist kopp ees ja laeb välja kaevise kopp taga, siis on tarvilik, et trassil oleks ära määratud kaks kambrite ristumise kohta kus toimub laadurveokite ümberpööramine. [10]



Joonis 7. Laadurveok

Ohutusmeetmed kaevise väljaladimisel ja väljveol

**Üldnõuded:**

- Laadurveokit võib juhtida mäetööline, kes on sooritanud väljaõppe ettenähtud programmi alusel ja omab laadurveoki juhtimise õigust tõendavat dokumenti
- Laadurveoki juht peab juhinduma laadurveoki valmistajatehase käitusjuhendist, käesolevast kambriploki passist ja kasutatavate laadurveoki kohta kehtivatest tööohutusjuhenditest
- Tööoperatsioonideks kasutatav laadurveok peab olema tehniliselt korras
- Laadurveokiga töötamisel tuleb pöörata tähelepanu kaeveõõne laest ja seintest tulevale ohule ja vältida elektrikaablite ülesõite. Laadurveoki marsruudil peavad kaablid oleme riputatud lakke või kaeveõõnte seintele
- Koristusees ühes grupis töötavate mäemasinate juhid (puurijad, laadijad) ja toetajad peavad kinnipidama kindlaksmääratud tööaladest. Vajadusel minna võõrasse tööalasse tuleb sellest üksteist informeerida ja töö peatada
- Mitme laadurveokiga töötamisel on laadurveokite tööalaks määratud väljatöötatud ja toetatud piki- ja põikkambriid, millistel trasside toimub kaevise väljavedu. Üheaegselt mitme laadurveoki töötamisel kambriploki poolplokis kasutatakse ringliikumise laadurveokite eliikumist veotrassil või eraldi olevaid trasse. [10]



**Keelatud on:**

- Laadurveoki juhil laadurveoki liikumise ajal olla väljaspool kabiini gabariite
- Sõitmine toestamata ja lahtitoestatud alasse
- Teostada laadurveoki hooldust ja remonti laadurveoki mootori töötamise ajal
- Teha üheaegselt väljalaadimistöödega puurimistöid kui mäemasinate vahe on alla 10 m
- Kõrvalistel isikutel viibida ja minna laadurveokite liikumise trassile laadurveokite töötamise ajal. [10]

**2.7 KAMBRITE JA TERVIKUTE PUHASTAMINE**

Joonis 8. Rookimismasin ERKAT ST1030

**Tehnoloogia**

- Kambrite ja tervikute puhastamiseks kasutatakse rookimismasinat ERKAT ST1030. Rookimismasin töötab selles poolplokis, kus ajakava järgi on ettenähtud kaevise väljalaadimine
- Rookimismasin puhastab tööorgani abil tervikuid, lage, kaeveõõne põhja ja eerinda lahtikihistumisest ja ripikutest
- Roogitud mäemass viiakse välja laadurveokiga [11]

**Ohutusmeetmed rookimismasinaga töötamisel:**

- Rookimismasinat (ERKAT ST1030) võib juhtida mäetööline, kes on sooritatud väljaõppe ettenähtud programmi alusel ja peab saama luba tootmisjaoskonnast
- Rookimismasina juht peab juhtima rookimismasinat valmisjatehase kasutusjuhendist, käesolevast kamberploki passist ja kasutavate rookimismasina kohta kehtivat tööhutusjuhendist lähtuvalt
- Tööoperatsioonideks kasutatav rookimismasin peab olema tehniliselt korras
- Rookimismasinaga töötamisel tuleb pöörata tähelepanu kaeveõhne laest ja seintest tulevale ohule ja vältima elektrikablitest ülesõite. Rookimismasina marsruudil peavad kablid olema riputatud kaeveõhne lakke või seintele
- Koristusees ühes grupis töötavate masinate juhid (puurijad, laadijad, rookimismasina operaator) ja toestajad peavad kinni pidama kindlaksmääratud tööaladest. Väljendusest minna võõrasse tööalasse, tuleb sellest üksteist informeerida ja töö peatada
- Mitme laadurveoki ja rookimismasina töötamisel on rookimismasina tööalaks määratud väljatöötatud piki- ja põikkambrid, millistel trassidel toimub kaevisse väljavedu. [11]

#### **Keelatud on:**

- Rookimismasina operaatoril rookimismasina liikumise ajal olla väljaspool kabiini gabariite
- Sõitmine toestamata ja lahtitoestatud alasse (lubatud on ainult kopaga ettepoole kuni juhikabiinini)
- Teostada rookimismasina hooldust ja remonti rookimismasina mootori töötamise ajal
- Teha üheaegset puhastamistöodega ja teiste töödega, kui ohutukaugust ei järgita
- Kõrvalistel isikutel viibida ja minna rookimismasin liikumise trassile rookimismasina töötamise ajal
- Kaeveõhne sügavus – maksimum 30 m [11]

## **2.8 KONVEIERI ÜLEKANDMINE**

### **Tehnoloogia**

- Kamberploki tööprotsessis nihkuvad edasi piki- ja põikikambrite eerinna, mis tingivad vajaduse pikendada kogumisstrekki konveierit ja paigutada ümber toituri-purusti HALBACH & BRAUN
- Toitur-purusti HALBACH & BRAUN ümberpaigutamine teostakse vastavalt tehase poolt väljaantud käitusjuhendile
- Lintkonveieri pikendamist teostatakse järgmises järjekorras: ühendatakse lahti konveierilint, demonteeritakse konveieri pingutuspea, pikendatakse kandetrose, nihutatakse edasi laadurveoki abil konveieri pingutuspea uude kohta, lisatakse

juurde konveieritoed ja rulliplokid, pikendatakse ja ühendatakse konveierilint, kinnitatakse konveieri pingutuspea, pingutatakse lintkonveieri rullikute kandetrossid ja konveierilint

- Lintkonveieri montaaži teostatakse vastavalt lintkonveieri kasutusjuhendile
- Lintkonveieri ja tuletõrje veetorustiku pikendamist koos toituri-purusti ülekandega teostavad tootmisjaoskonna töötajad, kes on selleks läbinud vastava väljaõppe
- Vajalike seadmete ja materjalide kohale toimetamise eest ümber-monteerimisel vastutab allmaa statsionaarse tehnika jaoskonna juhataja [12]

Ohutusmeetmed demontaaži- ja montaažitöödel

#### **Üldnõuded:**

- Tööprotsessi läbiviimist juhatab jaoskonna vahetuse ITP
- Tööprotsessis osalev laadurveoki juht peab juhinduma laadurveoki valmistajatehase käitusjuhendist, käesolevast kambriploki passist ja kasutatava laadurveoki kohta kehtivast tööohutusjuhendist
- Tööoperatsioonideks kasutatav laadurveok peab olema tehniliselt korras
- Kõik tööprotsessis osalejad peavad olema tutvunud oma tööprotsessis monteeritavate/demonteeritavate seadmete kasutusjuhenditega, erilist tähelepanu tuleb pöörata tööohutusnõuete täitmisele. [12]

#### **Keelatud on:**

- Tööprotsessis mitteosalevate inimeste viibimine tööalal
- Kraapkonveieri, universaalse purusti ja lintkonveieri ülekandmise ajal selle tööalal teostada muid töid. [12]

## **2.9 VEESOONTE SOONIMINE**

Veesoonte soonimist teostatakse kambrites kust on vajalik vee ärajuhtimine. Soonimiseks kasutatakse selleks otstarbeks kohandatud soonurit URAL-33M (OJ 427, 4.11.2020). Enne tööle asumist puhastatakse kaeveõõnepõhi kivimitest, paigaldatakse või vahetatakse kulunud lõiketerad, teostatakse soonuri ülevaatus ja vajadusel määrimised ning õlitamised. [13]

*Veesoonte soonimise protsess koosneb järgmistest operatsioonidest:*

- Soonuri trossiveotrumliilt keritakse maha veotross vajaliku tööpikkuse ulatuseni
- Soonuri veotrossi ots kinnitatakse tugiposti külge (juhend nr. 427, p. 3.9)



- Lülitatakse sisse lõikeosa ja soonitakse soonuri ketiraamile ettenihet andes kaeveõõne põhja algsoon tööasendi sügavusele
- Fikseeritakse ketiraam tööasendis lukustussõrmega
- Teostatakse veesoone soonimist andes soonurile ettenihke kinnitatud veotrossi vahendusel soonuri veorgani abil
- Soonur peatatakse mitte lähemal kui 6 meetrit tugipostist
- Lastakse lõdvaks veotross ja vabastatakse veotrossi kinnitamise tugipost. [13]

Edasi tööoperatsioonide järjekord kordub samas järjekorras.

Ohutusnõuded veesoonte soonimisel

### **Üldnõuded:**

- Soonurit võib juhtida mäetööline, kes omab 1 aasta tööstaaži erialal allmaa koristuseetööline või allmaa läbindaja ja on läbinud teoreetilise väljaõppe, on andnud ära teoreetilise eksami ning läbinud stažöörina ettenähtud aja kogenud mäe väljamismasina juhi juhendamisel, misjärel jaoskonna juhataja annab loa teostada töid soonuriga
- Soonuri juht peab juhinduma soonuri valmistajatehase ekspluatatsiooniinstruktsioonist, käesolevast kambriploki passist ning soonuri kohta kehtivast töökaitsejuhendist
- Tööoperatsioonideks kasutatav soonur peab olema tehniliselt korras
- Tugiposti pikkus peab vastama kaeveõõne kõrgusele, peab tagama veotrossi kindla kinnituse ja tugiposti kinnikiilumise veotrossi tõmbel
- Soonuriga töötamisel tuleb pöörata tähelepanu kaeveõõne laest ja seintest tulevale ohule ja vältida toitekaabli vigastusi
- Manööverdustel jälgida, et lähedal asuvatele inimestele oleks tagatud ohutus. [13]

### **Keelatud on:**

- Soonuri sisselülitatud lüliti korral teostada ülevaatusi, määrimisi, reguleerimisi, jooksvat remonti, lõikehammaste vahetamist ja mehhanismide puhastamist
- Asuda vahetult pingulolekus veotrossi kohal, aga samuti suunata veotrossi käsitsi sisse lülitatud ettenihkemehhanismi korral
- Asuda otseses läheduses töötavale lõikeorganile
- Töötada vana katkenud trossitraatidega veotrossiga ja tugevasti kulunud lõikehammastega
- Töötada defektsete puupostidega
- Töötada ilma selleks ettenähtud individuaalsete kaitsevahenditeta. [13]

### **3. KAMBERPLOKK „AHTME“**

Lõputöö sissejuhatuses oli teatatud sellest, et Estonia kaevanduse kaudu plaanitakse kaevandada maavara, mis asub endise Ahtme kaevanduse kaevanduseväljal.

Seoses sellega, lõputöö autor võttis ühenidst tehnoloogiaosakonna spetsialistiga selleks, et valmistada koristustööde tehnoloogit selle kamberploki laevandamiseks ja lahendada tekkivaid probleeme tuulutusega.

Joonisel 9 on esitatud kamberploki tuulutuse tüüpskeem. Kamberploki koristustööde passi koostamisel kasutatakse tuulutuse tüüpskeemi, kus on näidatud tuletõrje- ja esmaabivahendite paigutuse kohad. Tuulutuse tüüpskeeme on 2 varianti – erinevus on ainult selles, kas asuv kogumisstrekki litkoveierit kaevandamise tööde ajal pikendatakse või lühendatakse.

Samal joonisel on näidatud, kus peavad asuma tuletõrje- ja esmaabivahendite paigutuse kohad.

Joonisel 9 on esitatud kamberploki tuulutusskeem. Jooniselt on väga hästi näha, et värskeõhujuga saab kamberploki sisse selle kamberploki kogumisstrekki kaudu. Tuulutus on selline, et värske õhujuga (punased noolid) saadetakse kamberploki sisse ühe külgstrekki kaudu, kust läbides terve kamberploki, tuulutab seda ja läbi teises otsas asuva külgstrekki heitõhujuga (sinised noolid) saadetakse töödeldud alasse, kust edasi šurfile.

Ohutuolukorras kamberplokkist on üks peaväljapääs kogumisstrekki kaudu (kuhu kuuluva üks kamber kogumisstrekki igalpool) ja neli varuväljapääsu (külgstrekki kaudu igale paneelile).

Nagu oli öeldud, Joonisel 9 esitatud tuulutuse tüüpskeem sobib tavalise kamberploki töötlemise jaoks. Kamberplokkiga „AHTME“ on see olukord, et seal puuduvad külgstrekki ja tuulutussstrekk, kuhu heitõhu juga võib saada.

Selle projekti jaoks peab olema välja mõeldud ja arenenud absoluutselt uus tuulutussüsteem, mis ei vaja standarde lähendamist, aga peaks olema sama efektiivne, nagu tavaline tuulutussüsteem.

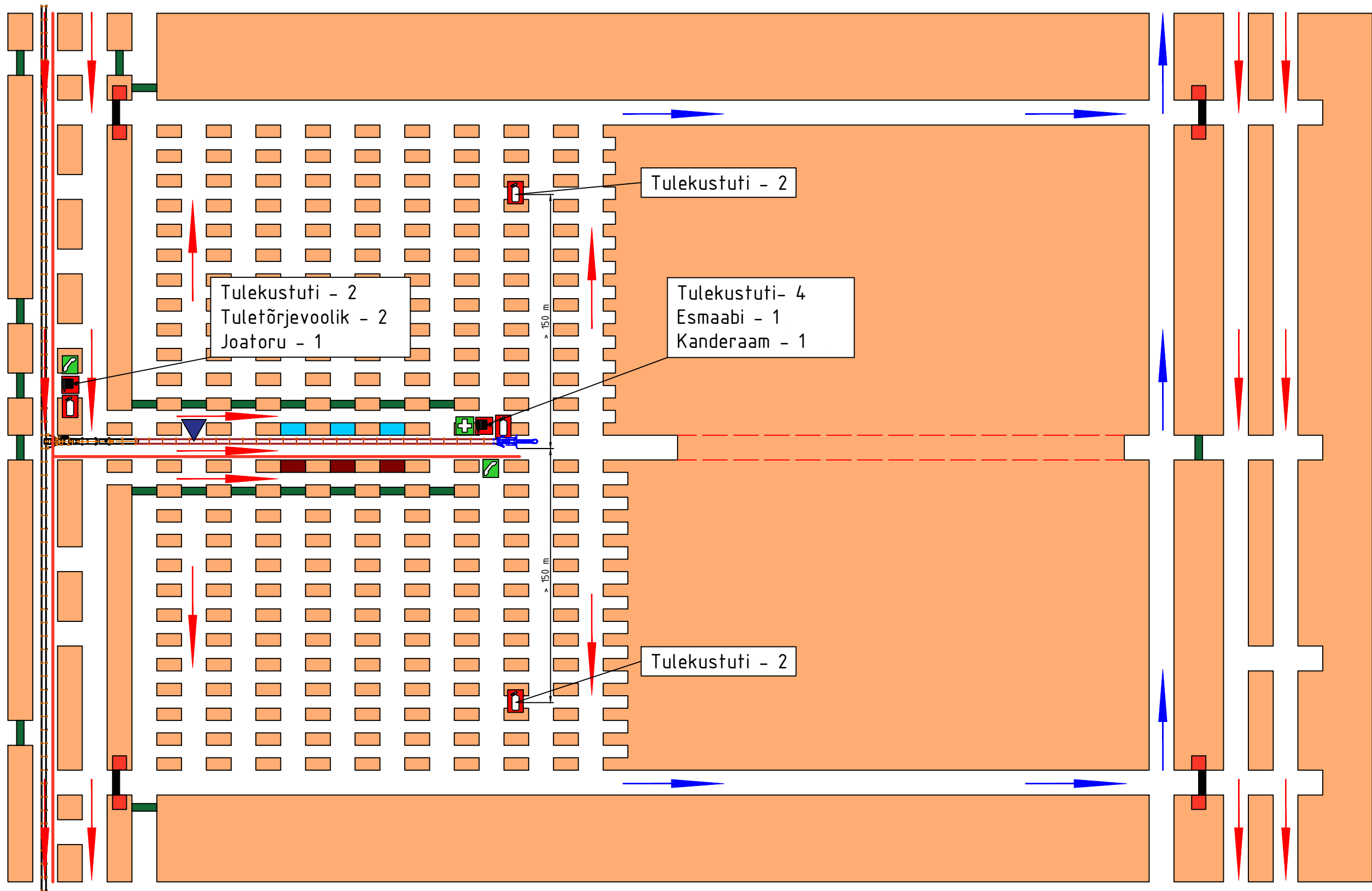
#### **3.1 TUULUTUSE ARVESTUS**







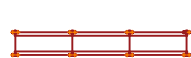





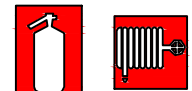

Vajaliku õhuhulga arvutus teostatakse vastavalt juhendile "Põlevkivikaevanduse tuulutuskava koostamise juhend" (EP/06.09.2004). Ete (Qesi) vajaliku õhuhulga arvutamisel kasutatakse järgmisi faktoreid:

- 1) Ees töötavate inimeste arv
- 2) Lõhketööl eralduvate gaaside kontsentratsioon
- 3) Diiselajamiga masinate heitgaaside kontsentratsioon

Saadud väärtustest **Q<sub>esi</sub>** järgmise arvestamiseks valitakse maksimaalne väärtus.

Kamberploki tuulutamiseks vajaliku õhuhulga valiku korral arvestatakse paneeli tuulutuse olemasoleva võimaluse. [14]



- |  |                                       |  |                      |   |                  |   |                        |   |         |
|--|---------------------------------------|--|----------------------|---|------------------|---|------------------------|---|---------|
|  | Diiselmootoriga masinate parkimiskoht |  | Paneeli lintkonveier |  | Värskeõhu juga   |  | Metallist värav        |  | Esmaabi |
|  | Allmaa remondikoht                    |  | Lintkonveier         |  | Heitõhu juga     |  | Metallist tuulutusuks  |  | Telefon |
|  | Kütus ja määrdeainete koht            |  | Kraapkonveier        |  | Kustutusvahendid |  | Betoonist tuulutustõke |   |         |

Joonis 9. Kamberploki tuulutuse tüüpskeem

### 3.1.1 ÕHUHLGA ARVUTAMINE EES TÖÖTAVATE INIMESTE ARVU JÄRGI

Esiteks, hakatakse arvutama õhuhulga ees töötavate inimeste arvu järgi.

Tavaliselt, ühekordselt poolplokis töötab 4-5 inimest. Mõnikord korraga terves kamberplokis võib töötada kuni 12 inimest – kaevurite töötajate hulka saabuvad veel lukkseppad, kes tegelevad tehnika parandamisega ja hooldusega, töötajad, kes tegelevad toituri-purusti liikumisega ja lintkonveieri pikendamisega või lõhendamise. Sellepärast, arvesse võetakse 12 inimest, kes võivad teha oma tööd korraga ühes poolplokis.

Vajalik õhuhulk arvutatakse järgmise valemi järgi:

$$Q_{esi IN} = nq \text{ (} m^3/min \text{)} [14]$$

kus:  $n = 12$ , üheaegselt ees töötavate inimeste maksimaalne arv

$q = 6 \text{ m}^3/min$ , normatiivne õhuhulk ühe inimese kohta.

Arvutuse tulemus –  $Q_{esi IN} = 72 \text{ m}^3/min$ .

### 3.1.2 ÕHUHLGA ARVUTAMINE LÕHKETÖÖDEL ERALDUVATE GAASIDE JÄRGI

Tehnoloogia osakonna andmetel ja arvestustel, ühekorraga võib lõhuda 4 kaamerat - see on seotudplahvatuse seisilise toimega.

Arvutuseks võetakse maksimaalse kogusega lõhketööde passi, ja selle järgi arvutatakse.

Lõhkeaine kulu alusel arvutatakse vajalik õhuhulk järgmise valemi järgi: [14]

$$Q_{esi LT} = \frac{11,3}{t} L\sqrt{Bm} \text{ (} m^3/min \text{)}$$

kus:

$L$  – koristusee pikkus, m; kui  $L > 150$  m, siis arvutuses võetakse  $L = 150$  m

$B = 318$  kg – korraga lõhatava lõhkeaine kogus

$m = 3,9$  m – kihindi väljatav paksus

$t = 60$  min – koristusee tuulutamiseks vajalik aeg.

Arvutuse tulemus –  $Q_{esi LT} = 995 \text{ m}^3/min$

### 3.1.2 ÕHUHULGA ARVUTAMINE DIISELAJAMIGA MASINATE HEITGAASIDE JÄRGI

Peale lõhetöid ja poolplokki tuulutamist hakatakse tegelev kõhutava mäemassi väljaviimisega. Selle jaoks kaevanduses on kopplaudutid (vt. "Kaevisel väljaladimine ja väljavedu" peatükk).

Koppladurid on varustatud väga võimsate mootoritega, mis tekitavad päris palju heitgaase. Tänapäeval Estonia kaevandusel töötavad koppladurid, mis on varustatud AdBlue süsteemiga, mis neutraliseerib kuni 90% heitgaase.

Korruga poolplokis töötab kaks koppladurit: üks laadur 9 m<sup>3</sup> koppaga ja üks laadur 6 m<sup>3</sup>. Sellepärast, arvutuste arvutatakse kahe koppladuri tekitavate heitgaaside summa.

Iga kolme kuu taga mäetehnikast tehnoloogiaosakonna töötaja võtab heitgaaside proove selleks, et analüüsida heitgaaside kvaliteedi. Nende andmete järgi tehakse otsust: tehnika töötab edasi või vajab remondi. Mõnikord mäetehnikal vahetatakse mootorit.

Õhuhulga arvutamise diiselajamiga masinate heitgaaside järgi võetakse koppladureid, mis võivad töötada kamberplokis „AHTME“.

Heitgaaside arvutamiseks alati võetakse mainid, millel on kõige halvem olukord heitgaasidega.

Vajalik õhuhulk diiselajamiga masinate heitgaaside lahjendamiseks allmaakaevetööntes lubatava kontsentratsioonini arvutatakse järgmise valemi järgi: [14]

$$Q_{esi D} = gT \text{ m}^3/\text{min}$$

kus:

**g** – minuti jooksul eralduvate heitgaaside hulk, m<sup>3</sup>/min

$$g = nV, \text{ m}^3/\text{min} [14]$$

**V** – diiselmootori silindrite maht, m<sup>3</sup>

**n** – diiselmootori pöörete arv töökäigul, p/min

**T** – heitgaaside toksilisus; arvutatakse diiselmootorite väljalasketorust võetud gaasiproovide analüüsi alusel järgmise valemi järgi:

$$T = \frac{\sum k_i c_i}{c_{lub}} [14]$$

kus:

**k<sub>i</sub>** – kahjuliku gaasi lubatud kontsentratsiooni ümberarvestustegur tinglikule vingugaasi lubatud kontsentratsioonile; [vingugaasile (CO) = 1, NO<sub>2</sub> = 6,5]

**c<sub>i</sub>** – kahjuliku gaasi kontsentratsioon heitgaasides, %

**c<sub>lub</sub>** – vingugaasi lubatud kontsentratsioon, **c<sub>lub</sub>** = 0,002124 %.

Vajalik õhuhulga arvutus poolplokis töötavate üheaegselt diiselajamiga masinaid, esitatud tabelites:

Tabel 1

Nimetus	$n$ ( $p/min$ )	$v$ ( $m^3$ )	$g = n \times v$ ( $m^3/min$ )	$c_1$ (%) (CO)	$c_2$ (%) ( $NO_2$ )	T	$Q_{esi}$ ( $m^3/min$ )
LH-514L	1900	0,012130	23,05	0,0061	0,0053	18,93	436,3
LH-410	2100	0,009366	19,67	0,0046	0,0014	6,40	125,8
							<b>562</b>

Tabel 2

Nimetus	$n$ ( $p/min$ )	$v$ ( $m^3$ )	$g = n \times v$ ( $m^3/min$ )	$c_1$ (%) (CO)	$c_2$ (%) ( $NO_2$ )	T	$Q_{esi}$ ( $m^3/min$ )
ST1030	2000	0,009000	18,00	0,0264	0,0021	18,70	336,6
ST1030	2000	0,009000	18,00	0,0262	0,0015	16,78	302,1
							<b>639</b>

Tabel 3

Nimetus	$n$ ( $p/min$ )	$v$ ( $m^3$ )	$g = n \times v$ ( $m^3/min$ )	$c_1$ (%) (CO)	$c_2$ (%) ( $NO_2$ )	T	$Q_{esi}$ ( $m^3/min$ )
LH-514L	1900	0,012130	23,05	0,0061	0,0053	18,93	436,3
ST1030	2000	0,009000	18,00	0,0264	0,0021	18,70	336,6
							<b>773</b>

$$Q_{esi} = 773 \text{ (} m^3/min \text{)}$$

Üleval oli kirjeldatud, et arvutamiseks võetaske kopplaadureid, millel on kõige halvem olukord heitaaside tekitamisega.

Tabelis 1 on esitatud kaks kopplaadurit. Üks nendest on 9 m<sup>3</sup> koppaga ja üks koppladur 6 m<sup>3</sup> koppag. Nende heigasside arvutused summeeritakse.

Tabelis 2 on esitatud kaks kopplaadurit, mõlema koppladuri koppa maht on 6 m<sup>3</sup>. Nende heitgaaside arvutused summeritakse.

Tabelis 3 on esitatud kaks kopplaadurit, mis tekitavad kõige rohkem heitgaase. Nende heitgaaside arvutused summeeritakse ja võetakse sdasiste arvutuste aluseks.

**Märkused:**

- 1) Käesolev arvutus on tehtud mitte üle 30 m pikkuste tupikkaeveõõntega (kambritega) kambriploki jaoks. Üle 30 m pikkuste tupikkambrite tuulutamine toimub kohttuulutusventilaatoritega. [14]
- 2) Lubatud kasutada diiselajamiga masinaid, millel CO ja NO<sub>2</sub> (%) väärtused ei ületa CO ja NO<sub>2</sub> maksimaal-sed väärtusi toodud tabelis 1. Vastasel juhul tuleb teha uue arvutuse vajaliku õhukoguse määramiseks. [14]

### 3.1.3 KAMBERPLOKI TUULUTAMISEKS ÕHUHULGA VALIMINE

Peale arvutusi valitaske õhuhulga, mis on vajalik kamberploki tuulutamiseks.

Arvutused olid tehtud inult poolploki jaoks, selle pärast õhuhulga numrit, mida on vaja kamberploki tuulutamiseks on vaja korrutada kahega.

Arvutustel on saanud kolm numbrit:

$$Q_{esi IN} = 72 \text{ (m}^3/\text{min)}. \text{ (inimesed)}$$

$$Q_{esi LT} = 995 \text{ (m}^3/\text{min)} \text{ (lõhketööd)}$$

$$Q_{esi} = 773 \text{ (m}^3/\text{min)} \text{ (kopplaadurid)}$$

Arvutustest on näha, et kõige rohkem heitgaase tekitavad lõhketööd. Õhuhulga arvastamiseks võetaske seda numbrit.

Seoses arvutustega olub, et tavalise kamberploki tuulutamiseks on vaja:

$$Q = 1990 \text{ (m}^3/\text{min)}$$

### **3.2 KAMBERPLOKKI „AHTME“ KORISTUSTÖÖDE- JA TUULUTUSSKEEM**

Peale materjali uurimist, mis on seotud koristustööde tehnoloogaga ja tuulutusega Estonia kaevanduses, tehnoloogiaosakonna spetsialisti abil ilmus, et kamberploki tuleb projekteerida ilma tuulutuse- ja külgstrekkidena. See tähendab, et tuulutussüsteem, mida on vaja selle kamberploki tuulutamiseks peab olema absoluutsel uus.

Tuulutus-ja külgstreкке tehakse läbinduse töödega. 1 m läbinduse töid maksab palju rohkem, kui sama meeter kamberploki, vajab teist mäetehnikat ja tuulutamiseks vajab kohaliku tuulutuse ventilaatoreis, sets läbinduse tööd toimuvad tupikees. Seoses sellega, et läbinduses kasutatakse absoluutselt teist mäetehnikat ja koristustööde tehnoloogiat ja see kamberplok asub mitmes km läbinduse kohast – ei ole mõtet kaevandada kogumis- ja külgstreкке läbindusega, sest mäetehnikat hoida nende strekkide lähedal – on väga kallis ja mitte kasumlik.

Lahenusena võib olla järgmine koristustööde tehnoloogia.

Ooniselt 1 on näha, et värskeõhu juga saabub tulevuse kamberploki juurde kahel suunal – läbi konveieristrekki 1103 (konveieristrekkidel alati puhub värskeõhu juga) ja läbi 11. Tuulutuss ja Veostrekki. Sellest sõltub, et värskeõhu puudumist tulevuses kamberplokis ei tekki ja võib areneda koristustööde tehnoloogiat, mille järgi saab välja maavaru, mis jäi peale Ahtme kaevanduse sulgemist.

Peale arvutamist ja konsultatsioone Estonia kaevanduse tehnoloogiaosakonna spetsialistiga oli väljamõeldud absoluutselt uus koristustööde tehnoloogia, mille abil saab kaevandada maavara majanduslikult kasumlikult.

Joonisel 10 on esitatud kamberploki „AHTME“ koristustööde- ja tuulutusskeem. Varem, sellist koristustööde tehnoloogiat ei ole kasutanud Estonia kaevanduses.

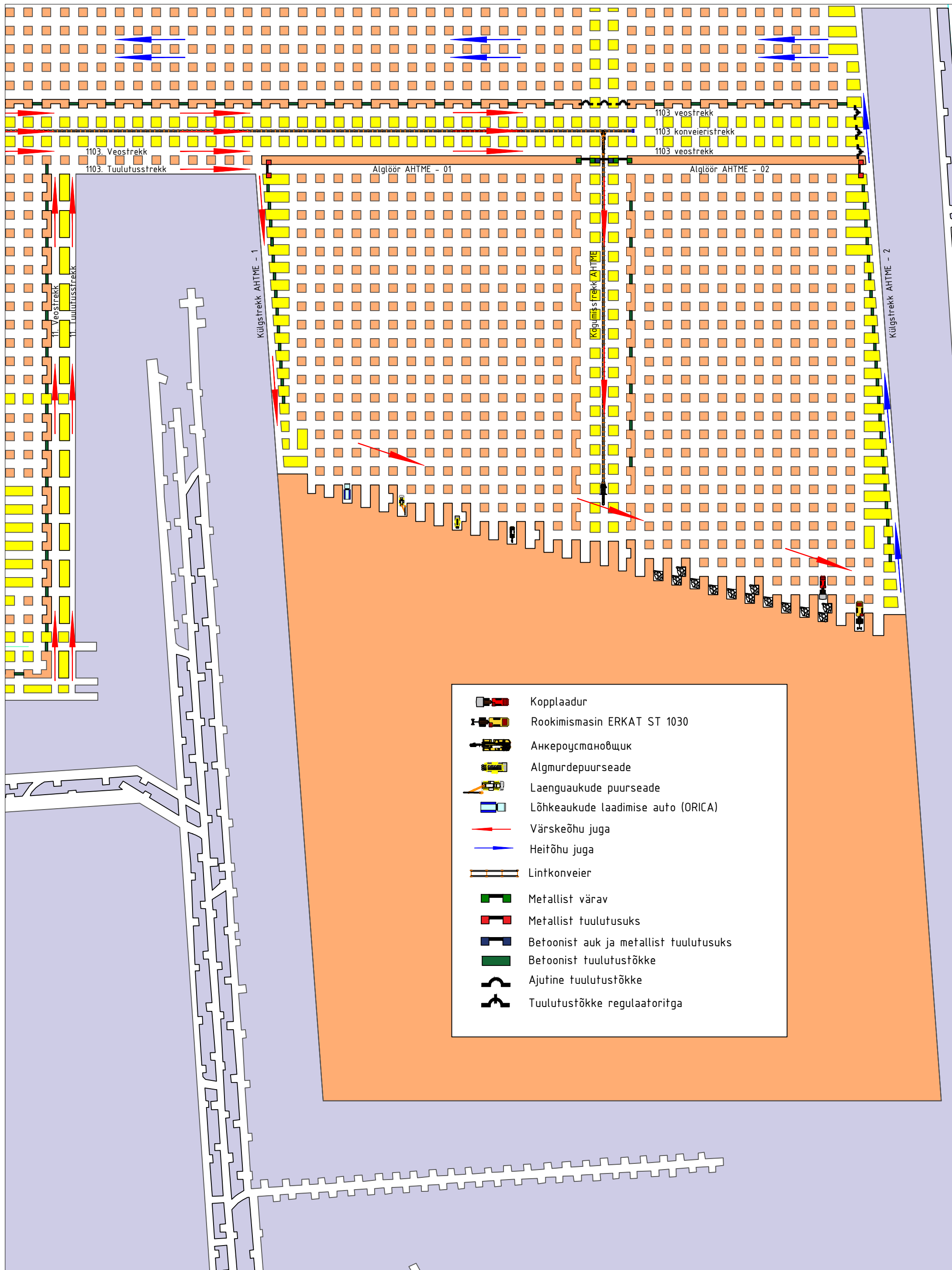
Jooniselt 10 on näha, et et lõunapoolt värskeõhu juga tuleb 11. Tuulutus- ja Veostrekkide kaudu. Tänapäeval 11. Tuulutusstrekk on ainuke tuulutusstrekk Estonia kaevanduses, mille kaudu etesse saadetakse värsket õhku; muidu Tuulutustrekkid on strekkid, mille kaudu saadetakse heitõhku.

Millal värskeõhujuga saab 11. Paneeli ja 1103. Panelli tistmikule – keerab see paremale (Jooniselt 10 seda on väga hästi näha) ja selle suund muudab. Millal see värskeõhujuga jõuab Alglööri AHTME-01 See keerab külgstrekki AHTME-1, mille kaudu saab ettesse, kust läbides kamberploki eed, tuulutab need ja heitõhujuga väljub kamberplokist külgstrekki AHTME-2 kaudu ja sealt saadeldatakse töödeldut alasse, kust edasi šurfile.

Koristustööde ajal tuleb ehitada betoonist tuulutustõkke, mille abil saab anda õhujuadele õiget suunda.

Jooniselt 9 on näha, et mööda kogumisstrekki kahelt poolt on ehitatud betoonist tuulutustõkked, mille abil värsket õhujuga saadetakse õiges suunas. See tähendab, juhul, kui seda kamberploki töödelda tavalise meetodiga – neid betoonist tuulutustõkkeid nagu nii tuleks ehitada. Sellest võib teha järelduse, et eelarves betoonist tuulutustõkkete ehitamine ei juba peab olema nagu nii.





Joonis 10. Kamberloki "AHTME" koristustööde- ja tuulutuskkem

Tehnoloogiaosakonna spetsialist arvutas välja kaamerate, tervikute ja kaitsetervikute parameetreid. Kokku tuli välja 30 kaamerat. Uue koristustehnoloogiaga juurde tulevad veel kogumisstrekki ja kaks külgstrekki (nende kolme kaamerate laiused on teised). Kokku meie saame 33 kaamerat selles kamberplokki.

Seoses sellega, et ühe vahetuse jooksul puuritakse umbes 17 kaamerat – see tähendab, et ühe vahetuse jooksul lõhetakse ja koristatakse mitte rohkem kaameraid, mis on puuritud.

Seoses selle olukorraga, et ühe vahetuse jooksul töötajad jõuavad teha oma tööd ainult poolplokki, see tähendab, et selle kamberplokki tuulutamiseks ei ole vaja sama palju värsket õhu voolu, kui on vaja tavalises kamberplokki. Siin võib reguleerida õhuvoolu miinimum arvast ülespoole.

Ilmus, et õhuvoogu arvutamiseks ei ole vaja mõelda midagi uut välja, sest klassikaline õhuvoogu arvutamine sobib ka selle kamberplokki jaoks. Peatükkis 3.1.3 on tehtud valik, missugune paeb olema kamberplokki minimaalne õhuvoog.

Joonisel 10 näidatud kamberplokki „AHTME“ skeemil on näha, et sellel kamberplokki on 5 väljapääsu marsruudi, millest 4 marsruudi viivad värskõhujoale.

## 3.2 JÄRELDUS

Võrreldes jooniseid 9 ja 10 on näha, et tuulutussüsteemid on absoluutselt erinevad. Uuringud näitavad, et tuulutuse arvutamiseks võib kasutada sama valemeid ja tehnoloogiat, et saada õhuvoogu väärtust ja seda saab kasutada tuulutuse suunas, mis on esitatud joonisel 10.

Samuti, jooniselt 10 on näha, et kamberplokki koristustööde tehnoloogia teoreetiliselt ei ole eritu muutunud. See tähendab, et saab kasutada sama mäetehnikat, mida kasutatakse tavalistes kamberplokki.

Ilmub välja, et kamberplokki „AHTME“ koristustöödeks on on mitu positiivset aspekti:

1. Ei ole vaja läbindustöid, et ette valmistada tavalist kamberplokki (ei ole vaja läbindada kogumis- ja külgstrekke)
2. Ei ole vaja ehitada krossinguid kamberplokki tuulutamiseks
3. Tuulutustökkeid tuleb ehitada peaaegu sama palju, kui tavalises kamberplokki
4. Tuulutuse effect on sama, nagu tavalises kamberplokki
5. Suur raha kokkuhoid, järelkult majanduslikult kasumlikum.

Jäerldus on sellint, et selles lõputöös toodud kamberplokki koristustööde tehnoloogia ja tuulutuse (vaata joonis 10) abil saab rajada kamberplokki „AHTME“ väga kasumlikult ja turvaliselt. See tähendab, et praugesel hetkel paremat tehnoloogiat selle kamberplokki rajamiseks ei ole.

## KOKKUVÕTE

Lõputöö autor kirjeldab oma lõppuutöös uue kaevandamis tehnoloogiast, mida võib kasutada, et kaevandada maavaru, mis asub kaevanduse idatiivas põhjapool. Maavara kuulus enne Ahtme kaevanduse kaevandusvälile. Ahtme kaevandus on üleujutatud.

Lõputöö eesmärgiks on uue koristustehnoloogia ja tuulutussüsteemi leidmine, et nende maavara kaevandamine oleks turvaline ja majanduslikult kasumlik.

Lõputöö esimeses osas kirjeldatakse Enefit Power AS ettevõttest, millele kuulub Estonia kaevandus, kus töötab lõputöö autor, tema ametist selles ettevõttes ja töötingimustest. Seletatakse ettevõtte tegevusest, personalist.

Lõputöö teises osas seletatakse koristustööde tehnoloogiast, mida kasutatakse Estonia kaevanduse kamberplokkide kaevandamisel. On toodud mäetehnika, millega kaevandatakse ja operaatorite tingimused, et selle tehnikaga saaks tööd teha. Selles osas kujutatakse ette töösüsteemis Estonia kaevanduse kamberplokkis töötamisel.

Lõputöö kolmandas osas on kirjeldatud tuulutussüsteemist, mida kasutatakse Estonia kaevanduse kamberplokkidel. On toodud arvutused, mille järgi valitakse õhuvoogu. On toodud kamberploki tuulutuse tüüpskeem, mille järgi on arusaadav, kuidas kasutatakse tuulutussüsteemi kamberplokkis. Samas lõupööosas on toodud absoluutselt uus tuulutussüsteem, mida võib kasutada kamberplokkis „AHTME“, mis on majanduslikult kasumlik selle kamberploki jaoks.

Lõputöö kolmandaos osas peatükis 3.1.3 „järelused“ on toodud selle kamberploki rajamise positiivsed aspektid. Samamoodi on tehtud järelus, et uue tehnoloogia järgi saab kamberploki rajamine on majanduslikult kasulik ja sama turvaline, nagu tavalise kamberploki rajamine.

## SUMMARY

The author of degree work describes a new mining technology that can be used to extract a mineral resource which located on the north side of east wing of mine Estonia. The mineral resources used to be king to the mining field of the mine „Ahtme”. The mine Ahtme is flooded.

The thesis of degree work is to find a new harvesting technology and ventilation system so that that the extraction of the mineral resources would be safe and economically profitable.

In the first part of this degree work describes Enefit Power AS company that owns the mine Estonia, where the author of this dissertation works, his position in this company and working conditions. Explainthe company ´s activities and personell.

The second part od this degree work exülains the cleaning technology which used in the excavation of the of the mine Estonia chamber blocks. The mining equipment used for mining and the conditions for operators to work with this equipment are presented. In this part, the working system is imagined when working in the chamber block of the mine Estonia.

The third part of the dissertation describes the ventilation system used on the chamber blocks of the Estonia mine. Calculations are used to select the airflow. A typical scheme of the ventilation of a chamber block is given, according to which it is clear how to use the ventilation system in the chamber block. In the same south section, there is an absolutely new ventilation system that can be used in the chamber block "AHTME", which is economically profitable for this chamber block.

In the third part of this degree work, Chapter 3.1.3 "Conclusions" presents the positive aspects of the construction of this chamber block. Similarly, it has been concluded that according to the new technology, the construction of a chamber block can be economically advantageous and as safe as the construction of a conventional chamber block.

## KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU

1. Kutsar. R, „AS Enefit Kaevandused Estonia kaevanduse maavara kaevandamisloa KMIN-054 pikendamise taotluse keskkonnamõju hindamine.“ Keskkonnamõju hindamise aruanne, Hendrikson & Co. Tallinn 2016.
2. <https://www.e-krediidiinfo.ee/10579981-Enefit%20Power%20AS>
3. „Väike kaevandussõnastik“ <http://k6k.ee/fookuses/maapou/kaasaraakimise-juhised/kaevandussonastik>
4. Kamberploki koristustööde pass. Peatükk 8.
5. OJ 8/17.11.2020 – Ohutusjuhend ankurdamise puurseadme SMAG FA kasutamisel
6. OJ 7/17.11.2020 – Ohutusjuhend puurseadme GB 280 kasutamisel
7. OJ 34/26.11.2020 – Ohutusjuhend Boomer-tüüpi puurpingi kasutamisel.
8. Kamberploki Puur- ja lõhketööde projekt.
9. Kamberploki koristustööde pass. Peatükk 5.
10. OJ 145/18.06.2018 – Allmaa laadurveoki juhile.
11. OJ 27.1/03.02.2020 – Ohutusjuhend tervikute puhastamine masinaga ERKAT ST1030 töötamisel.
12. OJ 154/21.12.2000 – Konveierpurusti kasutamise ohutusjuhend.
13. OJ 427/04.12.2020 – Ohutusjuhend URAL-33-tüüpi soonimismasina kasutamisel.
14. Kamberploki koristustööde pass. Peatükk 9.
15. „Mis on põlevkivi?“  
<https://www.ttu.ee/asutused/polevkivi-kompetentsikeskus/polevkivi/>