



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
INSENERITEADUSKOND
Virumaa kolledž

Esperimentaalne ankru paigaldamine

Experimental anchor installation

MASINAEHITUS- JA ENERGIATEHNOLOOGIA PROTSESSIDE JUHTIMINE
ÕPPEKAVA LÕPUTÖÖ

Üliõpilane: Nikita Gorbunov

Üliõpilaskood: 1772919

Juhendaja: Tatjana Baraškova,
vanemlektor

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.

1. "...." 20.....

2. Autor: Nikita Gorbunov

3. / allkiri /

4. Töö vastab rakenduskõrgharidusõppe lõputööle/magistritööle esitatud nõuetele
"...." 20.....

5. Juhendaja: Tatjana Baraškova

6. / allkiri /

7. Kaitsmisele lubatud

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

8. Kaitsmiskomisjoni esimees

9. / nimi ja allkiri /

LIHTLITSENTS LÕPUTÖÖ ÜLDSUSELE KÄTTESAADAVAKS TEGEMISEKS JA REPRODUTSEERIMISEKS¹

Mina Nikita Gorbunov (sünnikuupäev: 23.01.1995)

1. Annan Tallinna Tehnikaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose
esperimentaalne ankru paigaldamine, mille juhendaja on Tatjana Baraškova,
 - 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.
2. Olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.
3. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta kolmandate isikute intellektuaalomandi
ega isikuandmete kaitse seadusest ja teistest õigusaktidest tulenevaid õigusi.

SISUKORD

EESSÕNA (VAJADUSEL).....	5
SISSEJUHATUS	6
1.1 Ankurtoestiku parameetrid	7
1.2 Meetoodika määramiseks.....	8
1.3 Ankurdamise konstruktsioon.....	9
3.1 Katsetuste eesmärgik	13
3.2 Katsetuste ülesanded.....	13
4.1 Esimene etapp.....	15
4.2 Teine etapp, tulemused.....	15
4.3 Mineraalampullide puudused.....	16
5.1 Testimise ülesanded	17
5.2 Puuririistade komplekt	17
5.3 Ankur AKM20.01-02	18
5.4 Esimene etapp.....	19
5.5 Teine etapp	19
5.6 Järeldus	20
6.1 Juhised ankrute paigaldamiseks	21
6.2 Esimene tööpäev.....	22
6.3 Liimampullide P.R.I.G. eelised ja puudused.....	24
KOKKUVÕTE	25
SUMMARY.....	28
KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU	29

EESSÕNA (VAJADUSEL)

Mäendus-5 erialal õppides tutvusin mäeõpetaja Sergey Ovsyannikoviga, kes omakorda andis lahkelt võimaluse õppida uusi kaevandusalaseid teadmisi ja oskusi ning kutsus mind osalema teadustöös, et leida «Estonia» kaevandusele uus tugi.

Tahaksin tänada Sergei Ovsjannikovigat, aga ka kogu kolledži õppejõudu.

Teavet koguti avatud allikatest, raamatukogudest, kaevanduste arhiividest, katsearuannetest, aga ka Sergei Ovsjannikovi loengutest

SISSEJUHATUS

Diplomitöö teemal „Eksperimentaalne ankru paigaldamine“ Estonia kaevanduse tingimustes toimus Eesti Energia Kaevandused juhtkonna ülesandel ankrukinnituse taaskasutamisest loobumiseks, sest ankru väljavõtmine lasumist on väga ohtlik protseduur. Kuid samal ajal ei oleks kaevanduse majandustulemused tohtinud kannatada. Tahaksin juhtida teie tähelepanu praegu kasutatavale ankrule, mis kujutab endast polti ja lukku. Puuraugusse kinnitatakse lukku, mis koosneb 3 plaadist, mille kõrgus kõigub 80 mm. Luku läbimõõt on 42 millimeetrit ja pikkus 80 mm ning kui seda koormatakse koormusega 9 tonni, siis see peaks seda koormust kandma. Lukk ei taha aga sellele koormusele vastu pidada ja libiseb puuraugus. Luku kontaktpind puuraugus on suhteliselt väike. Maailmas on erineva disainiga ankrukonstruktsioone ja kui rääkida statistikast, siis enamus ankruid paigaldatakse liimiampullidele. Ampulli suurus ulatub 10 millimeetrist kuni puuraugu kogu sügavuseni. Ampull koosneb epoksüliimist, mis talub suuremat koormust kui ankur ise. Eesmärgi saavutamiseks viidi läbi uuringud odavamate kinnituste leidmiseks. Kinnitusele esitatavad nõudmised olid järgnevad: 1. võime luua eelpingus 250 kN, et takistada lasumi kihistumist, taluma aksiaalkoormust 9,8 tonni.

1. PÕHIOOSA

Ankurdamisparameetrite arvutamine keemiliste ja tsemendisegudega ankurdamiseks.

Kivimi nihketakistus ja pinged ankruga kokkupuutepinnal määravad koormuse, mille piires kaljusse ankurdatud ankur ei libise. Sellest järeldub, et kasutades kogu puuraugu pinda, saab kontaktpinge võimalikult palju vähendada, mis kehtib kogu puuraugu pikkuse ulatuses kinnitatud ankrute puhul (keemilised segud, tsemendisegud). Nende ankurdusjõud ületab metallist või plastist varraste purunemiskoormuse.

Keemiliste ühendite või tsemendisegudega kinnitamisega ankrukinnituse parameetrite arvutamisel (peab teadma ankrute pikkust, nende paigaldamise tihedust, ankrute kinnituse tugevust, selle tõmbetugevust jne), tuleb ennekõike arvesse võtta kaevandust ümbritsevate kivimite stabiilsust, kuna sellest sõltub kaevukohta ümbritsevate kivimite langemise tsoonide ulatus, järelikult ka ankrukinnituse parameetrid.

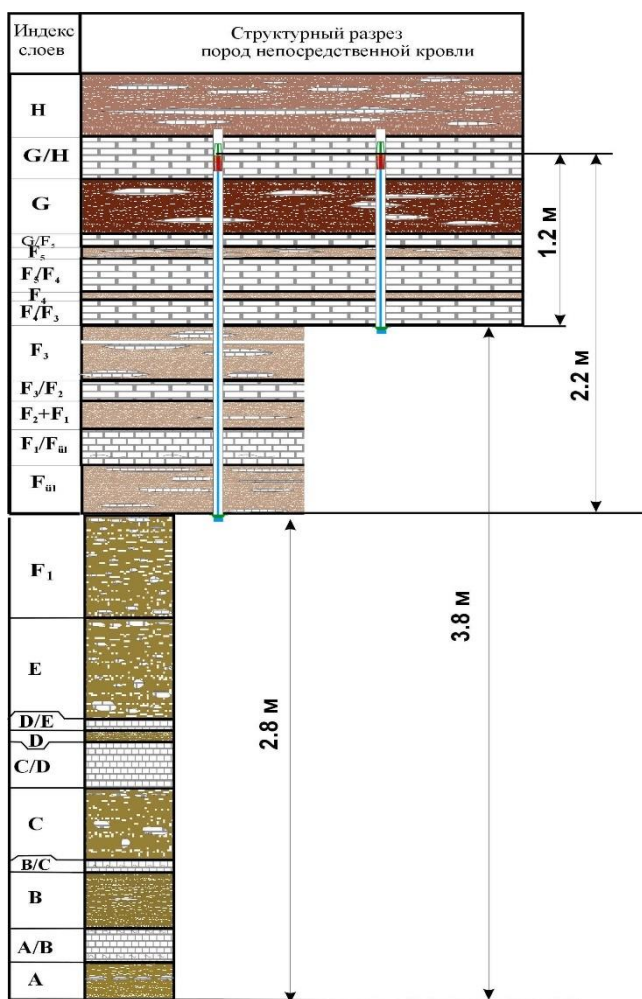
1.1 Ankurtoestiku parameetrid

Hoone katuse ankurdamise andmelehte koostades on ankurdamise peamised parameetrid järgmised [1]

- ankurdamise kohta on:
- puuraugu ja ankurdamise pikkus;
- ankurdamisluku asukoht;
- ankurdamise paigaldamise tihedus;
- ankrute omavaheline asukoht.

Üldiselt tuleks ankurdamise pikkus valida nii, et ankurdamislukk paikneks tugevas lubjakivikihis G/H (joonis 1.1) või I kihi kohal olevas põhikihi lubjakivis. Puuraugu pikkus peaks ületama ankurdamise pikkust 5 sm võrra. Vajaliku ankurdamispildi pikkuse määramise meetodika on esitatud liites (1).

GEWI-16 lukuga ankurdamise eripära on see, et ankurdamise lukku saab paigutada ükskõik kuhu piki ankurdamise pikkust. See omadus võimaldab täielikult korrigeerida kaevandamise ja geoloogiliste tingimuste muutusi katuse ankurdamise ajal. Seetõttu on ankurdamise andmelehtede koostamisel täiendavaks nõudeks ankurdamise otsa peale kruvitud ankurdamisluku pikkus (muhvist väljaulatuva osa pikkus).



Joonis 1.1 Ankurdusluku asukoht lubjakivikihis [1]

Esialgne vahemaa ankrute paigaldamisel peab vastama vähemalt 250 Nm pöördemomendiga tekitatud tõmbejõule.

1.2 Metoodika määramiseks

Liites 1.1 joonise kohase ankurduspoldi pikkus määratakse järgmise valemiga :

$$L = H - B - 50 \quad (1.2) \quad [1]$$

Kus:

L - ankrupoldi pikkus, mm

H - kaugus kaeveõõne põhjast H kihi, mm

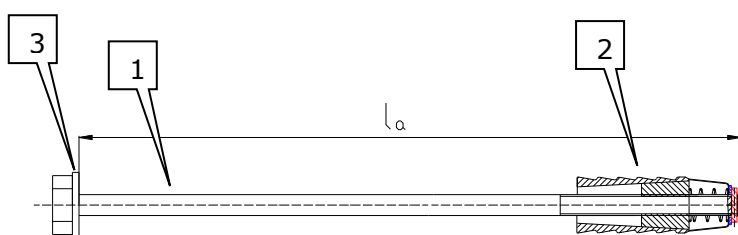
B - kaeveõõne kõrgus, mm

Ankrusuuruste ühtlustamiseks kasutavad AS Eesti Põlevkivi kaevandused ankrusuurusi 1140 mm, 1700 mm, 2140 mm, 2240 mm. Seda suurust nimetatakse L_0 . (joonis 1.3)

1.3 Ankurdamise konstruktsioon

Ankur on konstruktsiooniliselt, lüüsi puurauku kinnitamise tingimuse järgi, kiil-tüüpi ja selle üksikud ankurdused koosnevad (joonis 1.3).

1. metallvardast või ankurduspoldist, mille ühes otsas on kuusnurkne või neljakandiline pea ja teises otsas metriline või spetsiaalne GEWI-keermestik kogu poldi pikkuses;
2. lukk, erinevate tarnijate lukud võivad olla erineva nimetusega;
3. tugiplaat ;

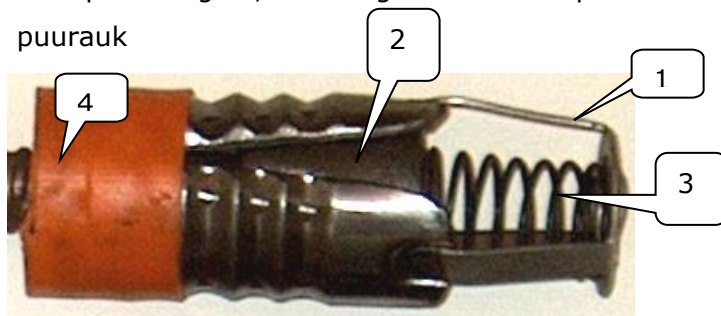


Joonis 1.3 Ankur on konstruktsioon [1]

Lukkupuuraugus kinnitamise meetodi järgi viitab ankur konstruktsioonile, millel on paindlikule töömädusele.

Ankrulukk (joonis 1.3.1) koosneb:

1. hoidikust, mis on ühendatud kolme tööelemendiga
2. sisekeermega distantshülsist
3. eelsirutusvedrust
4. transpordirõngast, mis tagab luku kompaktsuse enne puurauku sisestamist



Joonis 1.3.1. Ankrulukk [1]

2. ANKURDAMISTIHDUSE ARVUTAMISE METOODIKA

Ankurdamise peamine ülesanne on takistada katuse kihtide lahtihargnemist kihtide vahelistel kontaktpindadel. Ühe ankruga kinnitatava kaevandi katuse lubatud pindala määratakse valemiga(2.1):

[2]

$$S = \frac{10,2 \cdot R}{y \cdot (1+K) \cdot (l + \Delta l) - 10} \quad (2.1)$$

Kus:

S – ühe ankru poolt toetatud katusepindala, m^2 ;

R - ankurduse tõmbejõud, t;

y - katusekivide keskmine ruumiline kaal, t/m^3 ;

K - ülekattekihi kimpude poolt ankurdatava kihipundi koormuskoefitsient;

l - väljakaevamise laius, m;

Δl - lõhketööde mõjul hävinud kaevandusvööndite kogulaius m;

10,2 - mõõtmeta koefitsiendi väärtus;

10 - *mõõtmatu koefitsiendi väärtus, t/m^2 .*

Arvutustes on vaja vastu võtta:

$$R = 3 \text{ t};$$

$$y = 2,3 \text{ t}/m^3;$$

$K = 0,4$ - ettevalmistavate kaevanduste puhul, mille tektooniliste pragude vahekaugus on üle 5 m ;

$K = 0,6$ - ettevalmistavate kaevamiste puhul tektooniliste pragude vahemaade puhul, mis on vähem kui 5 m;

$K = 0,1$ - puhastuskaevanduste puhul tektooniliste pragude vahelistel kaugustel, mis on suuremad kui 5 m;

$$\Delta l = 0,6 \text{ m};$$

$$l = 7.4;$$

$$S = \frac{10,2 \cdot 3}{2.3 \cdot (1+0.1) \cdot (7.4+0.6) - 10} = 1.5 \text{ m}^2 \quad (2.1) [2]$$

Ankrute paigaldamisel ristkülikukujulisele ruudustikule määratakse ankrute vaheline kaugus reas ja ridade vahel valemiga:

$$S = a * b \quad (2.2)$$

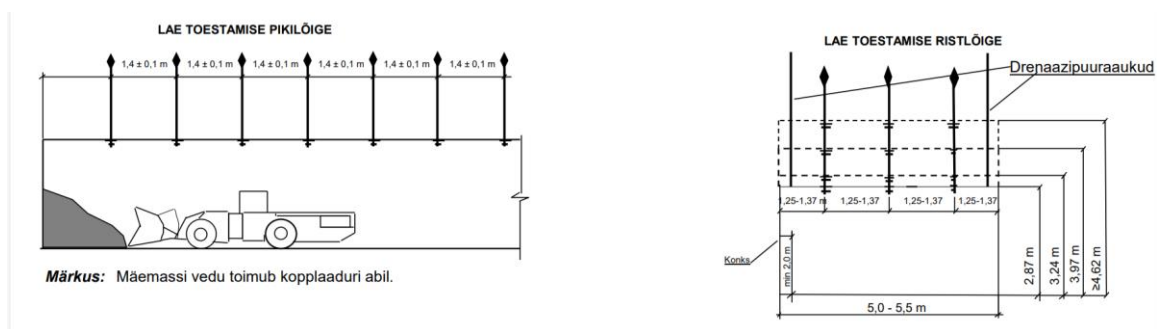
Kus:

a - ankrute vaheline kaugus reas 1,3-2 m piires;

b - ankruridade paigaldamise samm, m.

Praktilistel põhjustel on ristkülikukujulisele ruudustikule paigaldamisel mugav ette määrata ankurruste vahekaugus, mis tuleks valida vahemikus 1,0-2,0 meetrit (joonis 2);

Kui ankrud on paigutatud üksteise järel, peaks ankrute nihkumine üksteise suhtes naaberrivides olema võrdne 0,5 meetriga, tingimusel, et järgitakse ettenähtud parameetrit a (1,3 - 2,0 m) ja ühe ankruga toetatavat maksimaalset lubatud katusepinda. [2]



Joonis 2. Kinnitusskeem [5]

3. KATSETUSTE METOODIKA

Töö toimus kahes etapis.

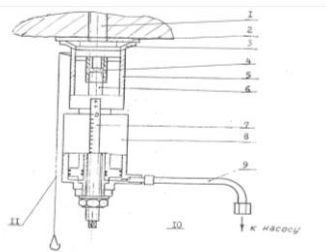
Esimeses etapis:mõõdetakse pöördemomendi suurust ankrute pingutamisel ja määratakse ankrude (esialgse pinge) eelpinge väärtus kinnikruvimisel. Selleks kasutatakse pöördemomendi näitavat momentvõtit ja pingust määravat elektroonilist andurit (joonis 3).

Ankrukinnituse toimimise üldtunnustatud kriteerium on eksperimentaalsed graafikud, mis väljendavad seost ankrule rakendatava aksiaalkoormuse ja selle nihke vahel puuraugu suhtes. Eksperimentaalgraafikuid analüüvides on võimalik anda võrdlev hinnang ampullide koosmõjule lasumi kivimitega.

Teises etapis: graafikute koostamiseks paigaldatakse lasumisse ankur. Oodatakse, kuni segu kõveneb. Pingutatakse mutrit sobiva pöördemomendiga. Paigaldatakse rakmed, mis võimaldavad kinnitada vardatõmbajat (table 3) (joonis 3.1) Käsipumba abil tekitatakse puuraugust ankrut väljatõmmatava tungraua õõnsuses surve (jõu). Lõppkokkuvõttes koostatakse graafik ankrule rakendatud aksiaalkoormuse ja puuraugu suhtes nihke suhte kohta. [7]



Joonis 3. Elektroonilist andurit SisGeo



Joonis 3.1. Vardatõmbaja[3]

Joonis 3.1 vardatõmbaja koosneb: 1 - ankur, 2 - plaat, 3 - kuullaager, 4 - adapter, 5, 8 - silindrid, 6 - varras, 7 - joonlaud, 9 - torustik, 10 - mutter, 11 - tross

Tehniline andmed		
Koht	Mõõtühikud	Andmed
Maksimaalne tööjõud	kN	120
Põrandapindala	sm ² .	38
Mõõtmed	mm	145x160x390
Kaal	kg	11

Tabel 3. Väljatõmbaja andmed [3]

3.1 Katsetuste eesmärgid

1. Lasundi kinnitamise võimalused ja teostatavus mineraal- ja liimampullidega.
2. Määrata uut tüüpi ankrute kandevõime.
3. Ankrute kinnitamise mehhaniseerimise võimalus liimi ja mineraalampullidega.
4. Loobuda ankrute eemaldamisest (lasumist kinnituse eemaldamisest).

3.2 Katsetuste ülesanded

1. Mineraal- ja liimampullide kasutamise võimalus kaevanduses.
2. Ankru algse tõmbepingete väärtuse katsetustega määramine erinevatel pöördemomendi väärtustel.
3. Lasumi kivimkihtide mineraal- ja liimampullide tugevusnäitajate katsetustega määramine.
4. Ankurvarraste tugevusnäitajate määramine.

4. KATSETUSTE OBJEKT: MINERAALAMPULL

Katsetused viiakse läbi ankrutoega, mis koosneb vardast (joonis 4), mutrist, tugiseibist ja mineraalampullist. Tabelise 4

Ankru tehnilised andmed	
Kärn läbimõõt (sisemine) mm	15
Keereme pikkus	10
Tõmbetugevus, kN	>90
Ankur suhteline pikenemine, %	5-14

Tabel 4. Ankru andmed [4]



Joonis 4 Paigaldatud ankur

Katsetused viiakse läbi ankrutoega, mis koosneb vardast (joonis 4), mutrist, tugiseibist ja mineraalampullist. Mineraalampull ankrute kinnitamiseks on mõeldud teraskomposiit- ja trossankrute kinnitamiseks. Ankrute kinnitamiseks mõeldud ampullid valmistatakse ühekambrilise silindrilise toru kujul, õmmeldes kokku lausmaterjali. Lausmaterjal laseb vett hästi läbi ja hoiab seda sees. Valmisampullidesse pakendatakse mineraalsete peeneteraliste sideainete ja täiteainete kuivsegu koos modifitseerivate lisandite kompleksiga, tagades kõrge varajase tugevuse ja kõrge nakketugevuse kivimiga, mis võimaldab parandada ankrute koormusomadusi.

4.1 Esimene etapp

Esimeses etapis tegime kindlaks, kas on võimalik tekitada esialgne tõmbepinge 250 kN, kasutades selleks momentvõtit andmed tabelisse 4.1

Tabel 4.1. Esimene etap

Testi number	Ampullide arv	Описание и Результат
1	1	ankur ei ole puurauku kinnitatud.
2	2	ankur kinnitatakse puurauku. 30 min pärast varda paigaldamist üritati mutrit pingutada, varda keeras. Tulemus on negatiivne
5	3	
6	3	
7	3	Pärast ankrute paigaldamist puurauku jäi ankur puurauku 35 min pärast. Pärast 35 minutit ankurduse paigaldamist pingutati mutter mutrivõtmega kuni 75N, 21 tundi hiljem pingutati mutter kuni 255N. Otsustati edasiste katsete tegemine ankrutõmburi abil.
8	3	ankur ei ole puurauku kinnitatud.
9	3	Pärast 19 tundi pärast paigaldamist oli tulemuseks 250 N pingutus, otsus tehti edasiste katsete tegemiseks ankurdusmasinaga.

4.2 Teine etapp, tulemused

Teises etapis rakendasime ankrule aksiaalkoormust, simuleerides lasumi varisemisi, põhisehiks oli 9,8 tonni näitaja saavutamine andmed tabelisse 4.2.

Testi number	Ampullide arv	Pingutusmoment H	Jõupingutus i	Kokkuvõtte
5	3	255 N	7,5 T	ankur hakkas puuraugus liikuma.
6	3	70 N		Pingutamismoment ei sobi
7	3	250 N	0	ankur hakkas puuraugus liikuma.
8	3	50 N		

9	3	60 N		Pingutamismomen t ei sobi
---	---	------	--	------------------------------

Tabel 4.2. Teine etap

4.3 Mineraalampullide puudused

1. Seda on ebamugav paigaldada puurauku, kuna see on painduv.
2. Mineraalampullidega ankrute kinnitamine pole põlevkivikaevandustes positiivseid tulemusi andnud.
3. Ampulli koostist tuleks muuta ja teha täiendavaid uuringuid.
4. Ampulli tahkestumise kiirus on liiga suur.

5. LIIMIAMPULLID RANK2

Ankur kinnitatakse puuraugus kahekomponentset ankruliimi sisaldava ampulliga (joonis 5). Ampulli pikkus on 470 mm, läbimõõt 24 mm. Ampulli kõvenemise kiirus 40-50 sekundit. Tootja andmetel on olemas ampullid, mille kõvenemiskiirus on 15-18 sekundit.



Joonis 5. Liimid ampullid

5.1 Testimise ülesanded

1. 30-32 mm läbimõõduga puuraukude katsepuurimine Roof Master ankrupaigaldaja abil põlevkivikaevanduste tingimustes. Andmed tabelis 5.2
2. Keemiliste ampullide kasutamise võimalus kaevandustes
3. Ankrute algpinge väärtuse eksperimentaalne määramine erinevate pöördemomendi väärtuste korral.
4. Keemiliste ampullide tugevusomaduste eksperimentaalne määramine katuse kivimikihtides.
5. Ankrudevardade tugevusnäitajate määramine

5.2 Puurriistade komplekt

Puurriistade komplekt 30-32 mm läbimõõduga puuraukude puurimiseks joonis 5.2



Joonis 5.2 Puurvarda koos puurvardaga puuraugu puurimiseks läbimõõduga 30-32mm

Esimene tööpäev Tabel 5.2 „32mm Väikese läbimõõduga puuraukude puurimine toimus varraste nr 1 1m pikkusega 32mm läbimõõduga krooniga ja nr 2 2m abil. Puuraukude puurimisaega võrreldi 42mm läbimõõduga puuraukude puurimisajaga. Kasutati kiviplakkide kronometraažvaatlusi.

32 ja 42 mm puuraukude võrdluse tulemus					
Näitajad	Mõõtühikud	Andmed		erinevus	%
puuraugu läbimõõt	mm	42	32		
Puurimise aeg esimese vardaga	s	39	42		
Puurimise sügavus	mm	1100	1000		
Puurimise kiirus	Sm/s	2,82	2,38	15,6	%
Puurimise aeg teise vardaga	s	40	54		
Puurimissügavus teise vardaga	mm	1200	1000		
Puurimiskiirus teise vardaga	Sm/s	3	1,85	38,3%	%

Tabel 5.2. Puuraukud puurimine

Kokkuvõtte: kaevanduskäikude kindlustamise teostatavus ja teostatavus liimampullide abil, tulemus ja järelendus. 32 mm läbimõõduga puuraukude puurimiskiirus on väiksem kui 42 mm puuraugu oma. Kuna kasutada sai oli ainult üht varda eksemplari ja katse peamiseks eesmärgiks oli puuraukude puurimine ankrute paigaldamiseks, siis paluti operaatoril teha puurimine võimalikult ettevaatlikult. Ankrude paigalduse **aeg** puurauku oli 3 sekundit. Võttes arvesse ankrude külge ülemineku paigaldamist ja demonteerimist, ühe ankrude paigaldamiseks kulus kokku 1 minut. Tehti kindlaks, et võimalik on puurida 32 mm läbimõõduga puurauku. Esiotsel 32 mm läbimõõduga augu puurimisel on puurimiskiirus väiksem kui 42 mm läbimõõduga puurimisel. Põhjuseid võib olla mitu: operaatoril puudub kogemus väiksema läbimõõduga puuraugu puurimisel ja äärmise ettevaatlikkuse nõude olemasolu.

5.3 Ankur AKM20.01-02

Ankur AKM20.01-02 16 mm läbimõõduga komposiitvardaga joonis 5.3 RANK 2 konstruktsiooniga, vastavalt RANK 2, 16 mm ankurvarda peamised mehaanilised omadused on järgmised. tabelis 5.3.



Joonis 5.3. Ankur AKM20.01-02

Positsioon	Mõõtühik
Komposiitvarraste purunemisjõud	115 kN
Muhvi-varrasteühenduse katkitugevus	100 kN
Ankru arvutuslik kandevõime	80 kN
Pikkus	2000 mm.
Kaal 2000m ankur	1.7 kg

Tabel 5.3. Ankur AKM20.01-02 andmed

5.4 Esimene etapp

Ankrud paigaldati järgmises järjekorras:

1. eelnevalt puuritud puuraukudesse paigaldati keemiline ampull koos liimiga
2. ankurduse alumisse ossa paigaldati adapter, et kanda pöördemoment ankurduse paigaldajalt ankurdusele üle.
3. Ankurdaja lükkas ampulli puurauku koos sööturiga ilma pöörlemiseta.
4. Kui saavutati 1500 mm tõukesügavus, rakendas operaator pööret ja jätkas ankrut puurauku surumist.
5. Kui tugipesu puudutas katet või kui ankur ulatus puuraugust 60-80 mm välja, peatati söötmine ja pöörlemine jäi 10-15 sekundiks.
6. Adapter keerati ankrust välja.

Ankru paigaldamise aeg puurauku oli 40 sekundit. Võttes arvesse adapteri paigaldamist ja eemaldamist ankrule, oli aeg 60 sekundit.

5.5 Teine etapp

Ankrute kandevõime määrati ankrute koormamise teel varraste vardatõmbajat, registreeriti ankrute puuraugust vardatõmbajat suurus ja määrati ankrute elastne venivus. Katse käigus paigaldati 7 ankrut tabelis 5.5.

N ^o Ankur	Koormus	Tonn	Tulemus
N ^o 1	5,6	T	Ampulli segunemine puuraugus koormuse all toimus
N ^o 2	5,8	T	
N ^o 3	6,2	T	Koormuse korral tekkis rike komposiitvarraste liimimisel keermestatud muhviga joonis. 5.5
N ^o 4	6,1	T	
N ^o 5	6,4	T	
N ^o 6	8,9	T	Keermestatud pukside koormuse katkestamisel joonis 5.5.
N ^o 7	7,5	T	

Tabel 5.5. teine etapi andmed



Joonis 5.5. Vasakulepoole ankur N^o3,4,5. Parempoole ankur N^o 6 ja 7

5.6 Järeldus

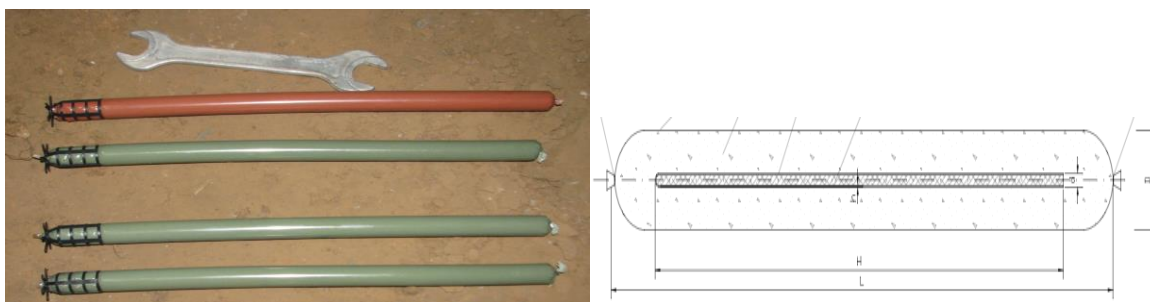
Ampulliga ankru paigaldusaeg ei erine oluliselt lukuankru paigaldamisest ja pingutamisest. Koormatuna ei vastanud ankru kandevõime projekteeritud kandevõimele. Tarnija esindaja sõnul ei toodeta neid ankruid tootmisliinil, vaid käsitsi. Seoses tehnoloogilise protsessi erisusega (käsitsi valmistamise teel) on keermestatud puksi tõmbetugevus vähenenud. Ankrute kandevõime ebastabiilsete näitajate tõttu ei ole hinnatud ampulli kõvenemiseks vajalikku aega ja ankru eelpingutamist.

6. LIIMI AMPULL P.R.I.G

Ampull nr 3. Ühe fooliumikihiga (kilega) tõke – mass on piiratud fooliumtõkkega ja katalüsaator on paigutatud klaasampulli, mis asetseb piki liimilaengu telge. Ettevõtte toodetav laeng on silindrilise kujuga. See koosneb tihedalt suletud fooliumkilest, mille sees on liimimass joonis 6. Liimimass on valmistatud polüestervaigu baasil koos lisanditega. Laengu sees asetseb piki telge klaasampull katalüsaatoriga, mis põhjustab vaigu polümerisatsiooni. Lisaks saab laengu varustada spetsiaalse elemendiga, nn korvpiduriga, mis takistab selle kivimis olevast august välja kukkumast. Laengud võivad olla erinevate parameetrite ja suurustega:

- Liimilaengute pikkus varieerub 100 kuni 600 millimeetrit.
- läbimõõt 14 kuni 42 mm
- Tahkumisaeg: - kiiresti tahkuvatel laengutel: 30 kuni 120 sekundit temperatuuril 20° C aeglaselt tahkuvate laengutel 2 kuni 3 minutit.

Antud uuringutöös kasutas autor kahte tüüpi 450 mm pikkuseid punaseid ja rohelisti ampulle.



Joonis 6. Liimi ampull P.R.I.G. [8]

6.1 Juhised ankrute paigaldamiseks

Antud uuringutöös kasutas autor kahte tüüpi 450 mm pikkuseid punaseid ja rohelisti ampulle. Liimiampullide paigaldamise juhendi kohaselt kõige tõhusam ankru kinnitamine kivimisse toimub 2–2,5 mm, paksuse varda kivimiga ühendava kihi olemasolul. Ankru lauspaigaldamisel on soovitatav, et esimene liimilaeng puuraugus oleks kiiresti tarduv ja ülejäänud laengud aeglaselt tarduvad. Selline kinnitusviis võimaldab lühendada ankru paigaldusaega kivimisse. Katsetused on näidanud, et ankrute kinnitamiseks puuraugusse, mille läbimõõt on oluliselt suurem ankru läbimõõdust, s.o. rohkem kui 3 mm, on vaja ankurvarda ots läbi lõigata joonis 6.1. Läbilõigatud ankru läbimõõt peaks olema võrdne kasutatud laengu läbimõõduga või umbes 1 mm suurem. Samuti tuleb kasutada kummitihendeid, et vältida liimmassi väljavoolamist kivimisse tehtud puuraugust pärast ankru paigaldamist.



Joonis 6.1. Ankur "liblikas"

6.2 Esimene tööpäev

Esimesel katsetuspäeval paigaldati puuraugusse ja koormati lauskinnitusega 5 ankrukinnitust. 42 mm läbimõõduga ampulli katsetada ei saanud, kuna ampulli läbimõõt on võrdne puuraugu läbimõõduga ja paigaldamisel sai liimiampull vigastada. Lauskinnitusega meetod töötab edukalt ka ühe ampulliga. Katsegraafik, mis väljendab seost ankrule rakendatud aksiaalkoormuse ja ankrude nihet puuraugu suhtes. tabel 6.2

Ankur №	Ampull arv	Tonn	Tulemus
1	4	9,83	ankrute langetamine 1 mm
2	4	9,83	ankrute langetamine 2 mm
3	4	8	Mutri niit on ära murdunud, kuna seda on kasutatud 3 korda joonis 6.2. ankrute langetamine 1.4 mm
4	4	9,8	ankrute langetamine 1.5 mm
5	2	9,8	ankrute langetamine 1.4 mm
6	2	9,8	ankrute langetamine 1.2 mm
7	2	8,8	Mutri niit on ära murdunud, kuna seda on kasutatud 3 korda joonis 6.2. ankrute langetamine 2,5 mm
8	2	9,8	ankrute langetamine 1.6 mm
9	1	9,8	ankrute langetamine 2,1 mm

Tabel 6.2. Andmed



Joonis 6.2. Mutter

6.3 Liimampullide P.R.I.G. eelised ja puudused.

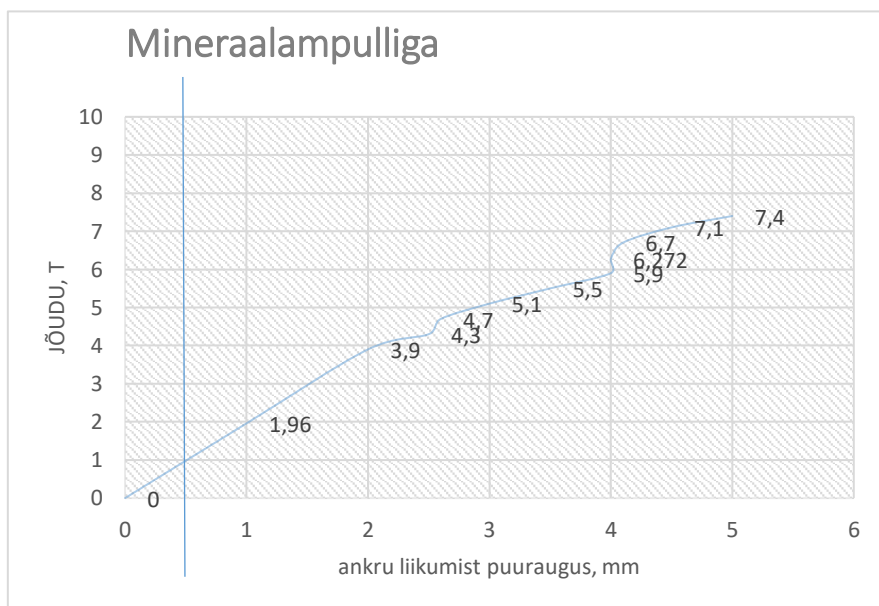
Võib järeldada, et põlevkivikaevandustele ja eriti Estonia kaevandusele sobivad kõige paremini P.R.I.G. liimiampullid. Ühe P.R.I.G. liimiampulliga puurauku kinnitatud ankruvardad andsid kandevõimeks 98 kN, mille kaevandus seadis minimaalseks nõutavaks kandevõime alampiiriks. Ankruvarda otsa vajumine oli antud juhul ca 10 mm. Kahe ampulliga kinnitatud ankrute varasemate katsetuste tulemuste võrdlemisel ühe ampulli kinnitatud ankrute katsetuste tulemustega tasub märkida, et ühe ampulliga kinnitatud ankruvarda otsa allavajumise määr (10 mm) on suurem kui kahe ampulliga kinnitatud ankrutel (7 mm). Seda saab seletada varda vaba osa suurusega, mis ei ole liimiga seotud. Ankruvarda osa, mis ei ole liimiga seotud, venib elastselt, ning mida pikem on see osa, seda suurem on venivus. Soovitused. Viia läbi ühe ampulliga kinnitatud varrastega lasumikinnituse katsetused, et hinnata lõhketööde mõju ankrukinnitusele puuraugus ja lasumi lahtikihistumisele. Ankrute kandevõime määrati vardatõmmitsaga koormates. Selle katsetuse käigus fikseeriti rakendatud jõud ja puuraugust ankrude väljatõmbamise suurus, sealhulgas ankrude elastse pikenemise andmed. Ankrukinnituse koormamise protsess on näidatud joonisel 3. *Koormamise tulemus* on järgmine: punase ampulliga kinnitatud kolmest ankrust kaks ankrut pidas vastu 9,83 tonnisele koormusele, kolmanda ankrude mutril murdis keere 8,7 tonnise koormuse juures. Ankruvarda otsa vajumine oli antud juhul ca 9,8-10,5 mm, millest 5-5,7 mm moodustas varda elastne pinget, mis peale koormuse eemaldamist vähendas ankruvarda otsa vajumist kuni 4,8 mm.

KOKKUVÕTE

Omakorda tahan öelda, et otsingu- ja katsetööd õnnestusid, leidsime sobiva ampulli, kuid loomulikult tuleks teha täiendavaid katseid. Tuleb teha ankrukinnituse parameetrite arvutamine koos keemiliste koostiste ja tsemendisegude kinnitamisega. Kivimi nihkekindlus ja pinge ankru kontaktpinnal kivimiga määravad koormuse suuruse, mille piires ei toimu sellesse kivimisse kinnitatud ankru libisemist. Sellest nähtub, et kasutades kogu puuraugu pinda, on võimalik minimeerida kontaktil olevat pinget, mis tekib ankrutes, mis on kinnitatud keemiliste ühendite või tsemendisegudega kogu puuraugu pikkuses. Nende ankrute ankurdusjõud ületab metall- või plastvarda purunemiskoormuse.

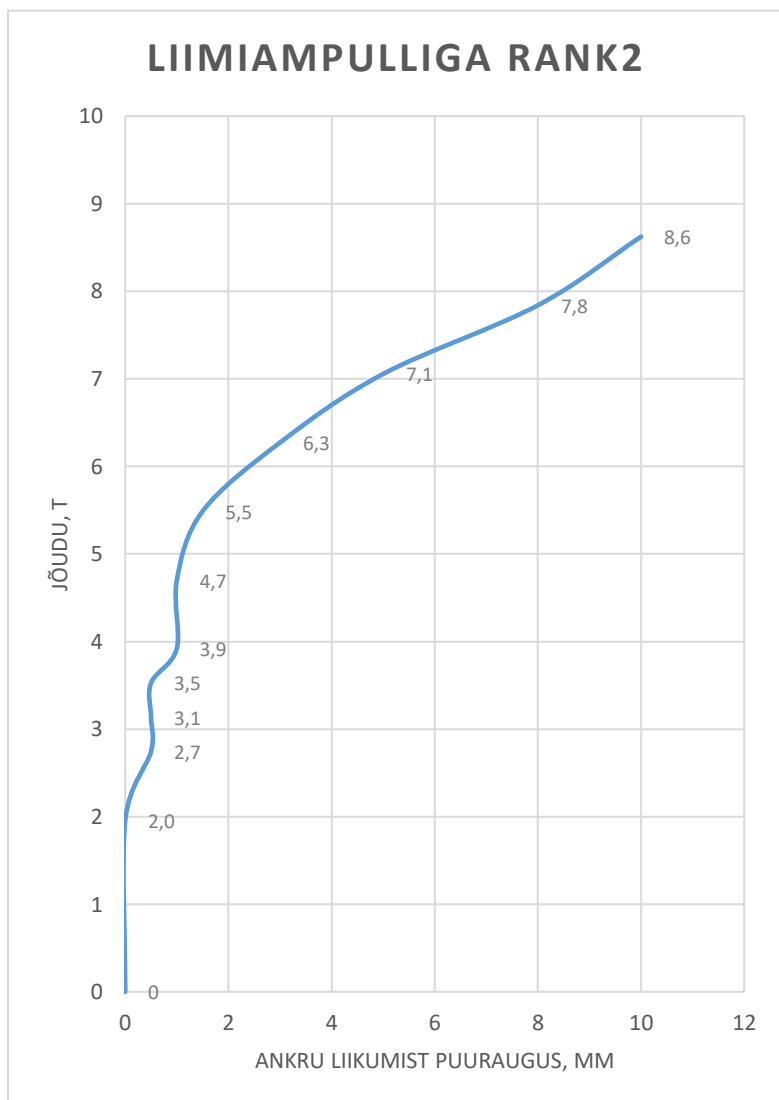
Leida lahendus, et ankurdamise protsess oleks lausaline vastavalt Estonia kaevanduse vajadustele. Lukutüüpi ankru töötamine toimub painduval režiimil, kuna puuraugus luku libisemisjõud on väiksemad kui varda murdejõud. Lukuta ankru murdumine toimub varda purunemise tõttu. Läbiviidud töö tulemusel koostati eksperimentaalgraafik, mis väljendab seost ankrule rakendatud aksiaalkoormuse ja selle nihke vahel puuraugu suhtes. Selles töös esitatakse 3 graafikat – nr 1 mineraalampull, nr 2 liimampull RANK2, nr 3 liimiampull P.R.I.G.

Mineraalampullil nr 5 olid vaid puudused: selle kõvenemine võttis kaua aega ja ei omanud avaldatud omadusi. See pidas vastu maksimaalselt 7 tonnisele koormusele, misjärel hakkas puuraugust välja tulema. Kokkuvõtteks, ankrute kinnitamine mineraalampullidega ei andnud positiivseid tulemusi. Edasised katsed sobiva koostisega mineraalampullidega ei ole otstarbekad. Osa 4.3 graafik nr.1



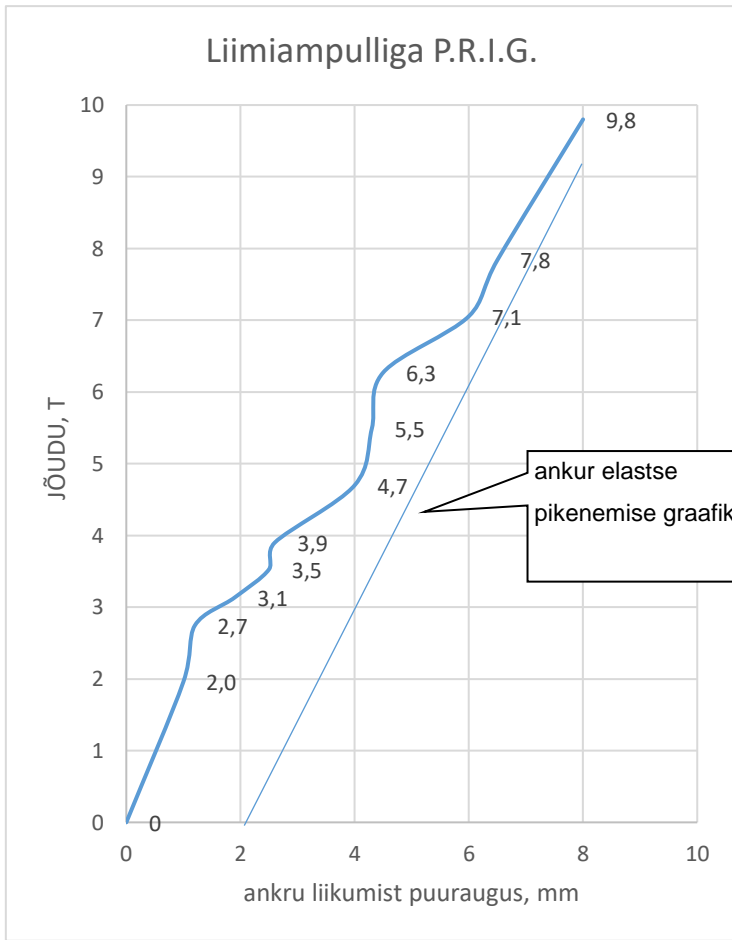
Graafik nr.1. Mineeraalampull

RANK2 liimampull nr 2 näitas paremaid tulemusi kui mineraalampull, kuid halvasti tehtud ankrute tõttu ei saanud seda täielikult testida. 8-tonnise koormuse juures ankur purunes. See ei vasta Estonia kaevanduse nõudmistele. Tänu sellele saime aga teada, et on võimalik puurida väiksema läbimõõduga puurauke. Eksperimentaalgraafiku koostamiseks valis töö autor parima tulemuse osa 5.5 ankur number 6.



Graafik nr.2. Liimiampull

Kõige paremat tulemust näitas ja saavutas Estonia kaevanduse tingimustes kasutamiseks P.R.I.G liimiampull nr 3. Graafik koostati 1 ampulliga osa 6.3 ankur nr 9. Nagu graafikult näha, oli ankrü koormus 9,8 tonni ja ankrü jääkvenivus 2,1 mm, mis ületab samade parameetrite juures kasutatud kinnituse näite.



Graafik nr.3 Liimiampull P.R.I.G.

SUMMARY

Diploma thesis on the topic "experimental roof fastening" was performed by Nikita Gorbunov, where the practical work and experimental tests were carried out in the conditions of the mine "Estonia" on the chamber block with excavated bed capacity of 2.8m. The work was carried out in two stages, in the first stage we determined whether it was possible to create the first initial tension of 250 kN, using a torque wrench. In the second stage we applied an axial load to the anchor, simulating roof collapses, the main indicator was to achieve 9.8 tons.

In turn I would like to say that the search and test work was successful, we found a suitable ampoule, but of course more experiments should be done.

KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU

- [1] 5 Ankurtoestuse paigaldamise juhend V
- [2] Kinnituspunktide arvutamine "Estonia" kaevandus
- [3] Hüdrauliline poomi väljatõmbaja "ВШГ16"
- [4] Katsearuanne ankrute kohta mineral ampull
- [5] 315. Paneeli ettevalmistuskaeveöörure rajamise pass
- [6] EWI14 Eesti Energy 2019 January 17 Final _Piotr rev1_
- [7] Katsearuanne ankrute kohta "ООО Строй-Инвест"
- [8] P.R.I.G. esitlus