

6369

EESTI GEOLOOGIAKESKUS

Kaardistamise, meregeoloogia ja geofüüsika osakond

Riiklik reg. nr. GL-99-48

Eesti Geoloogiakeskus	
Geoloogifond	
Inv. nr.	6369
31. 01. 2000.	a.

Kalle Suuroja, Tiit Mardim, Kuldev Ploom, Sten Suuroja, Tarmo All

KOHALA UURINGUVÄLJA UBJA PÕLEVKIVI UURINGUALA
TÄIENDAVATE GEOLOOGILISTE UURINGUTE

A R U A N N E

(varu seisuga 01.01. 2000.a.)

Eesti Geoloogiakeskuse direktor

Vello Klein

Kokku aruandes	153	lk. teksti,
s.h. fotosid	15	tk. ja jooniseid
	19	tk.
Eraldi graafilisi lisasid	17	lehte
Aruandes	1	kõidet, 1 mappi
31. 01. 2000.		a.
		/allkiri/

Tallinn, 1999. a.

Raamatus on	152	lk. teksti,
s.h. fotosid	15	tk. ja jooniseid
	19	tk.
Eraldi graafilisi lisasid	-	lehte
31. 01. 2000.		a.
		/allkiri/

SISUKORD

Sissejuhatus.....	6
1. Ala üldiseloomustus ja uuritus	8
2. Tööde metoodika ja mahud.....	15
2.1. Puurtööd.....	15
2.2. Topo-geodeetilised ja geofüüsikalised tööd.....	15
2.3. Proovide võtmine ja laboratoorsed tööd.....	15
2.4. Hüdrogeoloogilised katsetööd.....	16
3. Ala geoloogiline ehitus.....	18
3.1. Struktuur-tektoonilisest situatsioonist.....	18
3.2. Alamordoviitsiumi ladestik.....	18
3.3. Keskordoviitsiumi ladestik.....	33
3.4. Kvaternaarisetted.....	35
4. Põlevkivikihtkonna kihikomplekside iseloomustus.....	37
4.1. Kihind A-F ₂	37
4.2. Kihind G-H.....	38
4.3. Viivikonna kihistu H kihi pealne põlevkivi kihtkond.....	38
4.4. Kõrgekalda kihistu põlevkivikihind.....	39
5. Katendi iseloomustus ja mahud.....	40
5.1. Muld.....	40
5.2. Kvaternaarisetetest katend.....	40
5.3. Karbonaatkivimitest katend.....	40
6. Uuringuala ja selle lähiümbruse hüdrogeoloogiast ja hüdroloogiast.....	45
6.1. Hüdrogeoloogiline iseloomustus.....	45
6.2. Pinnavesi.....	46
6.3. Põhjavee keemiline koostis.....	54
6.4. Veevarustus ja lähiümbruse karjääride mõju.....	54
6.5. Hüdrogeoloogiliste parameetrite arvutus.....	60
6.6. Põhjavee juurdevoolu arvutus karjääri.....	61
7. Uuringuala geofüüsikalistest uuringutest.....	70
8. Mäetehnilised tingimused ja karjääri rekultiveerimisest.....	73

9. Põlevkivi varu arvutus	74
10. Kokkuvõte koos soovitude ja ettepanekutega.....	83
Kasutatud kirjandus.....	86
Tekstilised:	
1. Geoloogilise uuringu tellimiskiri.....	88
2. Geoloogilise uuringu luba.....	89
3. Keskkonnaministeeriumi kiri 22-5.....	91
4. Eesti Maavarade Komisjoni protokolliline otsus nr. 95-70 Eesti põlevkivimaardla Kohala välja varu ümberhindamisest.....	92
5. Eesti Maavarade Komisjoni protokolliline otsus nr. 97-58 põlevkivi varu arvutamise kriteeriumitest.....	93
6. Eesti Maavarade Komisjoni protokolliline otsus nr. 98-73 Eesti põlevkivimaardla Kohala uuringuvälja põlevkivivaru hinnangust.....	94
7. Põlevkivi kütteväärtuse määranute kontrollproovide resultaadid	95
8. Vee analüüside tulemused	96
9. Silikaatanalüüsi tulemused.....	104
10. Põlevkivi tehnilise analüüsi tulemused.....	106
11. Ubja uuringuvälja tootsa kihindi valikuvariantide ja üksikute põlev- ja lubjakivi kihtide eneriatootlikkuse näitajad puuraukude kaupa.....	109
12. Uuringupuuraugu U-4 kirjeldus.....	115
13. Uuringupuuraugu U-5 kirjeldus.....	118
14. Uuringupuuraugu U-6 kirjeldus.....	123
15. Uuringupuuraugu U-7 kirjeldus.....	128
16. Uuringupuuraugu U-8-1 kirjeldus	130
17. Uuringupuuraugu U-9 -3 kirjeldus.....	136
18. Protokoll 05.10.1999.a.....	142
19. Puuraukude likvideerimise akt.....	143
20. Puursüdamiku hoiustamise akt.....	146
21. Välimaterjalide arhiivi andmise akt.....	147
22. Tellijapoolne arvamus.....	148
23. EGK TN protokoll nr . 51	149
24. AS Kunda Nordic Tsemendi telefaksi koopia.....	150
25. Eesti Maavarade Komisjoni protokoll nr. 99-56	151

Graafilised lisad: *(eraldi mapis)*

- | | |
|---|---------|
| 1. Ubja põlevkivi uuringuala topograafiline plaan mõõtkavas 1: 5 000 | Lisa 1 |
| 2. Ubja põlevkivi uuringuala geoloogiline kaart mõõtkavas 1:10 000 | Lisa 2 |
| 3. Ubja põlevkivi uuringuala geoloogiline läbilõige N-S mõõtkavas
1: 5 000 (horisontaalne) ja 1:50 (vertikaalne) | Lisa 3 |
| 4. Ubja põlevkivi uuringuala geoloogiline läbilõige W-E mõõtkavas
1: 5 000 (horisontaalne) ja 1:50 (vertikaalne) | Lisa 4 |
| 5. Ubja põlevkivi uuringuala varu arvutuse plaan mõõtkavas 1:5000 | Lisa 5 |
| 6. Ubja põlevkivi uuringuala F ₁ kihi pealse karbonaatkivimitest katendi
paksuse plaan mõõtkavas 1:10 000 | Lisa 6 |
| 7. Ubja põlevkivi uuringuala F ₁ kihi pealse katendi paksuse
plaan mõõtkavas 1:10 000 | Lisa 7 |
| 8. Ubja põlevkivi uuringuala F ₁ kihi lasumi abs. kõrguse plaan
mõõtkavas 1:10 000 | Lisa 8 |
| 9. Ubja põlevkivi uuringuala A kihi lamami abs. kõrguse plaan
mõõtkavas 1:10 000 | Lisa 9 |
| 10. Viivikonna kihistu lae abs. kõrguse ja selle pealse karbonaatkivimitest
katendi paksuse plaan mõõtkavas 1:10 000 | Lisa 10 |
| 11. Ubja põlevkivi uuringuala kvaternaarisetetest katendi paksuse ja aluspõhja
abs. kõrguse plaan mõõtkavas 1:10 000 | Lisa 11 |
| 12. Ubja põlevkivi uuringuala ja selle lähiümbruse hüdrogeoloogiliste
vaatluspunktide kaart mõõtkavas 1:25 000 | Lisa 12 |
| 13. Puuraukude grupi U-9 pumpamisleht | Lisa 13 |
| 14. Puuraukude grupi U-8 pumpamisleht | Lisa 14 |
| 15. Ubja põlevkivi uuringuala hüdrogeoloogiliste parameetrite arvutus | Lisa 15 |
| 16. Ubja põlevkivi uuringuala elektrometrilise profileerimise skeem
mõõtkavas 1:10 000 | Lisa 16 |
| 17. Ubja põlevkivi uuringuala varu arvutuse plaan mastaabis 1:5 000.
Kihind A-F ₂ . | Lisa 17 |

ANNOTATSIOON

Kalle Suuroja, Tiit Mardim, Kuldev Ploom, Sten Suuroja, Tarmo All. 1999. Kohala uuringuvälja Ubja põlevkivi uuringuala täiendavate geoloogiliste uuringute aruanne. Tekst 87 lk., 15 värvifotot, 19 joonist, 23 tabelit, 62 lk. tekstilisa, 17 graafilist lisa 17 lehel. (AS Kunda Nordic Tsement, EGF).

1999. aastal läbiviidud täiendava geoloogilise uuringu käigus puuriti Ubja uuringuala 285 ha-l 11 puurauku, tehti 5 katsepumpamist ja 9 km ulatuses elektromeetrilist profileerimist, võeti proove nii põlevkivi tehnilise kui ka karbonaatkivimite täiskeemilise analüüsi tarvis. Välitööde materjali ja prooviandmete põhjal koostati aruanne, milles kalkuleeritakse detailselt nii kogu põlevkivi-kihtkonna kui ka senini katendina käsitletud Viivikonna, Tatruse, Vasavere ja Jõhvi kihistu lubjakivide kasutamisevõimaluste üle. Detailset iseloomustamist on leidnud kõik Viivikonna ja Kõrgekaldal kihistu indekseeritud põlevkivikihid. Arvutati varu põlevkivi kandvate kihindite D-F₁ (6542 tuh.t.), D-F₂ (7891 tuh.t.), A-F₁ (8851 tuh.t.), A-F₂ (9978 tuh.t.) ja A-H (16 549 tuh.t.) kohta. Seejuures tõdeti, et kõige kõrgema kütteväärtusega (ca 2200 kcal/kg) toodangut (mäemassi) saab kihindist D-F₁ ja kõige kõrgema energiatootlikkusega (ca 51 GJ/ m²) kihindist A-H.

Märksõnad: *Kohala, Ubja, põlevkivi, kukersiit, kerogeen, karbonaatne toore, lubjakivi, kütteväärtus, energiatootlikkus, katend, tootuskiht, aktiivne tarbevaru, uuringuväli, uuringuala, maardla.*

Projektijuht



Kalle Suuroja

SISSEJUHATUS

Käesoleva uuringu aluseks oli AS Kunda Nordic Tsement poolt konkursi alusel väljatatud tellimus (lisa 1) ja Eesti Geoloogiakeskusega sõlmitud leping ning alltöövõtu leping AS Viru Geoloogiaga ja uuringuluba (lisa 2) ning viimase alusel koostatud projekt.

Töö eesmärgiks oli Ubja piirkonna (285 ha), mis moodustab väikese osa Kohala uuringuväljast (joonis 1), põlevkivi täiendav uuring detailsuse ja kompleksusega, mis võimaldaks selle varu kinnitamist Eesti Maavarade Komisjonis aktiivse tarbevaruna. Juba eelnevalt sellel alal läbiviidud otsingu- ja uuringutööd ning mitmesugused kalkulatsioonid (Kotkas jt., 1948; Miljukova jt., 1952; Raudsep jt., 1989; Kattai jt., 1992; Adamson jt., 1994; Kattai jt., 1995; Kattai jt., 1998; Morozova jt., 1998) näitasid, et kõnealuse uuringuvälja põlevkivi ei vasta, ja seda ükskõik missuguse tootsa kihindi valikuvariandi puhul, oma mäemassi energiatootlikkuse poolest uutele (Eesti Maavarade Komisjoni protokolliline otsus nr. 97-58) kukersiitpõlevkivi lasundile esitatavatele nõuetele (aktiivse varu kihindi energiatootlikkus $>35 \text{ GJ m}^2$). Eesti Maavarade Komisjoni 1998 aasta protokollilise otsusega nr. 98-73 kanti kõnealuse plokki varu 23 689 tuh. t. ulatuses põlevkivi aktiivse reservvaru kategooriast üle passiivse reservvaru kategooriasse. Eesti Keskkonnaministri määrus 22. juunist 1995 a. nr. 29 p.13 näeb ette võimaluse, et juhul kui potentsiaalne kaevandaja leiab võimaluse kehtivatele aktiivse tarbevaru nõuetele mittevastava maavara kasutamiseks, siis võib seda käsitleda aktiivse varuna. AS Kunda Nordic Tsemendi puhul, kes planeerib Ubja piirkonna kukersiitpõlevkivi kasutamist tsemenditootmise kütuse komponendina (lisa 6), ongi selline potentsiaalne kaevandaja.

Uuringu maht oli määratud tellija (AS Kunda Nordic Tsement) poolt (lisa 1) ja kooskõlastatud töövõtja (Eesti Geoloogiakeskus) kui ka alltöövõtjaga (AS Viru Geoloogia). Töö viidi läbi põhiliselt projektis mahus ja ettenähtud meetodikaga. Järgnevas tabelis (tabel 1) on ära toodud projektsete ja tegelike tööde mahud. Kõrvalekalded töö mahtudes (põlevkivi tehnilise analüüsi proovide arvu suurenemine) olid kooskõlastatud tellijaga. Mõningal juhul (katsepumpamise mahu vähenemine) oli see aga tingitud konkreetsest olukorrast (pumbatav puurauk osutus kuivaks).

Uuringuala piirid on maha pandud tellija soovidest lähtuvalt, mis omakorda olid tingitud reaalistest võimalustest maaeraldise saamiseks.

Tööde läbiviijaks ja aruande koostajaks oli Eesti Geoloogiakeskuse geoloogilise kaardistamise osakond Kalle Suuroja juhtimisel. Aruande üldosad ja põlevkivi varu ning kvaliteeti käsitlevad peatükid on koostanud Kalle Suuroja, hüdroteoloogia peatüki Tiit Mardim ja geofüüsikalisi töid käsitleva osa Tarmo All. Kuldev Ploom koostas graafilised lisad, millised Sten Suuroja kujundas ja digitaliseeris. Teksti sisestamisel ja graafika vormistamisel osalesid geoloogiatehnikud Ene Tammiste ja Katrin Kaljuläte.

**Tabel 1. Projektsete ja tegelikult tehtud tööde mahud
ja maksumused**

Töö liik	Mõõt- ühik	Töö maht	
		projektne	tegelik
Uuringupuuraukude puurimine (3 p.a.)	m	45	45.9
Proovimistööd ja läbilõike uurimine (5 p.a.)	m	90	180
Hüdrogeoloogiliste p.a. puurimine (2 gr.)	m	186	196.4
Puuraukude likvideerimine	m	45	46
Abitööd hüdrogeol. Puuraukude puurimisel (maaiteldus, lamponaaz, kontroll)	m.v.	8	8
Süvaveepumba airlifti mont/demont.	m/d	6	5
Puhastuspumpamine ja veeproovide võtmine	m.v.	6	5
Proovi- ja katsepumpamised	m.v.	12	10
Veetaseme taastamine	m.v.	6	5
Hüdrogeoloogiline revideerimine	kuu	1	1
Geofüüsikalised uuringud (elektrometria koos piketaazi ja väliandmete interpreteerimisega)	km	7	8
Välitööd kokku	EEK		
Tööde organiseerimine ja likvideerimine	%	5	5
Lähetustasu, ööbimiskulud	%	10	10
Transport välitöödel	%	10	10
Põlevkivi analüüs, 6 komponenti	proov	77	83
Lubjakivi täiendatud keem. Täisanalüüs	proov	25	18
Vee keemiline täisanalüüs	proov	14	14
Fenoolide määramine	proov	2	2
Naftaproduktide määramine	proov	2	2
Proovide ettevalmistamine analüüsiks	proov	95	103
Geoloogilised uuringud kokku	EEK		
Kameraaltööd ja aruande koostamine	%	25	25
Retsensioonid ja varu kinnitamine EMK-s	EEK		
Materjalid: Manteltorude kogus	m	99	
Tsemendi kogus	tonn	1	1
Kõik kokku	EEK		
Käibemaks	%	18	
Kokku koos käibemaksuga	EEK		

1. ALA ÜLDISELOOMUSTUS JA UURITUS

Uuritav ala pindalaga 285 ha, mida edaspidi käsitletakse Ubja uuringuala nime all, asub Lääne-Viru maakonnas Sõmeru vallas, vahetult Ubja asulast lõunasse jääval alal. Põhjast piirneb ala Ubja-Kohala maantee; läänest raudtee ja Ubja-Sõmeru maantee; idast Toolse oja; lõunas selge geograafiline piir puudub. Valdav osa alast (ca 180 ha) jääb põllumaa alla, üksnes ala kirdcosas levib võsastik ja madalaboniteediline segamets (fotod 1-6). Alale jääb üks tegutsev talumajapidamine (Uueõue). Ubja asula elanike arv on 200 inimese piirimail.

Ala asub Selja jõe mattunud ürgoru ja Toolse oja vahelisel aluspõhjalisel seljandikul, mis põhja poolt (ca 0.5-1 km kaugusel alast) piirneb kuni 10 m kõrguse ja suhteliselt lauge nn. Kukruse (Kukruse lademe kivimitesse süüvinud) aluspõhjalise astanguga. Seljandiku lagi, mille piires aluspõhja absoluutne kõrgus küünib 70 meetrini, kulgeb piki uuringuala idapiiri. Sellest ida (Toolse oru), lääne (Selja ürgoru) ja põhja suunas aluspõhja absoluutne kõrgus väheneb 55-60 meetrini. Pindmisi veekogusid uuringualal ei ole, küll aga jääb selle idapiiri lähedusse (50-100 m) tehissängis kraavitud Toolse oja ja sellest ca 1 km edelasse Selja jõgi. Alast vahetult loode poole jääb 1959. aastal likvideeritud Ubja kaevanduse ala ja sellest ca 1.5 km kirdesse Vanamõisa karjääri ala. Piki ala idapiiri (50-100 m sellest idas) kulgevat Toolse oja kulgeb Pandivere Riikliku veekaitseala piir. Kogu taotletava mäeeralduse piires oleva maa omanikuks on riik ja seda rendib ajutiselt põllumajanduslik osühing "Männiku Farmer". Ala lõunaosa maa omandiküsimused on paljuski veel lahendamata ja siin leidub nii riigi (ala kirdcosa) kui ka tagastamisel olevaid eramaid. Uuringualale jääb ka üks muinsuskaitsealune objekt - kultusekivid.

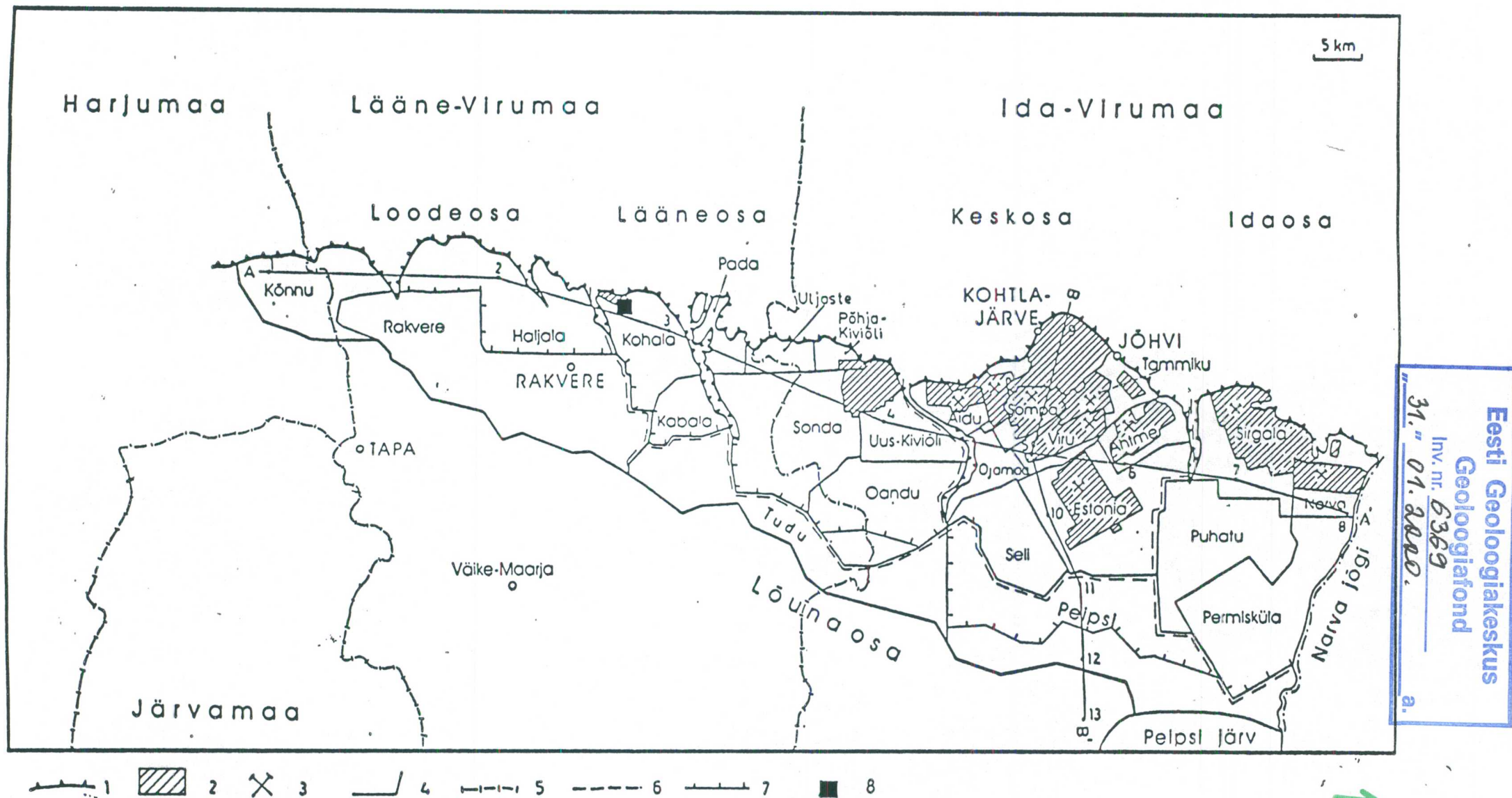
Uuringuala jääb täies ulatuses Eesti baaskaardi lehe 6343 piiresse ja selle nurgapunktid on ära toodud kõigil lisas olevatel kaartidel. Ala keskpunkt vastab ligikaudu koordinaatidele $x = 658\ 6000$ ja $y = 638\ 5000$ L-EST 92 süsteemis.

Uuringuala kui potentsiaalse kaeveala infrastruktuur on hästi arenenud. Piki ala põhja- ja läänepiiri kulgevad asfalteeritud maanteed, millised viivad välja Tallinn-Narva maanteele (5 km), Rakveresse (9 km) ja Kundasse (12 km). Piki ala loodepiiri kulgeb Rakvere-Kunda raudteeharu, mida mööda Rakveresse on 6 km ja Kundasse 10 km.

1). Ubja kaevevälja uuriti detailsemalt 1937. a. ja 1946-47.a. (Kotkas jt., 1948). Varu kinnitati 1948.a. (protokoll nr. 5154). Põlevkivi pealmaakaevandamisega alustati Ubja kaeveväljal juba 1926. aastal. 1931. aastast mindi üle allmaakaevandamisele. Kaevandus likvideeriti 1959. aastal. Väljatöötatud ala pindala on 126 ha. Vanamõisa kaeveväljal kaevandati põlevkivi 1919.-31.aastani. Geoloogilisi ja mäetööde materjale selle kohta pole säilinud.

2). Uuringuvälja (UV) nr. 33-38, millesse kuulub ka Ubja uuringuala, detailuuring, toimus aastatel 1950-51 (Miljukova jt., 1952). Selle põlevkivivaru - 346.5 mln. t - kinnitati endises NL Riiklikus Varude komisjonis (protokoll nr. 7329). 1989.aastal fosforiidiuuringu käigus eraldati UV 33-38 kaguosas välja Kabala UV, kuid muudatusi varu bilanssi ei viidud, sest varu jäi kinnitamata (Raudsep jt., 1989).

Viimastel aastatel on AS Kunda Nordic Tsement tellimusel püütud hinnata põlevkivi kaevandamisvõimalust antud alal Eesti Geoloogiakeskuse (Kattai jt., 1992; Kattai, 1994), TTÜ Mäeinstituudi (Adamson jt., 1994) ja AS Merin Inseneribüroo (1994) poolt.



Joonis 1.1. Ubja uuringuala paiknemise skeem. Koostatud Kattai jt. põhjal ja korrigeeritud K. Suuroja poolt.

- 1 – Eesti leiukoha põlevkivikihi avamusjoon; 2 – ammandatud alad; 3 – tegutsevad kaevandused ja karjäärid; 4 – väljade piirid; 5 – maakondade piirid; 6 – Eesti leiukoha osadeks jaotuse piir; 7 – Eesti maardla lõunapiir; 8 – Ubja uuringuala

Tabel.1.1. Mõningaid andmeid Ubja uuringualal asuvate puuraukude kohta.

Jrk.	Puuraugu indeks	Puurimise aasta	Suudme abs. kõrgus m	Q Paksus m	Aluspõhja abs kõrgus m	Koordinaadid	
						X	Y
1.	U-1	1998	69,5	2,3	67,2	6586907,9	638251,0
2.	U-3	1998	63,8	0,6	63,2	6588576,2	638190,0
3.	U-4	1999	62,8	1,0	61,8	6588844,9	638831,9
4.	U-5	1999	70,4	2,3	68,1	6587842,1	638041,2
5.	U-6	1999	66,5	3,2	63,3	6586127,9	639551,5
6.	U-8	1999	64,0	1,4	62,6	6588816,6	638295,7
7.	U-9	1999	63,5	1,4	62,1	6587539,2	639225,8
8.	O-O	1948	63,2	1,3	61,9	6588548,6	638533,9
9.	O-D	1948	62,4	4,0	58,4	6587990,5	639106,7
10.	II-B	1948	64,4	0,8	63,6	6587986,8	638539,2
11.	II'-Ba'	1948	63,2	1,0	62,2	6588554,8	639107,4
12.	II'-D	1948	62,8	1,9	60,9	6588260,9	639382,8
13.	II-F	1948	64,8	2,6	62,2	6587416,7	639116,0
14.	IV-O	1948	70,8	1,4	69,4	6587982,2	637995,1
15.	IV-D	1948	70,2	0,8	69,4	6587405,2	638552,5
16.	IV-H	1948	69,1	1,1	68,0	6586759,0	639132,9
17.	VI-F	1948	68,2	0,8	67,4	6586805,6	638547,7
18.	1622	1952	67,0	1,7	65,3	6586527,8	638856,7
Kesk				1,6			



Foto 1. Uuringuala põhjaosa Ubja asulast lõunas. Taamal Ubja asula elamud. Ubja- Sõmeru tee piiritleb ala läänest ja raudtee loodest.

Foto 2. Vaade uuringuala keskosale selle läänepiirilt.

Eesti Geoloogiakeskus	
Geoloogifond	
Inv. nr. 6369	
21. 01. 2000.	a.



Foto 3. Enam-vähem piki seda põlluvaheteed kulgeb ala lõunapiir.

Foto 4. Vaade uuringuala keskosast loode suunas. Näha lame nn. Idavere astang.
Paremale jääva metsa tagant kulgeb ala idapiir.

Eesti Geoloogiakeskus	
Geoloogiafond	
Inv. nr.	<u>6369</u>
<u>31.</u>	<u>01. 2000.</u> a.



Foto 5. Vaade uuringuala lõunaosale. Taamal oleva metsa taha jääb ala idapiir.

Foto 6. Metsaveerele jääv Uueõue talu on ainuke tulevase karjääri maa-alale jäävaist eluasemeist.

Eesti Geoloogiakeskus
Geoloogiafond

Inv. nr. 6369

"31." 01.2000.

a.

1995.a. hinnati ümber Eesti põlevkivimaardla Kohala uuringuvälja põlevkivivaru (Kattai, 1995), lähtudes maavarade uuringu korra rakendamise juhendist põlevkivile. Juhendis käsitletakse põlevkivi maavarana juhul, kui kihindi mäemassi kütteväärtus on üle 6.1 MJ/kg (1450 kcal/kg) ning kihindi paksus üle 0.5 m (katendi paksus kuni 10 m) või üle 1.4 m (katendi paksus üle 10 m). Kohala uuringuvälja pindala oli 8744 ha, millest kaevandatud ala likvideeritud Ubja ning Vanamõisa kaevandustega moodustas 126 ha. Kuna piirkonda uuriti detailselt aastatel 1950-51, siis kasutamiskõlblikud andmed tootsa kihindi mäemassi kütteväärtuse kohta puudusid. Uuringu käigus määrati vaid üksikutes proovides "puhta" põlevkivi kütteväärtus. Seetõttu kasutati Kohala UV tootsa kihindi kütteväärtuse arvutamisel lõunapoolse Kabala UV lähima (I plokki) andmeid (Kattai, 1995). Põlevkivivaru kinnitati Eesti Maavarade Komisjonis (EMK) protokollilise otsusega nr. 95-70 (lisa 4) järgmiselt:

aktiivne reservvaru 25 843 tuh. t

passiivne reservvaru 254 302 tuh. t (Pandivere VKA piires)

1997.aastal töötas Tallinna Tehnikaülikooli Mäeinstituut välja põlevkivivaru määramise majanduslikud kriteeriumid, mis kinnitati EMK-s 04.12.1997.a. protokolliga nr. 97-58 (lisa 7). Põlevkivi kui maavara põhikriteeriumiks kinnitati kihindi A-F₁ mäemassi energiatootlus. Varu on allmaakaevandamise korral aktiivne, kui plokki keskmine energiatootlus on vähemalt 35 GJ/m², erijuhtudel mitte alla 34 GJ/m².

Kohala uuringuvälja varu seisuga 01.04.1998. 280 145 tuh. t. hinnatakse ülaltoodu alusel ümber passiivseks reservvaruks. Nii varu arvutuse plokkide kui alaplokkide piirid ja pindalad olid samad, mis 1995.a. varu arvutusel (Kattai, 1998). Alaplokkid eraldati välja geoloogilise ehituse (avamusjoon, tektoonilised rikked) ning kaitsealade asukoha põhjal. Ubja uuringuala moodustab väikese osa (ca 13%) I plokist.

Mitmete eelnevate otsingu- ja uuringutööde käigus (Kotkas jt., 1948; Miljukova jt., 1952; Morozova jt., 1998) on uuritaval alal ja vahetult selle piiride läheduses puuritud mitmeid (22 tk) Kukruse lademe põlevkivilasundit läbivaid puurauke, millistest vahetult ala piiresse jäävad vaid 11 (lisa 1, tabel 1.1). Viimastest (välja arvatud Morozova jt., 1998) pärit fondi- ja arhiivimaterjali kasutamine täienduuuringu tarvis oli aga mõneti raskendatud, sest nagu eelpool mainitud, neist ei olnud tehtud põlevkivi kvaliteeti iseloomustavaid analüüse ja ka tolleaegsed põlevkivikihtide indekseerimise ja piiritlemise meetodika ning kriteeriumid erinesid paljuski tänapäeval kasutusel olevaist. Nende puuraukude andmestikust on kasutamistväärne üksnes see osa, mis puudutab kattekihi paksust ja põlevkivilasundi kui terviku lasumissügavust. AS Viru Geoloogia poolt (Morozova jt., 1998) puuritud 3 puuraukust (U-1; U-2; U-3) jäävad uuringuala piiresse või selle vahetusse lähedusse 2 puurauku (U-1 ja U-3). Käesolev töö on läbi viidud eelpoolmainituga ühise kehtiva geoloogilise uurimisloa alusel (lisa 2).

2. TÖÖDE METOODIKA JA MAHUD

2.1. Puurtööd

Ubja uuringualal puuriti käesoleva töö käigus tellijaga kokkulepitud kohtades 3 uuringupuuraugu (U-4, U-5 ja U-6) 43.9 m ulatuses ja 8 hüdrogeoloogilist puuraugu (2 grupi ja 1 üksikpuuraug) 169 m ulatuses (p.a. U-7, U-8 (2 tk) ja U-9 (5 tk) AS Viru Geoloogia puuragregaadiga URB-2A2. Puuriti puursüdamiku võtmisega ja seda kogu läbilõike ulatuses. Hüdrogeoloogiliste gruppide vaatlusaugud puuriti samal eesmärgil puursüdamiku võtmisega. Puurlahusena kasutati vett. Kvaternaarisetted ja põlevkivilasund läbiti kuivalt ja lühendatud reisidega. Põlevkivi katsetusteks vajaliku proovikoguse saamiseks puuriti puuraukude U-4 ja U-5 juures duubelpuuraugud, puuraukude gruppides U-8 ja U-9 kasutati selleks vaatluspuuraukudest võetud südamikku. Puurimise algdiameeter oli 132 mm ja lõppdiameeter 112 mm. Kasutati kõvasulamist puurkroone. Põlevkivilasundi ja uuringupuuraukude lõplik sügavus määrati kontrollmõõtmisega. Puursüdamiku väljatulek vastas kõikidel juhtudel projekteeritule ja oli vastavalt:

kvaternaarisetete osas - 100%

lubjakivilasundi osas - 87%

põlevkivilasundi osas - 91%

Pärast puurtööde lõpetamist kõik uuringupuuraugud (U-4, U-5 ja U-6) likvideeriti nõuetekohaselt (lisa 18). Pikaajalise vaatluse alla jäävad hüdrogeoloogilised puuraugud (6 tk) suleti keermestatud korkidega. Puursüdamiku proovimisest ülejäänud osa (18 kasti) hoiustati Eesti Geoloogiakeskuse Arbavere välibaasi kärnihoidlas (lisa 19).

2.2. Topo-geodeetilised ja geofüüsikalised tööd

Topo-geodeetilise teeninduse tagas tellija ja selle läbiviijaks oli J. Viru markšneideri büroo, kelle poolt valmistati ka uuringuala geodeetiline alus mõõtkavas 1:5000 L-EST 92 süsteemis. Kogu kõnealust kaarti ja selle valmistamise metoodikat puudutav informatsioon on ära toodud kaardil (graaf. lisa 1). Töö käigus rajatud puuraugud kanti geodeetilisele alusele tahhümeetrilise mõõdistamise andmete põhjal. Geofüüsikalise mõõdistamise profiilid kanti 1:10 000 mõõtkavalisele topograafilisele kaardile maastiku iseloomulikest punktidest võetud joon- ja nurkmõõdete alusel. Geofüüsikaliste tööde metoodika ja mahud on ära toodud vastava peatüki (ptk. 7) sissejuhatavas osas.

2.3. Proovide võtmine ja laboritööd

Põlevkivilasundi ja sellega kaasnevate lubjakivide kasutamisevõimaluste uurimiseks võeti puursüdamikest proove nii põlevkivi tehniliseks analüüsiks kui ka karbonaatkivimite täiskeemiliseks analüüsiks.

Proovid põlevkivi tehniliseks analüüsiks. Põlevkivihindit indekseeritud kihtide A-F₂ ja G-H vahemikus prooviti põlevkivi tehnilise analüüsi tarvis kihilis-differentsiaalsel meetodil. Selle

kohaselt võeti proovid eraldi nii indekseeritud põlevkivikihtidest (A, B, C, D, E, F₁, F₂, G ja H) kui ka neid eraldavaist, valdavalt lubjakivi koostisega vahekihtidest (A/B, B/C, C/D, D/E, E/F₁ ja H/G). Prooviks võeti ja purustati kogu südamik. Igast proovitavast puuraugust võeti selleks otstarbeks 12 proovi kihtidest A-F₂ ja 3 proovi vahemikust G-H. Kokku võeti ja analüüsiti 6 puuraugust (U-3; U-4; U-5; U-6; U-8 ja U-9) 83 proovi. Tootsa kihindi võimalike valikuvariantide võrdlemiseks arvutati analüüsitud proovide resultaadid ümber vastavateks koondproovideks ja seda nii mäemassina kui ka põlevkivikihtide summana. Proovid analüüsiti AS Viru Geoloogia laboratooriumis. Neist määrati (tabel 9.1.): tuhasus (A^c), niiskus (W^a), süsihappe sisaldus (CO₂^d) ja kütteväärtus (Q_b^d). Nii määrangute tegemisel kui ka analüüsitud tulemuste ümberarvutamisel lähtuti põlevkivile kehtestatud maavarade uuringu korra juhendis esitatud nõuetest (Maapõueseadus ja selle rakendamise õigusaktid, 1996). Proovide võtmise kohad ja nende kivimiline iseloomustus on ära toodud vastavalt lisas 9 (põlevkivi tehniliseks analüüsiks) ja tabelis 5. 2 (täiskeemiliseks analüüsiks).

Kontrollproovid põlevkivi tehnilise analüüsi tarvis (5 tk) tehti AS Eesti Põlevkivi Kesklaboris, kusjuures kõrvalekalle ei ületanud ühelgi juhul lubatud (lisa 7).

Proovid täiskeemiliseks analüüsiks. Proove täiskeemiliseks analüüsiks võeti eesmärgiga välja selgitada uuritava läbilõikeosa keemilist koostist ja orgaanika sisaldust. Viimane võimaldas kaudselt välja arvutada ka proovitava intervalli kütteväärtuse. Prooviks võeti kolmandik puursüdamikust, mis lõigati välja teemantsaega. Saadud proov purustati lõugveskis ja kvarteeriti nii, et analüüsi tarvis jäi ca 1 kg ainet. Kokku võeti täiskeemilise analüüsiks 18 proovi 4 puursüdamiku (U-5; U-6; U-8 ja U-9) 5-st eri intervallist (kihid A-F₂, G-H kiht, H kihi pealne Kukruse lade, Uhaku lademe Erra kihistiku põlevkivilasund koos lubjakivi vahekihtidega). Proovid analüüsiti vastavat litsentsi (Standardiameti tunnistust nr. 106/11.03.99) omavas Eesti Geoloogiakeskuse laboratooriumis (lisa 9).

2. 4. Hüdrogeoloogilised katsetööd

Hüdrogeoloogilistel välitöödel mõõdeti veetasemed puurkaevudes ja salvkaevudes (ca 10 km² ümber projekteeritava karjääriala). Hüdrogeoloogilisi katsetöid (vooluhulkade mõõtmisi) ei tehtud.

Põhilisteks katsetöödeks erinevate veekomplekside iseloomustamiseks olid mehhaanilised katsepumpamised airliftiga. Pumpamised toimusid ühe veetaseme alandusega, pidevalt kuni dünaamilise veetaseme ja deebiti stabiliseerumiseni. Aega mõõdeti stopperiga pumpamisel 1000 liitrisse mahutisse (p.a. U-9 120 liitrisse) ning pumpamiskatsetele järgnes 8 tunnine veetaseme taastumise mõõtmine (p.a. U-9-1 1 tunnine).

Katsepumpamised tehti kavandatava karjääriala põhjapiiril p.a. U-8-1 ja idapiiril puuraukude grupist U-9. Puuraugus U-8-1 pumbati ordoviitsiumi veekompleksi alumisest (O₂ls-O₁kn) veekihist. Kõrvalasuvas p.a. U-8-2, millisest oli planeeritud pumpamine O₂kk veekihist, moodustas veesamba kõrgus vaid 90 cm ja puurauku katsetati ekspress-valamiskatsega kestvusega alla poole tunni. Nii lühiajaline katse lubas O₂kk veekihi parameetreid määrata väga ligikaudsetena. Idapiiril toimus pumpamine p.a. U-9-2 O₂ls-O₁kn veekihist ja U-9-3 ordoviitsiumi-kambriumi veekompleksist kestvusega kummalgi 0.5 ööpäeva. Saadud tulemused on lähedased varasemate aastate katsepumpamiste andmetele. Puurauk U-9-3 rajati perspek-

tiiviga edasiseks põhjaveeiseireks ordoviitsiumi-kambriumi veekompleksis. Ordoviitsiumi ülemist O₂kk veekihti katsetati pumpamisega p.a. U-9-1 kestvusega 9 tundi. Pumpamisega saadud väikese veetaseme alanemise (12-15 cm) tõttu ei reageerinud ka kaks puuritud vaatlusauku. Veejuhtivust õnnestus määrata seetõttu väikese täpsusega (vaid analüütiliselt) ning suurema puudujäägina ei saanud määrata veekihi tasemejuhtivust ja praktiliselt katsega määrata mõjuraadiust.

Geoloogilistest puuraukudest oli p.a. U-6 avatud 4.5 m ulatuses, mis võimaldas mõõta sealt veetaset ka suve lõpul. Veeproovid neljast katsepumpamisega puuraugust võeti AS "Viru Geoloogia" töötajate poolt, ülejäänud 10 välitöödel eratarbijate salv- ja puurkaevudest (määramaks põhjavee keemilise koostise pindalalist muutumist). Vee keemilise koostise üldanalüüsid ja fenoolide ning naftaproduktide määrangud tehti Eesti Geoloogiakeskuse laboris. Hüdrogeoloogiliste katsepumpamiste tulemused on toodud pumpamislehtedel (graaf. lisad 13 ja 14).

3. ALA GEOLOOGILINE EHITUS

Uuritav ala, mis struktuurses plaanis jääb Vene lava loodeserva, asub aluspõhja geoloogiliselt võttes Põhja-Eesti struktuur-fatsiaalses vööndis. Viimase geoloogilist ehitust on enam kui detailselt uuritud ja kirjeldatud reas töödes. Seetõttu tuuakse allpool vaid kuue, uuringualal puuritud puuraugul baseeruv, aluspõhja lubjakivide praktilistest eesmärkidest lähtuv lühiiseloostus alates ordoviitsiumi ladestust. Ordoviitsiumi ladestu on alal esindatud alam- ja keskordoviitsiumi ladestikuga.

3. 4. Struktuur-tektoonilisest situatsioonist

Nagu mainitud (ptk. 1), asub ala kaheastmelise, osaliselt mattunud aluspõhjalise seljandiku piires, kus aluspõhja absoluutsed kõrgused tõusevad 58-meetrilt kuni ligi 70 meetrini. Üks neist, ca 6 m kõrge, jääb alast põhja poole ja teine, sama kõrge, läbib enam-vähem selle keskosa loode-kagu suunaliselt (graaf. lisa 2).

Aluspõhja kivimkompleksid (seejuures tootuskihind), on sellele regioonile omase kerge (kuni 4 m 1 km kohta) kagu- kuni lõunasuunalise kallakuga. Sellest esineb olulisi kõrvalekaldeid ja seda eriti ala läänepiiril ja sellest väljaspool, kus kihtide kallak on hoopis edelasuunaline (lisa 6 ja 7). Antud kõrvalekalde olemust ei ole õnnestunud kindlaks teha ei otseselt ega geofüüsikalise andmestiku alusel (lisa 16), ega ka puuraukudes jälgitava lõhelisusega siduda, kuid kõigi oletuste kohaselt võiks see olla tektoonilise päritoluga ja seotud mingil määral Selja jõe ürgorgu pidi kulgeva rikkevööndiga. Samuti ei ole õnnestunud siduda ka teisi puuraukude läbilõigetes ilmnenu kõrgeendatud lõhelisusega ja intensiivsema dolomiidistumise astmega intervallide konkreetsete geofüüsikaliste uuringutega kindlaks tehtud rikkevööndite ja aladega.

3.2. Alamordoviitsiumi ladestik

Pakerordi lade on uuringualal esindatud **Kallavere** (detriiti sisaldav liivakivi) ja **Türisalu kihistuga** (diktüoneemakilda lasund), mis lasuvad p.a. U-9 vastavalt (51.5-56.0 ja 50.2-51.5 m) sügavusel.

Varangu lade, mis on esindatud samanimelise kihistuga, lasub (p.a. U-9) 48.5-50.2 m (1.7 m) sügavusel ja koosneb helehallist, kihiti peent glaukoniiti sisaldavast aleuriitsavist (foto 13).

Leetse kihistu, mis kuulub suurelt jaolt **Hunnebergi lademesse**, lasub puuraugus U-9 46.7-48.5 m (1.8 m) sügavusel ja koosneb hallikasrohelistest nõrgalt tsementeerunud glaukoniitliivakivist (foto 13). Ülaosas (süg. 46.7-46.9 m) on liivakivi kõvasti tsementeerunud karbonaatse tsemendiga moodustades nn. **Mäeküla kihistik**. Süg. 46.4-46.7 m (0.3 m) lasub **Päite kihistik**, mis koos Mäeküla kihistikuga kuuluvad **Billingeni lademesse**. Kihistik on kaheosaline: ülal on ca 15 cm limoniidilaigulist vähese glaukoniidiga lubjakivi ja all - ca 15 cm hallikat savimerglit.

Toila kihistu, mis kuulub kogu ulatuses **Volhovi lademesse**, lasub süg. 44.6-46.4 m (1.8 m) ja koosneb vähesel määral glaukoniiti sisaldavast kohati dolomiidistunud lubjakivist. Kihistu



Foto 7. Puuraugu U-8 südamik süg. 0-13,8m

Eesti Geoloogiakeskus

Geoloogifond

Inv. nr. 6369

31. " 01-8400



Foto 8. Puuraugu U-8 südamik süg. 13,8-26,6m

Eesti Geoloogiakeskus

Geoloogiafond

Inv. nr. 6369

31.01.2000



Foto 9. Puuraugu U-8 südamik süg. 26,6-44,0m

Eesti Geoloogiakeskus

Geoloogifond

Inv. nr. 6369

31. 01. 2000. a.



Eesti Geoloogiakeskus
Geoloogifond

Inv. nr. 6369

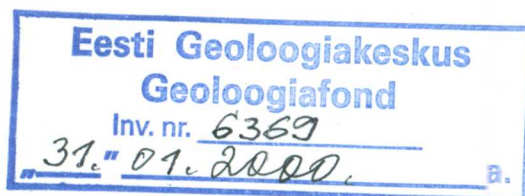
31. 07. 2000.

a.

Foto 10. Puuraugu U-9 südamik süg. 0-14,7m



Foto 11. Puuraugu U-9 südamik süg. 14,7-26,9m



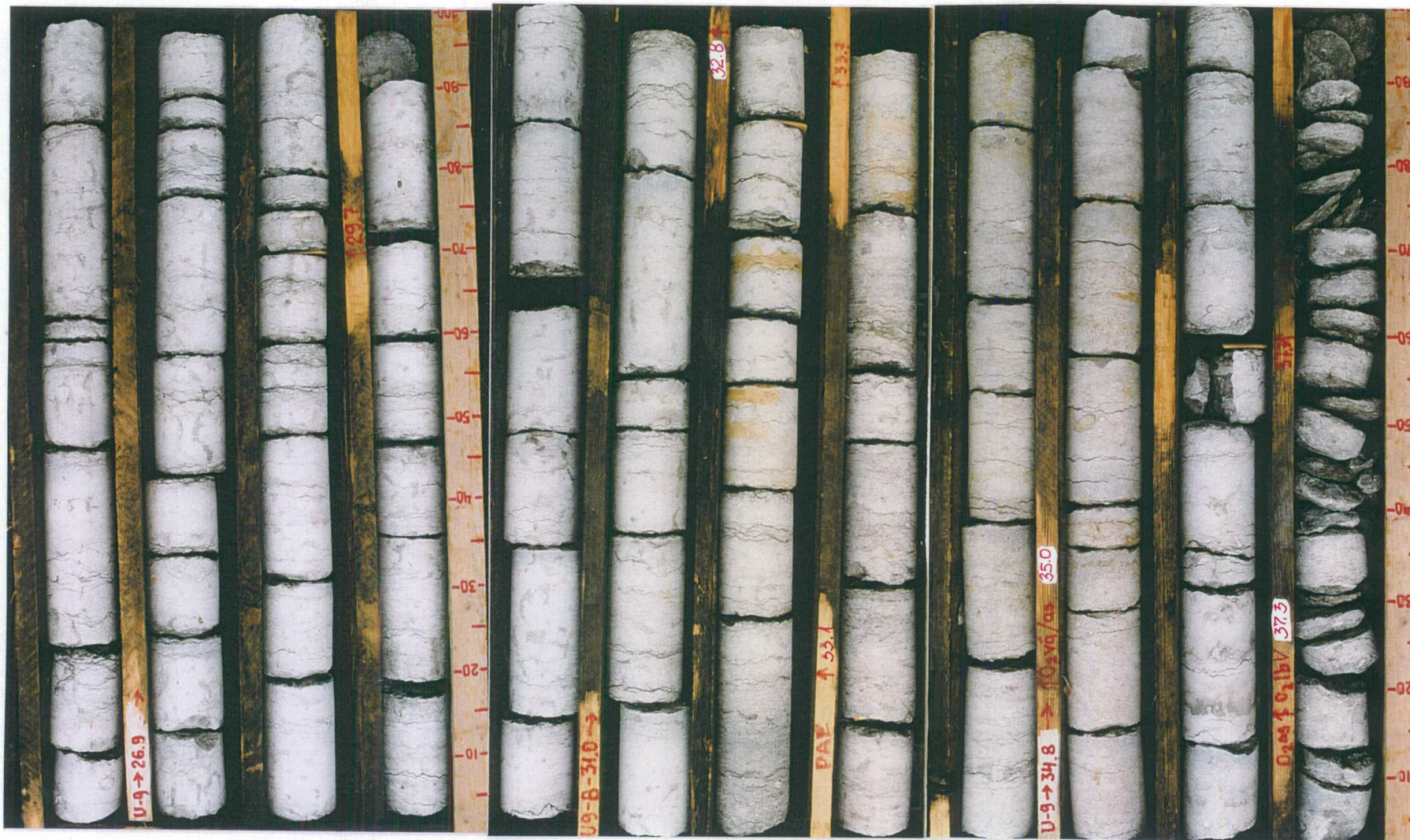
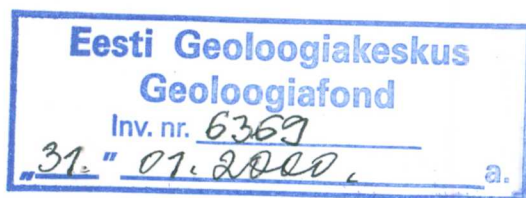


Foto 12. Püraugu U-9 südamik süg. 26,9-39,2m



Eesti Geoloogiakeskus
Geoloogifond
Inv. nr. 6369
31. 01.2000. a.



Eesti Geoloogiakeskus
Geoloogiafond
Inv. nr. 6369
31. " 01. 2000. a.

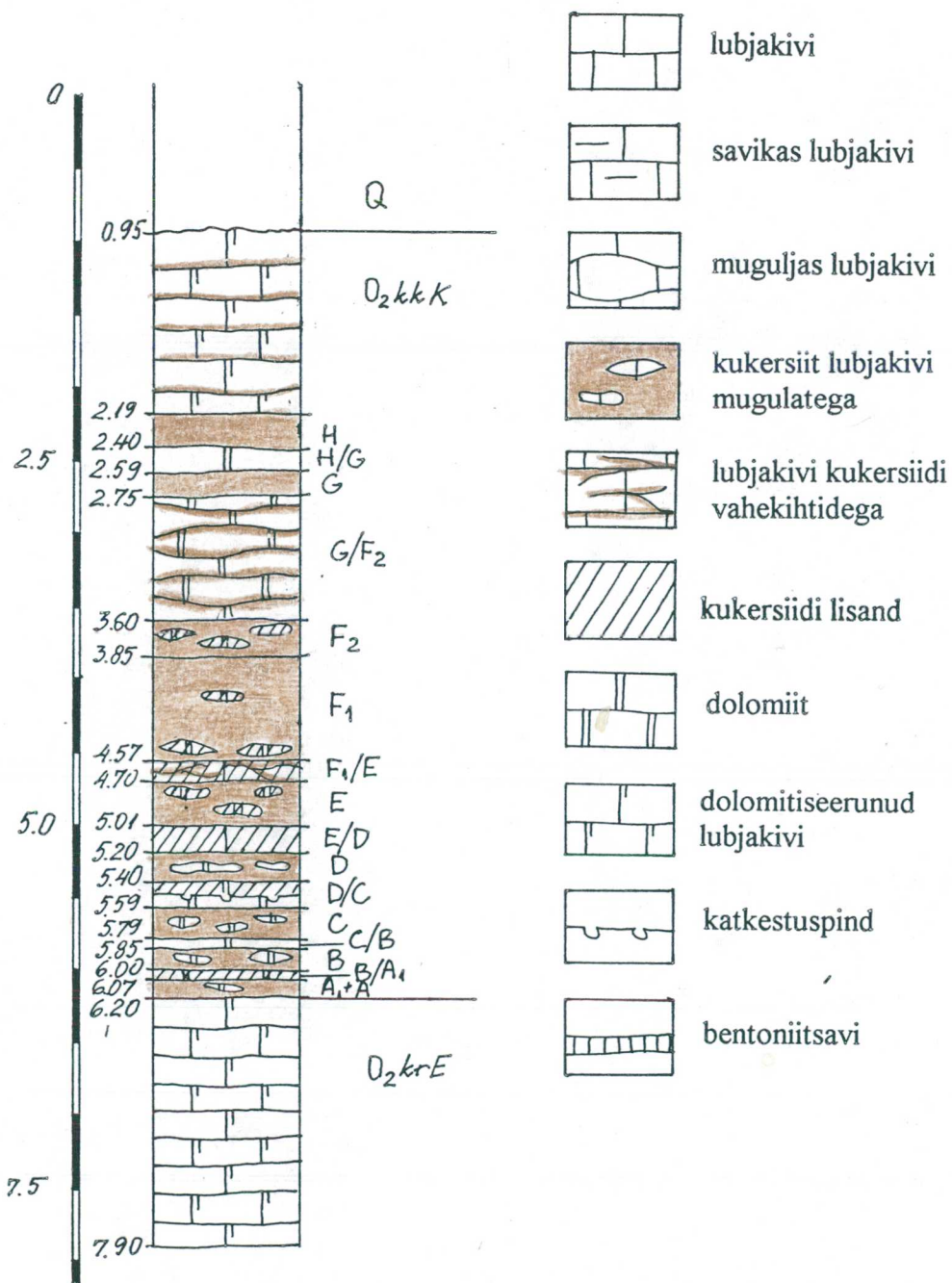
Foto 14. Puuraugu U-6 südamik süg. 0-16,7m



Eesti Geoloogiakeskus
Geoloogifond
Inv. nr. 6369
31. " 01. 2000. a.

Foto 15. Puuräugu U-5 südamik süg. 0-17,3m

Leppemärgid



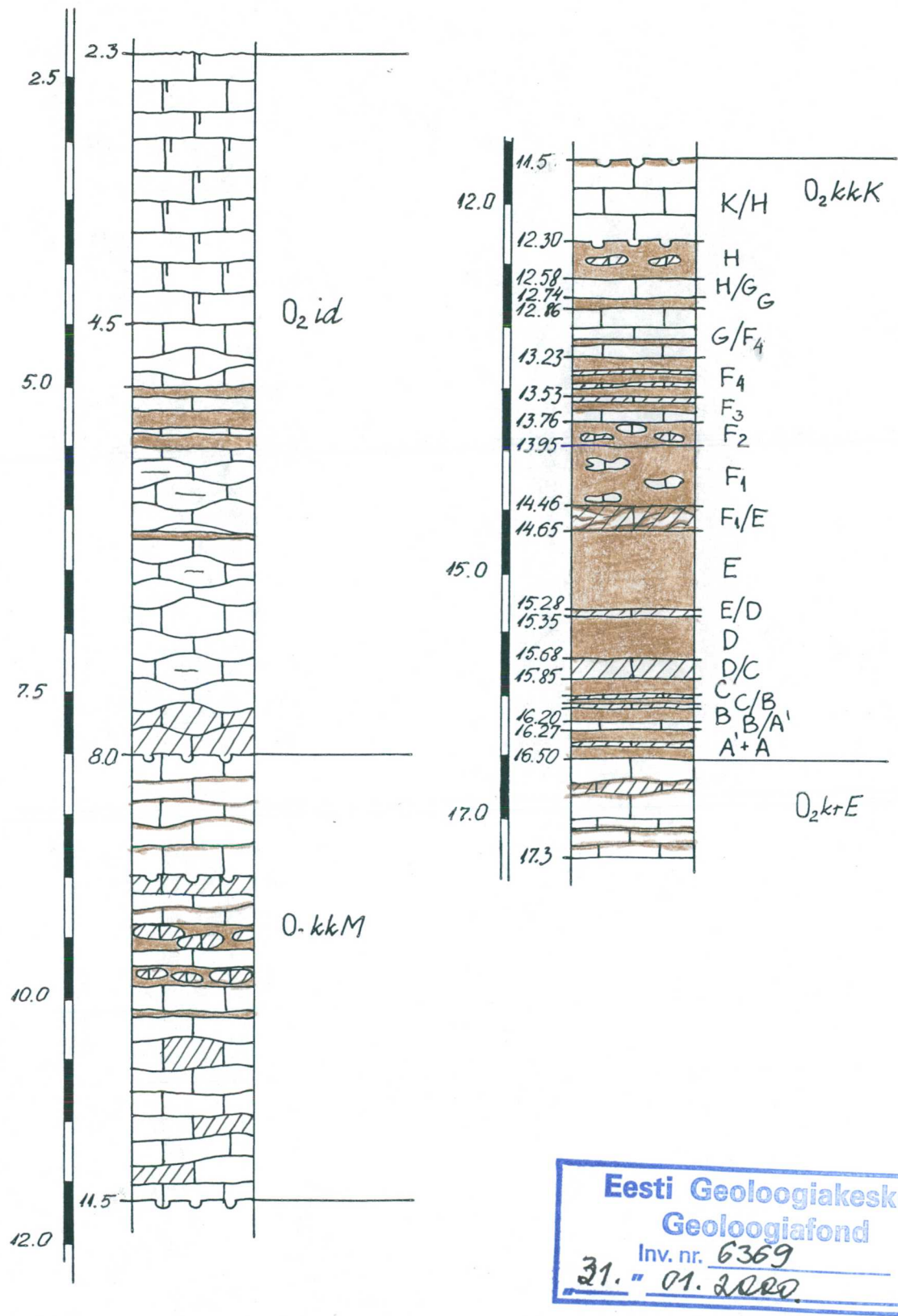
Eesti Geoloogiakeskus
Geoloogiafond

Inv. nr. 6369

31. 01. 2000.

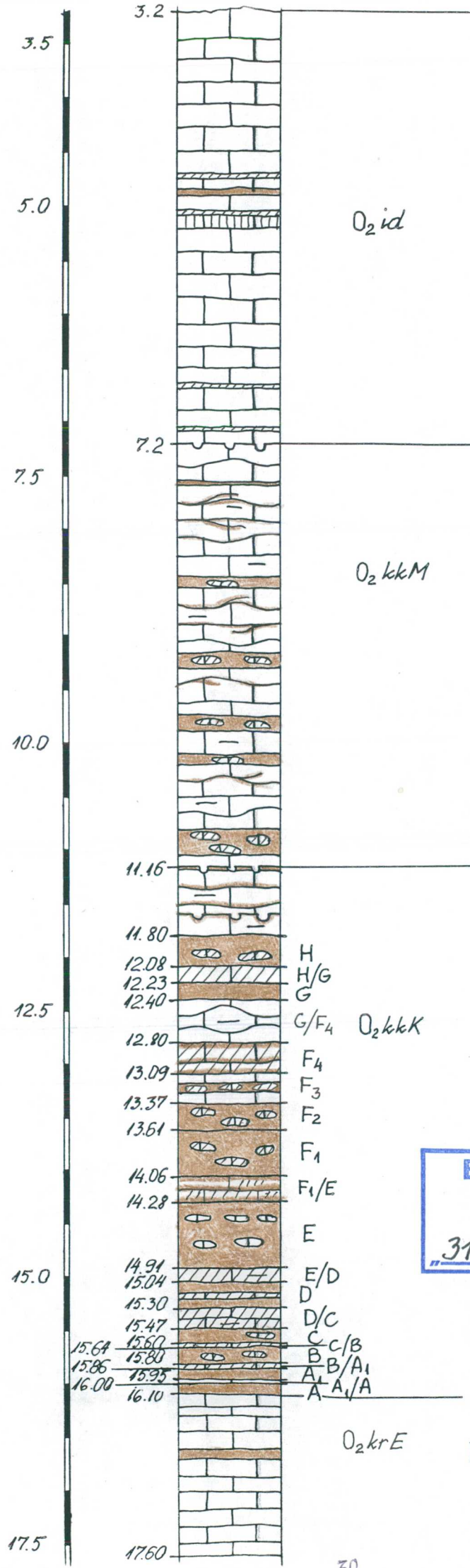
a.

Joon. 4.1. Puuraugu U-4 kukersiidilasundi läbilõige
Mõõtkava 1 : 50



Joon. 4.2. Puuraugu U-5 kukersiidilasundi läbilõige
Mõõtkava 1 : 50

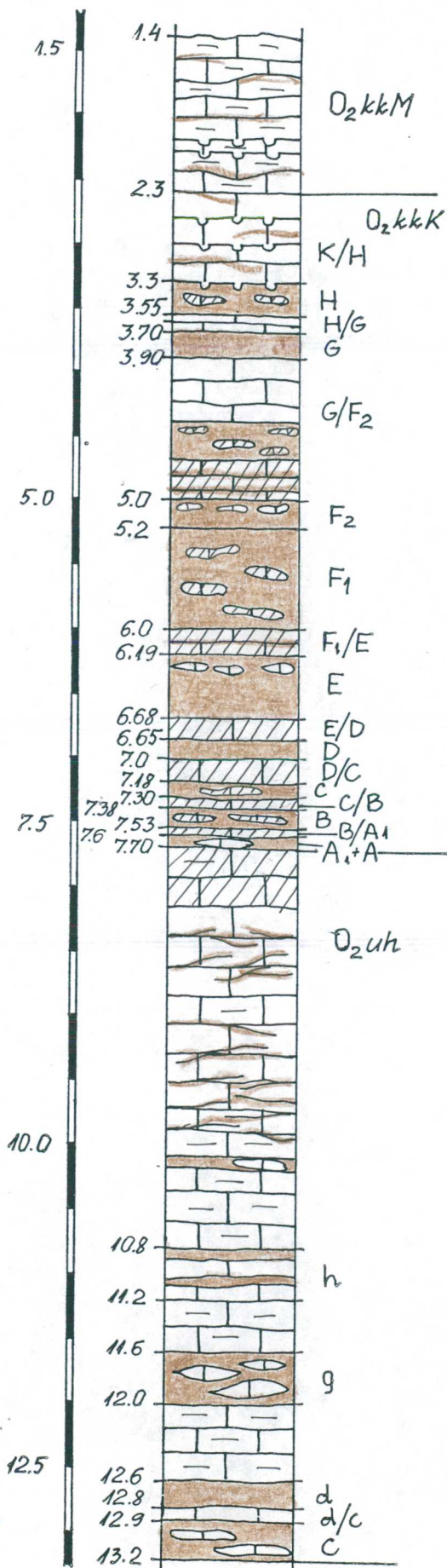
4



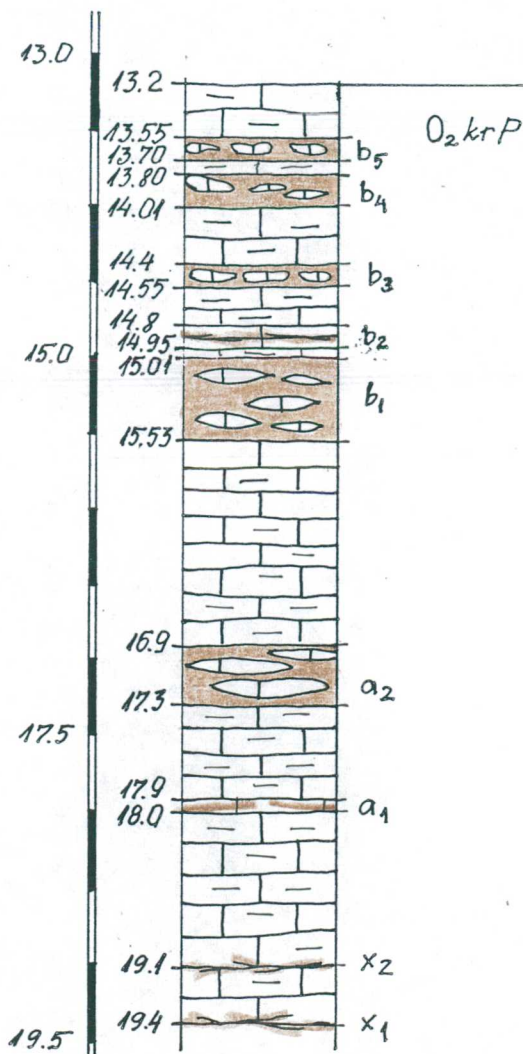
Eesti Geoloogiakeskus
Geoloogiafond
Inv. nr. 6369
31. " 01. 2020. a.

Joon. 4.3.
Puuraugu U-6
kukersiidilasundi läbilõige
Mõõtkava 1 : 50

Joon. 4.4. Puuraugu U-8-1
kukersiidilasundi läbilõige
Mõõtkava 1 : 50



Eesti Geoloogiakeskus
Geoloogiafond
Inv. nr. 6369
31. "01. 2000. a.



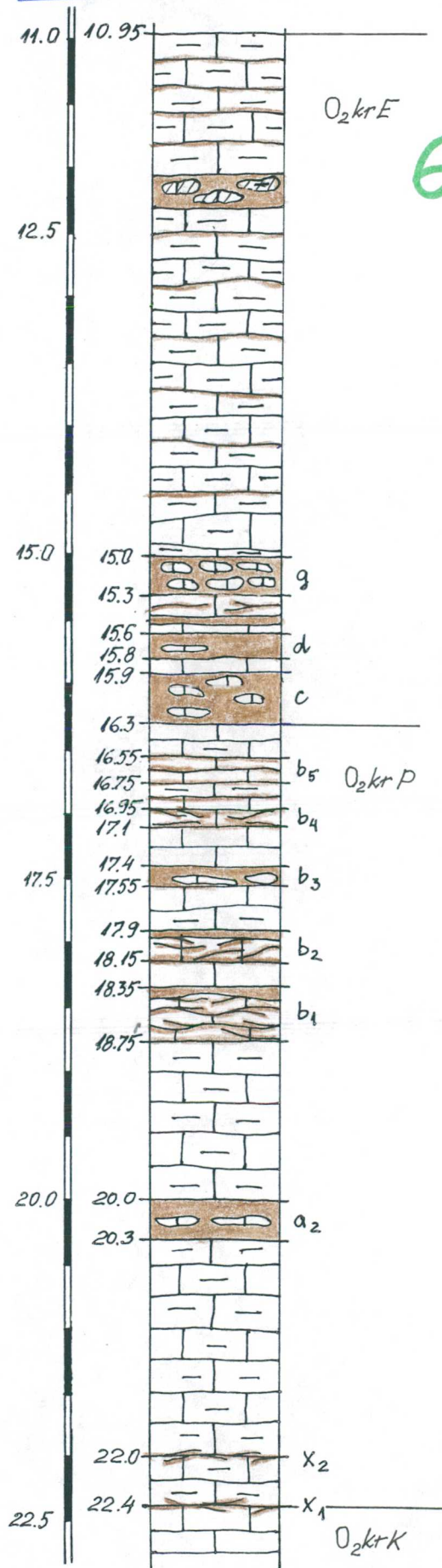
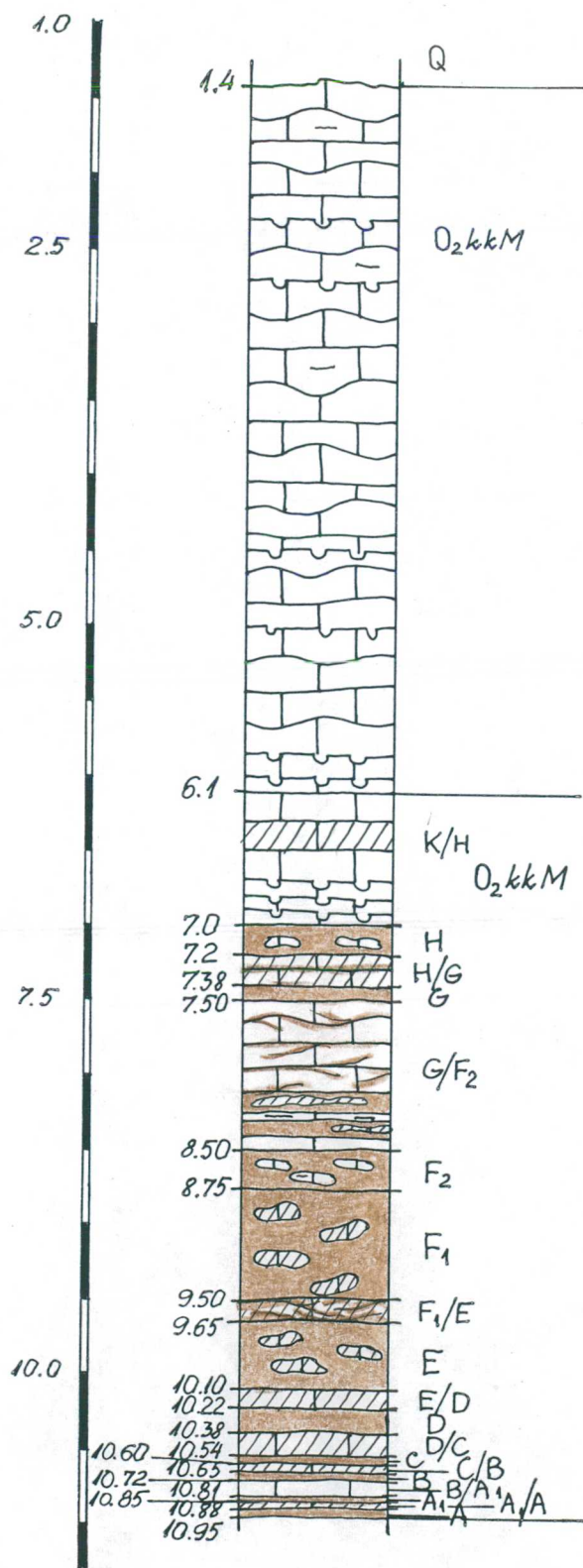
Joon. 4.5 Puuraugu U-9-3
kukersiidilasundi läbilõige
Mõõtkava 1 : 50

Eesti Geoloogiakeskus
Geoloogiafond

Inv. nr. 6369

31. 01. 2020.

a.



keskosas ca 1 m ulatuses on lubjakivi lainjalt õhukese- kuni keskkihiline ja sisaldab savi-mergli vahekihte. Kihistu lael on selge katkestuspind, millest allpool ilmub kivimisse glaukoniit.

3. 3. Keskordoviitsiumi ladestik

Sillaoru kihistu, mis lasub p.a. U-9 44.0-44.6 m (0.6 m) sügavusel, kuulub antud läbilõikes nii **Kunda** (ülaosa süg. 44.0-44.5 m) kui ka **Volhovi lademesse** (alaosa süg. 44.5-44.6 m). Kihistu on esindatud raudoiide sisaldava savika lubjakiviga.

Loobu kihistu, mis kuulub kogu mahus Kunda lademesse, lasub p.a. U-9 süg. 37.3-44.0 (6.7 m) ja on esindatud halli keskkihilise biomorfjas-detriitse, mõneti dolomiidistunud lubjakiviga. Kihistu alaosas, alates 41.6 m on dolomiidistumine tugevam ja kivim sisaldab siin vähesel määral glaukoniiti (**Utria kihistik**). Kihistu lael on tugev fosfaatne katkestuspind. P.a. U-8 läbilõikes on kogu kihistu tugevasti dolomiidistunud ja kavernoosne (foto 9).

Aseri kihistu, mis kuulub samanimelisse lademesse, lasub süg. p.a. U-9 35.0-37.3 m (2.3 m) on esindatud raudoiide sisaldava helehalli keskkihilise lubjakiviga (foto 9).

Hea ehituskivina tuntud **Väo kihistu**, mis kuulub suures osas **Lasnamäe lademesse**, lasub p.a. U-9 süg. 26.8-35.0 m (8.2 m) ja p.a. U-8 süg. 23.1-32.0 m (8.9 m). Sekundaarselt muutumata Väo kihistu on esindatud helehalli keskkihilise tugeva pisikristalse lubjakiviga (foto 12). Kõnealustes läbilõigetes, seda eriti p.a. U-8 läbilõikes on kivim tugevasti dolomiidistunud ja kavernoosne (foto 8 ja 9). Kihistule on omased vertikaalsed ussikäigud ja rohked, nõrgalt impregneerunud fosfaatsed katkestuspinnad. Piir lasuva **Kõrgekalda kihistuga** on üleminekuline ja väljendub savikuse suurenemises (foto 12).

Kõrgekalda kihistu, mis kuulub täies ulatuses **Uhaku lademesse**, lasub uuringualal p.a. U-8 7.7-23.1 m (15.4 m) ja p.a. U-9 11.0-26.8 m (15.8 m) sügavusel. Kihistu piires on välja eraldatavad kolm pea võrdsemahulist kihistikku (alt üles): Koljala, Pärtlioru ja Erra.

Koljala kihistik, mis lasub p.a. U-8 ja U-9 vastavalt süg. 19.4-23.1 m (3.7 m) ja 22.4-26.8 m (4.4 m), on esindatud nõrgalt savika detriitja ebaselgelt keskkihilise lubjakiviga (foto 11). Kihistiku ülaosas (foto 8) sisaldavad mergli vahekihid kohati vähesel määral kerogeeni.

Pärtlioru kihistik, mis lasub p.a. U-8 ja U-9 vastavalt süg. 13.2-19.4 m (6.2 m) ja 16.3-22.4 m (6.1 m), on esindatud erineva savikusega lubjakiviga, milles esineb juba arvestamisväärses koguses kukersiidi ja kerogeense mergli vahekihte. Kihistiku alumiseks piiriks on õhuke (2-5 cm) kukersiidi kelmetega läbipõimunud tase - nn. kiht x_1 . Kihistiku ülemist piiri markeerib indekseeritud kukersiidikihi "c" lamam (fotod 7 ja 11). Kukersiidikihtidest, mille kogupaksus kihistikus on ca 1.6 m, on välja eraldatavad järgmised kihid (fotod 8 ja 11): x_2 - ca 0.05 m - kerogeense mergli vahekihid lubjakivis; a_2 - ca 0.3 m - savikas kukersiit (ca 80%) kerogeense lubjakivi lapikute mugulatega; b_1 - ca 0.45 m - kukersiit (ca 60%) kerogeense lubjakivi lapikute mugulatega; b_2 - ca 0.20 m - kukersiit (ca 50%) kerogeense lubjakivi lapikute mugulatega; b_3 - ca 0.15 m - kukersiit (ca 50%) hajusate kerogeense lubjakivi mugulate ja rohke detriidiga; b_4 - ca 0.30 m - savikas kukersiit (ca 60%) kerogeense lubjakivi lapikute mugulatega; b_5 - ca 0.20 m - savikas kukersiit (ca 50%) kerogeense lubjakivi hajusate mugulas-lainjate vahekihtidega. Pea kõikidel juhtudel moodustab vahekihi savikas lubjakivi, mis kohati sisaldab vähesel määral kerogeeni.

Erra kihistik (fotod 7, 10 ja 11), mis lasub puuraukudes U-8 ja U-9 vastavalt sügavustel 7.7-13.2 m (5.5 m) ja 11.0-16.3 (5.3 m), on valdavaks savikas poolmuguljas lubjakivi, milles esineb ca 1.5 m kogupaksuse juures 5 indekseeritud kukersiidi kihti (c, d, g, h ja m). Kiht "c" (ca 0.4 m) on esindatud kukersiidiga (70-80%), milles esineb hajusalt kerogeense lubjakivi pae mugulaid. Kihi ülaosas on rohkesti karbonaaditaitelisi ussikäike. Vahekiht c/d (10-15 cm) on esindatud kerogeense lubjakiviga. Kiht "d" (ca 0.2 m) on kukersiit (70-80%), milles esineb kerogeense lubjakivi väikeseid lapikuid mugulaid. Kiht "h" (ca 0.4 m) on esindatud kukersiidiga (ca 60%), milles on rohkesti kerogeense lubjakivi mugulaid ja lubjakivitaitelisi ussikäike (foto 7 ja 11). Kiht "h" (ca 0.2 m) on esindatud suhteliselt puhta kukersiidiga (ca 80%) ja ka selle kihi ülaosas leidub nii kerogeense lubjakivi mugulaid kui ka karbonaaditaitelisi ussikäike (foto 10). Kihi piirid on üleminekuliselt hajusad. Kihtide "h" ja kihistiku ülemise piiri vahele jääb pikem (ca 3 m) tase, mille piires kukersiiti sisaldavad kihid on väga hajusapiirilised väikese kerogeeni sisaldusega ja raskesti korreleeritavad isegi kahe lähestikku asetseva puuraugu (U-8 ja U-9) läbilõigetes (fotod 7 ja 10). Enam-vähem selgesti eraldub välja kihistiku lael olev ca 0.3 m kiht "m", mis koosneb kukersiidi vahekihte (ca 30%) sisaldavast lainjaskihilisest kerogeensest lubjakivist.

Kogu Uhaku lademe Pärtlioru ja Erra kihistikuga seotud arvestamisväärne kukersiidi-lasund (kihid a₂-m) jääb puuraukude U-8 ja U-9 vastavalt sügavustesse 7.7-17.3 m (9.6 m) ja 11.0-20.3 m (9.3 m), kusjuures selgelt väljaeralduvate kukersiidikihtide kogupaksus on seejuures vastavalt 3.10 ja 3.05 m.

Viivikonna kihistu, millega on seotud Eesti põlevkivimaardla tootuskihind ja mis oma stratigraafilises mahus vastab Kukruse lademele, lasub Ubja uuringuvälja alal 1.0 (ala põhjaosas) kuni 8 m (ala lõuna- ja edelaosas) sügavusel ja selle täispaksus on 8.3 (p.a. U-9) kuni 8.9 m (p.a. U-5) vahemikus. Kihistu on esindatud kahe, Kiviõli (alumine) ja Maidla (ülemine) kihistikuga.

Kiviõli kihistik, millesse on koondunud kogu Eesti põlevkivimaardla tootuskihind (kihid A-F₂) on uuringualal ca 5 m paksune ja lasudes maapinnast ca 1 (p.a. U-4) kuni 11.9 m (p.a. U-5) sügavusel. Kihistik on esindatud põhiliselt pruuni, erineva savikusega ja karbonaadi sisaldusega kukersiitpõlevkiviga, mis sisaldab nii roosa kerogeenika kui ka helehalli lubjakivi ja roheka mergli vahekihte. Kihistiku piires fikseeritud 17 indekseeritud põlevkivikihi (A, A', B, C, D, E, F₁, F₂, F₃, F₄, F₅, G, H, I, J, K₁ ja K₂) kogupaksus on ca 3.5 m. Põlevkivi kui maavara seisukohalt omavad neist praktilist tähtsust 10 (A, A', B, C, D, E, F₁, F₂, G ja H) ja nende kogupaksus 5 meetrilises intervallis on ca 2.5 m. Viimaste detailsem iseloomustus on ära toodud peatükis 5 ja neid võib jälgida fotodel 7, 10, 14 ja 15 ning joonistel 4, 5, 6 ja 7. Kihistiku alumiseks piiriks on A põlevkivikihi lamam ja ülemiseks - tugev püriidistunud ja karristunud katkestuspind K₂ kihi lael.

Maidla kihistik, mille täielik paksus on ca 3.5 m (3.3-3.8 m) moodustab uuringualal Viivikonna kihistu ülaosa. Kihistik on esindatud põhiliselt kerogeeni erineva sisaldusega mugulja kuni poolmugulja ja detriitse lubjakiviga, milles tasemeti (kihiti) esineb kukersiidi ja kerogeense mergli läätsjalt hajusaid vahekihte. Ühtegi põlevkivi kui maavara seisukohalt olulist kihti kihistikus ei ole. Kihistiku piires on eristatavad 7-8 indekseeritud põlevkivikihti (L₁, L₂, M, N, O, P, I ja II).

Kiht L₁ (p.a. U-6 süg. 10.5-11.0 m) - kerogeenikas mugullubjakivi savika kukersiidi vahekihtidega (ca 40%).

Kiht L₂ (p.a. U-6 süg. 10.25-10.40) - kerogeenikas mugullubjakivi kerogeense lubimergli vahekihtidega (ca 40%).

Kiht M (p.a. U-6 süg. 10.05-10.20 m) - kerogeenikas poolmugullubjakivi kukersiidi vahekihtidega (ca 30%) keskosas.

Vahekiht M/N (p.a. U-6 süg. 9.9-10.5 m) - tugev sinkjashall lubjakivi. Hästi väljapeetud markeerkiht.

Kiht N (p.a. U-6 süg. 9.0-9.9 m) - nõrgalt kerogeenikas poolmugul lubjakivi kerogeense lubimergli läätsjate vahekihtidega, mis on valdavaks süg. 9.1-9.3 ja 9.6-9.9 m. Ülemine piir üleminekuline. Kihiline on iseloomulik nn. võrkjas-poolmugul tekstuur.

Kiht O (p.a. U-6 süg. 8.3-8.6 m). Kerogeenne poolmugul lubjakivi läätsjalt-hajuva kukersiidi kihiga keskosas. Kihi lael impregneerimata katkestuspind.

Intervall süg. 7.2-8.3 m on p.a. U-6 esindatud nõrgalt kerogeense poolmugulja lubjakiviga, milles esineb kerogeense lubimergli läätsjalt-hajusaid vahekihte. Selged piirid kihtide ja vahekihtide vahel puuduvad, kuid lähtudes süg. 7.2; 7.3; 7.6 ja 7.9 m olevate tugevate katkestuspindade järele, võiks oletada, et need piiritlevad indekseeritud kihte P, I, II.

Põlevkivi seisukohalt kihistik olulist tähtsust ei oma, kuid kattekihina võttes võib kihistiku lubjakivi, mille keskmine orgaanika sisaldus jääb 3% piirimaile, olla kõlbulik tsemendi karbonaatse toorainena (tabel 5.1.). Peetri kihistikku antud alal ei esine.

Tatruse kihistu, mis kuulub Idavere lademesse ja levib üksnes ala lääne- ja lõunaosas ning on avatud puuraukudega U-5, (foto 15), U-6 ja U-9, on esindatud helehalli kesklainjaskihilise detriidika pisikristalse lubjakiviga, milles esineb halli mergli kimpjaid vahekihte. Kihistu alaosas võib esineda nõrgalt kerogeense mergli vahekihte. Kihistu täispaksus jääb 2 meetri piirimaile. Kihistu lubjakivi, otsustades keemilise analüüsi järgi (tabel 5.1.) kujutab endast arvestatavat tsemendi tooret.

Vasavere kihistu, mis kuulub samuti Idavere lademesse ja levib üksnes ala lääne- ja lõunaosas ning on avatud puuraukudes U-5 ja U-6 (foto 14), on esindatud eelmisega väga sarnase helehalli lubjakiviga, kuid selles esineb Pyritonema ränistunud spiikulaid sisaldava roheka mergli 2-5 cm vahekihte ja kihistu ülaosas ka kuni 2 õhukest (2-3 cm) metabentoniidi vahekihti. Kihistu täispaksus jääb samuti 2 meetri piirimaile. Kihistu lubjakivi, otsustades keemilise analüüsi tulemuste järgi (tabel 5.1.), kujutab endast arvestatavat tsemendi tooret.

Jõhvi kihistu, mis vastab samanimelisele lademele, levib üksnes ala loodeosas aluspõhjalise seljandiku lael ja ala piires puuraukudega avatud ei ole. Ka oma täispaksust (ca 6 m) ala piires kihistu ei saavuta. Kihistu on esindatud rohekashalli, nõrgalt savika kesklainjalise detriidika lubjakiviga, milles esineb roheka mergli hajusaid vahekihte. Kõigi eelduste kohaselt on see lubjakivi oma keemiliste omaduste poolest sobilik kasutamiseks tsemendi karbonaatse toormena.

3. 4. Kvaternaarisetted

Kogu alal on aluspõhja kivimid kaetud suhteliselt õhukese (0.5-4 m, keskmiselt 1.6 m) kvaternaarisetete kihiga, millest valdava osa (ca 80%) moodustab pleistotseenne Järva kihistu

Võrtsjärve alamkihistu moreen. Moreeni maatriks on kollakaspruun saviliiv (60-80%) ja selles esineb rohkesti (20-40%) karbonaatkivimite (lubjakivide) nõrgalt kulutatud plaatjat jämepurdu (läbimõõt mõnest kuni mõnekümne sentimeetrini). Kvaternaarisetete (moreeni) paksus on väiksem (0.2-1 m) ala läbivas loode-kagu suunalises vööndis (lisa 11) ja suurem (>2m) ala idaosas ning üksikutes astangu pealsetes väiksemates vallides.

4. PÕLEVKIVIKIHTKONNA KIHINDITE ISELOOMUSTUS

4. 1. Kihind A -F₂

Võimalik tootuskihind A-F₂ lasub Kukruse lademe alumises osas, suhteliselt väikesel sügavusel - 7.8 m p.a. U-3, 10.04 m p.a. U-2 ja 17.05 m p.a. U-1. Kihindi paksus on 2.45 m kuni 2.74 m.

Kihindi ehitus on keeruline. See koosneb 8 põlevkivikihist, mis on tähistatud ülevalt alla indeksitega F₂, F₁, E, D, C, B, A' ja A ning neid eraldavaist 6-st lubjakivi vahekihist. Kihid on hästi piiritletavad Eesti leiukoha ulatuses.

Põlevkivikiht A koosneb peen-horisontaalkihilisest, helepruunist, detriidikast põlevkivist. Lainjapinnalise kihi paksus on keskmiselt 0.08 m.

Vahekiht A/A' koosneb eraldiseisvatest, väikestest (1x3 cm) lapikutest kerogeense lubjakivi mugulatest. Kihi paksus on 0.02-0.05 m (keskmiselt 0.04 m).

Põlevkivikiht A' koosneb peendetriitjast savikast põlevkivist. Kihi paksus on 0.04-0.08 m, moodustades keskmiselt 0.06 m. Kihikompleksi A-A/A'-A vaadeldakse siinkohal koos. Selle ca 0.10-0.24 m (keskmiselt 0.16 m) paksuse kihikompleksi kütteväärtus on 1700-2000 kcal/kg piires.

Vahekiht A'/B koosneb tugevalt savikast muguljast lubjakivist ja lubjakast merglist. Kihi paksus on 0.06-0.09 m (keskmiselt 0.07 m). Kütteväärtus on määrangute alusel 0.

Põlevkivikiht B koosneb peenkihilisest, rohke faunaga, hele- kuni tumepruunist põlevkivist. Kiht sisaldab väikseid, lapikuid kerogeeni sisaldava lubjakivi mugulaid ca 10%. Selle lainja kihi paksus on 0.07-0.16 m vahemikus (keskmiselt 0.12 m). Kütteväärtus on 2100-4200 kcal/kg vahemikus. Kütteväärtuse heitlikkus on tingitud eelkõige murenemisest.

Vahekiht B/C koosneb peenkristallilisest, tihedast kerogeenisisaldavast kollakashallist lubjakivist. Ebaühtlaselt jaotunud detriit annab kivimile tähnilise tekstuuri. Kihi paksus on 0.04-0.08 m (keskmiselt 0.06 m). Kihi kütteväärtus on 500-800 kcal/kg piires.

Põlevkivikiht C koosneb peenkihilisest, kollakaspruunist põlevkivist. Kihi ülemises kolmandikus esineb hulgaliselt valge karbonaatse materjaliga täitunud mudasööjate käike, moodustades nn. "hobusenaha" tekstuuri. Kihis esineb (ülal ja all) kaks kerogeeni sisaldava lubjakivi mugulatega taset. Kihi paksus on 0.06-0.20 m piires (keskmiselt 0.18 m). Kihi kütteväärtus on heitlik (900-1600 kcal/kg) ja sõltuv suuresti kivimi murenemisastmest.

Vahekiht C/D ehk kaksikpaas erineb oma ehituselt antud alal mõneti ülejäänud Eesti leiukoha omast. Kihi ülemine osa koosneb siin kerogeeni sisaldavast kollakast lubjakivist. Alumine - tihedast sinakashallist lubjakivist, milles esineb kerogeense lubjakiviga täitunud mudasööjate käike. Kahe kihi piiril on püriidistunud katkestuspind. Kihi paksus on 0.16-0.26 m piires, olles keskmiselt 0.20 m. Koondkihi kütteväärtus jääb 300-500 kcal/kg vahemikku.

Põlevkivikiht D koosneb savikast, peenhorisontaalkihilisest, peendetriitjast pruunikast põlevkivist. Lainjapinnalise kihi paksus on 0.15-0.33 m (keskmiselt 0.20 m). Kihi kütteväärtus jääb 2900-3300 kcal/kg vahemikku.

Vahekiht D/E see on eelkõige lainjapinnalise kerogeense lubjakivi vahekiht, mille paksus on 7-20 cm vahemikus ja kütteväärtus 700-1100 kcal/kg piires.

Põlevkivikiht E koosneb vähese detriidiga, ebaselgelt horisontaalkihilisest pruunist põlevkivist. Selles eristuvad 2-4 väikeste (2x3 cm) lubjakivi mugulatega taset, mis moodustavad ca

20% kihi mahust. Kogu kihi ulatuses esineb hajutatud püriiti. Kihi paksus on 0.31-0.78 m (keskmiselt 0.55 m) ja kütteväärtus on 3500-4500 kcal/kg vahemikus. Oma energiatoolikusest (ca 14 GJ/m²) annab see kiht üle 50% tootsa kihindi (D-F₁) omast.

Vahekiht E/F₁ ehk nn. "kuradinahk", see on eelkõige põlevkivi ja kerogeense lubjakivi läbikasve. Mõlemat erimit on mahuliselt pea võrdselt. Kihi paksus on 0.07-0.22 m (keskmiselt 0.15 m) ja kütteväärtus, olenevalt kukersiidi osast selles, jääb 600-1600 kcal/kg vahemikku.

Põlevkivikiht F₁ koosneb (foto 14) nõrgalt savikast, hajutatud peendetriidiga ja väikeste läätsjate lubjakivi mugulatega hallikaspruunist põlevkivist. Lubjakivi mugulad paiknevad mitmel eri tasemel. Nende maht moodustab ca 35% kihi mahust. Kihi, mis on küllaltki raskesti piiritletav, paksus on 0.45-0.80 m vahemikus (keskmiselt 0.64 m). Kihi kütteväärtus on 1600-2300 kcal/kg. F₁ ja F₂ vahel vahekihti ei ole selgelt välja kujunenud.

Põlevkivikiht F₂ koosneb savikast, mudasööjate käikudega ja väikeste läätsjate lubjakivi mugulatega (mahus kuni 40%) hallikaspruunist põlevkivist. Raskestipiiritletava kihi paksus on 20-25 cm vahemikus (keskmiselt 23 cm) ja kütteväärtus 900-1100 kcal/kg.

Kihind F₂/G, mille paksus uuritaval alal on ca 1.0 m ja mille moodustavad indekseeritud põlevkivikihid F₃ - F₅, kuulub põlevkivikihtkonna põlevkivi sisaldavate lasundite arvestuses vahekihindide hulka. Kõnealuste kihtide kütteväärtuses otseselt määratud ei ole, kuid otsustades orgaanilise aine sisalduse järgi (tabelid 5.1 ja 5.2) on see vahemikus 610-830 kcal/kg.

4. 2. Kihind G-H

Põlevkivikiht G-H lasub läbilõikes eelpoolkirjeldatud kihindist A-F₂ keskmiselt 1m ülalpool. Kahe kõnealuse kihindi (A-F₂ ja G-H) vahele jääb poolmugulja nõrgalt kerogeense lubjakivi lasund (kihid F₃, F₄ ja F₅), milles 20-30 cm tasemeti esineb kerogeense mergli läätsjaid kihte (foto 14).

Põlevkivikiht G koosneb peenekihtisest, hulgaliselt peent detriiti sisaldavast punakaspruunist põlevkivist (foto 14). Kihi paksus jääb 0.10 kuni 0.20 m piiresse (keskmiselt 0.15 m). Kiht on kogu siinse põlevkivikihtkonna kõige kõrgema kütteväärtusega (3300-5100, keskmiselt 4000 kcal/kg).

Vahekiht G/H koosneb poolmuguljast peitkristallsest, kollakashallist lubjakivist, milles esineb kahel tasemel hajusaid kerogeense mergli vahekihte. Kihi paksus on 0.10-0.20 m (keskmiselt 0.16 m), kütteväärtus 300-800 kcal/kg vahemikus.

Põlevkivikiht H koosneb pruunikast põlevkivist, mis kihi ülemises osas sisaldab rohkesti lubjakivi mugulaid. Kihi paksus on 0.20-0.28 m vahemikus (keskmiselt 0.25 m) ja kihi kütteväärtus 1300-2999 kcal/kg vahemikus.

Kihindi minimaalsed, maksimaalsed ja keskmised näitajad on toodud tabelites 9.4. ja 9.5.

4. 3. Viivikonna kihistu H kihi pealne põlevkivi kihtkond

Kukruse lademes (Viivikonna kihistus) jääb uuringualal H kihi peale 4.6 m (p.a. U-6) paksune Kiviõli ja Maidla kihistikesse kuuluva poolmugulja kerogeense lubjakivi lasund, mis sisaldab tasemeti looklev-läätsjaid kukersiidi ja kerogeense mergli vahekihte (foto 14). Selles

lasundis on välja eraldatud indekseeritud põlevkivikihind I, J, K, L, M, N, O, P ja I. Suur osa kõnealustest kihtidest on antud alal raskesti eristatavad, sest siin puuduvad selged piirid põlevkivi ja selle vahekihtide vahel. Selle kihindi üksikud põlevkivi kihid ega ka lasund tervikuna põlevkivi kui energeetilise tooraine seisukohalt võttes, praktilist tähtsust ei oma. Küll aga võib see huvi pakkuda kui tootsa lasundi A-F₂ (või A-H) kattekiht nende üheaegsel kaevandamisel tsemenditoorainena.

Kõnealusest lasundist tehtud täiskeemilised analüüsid koos orgaanika sisalduse määramisega (tabel 9.1.) näitasid, et viimase sisaldus selle kihindi mäemassis on 3.5-5.2% vahemikus (keskmiselt 4%), mis vastab ligikaudselt kütteväärtuste 300 kcal/kg kohta. Kõnealuse 4.6 meetri paksuse lasundi energiatootlikkus oleks sellisel juhul ca 13 GJ/m² kohta.

4.4. Kõrgekalda kihistu põlevkivikihind

Uhaku lademe Kõrgekalda kihistu, mille paksus uuringualal (p.a. U-8 ja U-9 andmetel) on 15.4-15.8 m vahemikus ja lasub vastavalt süg. 7.7-23.1 m ja 11.0-26.8 m, vahetult A-F₂ põlevkivilasundi all, sisaldab oma ülaosas ca 9 m ulatuses tähelepanuväärsel hulgal (ca 3 m) põlevkivi vahekihte. 15-50 cm paksused põlevkivikihid vahelduvad läbilõike selles osas 0.2-1.0 m paksuste savika lubjakivi kihtidega (foto 7, 8 ja 11). Üksikmäärangute järgi (Morozova jt., 1998) jääb nende põlevkivikihtide kütteväärtus 1100-2400 kcal/kg vahemikku (keskmiselt ca 1700 kcal/kg). Arvestades fakti, et põlevkivi kihid moodustavad vaid 1/3 kõnealusest lasundist, võiks selle lasundi mäemassi kütteväärtus olla ligilähedaselt 600 kcal/kg. Viimast kinnitasid ka kõnealuse lasundi koondproovidest tehtud orgaanikasisalduse määrangute (tabel 4.1.) ümberarvestused kütteväärtusele (tabel 4.1.), mis andsid mäemassi kütteväärtuseks samuti ca 600 kcal/kg. Põlevkivilasundi energiatootlikkus võiks olla ca 38-39 GJ/m². Järgnevalt tuuakse ära Kõrgekalda kihistu põlevkivilasundil üksikkihte iseloomustavad näitajad puuraukude U-8 ja U-9 läbilõigete andmetel.

Tabel 4. 1. Kõrgekalda kihistu põlevkivikihtide kütteväärtuse hinnanguline iseloomustus

Kihi indeks	Paksus, m	Ligikaudne kütteväärtus, kcal/kg	Põlevkivi sisaldus Kihis
m	0.25	3100	30%
h	0.20	2500	80%
g	0.40	1500	60%
d	0.20	2500	80%
c	0.40	2000	80%
b ₅	0.20	1500	50%
b ₄	0.30	2000	70%
b ₃	0.15	1500	50%
b ₂	0.20	1500	50%
b ₁	0.45	2000	60%
a ₂	0.30	2000	80%
Kokku	3.05		

Kihtide kütteväärtuse hindamisel on kasutatud Ubja piirkonnas eelnevalt (Morozova jt., 1998) Kõrgekalda kihistu analoogsetes kihtides tehtud kütteväärtuse määramise tulemusi.

5. KATENDI ISELOOMUSTUS JA MAHT

Katendi koostis, omadused ja maht uuringualal olenevad suuresti selle määratlusest ehk teisiti - millist tootsa kihindi varianti (alates H või F_2 kihist) kaevandama hakatakse. Kuna kihtide H ja F_2 vahe on küllaltki väljapeetult ca 1.5 m, siis on ühte varianti teades küllaltki lihtne leida teist varianti iseloomustavaid parameetreid. Seetõttu vaadeldakse järgnevalt detailsemat maksimaalselt paksu kattekihi, s.t. F_2 pealset varianti.

Katendis, lähtuvalt selle koostisest ja omadustest, on võimalik eristada kolme kompleksi:

- 1) muld ehk huumushorisont;
- 2) kvaternaarisetted;
- 3) karbonaatkivimid.

Esimesed kaks kuuluvad pudedate setete, kolmas - kaljukivimite kategooriasse.

5.1. Muld

Kogu uuringuväli on kaetud küllaltki ühtlase (0.2-0.5 m, keskmiselt 0.3 m) mulla-kihiga, mille ülaosas levib ca 0.1 m kasvukiht. Muld kuulub valdavalt gleimulla kategooriasse. Üksnes ala kaguosas väikesel alal levib ka kuni 0.5 m paksuselt soomuld. Mulla-horisondi kogumaht ca 285 hektaril on seega ligikaudu 0.86 milj. m^3 .

5.2. Kvaternaarisetetest katend

Suurema osa (ca 80%) pudedast katendist ehk pinnakattest moodustab pleistotseenne sete, mis uuringuvälja alal on esindatud beeži saviliivmoreeniga. Moreen sisaldab tähelepanuväärses koguses (20-50%) vähekulutatud karbonaatset jämepurdu. Moreenikihi paksus on 0.2-3.7 m vahemikus (keskmiselt 1.3 m). Suurem (>2 m) on see uuringuvälja kirdeosas ja väikseim (<1 m) ala keskelt läbivas loode-kagu suunalises vööndis. Moreenilasundi, mille paksus on keskmiselt 1.3 m (18 uuringupuuraugu keskmisena), maht ca 285 ha-l on seega ca 3.7 milj. m^3 . Tegelikuses kujuneb pinnakattena kõrvaldatava katendi maht ilmselt mõnevõrra (kuni 1 milj. m^3) suuremaks, sest sellesse läheb ka aluspõhja lubjakivide pindmine murenenud osa ca 0.3-0.4 m ulatuses.

Kui kokku võtta kogu pudedate katendi maht alates mullast kuni kõva, murenemata lubjakivini välja, siis saame selle lasundi paksuseks keskmiselt ca 2.0 m ja mahuks 5.7 milj. m^3 .

5.3. Karbonaatkivimitest katend

Esmajoones just karbonaatkivimitest (lubjakivi, mergel) koosneva katendi koostis, omadused ja maht olenevad suures osas ekspluateeritava tootsa kihindi määratlusest. Kuna karbonaatkivimitest katendisse jäävad lubjakivid on valdavalt kõlbulikud kasutamiseks ka tsemendi toorainena (tabel 5.1.), siis tuleks neid tulevikus, pärast detailsemat uuringu läbiviimist ja lähtudes maavara uuringu korra rakendamise juhendis karbonaatkivimitele esitatud nõuetest (alapunkt 3.6.), sellena ka käsitleda.

Tabel 5.1. Katendi karbonaatkivimite keemiline koostis kaaluprotsentides

Jrk. nr.	Proovi nr.	P.a. nr.	Süg. int. m	Strat. indeks	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	P ₂ O ₅	S üld.	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	MnO	Kk. (956°C)	CO ₂	Kk. 450°
1	2	U-5	6.2-8.0	O ₂ vsv	7.88	1.8	1.05	45.26	2.11	0.13	0.35	0.15	0.69	0.09	0.06	39.14	37.22	1.66
2	8		8.0-9.9	O ₂ tt	8.18	1.49	0.86	45.26	1.01	0.14	0.37	0.19	0.60	0.09	0.05	40.57	34.58	4.18
3	9		9.9-12.2	O ₂ vvM	8.38	1.49	1.01	44.21	1.56	0.11	0.47	0.17	0.75	0.10	0.06	40.04	35.90	3.77
4	3	U-6	4.2-5.2	O ₂ vsv	11.8	2.65	1.30	42.92	1.64	0.08	0.37	0.16	1.15	0.13	0.05	36.18	34.91	1.23
5	4		5.2-7.2	O ₂ tt	7.26	1.49	1.40	45.84	2.18	0.12	0.22	0.17	0.66	0.09	0.08	35.59	37.64	1.37
6	5		7.2-9.8	O ₂ vvM	8.44	1.8	0.98	43.97	1.67	0.12	0.62	0.16	0.69	0.12	0.07	39.78	35.02	5.19
7	6		9.8-11.8	O ₂ vv (H kihi peal)	8.84	1.8	1.10	43.97	1.24	0.11	0.51	0.14	0.69	0.10	0.05	39.80	35.90	3.92
8	14	U-8	1.4-3.3	O ₂ vv (H kihi peal)	7.78	1.72	1.00	45.38	1.18	0.14	0.32	0.11	0.60	0.10	0.06	40.42	36.63	3.44
9	13	U-9	1.4-6.8	O ₂ vv (H kihi peal)	7.82	1.72	1.00	45.49	1.25	0.13	0.28	0.11	0.60	0.10	0.06	40.44	37.28	3.21
	keskm				8.49	1.77	1.08	44.7	1.54	0.12	0.43 SO ₄ 1.075	0.15 0.86	0.71	1.02	0.06	39.55	36.12	3.11
	min				7.26	1.49	0.86	42.92	1.01	0.08	0.28	0.11	0.60	0.09	0.05	36.18	34.91	1.23
	max				11.8	2.65	1.4	45.84	2.18	0.14	0.62	0.19	1.15	0.13	0.07	40.57	37.28	5.19

Täiuse koefitsient (küllastustegur):
$$\frac{44.70 - (1.65 \times 1.77) + (0.35 \times 1.08) + 0.70 \times 0.43}{2.8 \times 8.49} = \frac{42.19}{23.77} = 1.77$$

Silikaatne moodul:
$$\frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3} = \frac{8.49}{1.77 + 1.08} = \frac{8.49}{2.85} = 2.98$$

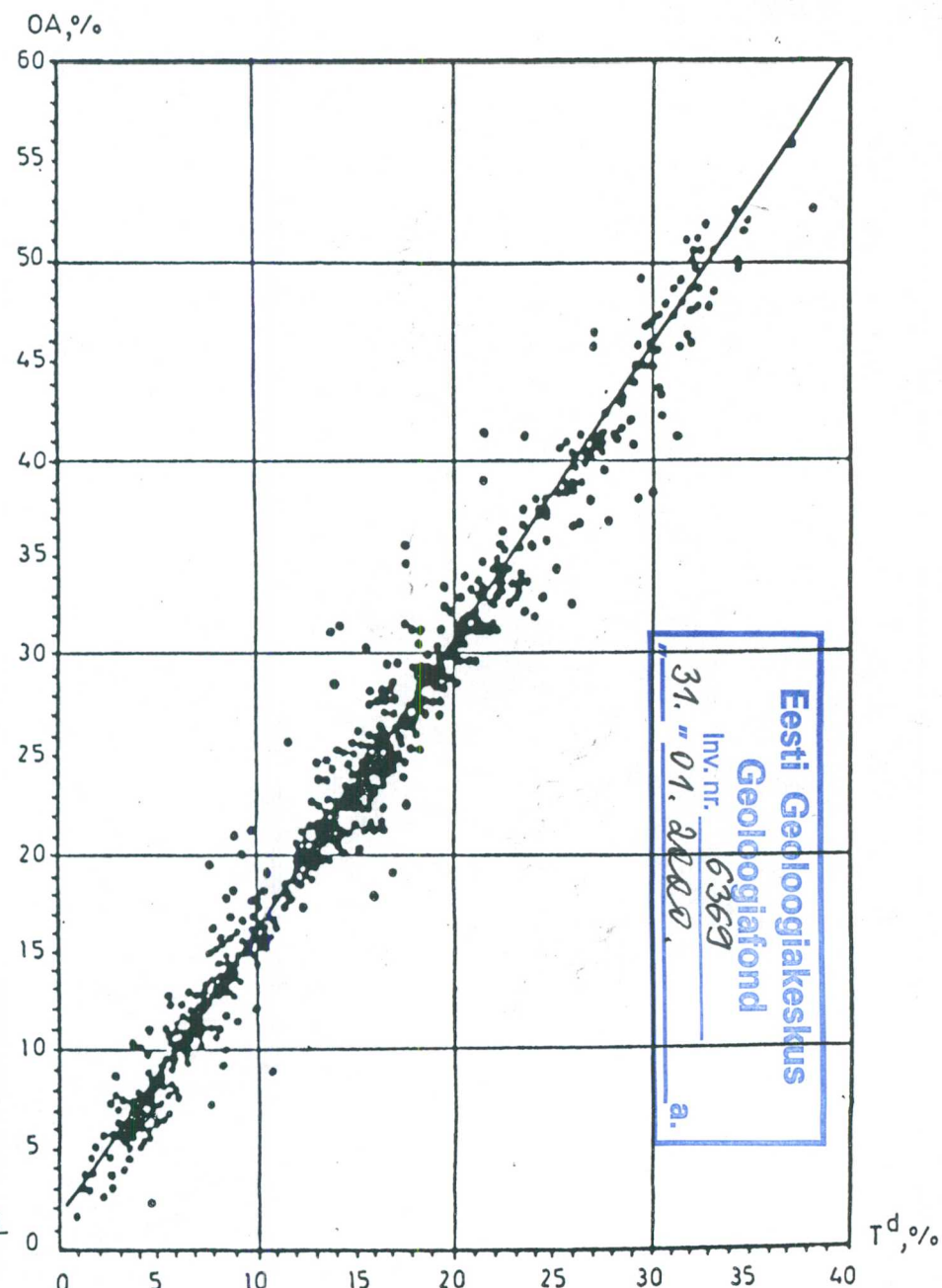
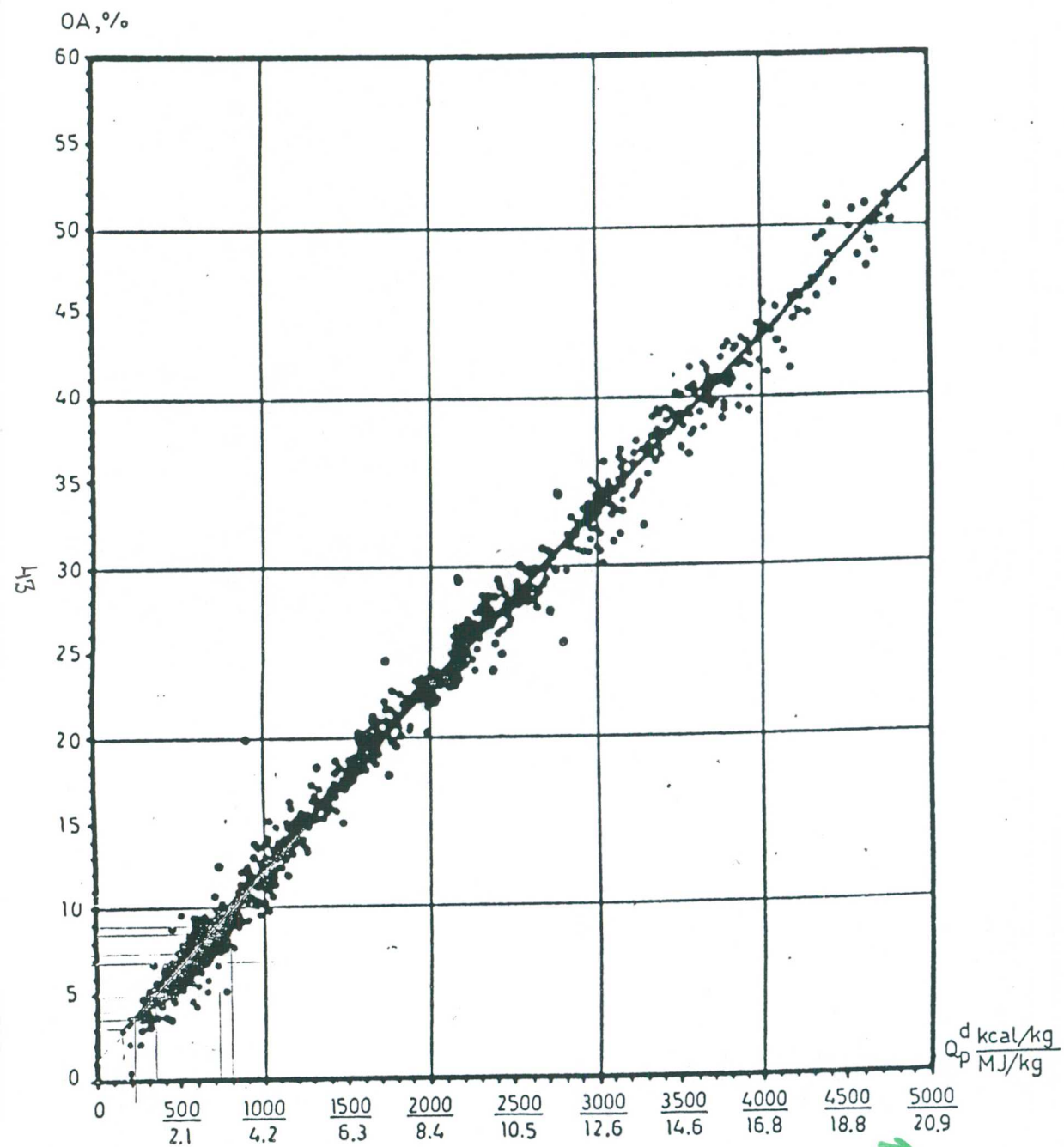
Muldmetalne moodul:
$$\frac{\text{Al}_2\text{O}_3}{\text{Fe}_2\text{O}_3} = \frac{1.77}{1.08} = 1.64$$

Tabel 5.2. Ubja uuringuala põlevkivikihtkonna mõningate kivimintervallide kütteväärtuse määranguid orgaanikasisalduse järgi

Jrk. nr.	Proovi number	Puur- augu number	Proovi sügavus, m	Proovi pikkus, m	Proovitud kihi iseloomustus	Orgaanika sisaldus, %	Ligikaudne kütteväärtus, kcal/kg
1	1	U - 5	4.2 - 6.2	2.0	Vasavere kihistu	1.69	<100
2	2	U - 5	6.2 - 8.0	1.8	Tatruse kihistu	1.66	<100
3	8	U - 5	8.0 - 9.9	1.9	Maidla kihistik	4.18	200
4	9	U - 5	9.9 - 12.2	2.3	H pealne kuni M kiht	3.77	160
5	15	U - 5	12.8 - 13.8	1.0	F ₂ /G vahekiht	9.65	830
6	3	U - 6	4.2 - 5.2	1.0	Vasavere kihistu	1.23	<100
7	4	U - 6	5.2 - 7.2	2.0	Tatruse kihistu	1.37	<100
8	5	U - 6	7.2 - 9.8	2.6	M kihi pealne Viivikonna kihistu (M - I)	5.19	300
9	6	U - 6	9.8 - 11.8	2.0	H pealne - M kiht	3.92	180
10	7	U - 6	12.4 - 13.4	1.0	F ₂ /G vahekiht.	8.78	650
11	13	U - 9	1.4 - 6.8	5.4	H kihi pealne Viivikonna kihistu	3.21	110
12	10	U - 9	6.8 - 7.5	0.7	G-H kihind	6.68	450
13	12	U - 9	7.5 - 8.5	1.0	F ₂ /G vahekiht	8.41	610
14	11	U - 9	8.5 - 10.3	1.8	D-F ₁ kihind	23.1	2040
15	16	U - 9	10.3 - 10.9	0.6	C/D vahekiht - A	7.26	500
16	14	U - 8	1.4 - 3.3	1.9	H kihi pealne Viivikonna kihistu	3.44	130
17	17	U - 8	8.5 - 13.2	4.9	Kõrgekalda kihistu lubjakivi+põlevkivi	6.91	470
18	18	U - 8	8.5 - 13.2	4.9	Kõrgekalda kihistu lubjakivi.	3.55	140

Kütteväärtus määratud valemi $Q = OA \times 9.71 - 204$ järgi

Analüüside resultaadid on ära toodud lisas 9.



Joonis 5.1. Orgaanilise aine sisalduse ja kütteväärtuse (vasakul) ning õlisaagise (paremal) vahelised suhted (Kattai jt., 1991 järgi).

Kolm võimalikku tootsa kihindi lae (kattekihindi lamami) varianti oleks seega: F_1 või F_2 kihi pealne; H kihi pealne ja Viivikonna kihistu (O_2vv) pealne.

Kuna mainitud pindade vahed on küllaltki väljapeetud, siis on graafilistes lisades (lisa 6 ja 7) ära toodud vaid neist kahe äärmise (F_1 ja O_2vv) pealse lasundi paksuste jaotumus uuringualal. F_2 kihi lae ja H kihi lae vahe on keskmiselt 1.5 m; H kihi lae ja Viivikonna kihistu lae vahe aga ca 4.5 m.

Variandi, kus tootsa kihindi laeks oleks kiht F_2 lasum, puhul leviks karbonaatkivimitest katend kogu uuringuvälja alal ja selle paksus (lisa 6) jääks 3-12 m vahemikku (kaalutud keskmine ca 8 m). Karbonaatkivimitest katendi maht oleks seega ca 22.8 milj. m^3 . Katend koosneks seejuures (alt üles): G- F_2 vahekihtidest, mis on esindatud valdavalt õhukesti põlevkivi vahekihte sisaldava kerogeense lubjakivi (ca 1.0 m); H-G põlevkivikihtidest (ca 0.5 m); H kihi pealset Kiviõli kihistikku õhukeste savika kukersiidi vahekihtidega lubjakivist (ca 1.0 m); Maidla kihistiku poolmugulja nõrgalt kerogeense lubjakiviga (ca 3.5 m). Uuritava ala loodeosas lisanduvad neile veel Tatruse, Vasavere ja Jõhvi kihistu mergli vahekihte sisaldavad erineva savikusega lubjakivid.

Variandi puhul kus tootsa kihindi laeks oleks H kihi lasum, levib karbonaatkivimitest katend samuti kogu uuringuvälja alal ja selle paksus jääb 1.5-10.5 m vahemikku (kaalutud keskmiselt 6.5 m). Karbonaatkivimitest katendi maht oleks seejuures ca 18.5 milj. m^3 . Katendi koostis oleks üldjoontes sama mis F_2 kihi puhul väljaarvatud üksnes H- F_2 kihtide vaheline kuni 1.0 m paksune põlevkivi ja kerogeense lubjakivi lasund (kihid F_3 - F_5). H kihi lasumi lubjakivide keemilise analüüsi tulemused, mis võimaldavad otsustada selle sobivuse ületsemendi toormena, on ära toodud tabelis 5.1.

Karbonaatkivimitest katendi Viivikonna kihistu pealse variandi puhul, kuuluks sellesse (alt üles) Tatruse, Vasavere ja Jõhvi kihistu erineva savikusega lubjakivid. Ka selle lasundi, mis levib üksnes uuringuvälja edela- ja lõunaosas, ca 200 ha maa-alal, keemilise analüüsi tulemused on ära toodud tabelis 5.1. Selle järgi otsustades peaks need olema kasutatavad tsemendi karbonaatse toormena. Kõnealuse lasundi, mille paksus on 0-6 m vahemikus (kaalutud keskmine 4.5 m) maht on ca 9 milj. m^3 .

Kogu katendi maht, kusjuures sellesse oleks arvatud nii kogu pinnakatte osa koos karbonaatkivimitest katendiga, oleks vastavate tootsa kihindi variantide puhul järgmine:

- 1) Viivikonna kihistu pealne - paksus 1.5-7.5 m (kaalutud keskmine ca 4.5 m) ja maht 12.8 milj. m^3 ;
- 2) H kihi pealne - paksus 3.0-12.0 m (kaalutud keskmine 8.0 m) ja maht 22.8 milj. m^2 ;
- 3) F_2 kihi pealne - paksus 4.5-13.5 m (kaalutud keskmine 9.5 m) ja maht 27.1 milj. m^3 .
- 4) F_1 kihi pealne - paksus 4.7-13.7 m (kaalutud keskmine 9.7 m) ja maht 27.6 milj. m^3

6. UURINGUVÄLJA JA SELLE LÄHIÜMBRUSE HÜDROGEOLOOGIAST JA HÜDROLOOGIAST

6. 1. Hüdrogeoloogiline lühiiseloostus

Ubja planeeritav karjäär paikneb Põhja-Eesti platool Selja ja Kunda jõgede vahel. Hüdrogeoloogilises läbilõikes saab välja eraldada kvaternaari, ordoviitsiumi, ordoviitsiumi-kambriumi ja kambriumi-vendi veekompleksi. Neist kaks viimast väljapumbatavate kaevandusvete kujunemisele mõju ei avalda, küll aga omavad tähtsust elanikkonna varustamisel joogiveega.

Kvaternaari veekompleksi vesi esineb Selja ja Kunda mattunud orgudes, Soaaluse soo lõunaosas ja Aresi küla ümbruses. Kohati esineb moreenides vett ülaveena vanast kaevandusest põhja pool suhteliselt vettpidava Uhaku lademe avamusel. Suurel osal vanast kaevandusest põhja poole jäävast alal ja Selja jõe idakaldal on kvaternaari veekompleks kuivendatud maaparandusega (Kaevanduse, Keskuse ja Selja drenikuivendused). Soaaluse soo loodeosa on kuivendatud aluspõhja süvendatud kraavitusega.

Valdaval osal territooriumist on kvaternaari setted veetud ja moodustavad aeratsioonivöö. Mattunud orgudes on vettsisaldavaks põhiliselt liivakad läätsed. Valdavalt Ubja-Aresi joonelt põhja poole varasematel aastatel (Raudsep jt., 1972 v.k.) rajatud puuraukudes saadi erideebitid 0.001-0.004 l/sxm ja filtratsioonimoodulid 0.2-1.7 m/ööp vahemikes.

Põhiliseks väljapumbatavate kaevandusvete allikaks on ordoviitsiumi veekompleks. Karbonaatsete kivimite veeandvus sõltub nende lõhelisusest ja kavernoossusest, väga harva on vettandvad intervallid aga seotud vertikaalsete lõhedega. Veekompleksi toitumine toimub regionaalselt toitealalt (Pandivere kõrgustiku põhjanõlv) ja kohalik toitumine sademeist, mida soodustab alvarite esinemine. Põhilisteks põhjavee drenideks on vana Ubja kaevandus ja ca 4 km kirdesse jääv Kunda-Aru lubjakivikarjäär (viimase alangulehter ulatub Aresi külani) ning aluspõhja süvendatud maaparanduskraavid.

Katsetööde käigus ei olnud ette nähtud geofüüsikalist vooluhulkade mõõtmist puuraukudes. Varasemate töödega (Perens, Lang, 1979 v. k.) on uuritud vaid "Ubja" puuraukude gruppi asula põhjaserval ja vettandvad intervallid on määratud Kukruse lademes vahetult kontaktil moreeniga ja Aseri lademes kontaktil Kunda lademega (sügavusel 28-31 m). Uuringuala piires paiknevast erapuurkaevust vp. 26 saadi selle puurimisel vettandvad intervallid sügavusel 6 m ja 9 m (Kukruse lade). Eeltoodu põhjal ja arvestades hüdrostratigraafiat, milline on välja kujunenud Eesti põlevkivibasseini kirjeldamisel, eraldatakse ordoviitsiumi veekompleksi piires välja survetu Kukruse veekiht ja surveiline Lasnamäe-Kunda veekiht. Neist viimane, keskmise paksusega 20 m, on kaetud suhteliselt vettpidavate ca 15 m paksuste Uhaku savikate lubjakividega mergli vahekihtidega. Uhaku lademe vettpidavad omadused halvenevad põhja suunas. Nii on O_2ls-O_1kn veetasemete erinevus O_2kk veekihi omadest 2.5-3 m Arknas (Nõmmsalu, 1992), 1.0 m katsetööde põhjal puuraukude grupis U-9 ja tasemed praktiliselt ühtuvad p.a. U-8. Ubja asulas soodustavad kahe veekihi tasemete ühtumist ka arvukad Uhaku lademesse ulatuvad vanad kaevanduskäigud.

Puursüdamike detailkirjelduste põhjal on peamised vettandvad intervallid Kukruse veekihi seotud Maidla ja Kiviõli kihistike kontaktiga.

Kukruse veekihi paksus väheneb põhja suunas kuni väljakiildumiseni Ubja asula põhjaserval. Uuringuala piires on veekihi paksus 0.7 m põhjaservas (U-8) kuni 13 m lõunaserval (U-6) (arvutustes kasutatakse keskmist paksust 6.8 m). Lõunas katavad Kukruse ladet Idavere lademe savikad lubjakivid, millised jäävad aga aeratsioonivöö piiresse. Uuringualast lõunas on Kukruse veekihi juba nõrgalt survele. Kukruse veekihi veetase on sõltuvalt reljeefist 3-11 m sügavusel maapinnast (suurim aeratsioonivöö paksus on puuraugus U-5 ja sellest kagusse jääval aluspõhja kõrgendikul).

Põhjaveetaseme samakõrgusjooned (lisa 12) on välja joonistatud arvestades suviseid veetaseme mõõtmisi salv- ja puurkaevudest (tabel 6.1.). Veetasemete muutuse hindamiseks ajas kasutati võrdlusena varasemate tööde andmeid (Perens, Lang, 1979; Kink, 1995) ning põhjalikku veetasemete kaarti vana Ubja kaevanduse detailuuringuil (Kotkas jt., 1948). Survetu Kukruse veekihi puhul on valdavaks kohalik toitumine, surveleil Lasnamäe-Kunda veekihiil regionaalne toitumine (transiit Pandivere kõrgustikult). Ordoviitsiumi veekompleksi veejuhtivuse hindamiseks, milline on pindalaliselt väga muutlik karbonaatsete kivimite erineva lõhelisuse ja kavernoossuse tõttu, kasutati lisaks katsepumpamistega määratuile ka ligikaudse veejuhtivuse hindamise valemit $T=130q$ (tabel 6.3.).

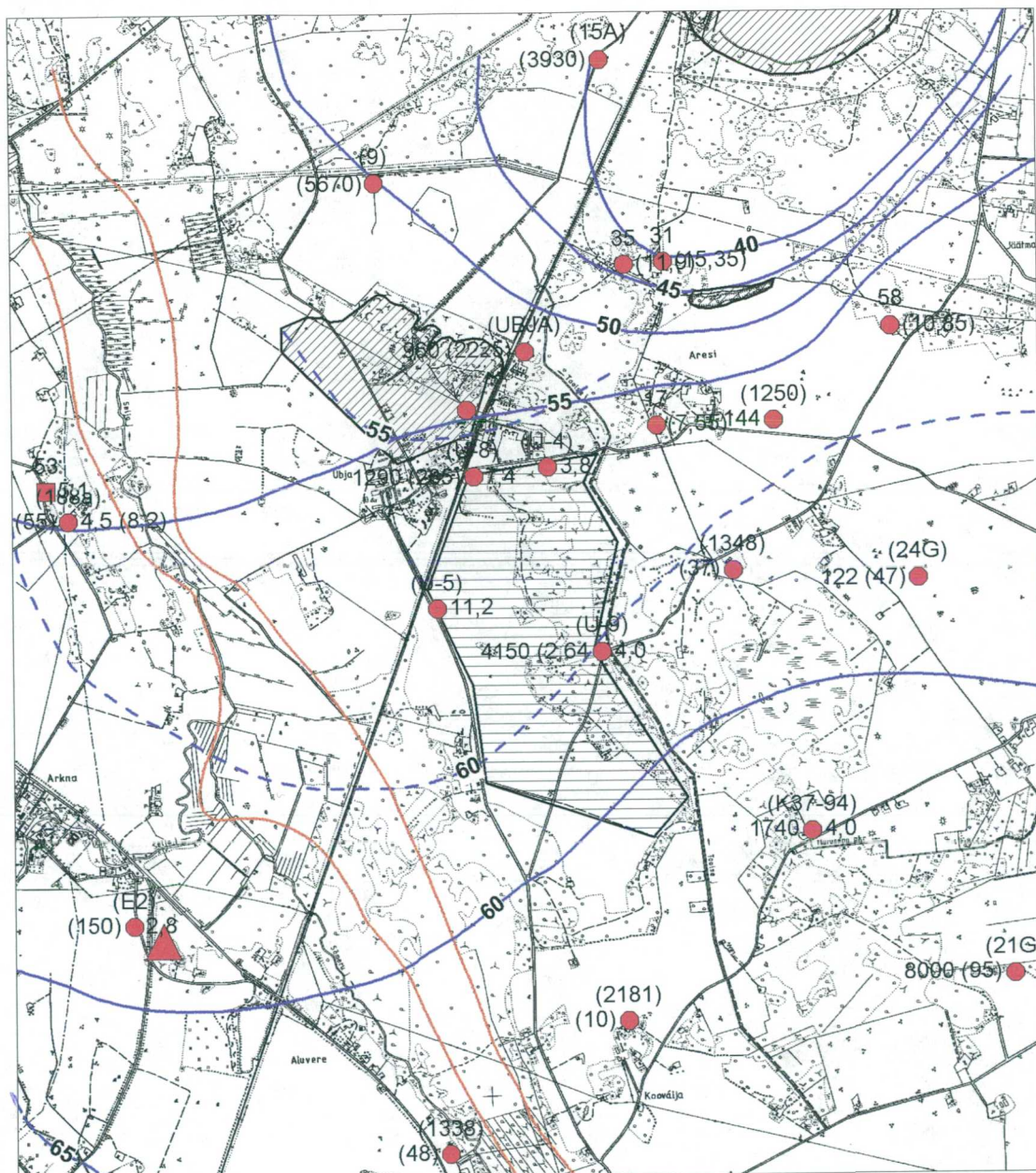
Ordoviitsiumi veekompleksi põhjaveetasemete aastane kõikumine on väikseim jõgede läheduses (1.1 m p.a. 915 1970.a.) ja suurem kohalikel toitealadel, paekõvikuil (3.5 m p.a. VIII-8 1947.a.). Suurimad amplituudid saadakse aga tegutsevate karjääride või kaevanduste vahetus läheduses (4.91 ja 5.35 m p.a. 891 ja 902 Kunda-Aru lõunakarjääri kõrval).








Ordoviitsiumi-kambriumi veekompleks paksusega 20-25 m lasub 50-55 m sügavusel maapinnast. Veekompleksi piesomeetriline tase on 10-15 m sügavusel maapinnast. Veeekompleksi veejuhtivus on (p.a. U-9-3 andmeil) 35-40 m²/ööpäevas. Ubja asula põhjaosas ulatub veejuhtivus 50 m²/ööpäevas. Veekompleks on Ubja asulas põhiliseks ühisveevarustuse allikaks. Paljud kaevud asula piires on aga amortiseerunud (üle 30 aasta vanad) ja toimub ordoviitsiumi veekompleksi põhjavee segunemine ordoviitsiumi-kambriumi põhjaveega.

6. 2. Pinnavesi

Kaevandatavast karjäärialast ligi 2 km läänes voolab Selja jõgi ja ligi 5 km idas Kunda jõgi. Vahetult karjäärialalt idapiirile jääb Toolse (e. Andja) jõgi. Hüdrogeoloogilistel arvutustel on olulised Selja ja Kunda mattunud orud (Toolse mattunud org algab alles ca 3 km Ubjast kirde pool).

Selja jõgi on pikkusega 44 km ja valgalaga 410 km², Toolse jõgi vastavalt 23.9 km ja 84.7 km² ning Kunda jõgi 64.2 km ja 530 km². Selja jõe olulisemaks idapoolseks lisajõeks on 15 km pikkune Sõmeru jõgi (e. Kaarli oja) valgalaga 68 km². Selja jõgi voolab Arknast idas 10-12 m laiuses sängis sügavusega 1 kuni 2 m. Peale ca 10 m laiuse jõesängiga Sõmeru jõe suubumist laieneb Selja jõesäng 15-20 meetrini. Sõmeru jõe suubumiskohast ca 200 m põhja pool ja 100 m lõuna pool suubuvad jõkke maaparanduskraavid sügavusega 2.5 m ja laiusega 5 m. Vee sügavus mõlemas kraavis 1999.a. suvel oli max 30 cm ja kraavide suudmed ummistatud vanade kopratammidega. Raudteetammilt algav ja Ubja asulast 2 km lääne pool Selja jõkke suubuv maaparanduskraav oli 1999.a. suvel kuiv kogu ulatuses. Toolse jõgi on lähtest kuni Vanamõisa karjäärini süvendatud 1.5-2.5 m sügavuseks Koovälja magistraalkraaviks (suuremal osal - v.a. Soosaluse raba lääneserv - süvendatud aluspõhja). 1999.a. suvel



-  - Kukruse veekihi hüdroisohüpsid (abs. kõrgus, m)
-  - Lasnamäe - Kunda veekihi hüdroisopieesid (abs. kõrgus, m)
-  - puurkaev. Ülal puurkaevu nr., vasakul veejuhtivus ($m^2/\delta\phi$), paremal veetase maapinnast, m. Sulgudes toodud andmed Lasnamäe -Kunda veekihi kohta.
-  - Selja jõe mattunud org
-  - kaevandatud ala
-  - planeeritav Ubja karjäär
-  - Arkna veehaare (kambriumi - vendi veekompleks)

Tabel 6.1. Välitöödel mõõdetud põhjavee tasemed salvkaevudes ja puurkaevudes

Jrk. Nr	Talu, nimi	Vaatlus-punkti nr	Suue ümp, m	Sügavus, m	Veetase, m maast/ümp	Kuupäev, (1999.a.)	Märkused
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
1.	Kaevandus	4	58.5	12.0	4.1/54.4	30.06	Puurkaev
2.		5	58	-	3.9/54.1	30.06	Puurkaev
3.		9	62.5	5.6	5.3/57.2	30.06	(ülavesi) sk
4.		11	68.5	-	9.2/59.3	13.07	Puurkaev
5.		12	68	6.2 (sk)	Kuiv 6 m	13.07	Komb. Pk.
6.		14	66.5	3.3	2/64.5	13.07	Salvk.+ pk.
7.		15	60.5	5.0 (sk)	Kuiv 5 m	13.07	Komb. Pk.
8.		16	65	5.1	Kuiv	13.07	Salvk.+pk.
9.		19	61.5	-	3.8/57.7	13.07	Puurkaev
10.		20	63.5	14.0	Ca 7	13.07	Puurkaev
11.	Lepiku	22	64.5	14.0	4.9/59.6	13.07	Puurkaev
12.	Oidiku	23	65	20.0	6.3/58.7	13.07	Puurkaev
13.	Kirbu	25	66	19.0	-	13.07	Puurkaev
14.	Uueõue	26	69	10.0	-	13.07	Puurkaev
15.	Kelu (?)	27	66.8	6.1	5.9/60.9	13.07	Salvk.+pk.
16.	Härma	29	59.5	3.2	3.1/56.4	23.07	Salvkaev
17.		30	59	3.5	2.9/56.1	23.07	Salvkaev
18.	Võrno	31	56.5	ca 30	15.4/41.1	23.07	Puurkaev
19.	Innu	32	57.5	3,0	Kuiv	23.07	Salvkaev
20.	K. Lookmann	35	56	17 (-18)	11.9 ?/44.1	23.07	Puurkaev
21.	R. Kalm	36	54.5	5.7	2.3/52.2	23.07	Salvkaev
22.		38	68.5	2.9	2.3/66.2	23.07	(ülavesi) sk
23.		40	60	3.5	2.3/57.7	23.07	(ülavesi) sk
24.	Pilgi	41	62.5	11(-12)	3.4/59.1	23.07	(ülavesi) pk
25.	K. Tambek	43	64.5	3.0	2.4/62.1	19.08	(ülavesi) sk
26.	Kalevi	46	65.0	ca 20	-	19.08	Puurkaev
27.	Kauplus	47	63	ca 20	7.1/55.9	19.08	Puurkaev
28.	Väljaotsa	49	65	4.2	4.1/60.9	19.08	Salvkaev
				24	4-5		Puurkaev
29.	Kase	50	65.5	4.1	Kuiv	19.08	Salvkaev
				18	-		Puurkaev
30.	Raja	52	63.5	4.6	4.2/59.3	19.08	Salvkaev
31.		53	64	5.5	5.1/58.9	19.08	Salvkaev
32.	Keskuse	8	64.5	70	7.6/56.9	23.07	Puurkaev
33.	Aresi laut	17	64	30	7.6/56.4	23.07	Puurkaev

Tabel 6.1.

järg

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
34.	K. Blum	57	69	17	9.3/59.7	1989.a	Puurkaev
35.	Kohala	58	68	24	10.9/57.1	19.08	Puurkaev
36.		U-6	66.5	7.9	4.2/62.3	19.08	Puurauk
37.		U-8-2	63.83	7.7	7.4/56.4	19.08	Puurauk
38.		U-4	62.8	5.6	5.6/57.2	30.06	Puurauk
39.	Allika	33	58	16	Kuiv	23.07	Puurkaev
40.	Kadaka	34	59	2.3	Kuiv	23.07	Salvkaev

Märkus: 1) puurauk U-5 ja U-4 kokku varisenud (19.08 99.a.) sügavustel vastavalt 5.5 ja 4.5 m. Hüdrogeoloogiliste puuraukude kontrollmõõtmisel (6.10.1999.a.) puurauk U-8-2 kuiv (sügav 7.7 m), puurangu U-8-1 veetase 7.75 m (sügav 42.5 m), puurangu U-9-1 veetase 4.2 m (sügav 11.0 m), puurangu U-9-2 veetase 4.7 m (sügav 47.5 m), puurangu U-9-3 veetase 15.75 m (sügav 60.0 m). Kõik mõõdud maapinnast. Puurauk U-7 (suue 62.5-63 m ümp) rajati vana Ubja kaevanduse alal ja oli 1999. juunis kuiv lõppsügavuseni 5.8 m (Kukruse veekiht ei olnud täies ulatuses avatud).

2) vaatluspunktides 7, 21, 24, 28, 39, 42 ja 48 ei olnud käsipumbaga puurkaevudest võimalik veetaset mõõta ja samuti ei õnnestunud selgitada puurkaevude sügavust.

3) arvestades veetaseme langusi puuraukudes U-8-2 ja U-9-1 oktoobrikuuni ca 1 m võrreldes juulikuu pumpamiskatsete aegsete tasemetega, oleksid samavõrra sügavamad ka tabelis 6.1. toodud erakaevude põhjavee miinimumtasemed.

Tabel 6.2. Hüdrokeoloogiliste puuraukude andmestik

Jrk. nr.	Puur- augu nr.	Suue ümp., m Sügavus, m	Avatud Intervall, m	Veetase, m veetase ümp., m	Deebit, l/s Alandus, m	Eri- deebit, l/sxm	Veejuh- tivus T, m ² /ööp	Veekiht	Katsetamise kuupäev
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
1.	U-8-1	<u>63.95</u> 44.0	8.8-44.0	<u>7.15</u> 56.80	<u>7.56</u> 3.59	2.1	285	O ₂ ls-O ₁ kn	14.07. 99.a.
2.	U-8-2	<u>63.83</u> 8.0	2.15-8.0	<u>7.02</u> 56.81	-	-	ca 1290	O ₂ kk	14.07. 99.a.
3.	U-9-1	<u>ca 63.5</u> 11.0	6.75-10.3	<u>3.31</u> 60.2	<u>4.13</u> 0.12	34.4	ca 4150	O ₂ kk	15.07. 99.a.
4.	U-9-2	<u>ca 63.5</u> 49.0	12.6-49.0	<u>4.49</u> 59.0	<u>8.0</u> 5.39	1.48	264	O ₂ ls-O ₁ kn	19.07.99.a.
5.	U-9-3	<u>ca 63.5</u> 61.7	53.64-60.7	<u>15.74</u> 47.8	<u>2.55</u> 16.45	0.155	34	O-€	20.07. 99.a.
Varasemad (1970-1978.a.) puuraugud									
6.	9	<u>ca 53.5</u> 40.0	4.0-40.0	<u>1.25</u> 52.3	<u>11.76</u> 0.27	43.6	ca 5000	O ₂ ls-O ₁ kn	
7.	915	<u>60.47</u> 44.0	4.0-44.0	<u>3.08</u> 57.3	<u>2.82</u> 5.10	0.55	70	O ₂ kk+O ₂ ls- O ₁ kn	07.70.a.
10.	15A	<u>ca 51</u> 30.0	4.8-30	<u>2.73</u> 48.3	<u>11.8</u> 0.4	30.2	4000	O ₂ ls-O ₁ kn	12.78.a.
11.	Ubjä	<u>59.44</u> 60.0	4.5-60.0	<u>3.59</u> 55.85	<u>11.11</u> 3.91	2.84	400	O ₂ kk+O ₂ ls- O ₁ kn	06.78.a.
12.	E1	<u>64.0</u> 49.0	25.5-49.0	<u>3.11</u> 60.9	<u>4.88</u> 8.87	0.55	130	O ₂ ls-O ₁ kn	16.03. 92.a.
13.	E2	<u>63.6</u> 48.0	25.8-48.0	<u>2.78</u> 60.28	<u>5.40</u> 11.92	0.45	150	O ₂ ls-O ₁ kn	20.03.92.a.

Varasemad 1950.a. puuraugud

Tabel 6.2. järg

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
14.	21G	<u>66.33</u> 31.98	3.5-20.3	<u>3.28</u> 63.05	<u>16.68</u> 0.27	61.8	ca 8000	O ₂ kk	08.50.a.
		<u>66.33</u> 31.98	20.3-31.98	<u>3.38</u> 62.95	<u>2.67</u> 3.67	0.73	95	O ₂ ls-O ₁ kn	08.50.a.
15.	24G	<u>68.66</u> 27.74	7.8-17.0	<u>7.58</u> 61.08	<u>1.87</u> 2.0	0.94	122	O ₂ kk	10.50.a.
			17.0-27.74	<u>7.76</u> 60.90	<u>2.78</u> 3.0	0.36	47	O ₂ ls-O ₁ kn	10.50.a.
16.	1250	<u>66.98</u> 14.40	4.0-14.4	<u>5.90</u> 61.08	<u>2.22</u> 2.0	1.11	144	O ₂ kk	10.50.a.

Märkus: varasemate aastate puuraukude puhul pole näidatud ordoviitsiumi-kambriumi veekompleksi puurauke

Märkus: p/a 21G, 24G ja 1250 veejuhtivused arvutatud ligikaudsetena valemiga $T=130q$

Tabel 6.3. Tarbepuurkaevude andmestik

Jrk. Nr	Pass (puurkaev) Nr.	Asukoht	Suue, ümp., m	Sügavus, m	Veetase, m maast/ümp (kuupäev)	Deebit, l/s /alandus, m	Veejhtivus, T m ² /ööp	Puuri-mise aasta
Ordoviitsiumi-kambriumi veekompleks								
1.	A-301 B	Ubja	64	75	14.5/49.5 (11.64.a.)	3.3/7.0	61	1964.a
2	A-203 M	Ubja	58	70	4.8/53.2 (1956.a.) 11.9/46.1 (09.79.a.)	6.94/2.7	334	1956.a
3.	5365	Ubja Männiku l.	67.5	77	17.5/50.0 (01.84.a.)	3.3/20.3	21	1984.a.
4.	5860	Aluvere kool	66.7	105	34.5/32.2 (06.87.a.)	2.83/6.5	57	1987.a
Ordoviitsiumi veekompleks								
5.	1348	Sooaluse	65	60	10.4/54.6 (08.65.a.)	4.44/15.5	37	1965.a Likv.
6.	1577	Kaarli	67	45	4.9/62.1 (03.66.a.)	4.24/1.6	345	1966.a
7.	2181	Koovälja	67	45	5.85/61.1 (11.79.a.)	1.63/17.5	10	1968.a
8.	K37-94	Lõuta küla	65	20	4.0/61.0 (08.94.a.)	6.7/0.5	1740	1994.a
9.	188a	Essu l.	63	20	4.5/58.5 (09.90.a.)	2.8/13.0	28	1990.a
10.	188b	Essu l.	63	40	8.2/54.8 (09.90.a.)	5.6/13.3	55	1990.a
11.	- (vp.17)	Aresi laut	64	30	7.55/56.4 (07.99.a.)	- -	-	1950.a
Ordoviitsiumi ja ordoviitsiumi-kambriumi veekompleks								
12.	- (vp. 8)	Ubja keskuse kaev	64.5	70	7.6/56.9 (07.99.a.) 7.0/57.5 (09.79.a.)	- -	-	1955.a
13.	A-262 M	Kohala	72	70	8.6 /63.4 (11.57.a.)	1.67/0.5	434	1957.a
14.	1338	Aluvere	64	70	13.55/50.4 (03.65.a.)	6.67/18.2	48	1965.a

oli Toolse jõgi kogu ülemjooksu ulatuses kuiv, (niiske raudteetammi truubi juures) ning pidev vooluhulk moodustus peale Ubja vana kaevanduse allikast algava (läänepoolse) oja suubumist Toolse jõe sängi. Toolse jõe säng oli samas ulatuses kuiv ka 1999.a. oktoobris ning vett oli ca 10 cm vaid Kohala-Aluverre tee ristumisel Toolse sängiga. Soosaluse rabast Toolse jõeni on rajatud 1.5 km pikkune ja 2-2.5 m sügavune kuivenduskraav (aluspõhja), milline oli samuti kuiv kogu ulatuses. Pinnavee absoluutsed kõrgused Selja jões vähenevad 58.5 (59) meetritl ühinemisel Sõmeru jõega kuni 57.5 m Ubja asulast läänes (langus ca 0.5 m/km).

Vooluhulkasid 1999.a. suvel ei mõõdetud. Varasematest aastatest alates 1988.a. on olemas Geoloogia Instituudi jätkuvad Kunda tööstuspiirkonna veeseire mõõtmised (Kink, Reinsalu 1989; Kink, 1994, Metslang, 1999). Ubja vana kaevanduse allika vooluhulgad (vt. ptk. 6.4.) ulatusid minimaalsest 16,7 l/s 1997.a. septembris kuni kevadise suurvee 110 l/s-ni 1997.a. aprillis ja 118 l/s 1995.a. aprillis, keskmiselt 40 kuni 50 l/s. Ubja biotiigist 1999.a. suvel allikaveele juurdevoolu praktiliselt ei olnud (imbumine biotiikidest aluspõhja?), maksimaalne väljavool biotiikidest alla 1 l/s. 1988.a. mõõdeti eelnimetatud autorite poolt Toolse jõe vooluhulgad 1 km puuraugust U-9 põhja pool suvise miinimumi ajal 3.4 l/s kuni sügisese maksimumi 44.7 l/s. Nüüdseks on põhjaveelise toitumisega Toolse jõele mõjuma hakanud Kunda-Aru lõunakarjääri alangulehter.

1999.a. ilmastikule oli iseloomulik suur sademete hulk jaanuaris ja veebruaris (kahekordne norm) ning normilähedane märtsis ja aprillis. Vaatamata sellele oli maikuu puuraukude grupi U-9 läheduses Toolse jões vett vaid suuremate lompidenä ning pidev veevool praktiliselt puudus. Maikuu sademete hulk oli 40-50% normist ja juunis ligi 100%. Väga väike sademete hulk iseloomustas aga vahemikku juulist septembrini (25-50%). Sellega seoses olid ka pinnavete ja põhjavee tasemete kõikumised suuremad paljuaastastest.

Selja jõe (ja Sõmeru jõe enne suubumist Seljasse) vooluhulki oleks võimalik mõõta vaid kapitaalsete lävendite rajamisega (selleks on nad siiski liiga laiad) või mõõtmistega kummipaadist ja väikese diameetriga tiivikuga (arvestades väga aeglast voolust). Mõõtmiseks Selja jõe sillal Põdruse-Kunda teel on vaja (sügavam org) mitut inimest. Suvine mõõtmine otse jõest on välistatud pehmete sängisete tõttu.

Ligikaudse vooluhulga juurdekasvu Selja jões saab hinnata ENSV Hüdrometeoteenistuse ajutistel lävenditel vooluhulkade mõõtmise alusel (Hüdrogeoloogilised aastaraamatud 1971-1977). Mõõdeti vooluhulki Arknast kirdes (Sõmeru jõe suue) ja Muda külas (Põdruse-Kunda tee ristilt Selja jõega põhja pool). 11. 03. 1970.a. mõõdeti vooluhulgad vastavalt 0.56 ja 0.83 m³/s (juurdekasv põhjaveelise toitumise arvelt 270 l/s), 16. III 1973.a. vastavalt 1.03 ja 1.43 m³/s (juurdekasv 400 l/s). Ajutiste lävendite valgald olid 262 km² Arkna ajutisel lävendil ja 371 km² Muda küla lävendil. Nüüdseks on põhjaveeline toitumine ilmselt vähenenud. Arvutustel kasutati põhjaveelise toitumise mooduli väärtusena 3 l/sxkm² (Eipre, 1981, lk. 76 toodud väärtuseks 3.4 l/sxkm²).

Pinnavee keemiline koostis määrati Selja jõest (Männiku farmist läänes, allavoolu farmi sõnnikuhoiulatest ja läänekaldal tegutsevast sigalast). Jõe põhjaveelisele toitumisele viitab (lisa 8) vesinikkarbonaatse-kaltsiumilise vee mineraalainete sisaldus 0.55 g/l.

Geoloogia Instituudi teostatava Kunda tööstuspiirkonna veeseire käigus uuritakse Toolse jõe vee keemilist koostist allavoolu Ubja vanast kaevandusest 4 lävendil ning ka Kunda jõel (Sämi, Kunda mõis ja Lontova).

6. 3. Põhjavee keemiline koostis

Põhjavee keemilist koostist määrati välitöödel 14 veeprooviga üldkeemiliseks analüüsiks ja 2 prooviga fenoolide ja naftaproduktide sisaldusele. Proovid võeti valdavalt ordoviitsiumi veekompleksi rajatud puurkaevudest (9), allikast ja ühest salvkaevust. Lisaks ühest pinnasevee salvkaevust, ühest ordoviitsiumi-kambriumi veekihi puurkaevust ja Selja jõest. Analüüside tulemused on toodud lisas 8.

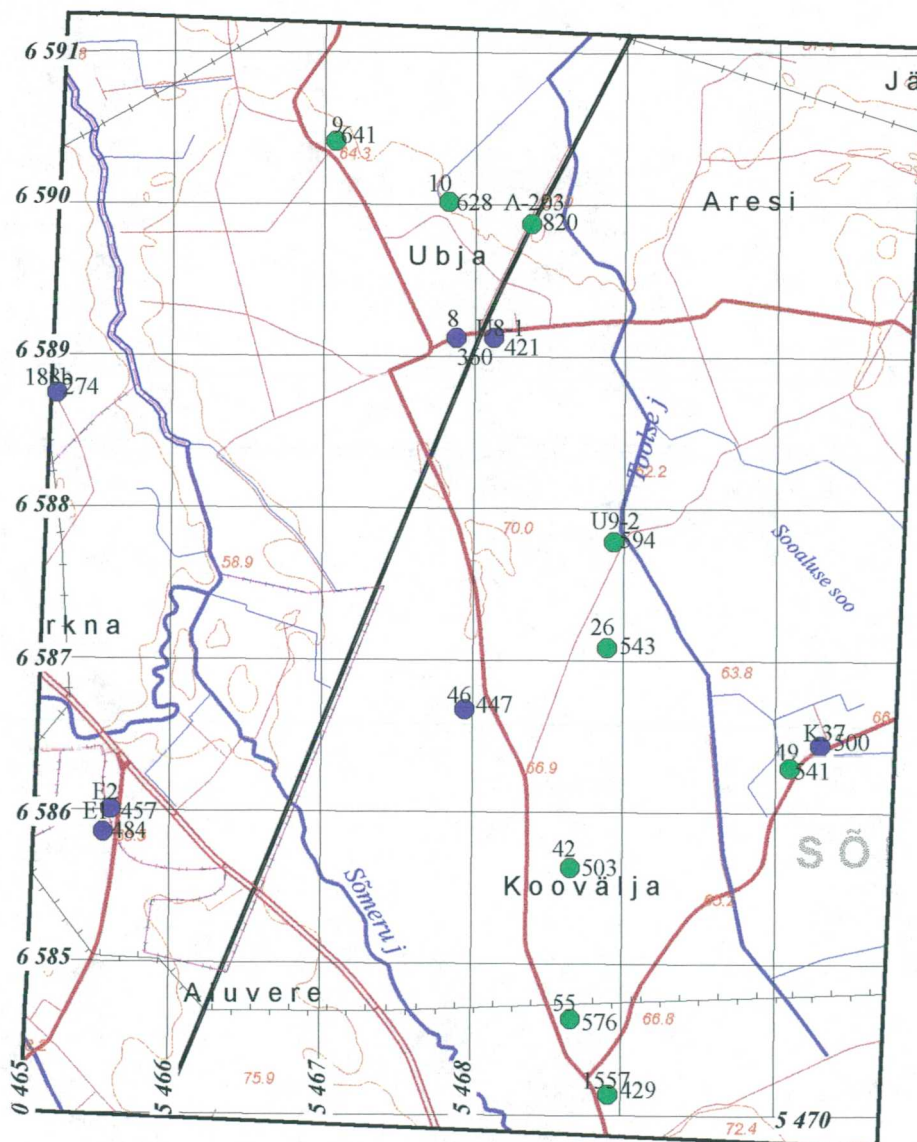
Kõigi karbonaatsesse kompleksi rajatud kaevude vesi on väga kare - kuni 9.5 mg-ekv/l, kusjuures vana kaevanduse salvkaevus ületub ka joogiveele lubatud karedus 10 mg-ekv/l (joonis 6.3.). Üldrauda sisaldus üle joogiveele lubatu (või sellele lähedastes sisaldustes) vaid Soosaluse uuringupuuraukudes U-9. Raua suuremad sisaldused on seotud ilmselt toitumise-ga idasse jäävast Soosaluse rabast. Sulfaate sisaldub ordoviitsiumi põhjavees valdavalt 100-200 mg/l ja kaeveväljast lõuna pool 30-80 mg/l (joonis 6.4.). Lämmastikühendeid ei sisaldu üle joogiveele lubatu. Suurim nitraatide sisaldus (lähedane lubatud piirsisaldusele 45 mg/l) oli Koovälja lauda puurkaevus - 42.3 mg/l. Sama puurkaevu vees sisaldus ka nitriteid 0.032 mg/l, ammoniumi 0.56 mg/l ning vee reostumisele viitas ka kloriidide sisaldus 61,7 mg/l. Kõigis ülejäänud proovides oli kloriidide sisaldus ordoviitsiumi veekompleksi vees vahemikus 18-30 mg/l.

Permanganaatne hapnikutarve (ei tohi ületada joogivee puhul 4.0 mg O/l) oli valdavalt 1-3 mgO/l ning ulatus kuni 4.5 mg O/l vaid uuringupuuraukudes U-9 (salvkaevu vp. 36 puhul - 9.6 mgO/l - oli proovitud kvaternaari vesi). Kõrgendatud Ca ja HCO_3 sisaldus on seotud kui-venduskraavide süvendamisega aluspõhja. Kloroformis lahustuvaid naftaprodukte sisaldus 1.87 mg/l puurkaevus U-9-1 ja 0.83 mg/l Ubja vana kaevanduse allika vees ning heksaanis lahustuvaid alla 0.3 mg/l (joogiveele lubatud sisaldus 0.05 mg/l.). Fenoole sisaldus mõlemas eeltoodud proovis alla 0.01 mg/l (normiga lubatud 0.0005 mg/l). Karjääri töösse rakendamisega kaasneb sulfaatide sisalduse kasv vees ja ca 2 aasta pärast vana kaevanduse käikudest põhjavee infiltreerumine uue karjääri suunas. Põhjavee bakterioloogilist seisundit töö käigus ei uuritud.

Ordoviitsiumi veekompleksi põhjavee keemiline koostis sõltub veevahetuse tingimustest. Põhjavesi on lõunas valdavalt HCO_3 -Ca-Mg-tüüpi ja Ubja asula ümbruses juba HCO_3 - SO_4 -Ca-Mg-tüüpi vees lahustunud mineraalainete üldsisaldusega 0.5-0.9 g/l (tabel 6.4., joonis 6.2.). Lasnamäe-Kunda veekihile on võrreldes O_2 kk veekihiga omane (eriti lõunaosas) veidi suurem mineraalainete üldsisaldus, üldkaredus ja sulfaatide sisaldus, kuna sadevete lahjendav mõju avaldub veekihile nõrgemini. Ordoviitsiumi-kambriumi veekompleksi vesi on aga ligi kaks korda väiksema mineraalainete üldsisalduse ning üldkaredusega ja valdab HCO_3 -Mg-Ca- või HCO_3 -Mg-Ca-Na-veetüüp. Veetüüp muutub ja vee mineraalsus suureneb põhjast lõunasse seoses veevahetuse tingimuste muutumisega (uuringuala piires veel muutumine ei avaldu).

6. 4. Veevarustus ja lähiümbruse karjääride mõju

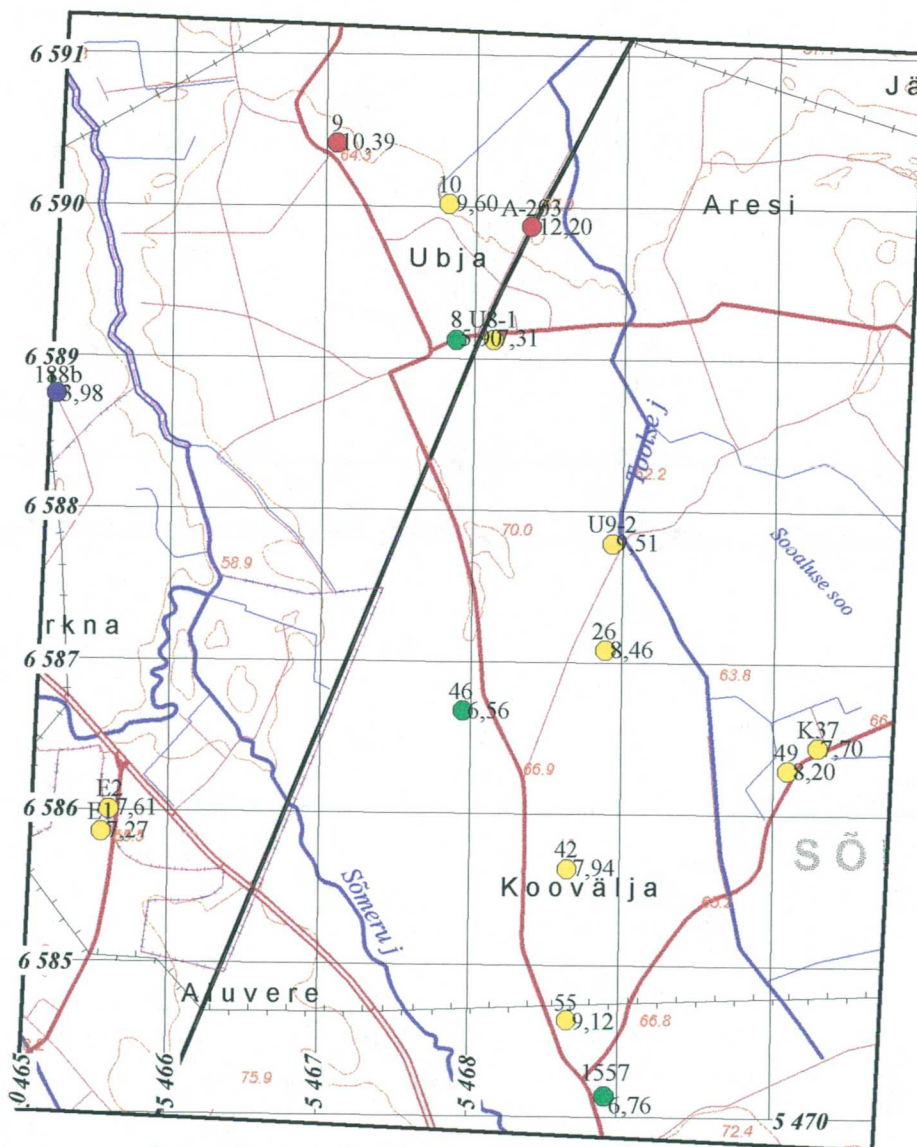
Põhjavee tarbimine Ubja asulas toimub valdavalt ordoviitsiumi-kambriumi veekompleksist. Keskuse 2-3-korruselisi elamuid varustab veega 70 m sügavune 1955.a. rajatud kaev, milline avab ka ordoviitsiumi veekompleksi. Passiandmed puurkaevul (vp. 8) puuduvad, kuid



- - vesi vastab väga hea joogivee standardile
 - - vesi vastab hea joogivee standardile
- 9
 0,56 - vaatluspunkti number ülal ja kuivjääk (mg/l) paremal

mõõtkava 1 : 50 000

Joonis 6.2. Ordoviitsiumi veekompleksi põhjavee kuivjääk veepunktides.



10



- - vesi vastab väga hea joogivee standardile
- - vesi vastab hea joogivee standardile
- - vesi vastab rahuldava joogivee standardile
- - vesi ei vasta rahuldava joogivee standardile
- 500 - vaatluspunkti number ülal ja üldkaredus (mg-ekv/l) paremal

mõõtkava 1 : 50 000

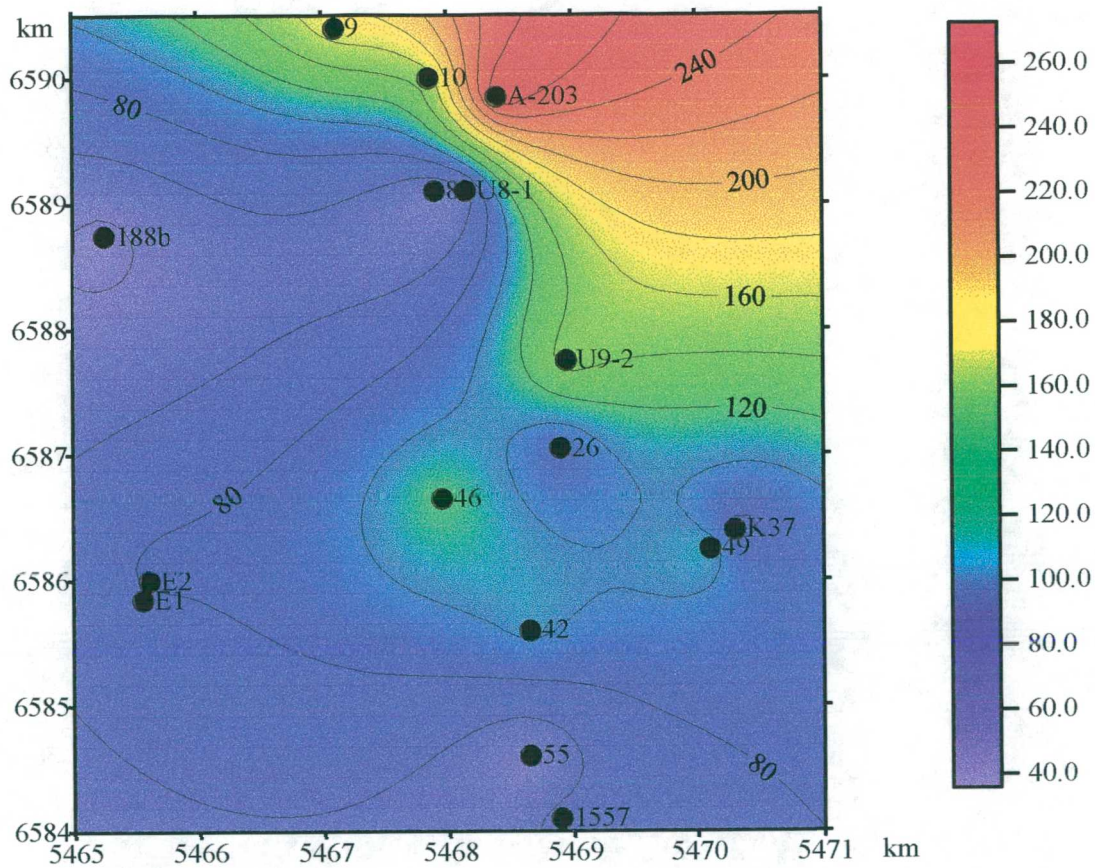
Joonis 6.3. Ordoviitsiumi veekompleksi põhjavee üldkaredus veepunktides.

Eesti Geoloogiakeskus
Geoloogiafond

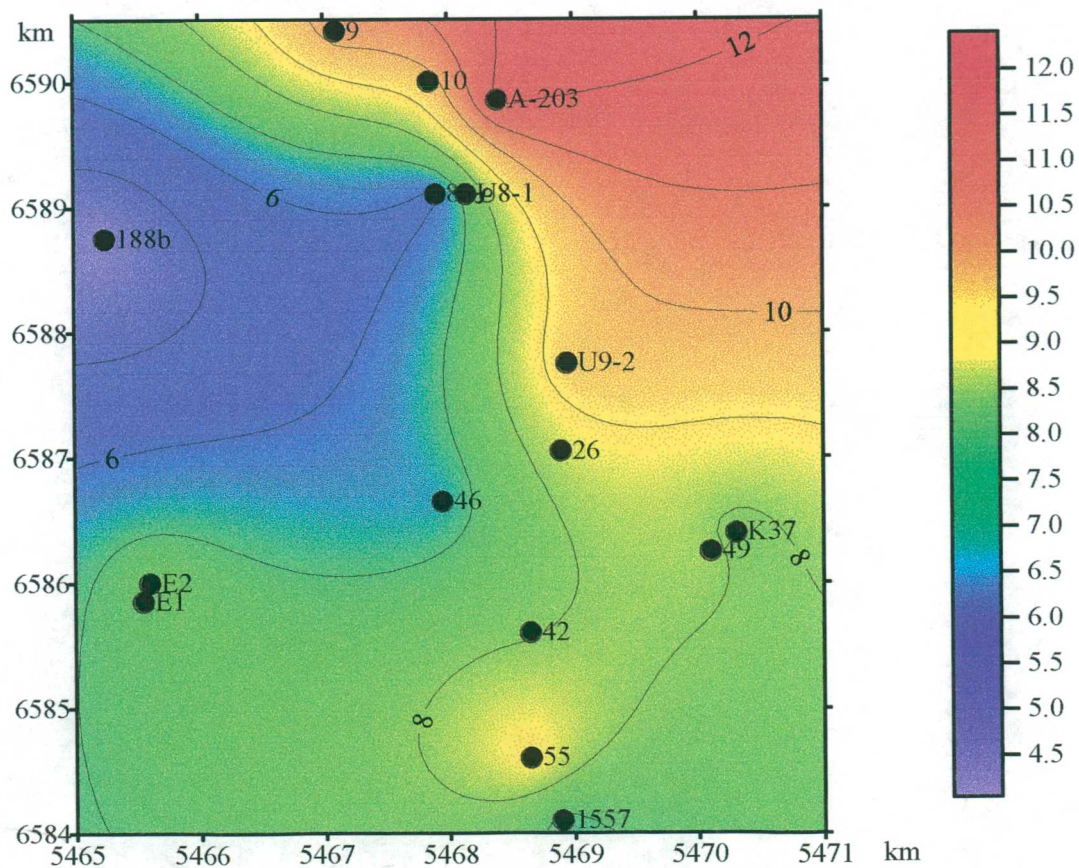
Inv. nr. 6369

31. 01. 2000.

a.



Joonis 6.4 Sulfaatide sisaldus ordoviitsiumi veekompleksi põhjavees (mg/l)



Joonis 6.5 Ordoviitsiumi veekompleksi põhjavee üldkaredus (mg-ekv/l)

Eesti Geoloogiakeskus
Geoloogiafond
Inv.nr. 6369
31.12.2000.

Tabel 6. 4. Vee keemilise koostise valemid välitöödel võetud veeproovides 1999. a.

Jrk. Nr.	Veepunkt	Valem	Anioonide sisaldus, mg/l			Proovimise kuupäev
			HCO ₃	SO ₄	Cl	
1.	Selja jõgi	Pinnavesi $M_{0.55} \frac{\text{HCO}_3 \ 66 \ \text{SO}_4 \ 18 \ \text{Cl} \ 11}{\text{Ca} \ 69 \ \text{Mg} \ 18 \ \text{Na} \ 11}$	298.9	64.2	29.1	19.08
2.	Vp. 36 – Vanamõisa	Kvaternaari veekompleks $M_{0.34} \frac{\text{HCO}_3 \ 87 \ \text{SO}_4 \ 12}{\text{Ca} \ 70 \ \text{K} \ 15 \ \text{Ca} \ 10}$	195.3	24.3	11.0	23.07
3.	Vp. 9 - Ubja	Ordoviitsiumi veekompleks $M_{0.88} \frac{\text{HCO}_3 \ 63 \ \text{SO}_4 \ 30}{\text{Ca} \ 77 \ \text{Mg} \ 16}$	451.5	170.8	29.1	23.07
4.	Vp. 10 – Ubja allikas	$M_{0.77} \frac{\text{HCO}_3 \ 64 \ \text{SO}_4 \ 30}{\text{Ca} \ 72 \ \text{Mg} \ 24}$	408.8	148.1	20.2	23.07
5.	Vp. 42 – Koovälja	$M_{0.64} \frac{\text{HCO}_3 \ 65 \ \text{SO}_4 \ 25}{\text{Ca} \ 64 \ \text{Mg} \ 32}$	347.8	104.9	27.3	23.07
6.	Vp. 49 - Lõuta	$M_{0.64} \frac{\text{HCO}_3 \ 64 \ \text{SO}_4 \ 26}{\text{Ca} \ 72 \ \text{Mg} \ 24}$	347.8	109.5	23.8	19.08
7.	Vp. 46 – Kalevi	$M_{0.54} \frac{\text{HCO}_3 \ 60 \ \text{SO}_4 \ 34}{\text{Ca} \ 81 \ \text{Mg} \ 14}$	268.4	120.6	14.5	19.08
8.	Vp. 26- Uueõue	$M_{0.72} \frac{\text{HCO}_3 \ 73 \ \text{SO}_4 \ 18}{\text{Ca} \ 66 \ \text{Mg} \ 25}$	421.0	82.1	22.0	01.09
9.	Vp. 55 – Koovälja	$M_{0.73} \frac{\text{HCO}_3 \ 66 \ \text{Cl} \ 18}{\text{Ca} \ 80 \ \text{Mg} \ 22}$	390.5	39.4	61.7	01.09
10.	1577 - Alu-vere	$M_{0.55} \frac{\text{HCO}_3 \ 71 \ \text{SO}_4 \ 18 \ \text{Cl} \ 11}{\text{Ca} \ 53 \ \text{Mg} \ 41}$	329.5	65.4	29.1	01.09
11.	U - 8 - 1	$M_{0.57} \frac{\text{HCO}_3 \ 78 \ \text{SO}_4 \ 15}{\text{Ca} \ 68 \ \text{Mg} \ 29}$	353.9	52.4	14.5	15.07
12.	U - 9 - 1	$M_{0.69} \frac{\text{HCO}_3 \ 63 \ \text{SO}_4 \ 31}{\text{Ca} \ 77 \ \text{Mg} \ 20}$	353.9	138.7	18.1	15.07
13.	U - 9 - 2	$M_{0.74} \frac{\text{HCO}_3 \ 64 \ \text{SO}_4 \ 31}{\text{Ca} \ 76 \ \text{Mg} \ 22}$	390.5	147.7	18.1	19.07
14.	U - 9 - 3	Ordoviitsiumi-kambriumi veekompleks $M_{0.44} \frac{\text{HCO}_3 \ 89}{\text{Mg} \ 41 \ \text{Ca} \ 39 \ \text{Na} \ 14}$	305.1	9.5	14.5	20.07
Lubatud piirisisaldus joogivees			-	500	350	

Märkus: 1) lisaks kasutatud analüüse puurkaevudest E2 ja 188a (Nõmmsalu, 1992),

A-203M (Vatalin, 1997) ja vp. 8 (Kink, 1994)

2) kuivjääk ja üldkaredus on toodud joonistel 6.2. ja 6.3.

manteldatud on vaid Kukruse veekiht (sügavveepump praegu sügavusel 15 m, üle 18 m sügavusele lasta ei ole õnnestunud). Lisaks tegutseb asulas sauna puurkaev A-203M (veevõtt väga väike), milline tarbib ordoviitsiumi-kambriumi veekompleksi, arvestades 1996.a. veeanalüüsi andmeid on avatud ka ordoviitsiumi veekompleks (Vatalin, 1997). Puurkaev A-301B ei tööta juba ca kaks aastat seoses põllumajandusühistu KEN pankrotiga (pumbamajasse mõõtma ei pääsenud, tarbib ordoviitsiumi-kambriumi veekompleksi). Asula läheduses (alla 2 km) tegutsevad AS Männiku farmi puurkaev (pass 5365), milline tarbib ordoviitsiumi-kambriumi veekompleksi ja ordoviitsiumi vett tarbiv Aresi noorloomalauda puurkaev (viimane töös peale mitmeaastast pausi). Andmed veetarbimise kohta ($\text{m}^3/\text{ööp.}$) on toodud järgnevas tabelis:

Tabel 6.5. Veetarbimine tarbepuurkaevudest Ubja asulas, $\text{m}^3/\text{ööp.}$

Jrk. Nr.	Asukoht	Pass Nr.	1995.a.	1996.a.	1997.a.	1998.a	1999.a
1.	Keskuse	—	43.0	41.6	35.9	36.7	36.2
2.	Männiku farm	5365	33.0	34.2	35.6	25.2	21.9
3.	Vana saun	A-203 M	6.0	0	1.1	1.1	0

Märkus: Aresi farmi puurkaevust veetarbimine ei ületa 1-2 $\text{m}^3/\text{ööpäevas}$.

Andmed pärinevad Lääne-Virumaa keskkonnaosakonnast (algandmed tuh. m^3/aastas).

Ubjust 3 km idas tegutseb Kohala endise võitööstuse puurkaev A-262M veetarbimisega alla 5 $\text{m}^3/\text{ööp.}$

Ubja endise raudteejaama käsipumbaga 37.8 m sügavust puurkaevu (pass A-43M) ei kasutata juba aastaid. Asulast idas paiknev Vanamõisa töölisasula sõjajärgne puurkaev - vp. 6 = pass 94 (lagunevas pumbamajas puurkaev ilmselt likvideerimata, veetorustiku jäägid kinnikaevatud) - pole enam tegutsenud peale Ubja vana kaevanduse likvideerimist. Kaevanduse enda vana peahoone - töökoja juures puurkaevu pole olnudki. Kohalike elanike andmeil pumbati vajalikku tehnilist vett kaevandusvete väljavoolukraavist-allikast (vp. 10).

Karjääri töösse rakendamisel jääb (konstruktsiooniprobleemid) esmalt kuivaks Keskuse (vp. 8) puurkaev ning tuleb ette näha ca 300 m sügavuse kambrium-vendi veekompleksi tarbiva puurkaevu rajamine Ubja asulas. Ordoviitsiumi-kambriumi veekompleksi kasutamise laiendamine põhilise joogiveeallikana Ubja asulas pole perspektiivne toitumise vähenemise tõttu ordoviitsiumi veekompleksist ja reostumisohu kasvu tõttu veetaseme alanemise tingimustes. Aresi küla põhjaosa salvkaevud (vp. 29, 30) ja madalamad puurkaevud (20, 22) jäävad ilmselt kuivaks uue alangulehtri ühinemisel Kunda-Aru lõunakarjääri alangulehtriga. Ubja asula lähemas ümbruses on arvukalt väiksemaid talusid (tabel 6.1.) ja suvekodusid, millised tarbivad ordoviitsiumi põhjavett (kõik alla 1 $\text{m}^3/\text{ööp.}$). Mäetööde levikuga taotletavast mäeeraldisest lõunasse jääksid kuivaks talukaevud vp. 26 ja vp. 14 (vp. 11 puurkaev avab ka $\text{O}_2\text{ls-O}_1\text{kn}$ veekihi) ning kogu uuringuala ammendamise ka vp. 27, 28, 46 ja 42 puurkaevud. Arkna ja Essu asulate tarbepuurkaevud jäävad Selja mattunud orust läände ja seega väljapoole planeeritava karjääri mõjuraadiust (lisa 12). Põhiline veetarbimine ühisveevarustuses toimub mõlemas asulas kambrium-vendi veekompleksist. Samuti ei ulatu uue karjääri mõju (vähemalt algusaastail) lõunapoolsete Aluvere tarbepuurkaevudeni 1338, 1577 ja vp. 55 (Koovälja laut).

Lisaks toimub ordoviitsiumi veekompleksi põhjavee äravool olemasolevatelt kaevandusaladelt. Vana Ubja põlevkivikaevanduse käikudest voolab vesi isevooluliselt (vp. 10-Ubja allikas) Toolse jõkke vooluhulgaga ligi 50 l/s=ca 4300 m³/ööp. (varasemate aastate vooluhulgad Kink 1993, 1995, Metslang, 1999 põhjal 39 l/s 08. 1989, 96 l/s 04.1993, 64 l/s 06.1994, 48 l/s 04.1998 ja 56 l/s 11. 1998.a.). Kolm km Ubja asulast kirdes paiknevast Kunda-Aru lõunakarjäärist pumbatakse pidevalt välja ca 25 tuhat m³/ööpäevas. Allpool on antud 5 viimase aasta jooksul välja pumbatud veekogused Kunda-Aru lõunakarjäärist:

Tabel 6.6. Kunda-Aru lõunakarjääri veetarbimine

Aasta	Välja pumbatud tuh.m ³ /aastas	Välja pumbatud tuh.m ³ /ööp.
1994	11 102	30.4
1995	9 343	25.5
1996	10 101	27.7
1997	8 139	22.3
1998	8 729	23.9

Andmed: "Lääne-Viru maakonna aastaraamat 1998" (arvestust peetakse pumpade töötund-võimsuse järgi).

Kunda-Aru lõunakarjääri tekitatud põhjavee taseme alangulehter ulatub Ubja-Aresi lõunaserva - Kohala jooneni (ca 4 km).

Ubja asulast 1 km kirdes paiknev 1920-ndate aastate Vanamõisa põlevkivikarjäär jääb Kunda-Aru alangulehtri piiresse (kogu sügavuses aeratsioonivöös ja drenib vaid Aresi ümbruse kvaternaari veekompleksi).

6. 5. Hüdrogeoloogiliste parameetrite arvutus

Hüdrogeoloogilistest parameetritest määrati katsepumpamise tulemuste põhjal vee-kihtide veejuhtivus. Veejuhtivus määrati kõigil võimalikel juhtudel grafoanalüütiliselt (graaf. lisa 15) graafikuil $S=f(lgt)$ ja $S^*=f(lgt)$. Survetu O₂kk veekihi iseloomustamiseks tuli kasutada analüütilist meetodit. Seejuures p.a. U-8-2, kus veesammas puuraugus oli vaid 90 cm, tuli kasutada ekspress-valamiskatse andmeid. Lühiajalise katse ja kiire stabiliseerumise tõttu sai kasutada vaid valamiskatse alguse andmeid. Võttes ajamomendid t_2 ja t_1 vastavalt 10 ja 3 minutit katse algusest ja neile vastavad veetaseme muutused S_2 ja S_1 71 ja 68 cm, saame valemiga

$$T = \frac{0.183Q}{S_2 - S_1} \times \lg \frac{t_2}{t_1} = \frac{0.183 \times 3.5 \times 86.4}{0.71 - 0.68} \times \lg \frac{10}{3} = 1291 \text{ m}^2/\text{ööp.}$$

Pumpamiskatsel p.a. 9-1 saadi taseme stabiliseerumisel alanduseks vaid 12 cm ning vaatlusaugud praktiliselt ei reageerinud. Lisaks moonutas veetaseme muutumist pumpamise käigus aluspõhja süvendatud kraavi juhitud vesi ja juba ligi ühe tunni möödudes saavutati kunstlik stabiliseerumine vee überpumpamisega kraavist. Veejuhtivuse analüütiliseks määramiseks kasutati tasememuutusi ajahetkedel $t_1 = 3$ min ja $t_2 = 55$ min. Ligikaudne veejuhtivus arvutati

$$T = \frac{0.183Q}{S_2 - S_1} \times \lg \frac{t_2}{t_1} = \frac{0.183 \times 4.1 \times 86.4}{0.15 - 0.13} \times \lg \frac{55}{3} = 3241 \times 1.28 = 4148 \text{ m}^2/\text{ööp.}$$

Arvestades väga väikesi alanduste vahesid võib määrangu täpsuses olla viga mitmekordne. Kuna vaatlusaugud praktiliselt ei reageerinud (3-4 cm alandus kohe pumpamise

esimese minutiga siiski mõõdetud), ei saanud ka koostada kõige usaldusväärsemaid tulemusi andvaid graafikuid $S = f(lgr)$ ja $S = f(lg \frac{r_2}{r_0})$. Samadel põhjustel ei saanud arvutada ka Kukruse veekihi tasemejuhtivust. Ligikaudse veejuhtivuse arvutus Kukruse veekihile p/a U-9-1 vaatlusaugu U-9-5 põhjal annab

$$T = \frac{0.366Q}{S_0 - S_2} \times \lg \frac{r_2}{r_0} = \frac{0.366 \times 4.13 \times 86.4}{0.15 - 0.04} \times \lg \frac{32}{0.065} = 3205 \text{ m}^2/\text{ööp.}$$

Kasutati mõõtmistulemust 6-7 minuti möödumisel pumpamise algusest, mil kuiva Toolse jõe sāngi juhitud pumpamisvesi ei mõjutanud veel tasemete alanemist. Arvestades määrangute ebatāpsust lähtutakse arvutustel siiski suuremast määratud vārtusest (4148 m²/ööpäevas) puuraukude grupile U-9.

Arvutuste puhul on kasutatud 1978.a. määratud "a" vārtust "Ubja" puuraukude grupist 5x10⁴ m²/ööp (Perens, Lang, 1979 v.k.). Viimane vārtus oli aga määratud puuraukudest, millised avasid kogu karbonaatse kompleksi.

Ordoviitsiumi-kambriumi veekompleksi veejuhtivus saadi keskmisena (graaf. lisa 15) 35-44 m²/ööp, milline on vāga lähedane eelpool mārgitud "Ubja" puuraukude grupis 1978.a. määratule 50 m²/ööp.

Kokkuvõtvalt on katsetōodega māaramata pōhilise, O₂kk, veekihi usaldusvārsed parameetrid.

6. 6. Pōhjavee juurdevoolu arvutus karjāāri

Peamiseks vāljapumbatavate kaevandusvete allikaks on pōhjavesi. Ordoviitsiumi veekompleksi pōhjavesi pumbatakse karjāārialal vālja kuivendamise eesmārgil kogu Kukruse veekihi paksuses. Lasnamāe-Kunda veekihis toimub vāljapumpamisega surve alandamine ning veekihi toitumise halvenemine, millega kaasneb alangulehtri levik. Karbonaatse kompleksi ūlemisele ca 10 m paksusele osale on iseloomulik veejuhtivuse pindalaline vāga suur kōikumine.

Arvutused on tehtud eraldi praktiliselt survetu Kukruse veekihi ja nōrgalt survealise Lasnamāe-Kunda veekihi kohta, arvestades lisatoitumist sademeist ja Selja jōe poolt. Keskmised pōhjaveetasemed ja tulenev Kukruse veekihi paksus on vōetud seisuga 06.-07. 1999 (oktoobrini alanes pōhjavee tase Kukruse veekihis veel 0.9-1 m vōrra).

Keskmised arvutuslikud hūdrogeoloogilised parameetrid māārati jārgmiste katsepumpamiste (U-8-2 valamiskatse) tulemuste alusel (graaf. lisad 13, 14):

Tabel 6.7. Katsepumpamiste tulemuste tabel

Veekiht	Alandus S, m	Deebit Q, l/s	Veejuhtivus T, m ² /ööp.	Puurkaevu Number
O ₂ kk 1).	0.61	3.5	1291	U-8-2
2).	0.12	4.13	4148	U-9-1
O ₂ ls-O ₁ kn 1).	3.59	7.56	285 ja 272	U-8-1
2).	5.39	8.00	264 ja 372	U-9-2

Toodud veejuhtivuse parameetritest on usaldusväärsed O_2ls-O_1kn veekihi veejuhtivused, mille arvutuslikuks keskmiseks on võetud $300 \text{ m}^2/\ddot{o}p$. Kukruse veekihi veejuhtivus on määratud analüütilisel meetodil ja kahe määranu keskmist $2720 \text{ m}^2/\ddot{o}p$, milline on saadud ekspress-valamiskatsel p.a. U- 8-2 ja mitte küllaldase staatilise veepinna alandusel (nõutav ca 1 m) p.a. U-9-1, on kasutatud ka arvutusel (tegelik veejuhtivus on ilmselt väiksem). Kukruse veekihi paksuseks (H) on võetud 0.7 m uuringuala põhjapiiril (p.a. U-8-2) ja 12.9 m lõunapiiril (p.a. U-6) ning arvutuslikuks keskmiseks karjäärialale 6.8 m. Suhteliseks veepidemeks on 15-16 m paksune Uhaku lade. Ordoviitsiumi veekompleksi alumise - Lasnamäe-Kunda - veekihi paksus on 20 m. Ordoviitsiumi põhjavee regionaalne voolusuund on edelast kirdesse ja põhjaveevoolu looduslik kalle Lasnamäe-Kunda veekihi on 0.0017-0.002 (kasvades Ubja asula lõunapiiril Kunda-Aru alanduslehtri mõjul 0.003-ni).

Tabel 6.8. Põhjavee juurdevoolu arvutuseks kasutatud parameetrid:

Veekiht	k, m/ $\ddot{o}p$.	H, m	S, m	R, m	r, m	T, m ² / $\ddot{o}p$.	a, m ² / $\ddot{o}p$.
O_2kk	400	6.8	6.8	2250	180 - 600	2720	-
O_2ls-O_1kn	15	20	Ca 7	6 408 - 20 250	180 - 600	300	5×10^4

Toodud parameetrid on uuringuala keskmised ja iseloomustavad kavandatava mäeeraldise lõunapiiri (r ja R maksimaalsed väärtused kogu mäeeraldise kaevandamise puhul).

Põhjavee juurdevool ordoviitsiumi veekompleksist on arvutatud valemiga

$$Q = 1.366 \frac{k(2H - S) \times S}{\lg R - \lg r}$$

survetule Kukruse veekihile ja valemiga

$$Q = \frac{2.73 \times T \times S}{\lg R - \lg r}$$

survelisele Lasnamäe-Kunda veekihile. Valemis H =veesamba kõrgus (alumisest suhtelisest veepidemest staatilise veetasemeni), m.

S = veetaseme alanemine, m; R = mõjuraadius, m; r = nn. "suure kaevu raadius", m;

k = filtratsioonimoodul, m/ $\ddot{o}p$.

Alandus S = Kukruse veekihi paksusega (kuivendatakse kogu veekiht). Lasnamäe-Kunda veekihil on surve langus tinglikult võrdsustatud alandusega O_2kk veekihi.

Mõjuraadius R on Kukruse veekihil võrdne ligikaudse kaugusega Selja jõest. Läänes on mõjuraadiuse piiriks Selja jõe ürgorg ($Q = \text{const}$) kaugusega kaevandusala keskmest 1300-1500 m, idas Kunda jõe ürgorg ($Q = \text{const}$) kaugusega 3000-4000 m, põhjasuunas Kukruse veekihi levikupiir ($H = \text{const}$) Ubja vana kaevanduse allikani ja Aresi küalani - 1000-1500 m ning lõunasuunas Sõmeru rikkevöönd ($H = \text{const}$) kaugusega ca 3000 m. Keskmise mõjuraadius võeti väärtuste aritmeetilise keskmisena 2250 m. Lähedase väärtuse saame ka arvutustel kasutatud toiteala puhul $F=20 \text{ km}^2$ valemiga

$$R = \sqrt{\frac{F}{\pi}}$$

Lasnamäe-Kunda veekihil arvutati mõjuraadius valemiga $R=1.5 \sqrt{aT}$.

r on võetud kaugusena uue karjääri keskmest esimese hüdroisohüpsini (tinglikult kaevandava maa-ala suurim raadius keskmest) valemiga

$$r = \sqrt{\frac{F}{\pi}}, \text{ kus } F \text{ oleks väljatöötatud pindala. } r \text{ väärtused on ümardatud täiskümnetesse.}$$

Filtratsioonimoodul k on arvatud Kukruse veekihi puhul keskmise veejuhtivuse T jagamisel keskmise veekihi paksusega 6.8 m. Lähedase väärtuse saame ka alapeatükis 6.5. vaatlusaugu U-9-5 põhjal määratud veejuhtivuse 3205 m²/ööp. jagamisel veekihi paksusega 7.7 m (= 415 m/ööp.).

Kõigi arvutuste puhul lisandub saadud põhjavee juurdevool sademete arvelt ja "looduslik" juurdevool.

"Looduslik" juurdevool arvatuna maksimaalsele ca 20 km² toitealale Kukruse veekihi puhul oleks:

$Q = \gamma x F$, γ = põhjaveelise toitumise moodul 3 (-4) l/sxkm² Selja jõe basseinis. F = toiteala, km². $Q = 3 \times 20 = 60$ l/s = 5184 m³/ööp. Saadud väärtus on lähedane vana Ubja kaevanduse allika deebitile.

Toitumine sademeist 2,88 km² ehk ca 3 km² uuringuala puhul oleks 3 km² x 196 mm = 588 tuh.m³ aastas = 1611 m³/ööp.

Sademete normist 652 mm aastas (Kunda meteopost) moodustab põhjavee toitumiseks minev osa 30-35%. Sama protsendi saame ka lahutades sademeist aurumisele mineva osa 456 mm (196 mm = 30%). (Perens, Talve, 1979).

Arvestades tootmise planeeritava algusega tulevase mäeeraldise loodeosas ja mahuga ca 10 ha aastas oleks esimese aasta puhul $r=180$ m ja $H=S=2$ m. Põhjavee juurdevool moodustaks Kukruse veekihist

$$Q_1 = \frac{1.366 \times 400 \times (4-2) \times 2}{\lg 2250 - \lg 180} = \frac{1.366 \times 400 \times 4}{3.35 - 2.26} = \frac{2186}{1.09} = 2006 \text{ m}^3/\text{ööp.}$$

ja Lasnamäe-Kunda veekihist

$$Q_{1a} = \frac{2.73 \times 300 \times 2}{\lg 6408 - \lg 180} = \frac{1638}{3.82 - 2.26} = 1050 \text{ m}^3/\text{ööp.}$$

Summaarne vee juurdevool (lisades toitumise sademeist ja "loodusliku" toite):

$$Q = 2006 + 1050 + 5184 + 1611 = 9851 \text{ m}^3/\text{ööp.} = 410 \text{ m}^3/\text{h.}$$

Teise aasta lõpuks oleks väljatöötatud ala 20 ha puhul põhjavee juurdevool Kukruse veekihist

$$r = 250 \text{ m ja } H = S = 2 \text{ m puhul}$$

$$Q_2 = \frac{1.366 \times 400 \times (4-2) \times 2}{\lg 2250 - \lg 250} = \frac{2186}{3.35 - 2.40} = 2300 \text{ m}^3/\text{ööp.}$$

ja Lasnamäe-Kunda veekihist

$$Q_{2a} = \frac{2.73 \times 300 \times 2}{\lg 9060 - \lg 250} = \frac{1638}{3.98 - 2.40} = 1064 \text{ m}^3/\text{ööp.}$$

Summaarne põhjavee juurdevool teise aasta lõpuks oleks

$$Q = 2300 + 1064 + 5184 + 1611 = 10159 \text{ m}^3/\text{ööp.} = 423 \text{ m}^3/\text{h.}$$

Kolmanda aasta lõpuks oleks väljatöötatud ala ca 30 ha, $r = 310$ m ja $H = S = 3$ m ning põhjavee juurdevool Kukruse veekihist

$$Q_3 = \frac{1.366 \times 400 \times (6-3) \times 3}{\lg 2250 - \lg 310} = \frac{4918}{3.35-2.49} = 5719 \text{ m}^3/\text{ööp.}$$

ja Lasnamäe-Kunda veekihist

$$Q_{3a} = \frac{2.73 \times 300 \times 3}{\lg 11098 - \lg 310} = \frac{2457}{4.06-2.49} = 1565 \text{ m}^3/\text{ööp.}$$

Summaarne põhjavee juurdevool kolmanda aasta lõpuks oleks

$$Q = 5719 + 1565 + 5184 + 1611 = 14\,079 \text{ m}^3/\text{ööp.} = 587 \text{ m}^3/\text{h.}$$

Viienda aasta lõpuks oleks väljatöötatud ala ca 50 ha, $r = 400$ m ja $H = S = 4$ m ning põhjavee juurdevool O₂kk-st.

$$Q_5 = \frac{1.366 \times 400 \times (8-4) \times 3}{\lg 2250 - \lg 400} = \frac{8724}{3.35-2.60} = 11\,632 \text{ m}^3/\text{ööp.}$$

ja Lasnamäe-Kunda veekihist

$$Q_{5a} = \frac{2.73 \times 300 \times 4}{\lg 14329 - \lg 400} = \frac{3276}{4.17-2.60} = 2086 \text{ m}^3/\text{ööp.}$$

Summaarne vee juurdevool viienda aasta lõpuks oleks

$$Q = 11\,632 + 2\,086 + 5184 + 1611 = 20\,513 \text{ m}^3/\text{ööp.} = 855 \text{ m}^3/\text{h.}$$

Kõik need vee juurdevoolu hulgad on ligikaudsed, kuna veejuhtivus (ja tulenevalt siit ka "k" väärtused) on määratud vaid Koovälja peakraaviga süvendatud Toolse jõe ülemjooksul, kus veeandvus on tõenäoliselt suurem kui enamusel uuringuväljast. Karjääri projekteeritaval alal (ka varasemaist aastaist) hüdrogeoloogilisi katsepumpamisi pole teostatud. Piesojuhtivuse (ja tasemejuhtivuse) väärtusi pumpamistega üksikpuuraukudest ei saa usaldusväärselt määrata.

Eelpooltoodud põhjavee juurdevoolu väärtused on võrreldavad Ubja vana kaevanduse mõõdetud kaevandusvete vooluhulkadega aastail 1947-1953.

Vana Ubja kaevanduse mõõdetud vooluhulgad ulatusid siis (Gazisov, 1954) 340 m³/h esimesel aastal kuni 780 m³/h viimasel aastal (aasta keskmised) ning juulikuus samadel aastatel vastavalt 230 m³/h ja 600 m³/h. Juulikuu andmed on toodud võrdlusena, kuna hüdrogeoloogilised parameetrid ja veetasemed on määratud 1999.a. juulikuu seisuga. Tuleb aga arvestada, et väljatöötatud pindala moodustas 1953.a. ca 120 ha.

Hüdrodünaamiline meetod ei nõua toitumise (ka jõe poolt) arvutamist eraldi, vaid meetodi aluseks olevad diferentsiaalvõrrandid arvestavad varude täienemist eksploateerimisel. Kasutades valemit

$$Q = \frac{4\pi T \times S}{\ln \frac{6.12at}{r^2}}$$

lisandub varasemates arvutustes kasutatud parameetritele t = päevade arv eksploateerimise algusest.

Esimese aasta lõpuks moodustaks juurdevool Kukruse veekihist

$$\frac{68326}{\ln 3447} = 8389 \text{ m}^3/\text{ööp. ja Lasnamäe-Kunda veekihist } \frac{7536}{\ln 3447} = 925 \text{ m}^3/\text{ööp.}$$

Teise aasta lõpuks moodustaks juurdevool Kukruse veekihist

$$\frac{68326}{\ln 3574} = 8352 \text{ m}^3/\text{ööp. ja Lasnamäe-Kunda veekihist } \frac{7536}{\ln 3574} = 921 \text{ m}^3/\text{ööp.}$$

Kolmanda aasta lõpuks moodustaks juurdevool Kukruse veekihist

$$\frac{102\,490}{\ln 3485} = 12\,566 \text{ m}^3/\text{ööp. ja Lasnamäe-Kunda veekihist } \frac{11\,304}{\ln 3485} = 1386 \text{ m}^3/\text{ööp.}$$

Viienda aasta lõpuks moodustaks juurdevool Kukruse veekihist

$$\frac{170\,816}{\ln 3586} = 20\,941 \text{ m}^3/\text{ööp. ja Lasnamäe-Kunda veekihist } \frac{18\,840}{\ln 3586} = 2310 \text{ m}^3/\text{ööp.}$$

Arvestades juurdevoolava põhjavee hulga m^3/h ., saame tabelis 6.9. toodud väärtused.

Analoogiameetodit saab kasutada võrdlusel vana Ubja kaevandusega. Kuni 1929.a. toimus Ubjas põlevkivi avakaevandamine. 1929.a. rajati esimene kaldkaeveõõnsus (stoll) ja 1931. a. alustati maa-alust kaevandamist. Väljapumbatud kaevandusvee andmestik on olemas vahemikust 1947.-1953.a. (tabel 6.10.). 1947.a. oli välja töötatud kaevandusala (kirdes) pindala 47 ha ja kaevandusvee väljavool toimus isevooluga $0.07\text{--}0.15 \text{ m}^3/\text{s}$ (Kotkas jt., 1948). Analoogiat võimaldab kasutada kaevandusvete isevooluline väljavool vanast Ubja kaevandusest samas suurusjärgus 1947. aastaga. Vahemiku 1947.-1953.a. kohta puuduvad aga andmed veetaseme alanemise kohta ja ligikaudne taseme alanemine on võetud tolleaegse hüdroisohüpside kaardi alusel (Kotkas jt., 1948) ning arvestades kogu tootsa kihi kuivendamist.

Analoogiameetodil arvutatakse väljapumbatava kaevandusvee hulk valemiga

$$Q = \frac{H}{H_1} \times \frac{F}{F_1} \times Q_1, \text{ kus } H \text{ ja } F \text{ on veetaseme alanemine rajataval kaevealal ja}$$

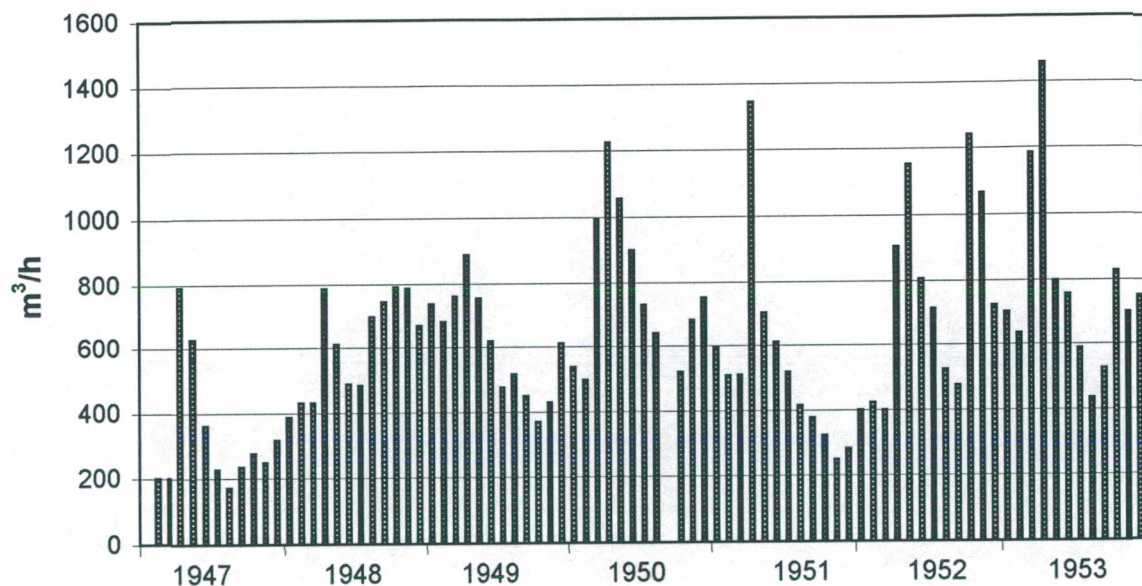
rajatava kaeveala pindala ning H_1 ja F_1 sama väljatöötatud kaevealal, millist kasutatakse analoogina. Q_1 on välja pumbatud kaevandusvee hulk analoogina kasutatud kaevealal.

47 hektariliselt väljakaevandatud alalt 1947.aastaks toimus edasine pindala juurdekasv 8-10 ha aastas. Siit tulenevalt on arvestatud esimese (1947.) aasta pindala ca 50 ha ja edasised pindalad 10 ha suurematena. Veetaseme alanemised on võetud 0.5 m 1947.a., 1.0 m 1948.a., 1.5 m 1949.a. ja maksimaalsena 2 m 1951.a.

Eelpooltoodud valemi põhjal saame võimalikud väljapumbatavad veekogused uuel Ubja karjääril (H ja väljatöötatud ala suurus samad, mis varasemates arvutustes) $272 \text{ m}^3/\text{h}$ esimesel tegutsemisaastal kuni $520 \text{ m}^3/\text{h}$ kolmandal aastal ja viiendal aastal ulatuks väljapumbatav veehulk juba $777 \text{ m}^3/\text{h}$. Allpool tabelis 6.9. on toodud ümardatud väärtused.

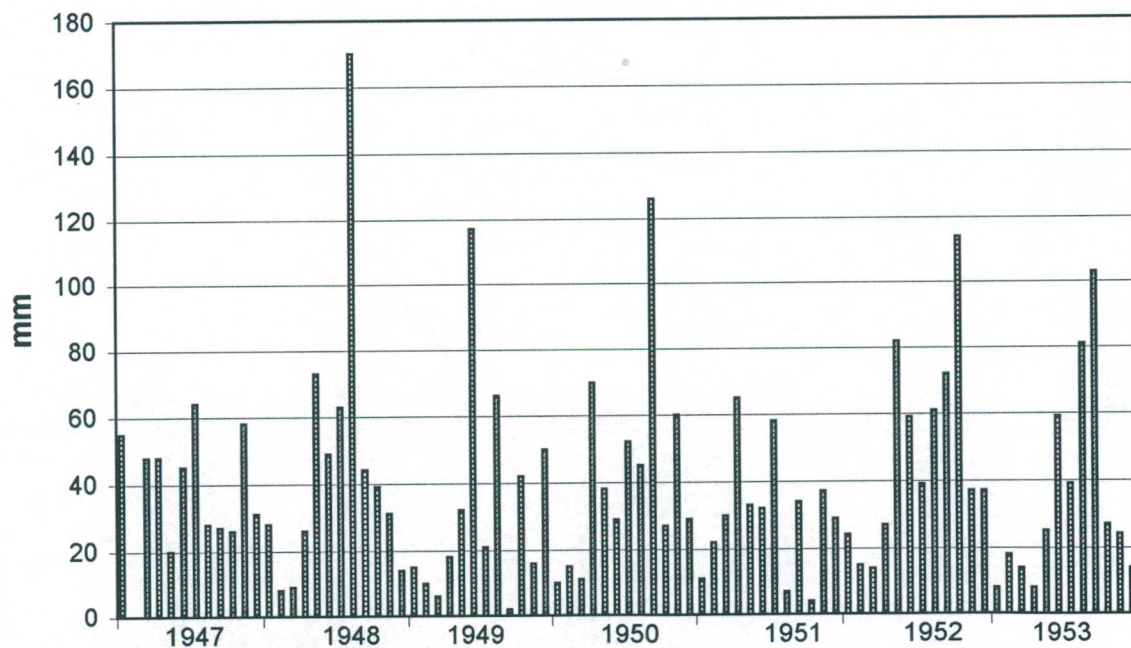
Analoogiameetodil arvutatud tulemuste puhul tuleks aga arvestada, et 1947. ja 1951.a. keskmised väljapumbatud veehulgad on saadud paljuaastasest keskmisest väiksema sademete hulgaga aastail (joonis 6.6.). Otsest pumbatud kaevandusvee koguste sõltuvust sademeist näitab (joonis 6.6.) see, et väga sademerikka sügise alguse puhul 1948. ja 1952. a. ületasid väljapumbatud veekogused oktoobris isegi aprillikuu keskmise. Arvutades analoogiameetodiga juurdevoolu kogu **mäeeraldise kaevandamise lõpuks** lähtume veetasemest Ubjas ca 60 m 20.-aastail ja alandusest ca 5 m. Kogu väljatöötatud ala 126 ha võrdluses uue mäeeraldise 152 ha-ga ($H=6.8 \text{ m}$, tabel 6.8.), saame vana kaevanduse $778 \text{ m}^3/\text{h}$ juurdevooluga (tabel 6.10.) juurdevooluks uuele karjäärile $1270 \text{ m}^3/\text{h}$.

Vooluhulk



12

Sademed



Joonis 6.6. Vana Ubja kaevanduse keskmised väljapumbatud veekogused (Gazizov, 1954) ja sademete hulk Kunda meteoposti andmetel.

Eesti Geoloogiakeskus
Geoloogiafond

Inv. nr. 6369

31. 01. 2000.

a.

Tabel 6. 9. Võrdlevad aastakeskmised põhjavee juurdevoolu hulga karjäärialale (m³/h).

Aastad (ekspluatatsiooni algusest)	Hüdrodünaamiline meetod	Analüütiliselt F=20 km ²	Analoogia-Metod
1 a.	388	410	270
2 a.	386	423	410
3 a.	581	587	520
5 a.	969	855	780

Kaevandusvete juurdevoolu arvutusel on piiratud perioodiga viis aastat, kuna Eesti põlevkivibasseini kaevanduste töökogemuse põhjal toimub esimese 3-4 aastaga vooluhulkade stabiliseerumine ning parameetri "r" osatähtsus muutub minimaalseks.

Kõik arvutatud vooluhulgad kujutavad aasta keskmisi. Kevadise suurvee perioodil toimub ka kaevandusvete hulga hüppeline tõus. Maksimaalsed aprillikuu ja maikuu alguse vooluhulgad saab arvutada analoogia põhjal varem tegutsenud Ubja vana kaevandusega. Maksimaalsed ööpäevased vooluhulgad (aprillis) erinesid seal aasta keskmisest ööpäevastest ca 2.5 korda ning maksimaalsete ja minimaalsete ööpäevaste vooluhulkade erinevus (aastasiseselt) oli 2.8 kordne algusaastail kuni 4.3 kordne 1953.a. Anomaalsel 1951.a. erines maksimaalne (11-12. aprill) vooluhulk keskmisest 4.6 korda ja minimaalsest mõõdetust 10.3 korda (Gazisov, 1954). Arvestades eeltoodut ulatuksid aprillikuus (kuni mai algus) **maksimaalsed võimalikud vooluhulgad** uuringualal ca 1000 m³/h. esimesel aastal kuni 2400 m³/h viiendaks aastaks (aluseks hüdrodünaamilise meetodiga saadud väärtused). Väga sademeriikastel aastatel tuleks kevadise suurvee puhul arvestada võimalike ööpäevaste vooluhulkadega ca 3000 m³/h. Minimaalsed võimalikud kaevandusvete vooluhulgad ulatuksid ca 300 m³/h algusaastal kuni ca 500 m³/h viiendaks aastaks.

Tabel 6. 10. Vana Ubja kaevanduse aasta keskmised väljapumbatud kaevandusvee hulgad ja mõõdetud äärmuslikud väärtused (kõik m³/h)

Aasta	Aasta Keskmine	Mõõdetud (kuupäevaga)		max K ₁ = ----- keskm	max K ₂ = ----- min	Äärmuslike kuude keskmised (sulgudes kuud)
		Max	min			
1947	344.5	926 (17.04)	158 (28.08)	2.68	5.86	789 (04) 171 (08)
1948	607.5	1000 (6.04)	360 (24.03)	1.65	2.78	790 (10) 385 (01)
1949	605.0	970 (1.04)	350 (25.09)	1.60	2.77	877 (04) 369 (10)
1950	710.5	1700 (4.04)	410 (1.02)	2.39	4.15	1225 (04) 495 (02)
1951	535	2480 (11.04)	240 (28.11)	4.64	10.33	1345 (04) 248 (11)
1952	741	1500 (7.05)	370 (5.04)	2.02	4.05	1210 (10) 400 (03)
1953	778	1840 (3.04)	430 (19.08)	2.37	4.28	1456 (04) 433 (08)

Märkus: tabeli koostamise algandmed aruandest (Gazisov, 1954)

Probleemiks võib kujuneda vana Ubja kaevanduse käikudes esineva suhteliselt reostunud põhjavee liikumine rajatava karjääri suunas, kui veetase alandatakse rajatavas karjääris tasemeni alla 55 m ümp. (seega esimese-teise aasta lõpuks). Senini toimub äravool vanast Ubja kaevandusest isevooluna ca 54-55 m ümp. vanasse äravoolukraavi. Selle vanades kaeveõõnsustes esineva vee mõju vähendamiseks tuleks (vähemalt algaastail) pumbata pidevalt vett välja vana kaevanduse äravoolukraavi paigutatava suure tootlikkusega pumbaga. Samaaegselt vähendatakse sellega uue karjääri alale juurdevoolava põhjavee koguseid ja alandatakse veetaset. Vältitöödel rajati vanale Ubja kaevandusalale uuringupuurauk U-7, milline sattus vanale kaeveõõnsusele (3.1-5.8 m maapinnalt). Antud sügavusel vett ei esinenud, kuid arvestades hüdroisohüpside kaarti (lisa 12) ei jõutud veel staatilise veetasemeni (ca 55 m ümp.). Kaeveõõnsuse põhja sügavus oli 57 m ümp.

Uuel karjääril tuleks kaevandusvete juhtimisel aluspõhja süvendatud Toolse jõkke katta selle põhi eelnevalt geotekstiiliga.

Kukruse veekiht kuivendatakse karjäärialal kogu oma paksuses. Lasnamäe-Kunda veekihi toimub lisaks pumpamisest tingitud veesurve alanemisele (ligikaudselt võrdne Kukruse veekihi paksusega) ka alanemine tegutseva Kunda-Aru karjääri mõjul ning järgneb Kunda-Aru ja Ubja uue karjääri alangulehtrite ühinemine. Kunda-Aru karjäärile oleks Ubja karjääri töösse rakendamine soodne - väheneks karjääri kuivendamiseks vajaliku väljapumbatava vee kogused.

Kukruse veekihi alaneb veetase kogu veekihi kuivendamisega staatilisest tasemest ligi 2 m esimese aastaga, 7 m mäeeraldise piirini jõudmisel ja 13 m kogu karjäärialala väljatöötamisel. Lasnamäe-Kunda veekihi lisandub uue karjääri tööst tuleneval surve alandusele (3 m esimese aastaga kuni 5 m 5 aastaga) taseme alanemine Kunda-Aru karjääri tegutsemisest. Valemiga

$$S_{aru} = \frac{Q}{4\pi T} \ln \frac{2.25 at}{r^2}$$

saaksime aga suurendatud veetaseme alanemised 5.7 m esimese aastaga kuni 13.0 m viienda aasta lõpuks.

Kokkuvõtvalt võiks öelda, et Ubja kaeveala puhul on hüdrogeoloogiliselt tegu üheltpoolt äärmiselt lihtsa (väljadreneerimise ala) ja teisalt jälle äärmiselt keerulise (tugevalt lõheline karstisoonidega ala) alaga. Seega on ka karjääri töösse rakendamisel väljapumbatava põhjavee koguse määramine üheltpoolt äärmiselt lihtne (lähtudes analoogiast kõrvalasuva endise Ubja kaevanduse ja lähedalasuva Lõuna – Aru karjääriga) kui ka väga keeruline (kui võtta arvesse otsesetel katsepumpamistel saadud parameetreid). Selliste, äärmiselt vastuoluliste objektide puhul tuleb eelistada praktikas tõestatud arvestuslikkusele.

Probleemiks võib kujuneda Toolse jõe vees juba nüüdseks kalamajandusnorme ületav SO₄ sisaldus, mis võib uue karjääri kõikulaskmisel veelgi suurened.

Pärast karjääri põhja süvendamist alla ca 54 m ümp algab vana Ubja kaevanduse poolt dreenitavate põhjavete (isevooluline väljavool vanadest kaevanduskäikudest allikana alla 50 l/s) liikumine uue Ubja karjääri suunas, millega kaasneb lisaks põhjavee laialdasemale reostumisele ka järgnev Ubja kaevanduse allika võimalik kuivamine. Arvutuslikku karjääri pindala tuleks sel juhul vaadelda vana kaevanduse ja uue karjääri summana ning "r" väärtused ulatuksid esimese aasta 640 m kuni viienda aasta 740 m. Tulenevalt sellest kasvaksid arvutuslikud väljapumbatava põhjavee hulgad esimese aasta lõpuks 170 m³/h, kolmanda aasta lõpuks 144 m³/h ja viienda aasta lõpuks 170 m³/h võrra (hüdrodünaamilise meetodiga).

Arvestamaks vana Ubja kaevanduse ja Kunda-Aru lõunakarjääri mõju kavandatavale Ubja karjäärile tuleks väljapumbatava kaevandusvee hulk leida hüdrogeoloogilise mudeli abil, mis on aga väga raske eelpoolmainitud põhjustel.

Soovitused mäetöid teostavale ettevõttele:

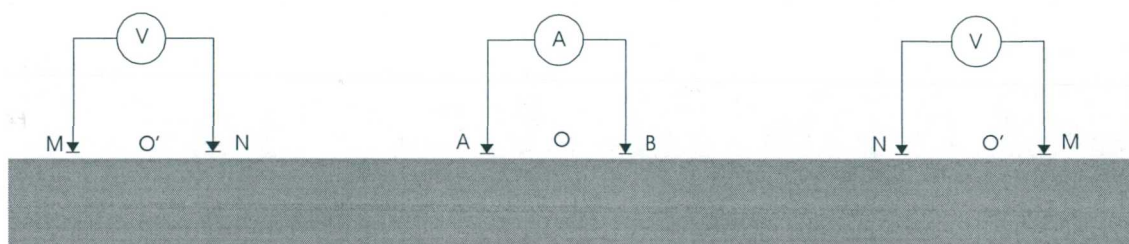
- 1) pidada arvestust väljapumbatava vee koguste üle,
- 2) rajada monitooring – s.t. vee tasemete ja kvaliteedi vaatlused nii veeärastuse kui ka vee juurdevoolu mõjualal,
- 3) selgitada koostöös kohaliku veefirma ME KOMEL-iga Ubja keskuse (vp. 8) tarbe-
puurkaevu tegelik konstruktsioon hüdrokarotaažiga ja elektrokarotaažiga, vältimaks hilise-
maid pretensioone (samuti selgitada ka reoveetrasside praegune seisund),
- 4) kuigi analoogia põhjal vana Ubja kaevandusega (tabel 6.10.) on toodud maksimaalseks
võimalikuks suurvee perioodil pumbatavaks veehulgaks 3000 m³/h, tuleks arvestada, et
sarnastes, õhukese pinnakatte ja karstunud katendiga Käva ja Kukruse kaevandustes erinesid
maksimaalsed mõõdetud ööpäevased veekogused aastakeskmistest (50.-60.ndail aastail) 2.5
kuni 9 korda Kävas ja 4.5-14.5 korda Kukruse kaevanduses.

7. UURINGUALA GEOFÜSIKALISTEST UURINGUTEST

Uuringualal läbi viidud elektrometrilise uuringu eesmärgiks oli võimalike veerikaste rikke- või purustustsoonide väljaselgitamine ning kontuurimine. Varasemad kogemused on näidanud, et kõrge takistusega lubjakivide avamusalal on sellise ülesande lahendamiseks otstarbekas kasutada takistusmeetodit. Kuna huviorbiidis oli läbilõike kõige ülemine osa, siis valiti nende meetodide hulgast kahepoolne dipoolne profileerimine seadmega MNABNM (joonis 7.1). Seadme mõõtmed olid: AB= 10 m; MN= 10m; OO'= 50m. Selline seade kindlustab uurimissügavuse ligikaudu 20m. Mõõdetakse potentsiaalide vahet (ΔV) vastuvõtudipoolil AB. Kivimite näiveritakistus ρ_n leitakse valemist:

$\rho_n = \frac{\Delta V}{I}$, kus I on voolutugevus toitedipoolidel MN ning k on seadme koefitsent, mis leitakse valemist:

$$k = \frac{2\pi}{\frac{1}{AM} - \frac{1}{BM} - \frac{1}{AN} - \frac{1}{BN}}$$

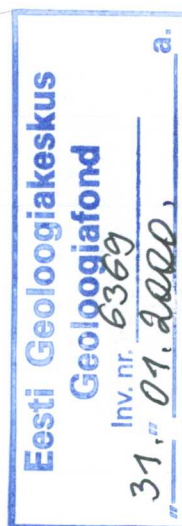


Joonis 7.1: Kahepoolse dipoolse profileerimise seade.

Kahepoolse dipoolse profileerimise puhul saadakse vastuvõtudipoolil AB kaks näiveritakistuse väärtust, mis omistatakse tema keskpunktile O. Hiljem kantakse mõlemad saadud väärtuste jadad ühele graafikule ja saadakse kaks, kohati lõikuvat graafikut. Joonte lõikepunktid ongi kõige tõenäolisemad anomaaliaid põhjustavate kehade piirisituatsiooni intikaatorid.

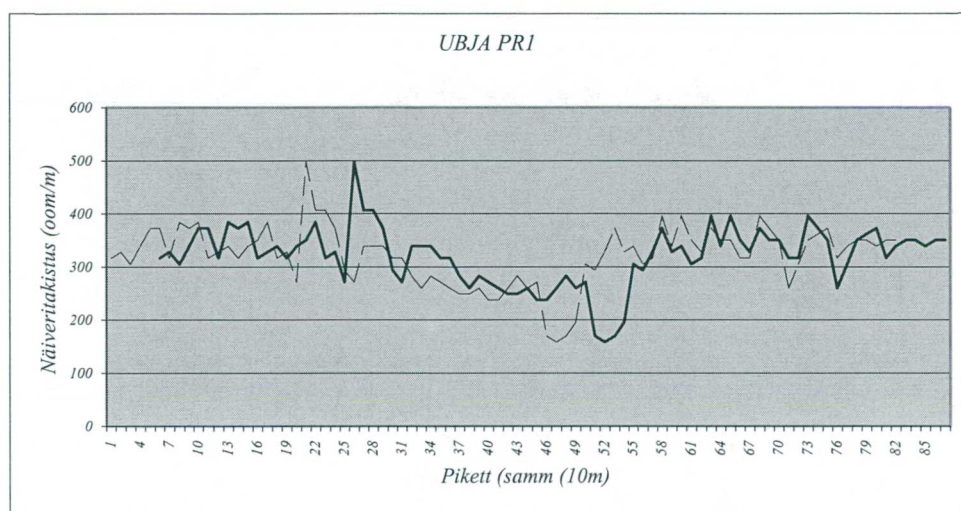
Kuna antud piirkonnas on tegemist kõrge takistusega lubjakivide avamusalaga, siis võiks rikketsoonide piires eeldada kivimite takistuse alanemist, kuna lähedesse tunginud vesi sisaldab lahustunud soolasid ning käitub seetõttu elektrolüüdina. Kõrgema takistusega piirkonnad seonduvad tavaliselt kvaternaarisetete muutlikusega.

Profileerimine viidi läbi viiel põhja-lõunasuunalisel profiilil (lisa 14), mille kogupikkus oli ca 9 km. Mõõtesamm piki profiili oli 10 meetrit ning kokku teostati mõõtmisi 891 punktis. Mõõtmistulemused on esitatud graafikutena (joonis 7.2, 7.3, 7.4, 7.5, 7.6). Kõige silmatorkavam takistuse anomaalia esineb profiilil 3 pikettide 35-90 vahemikus, kus kivimite näiveritakistus langeb järsult ning tavapärase 250-300 Ωm asemel on see 100-150 Ωm . Siiski on alust arvata, et see konkreetne anomaalia pole seotud mitte aluspõhja kivimite purustustsooniga, vaid hoopis aluspõhjalise astanguga. Sellisele järeldusele viis asjaolu, et naaberprofiilidel sarnaseid ulatuslikke anomaaliaid ei fikseeritud ning antud vahemikus kulges uuringu maršruut enamvähem

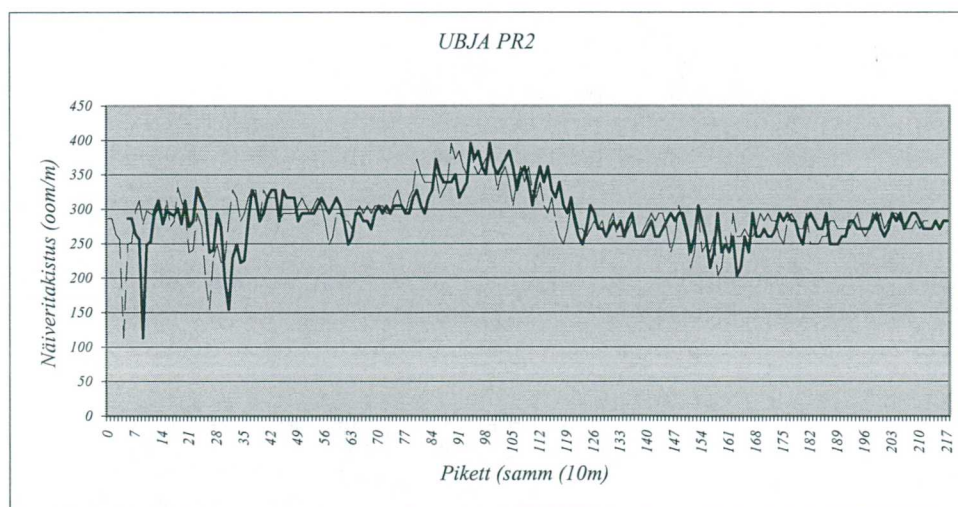


13

paralleelselt aluspõhja astanguga. Kuna astang kujutab endast füüsikalises mõttes suure takistusega ruumiosa piirpinda, siis piki seda piirpinda liikudes koonduvad voolujooned kõrge- ja madalatakistusega keskondade piirile. Elementaarset ruumiosa läbivate voolujoonte hulk suureneb ning me fikseerime näilise madala takistusega kihi. Küll aga võib oletada astanguga paralleelselt kulgeva kagu-edela suunalise lõhelisus- või purustustsooni esinemist vahetult astangu ees (lisa 14). See tsoon on fikseeritud profiilidel 3, 4 ja 5 piketide 122-140, 160-170 ja 49-57 vahemikus (joonis 7.4, 7.5, 7.6). Profiilidel 1 ja 2 seda tsooni fikseerida ei õnnestunud. Väiksemaid madalatakistusega piirkondi fikseeriti ka uuritud ala põhjaosas, kus neid õnnestus paraku jälgida vaid väga piiratud alal ja seetõttu on nende korreleerimine raskendatud. Rikete suund on kas kagust loodesse või kirdest edelasse.



Joonis 7.2: Dipoolse profileerimise profiil 1.

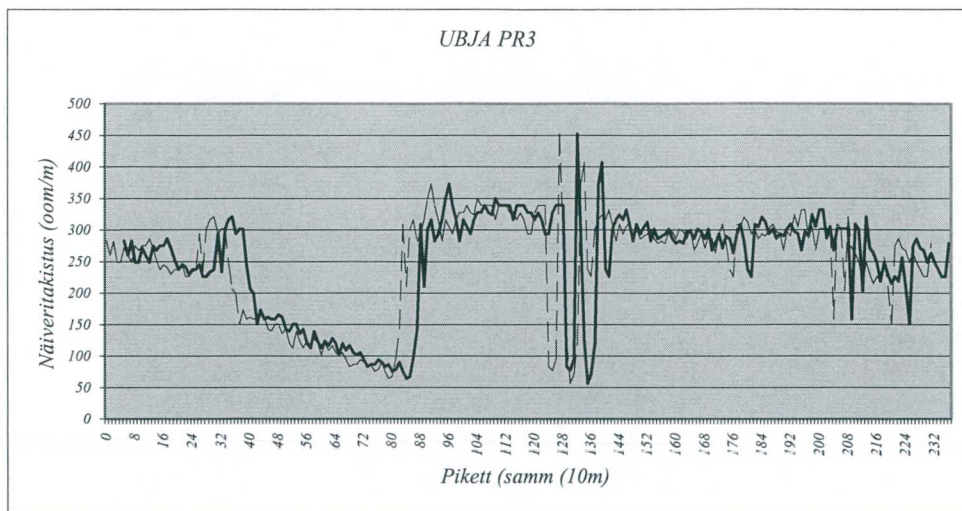


Joonis 7.3: Dipoolse profileerimise profiil 2.

14

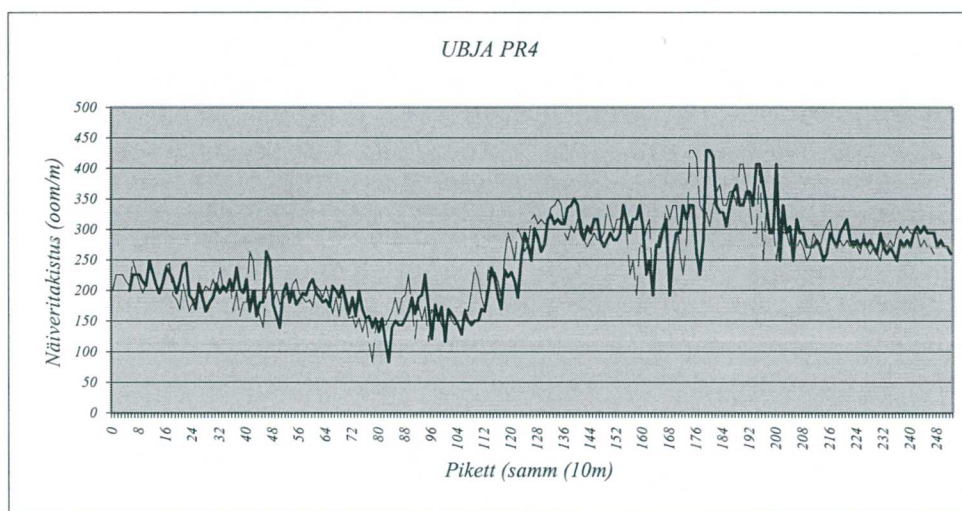


15



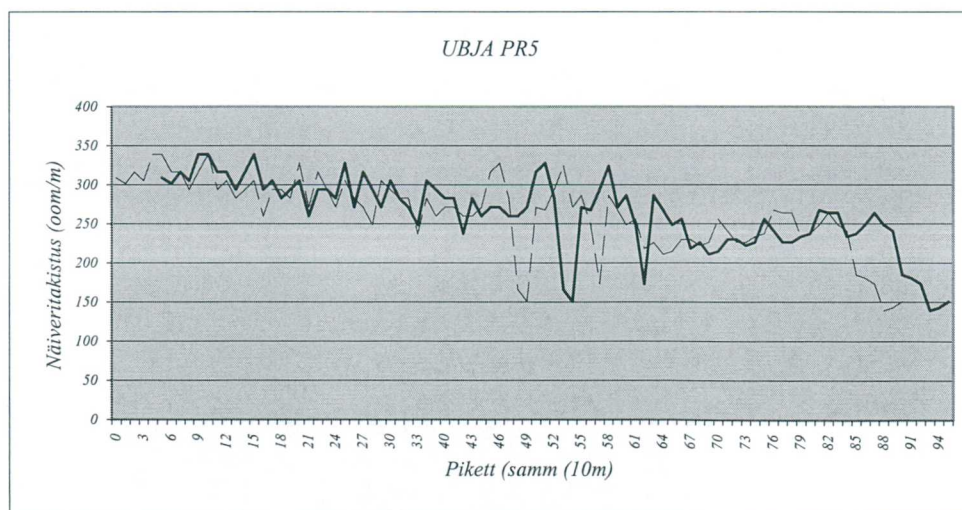
16

Joonis 7.4: Dipoolse profileerimise profiil 3.



17

Joonis 7.5: Dipoolse profileerimise profiil 4.



18

Joonis 7.6: Dipoolse profileerimise profiil 5

Eesti Geoloogiakeskus
 Geoloogiafond
 Inv. nr. 6369
 „31.01.2000.“

8. MÄETEHNILISED TINGIMUSED JA KARJÄÄRI REKULTIVEERIMISEST

Mäetehnilised tingimused põlevkivi avakaevandamiseks Ubja uuringuvälja alal on küllaltki soodsad. Nagu kõik teisedki näitajad, on needki sõltuvuses sellest, milline tootsa kihindi variant (D-F₁; D-F₂; A-F₂ või A-H) valitakse. Tootsate kihindide eelpoolmainitud valikuvariante iseloomustavad näitajad on ära toodud alljärgnevas tabelis (tabel 8.1.).

Tabel 8.1. Tootsa kihindi valikuvariantide mäetehnilisi parameetreid ja energeetilisi näitajaid

Tootsa kihindi Valikuvariant	Tootsa kihindi Keskmine paksus, m	Katendi keskmine paksus, m	Katendi suhe tootsasse kihindisse (keskm.)	Tootsa kihindi mäemassi energiatootlikkus GJ/m ²	Tootsa kihi mäemassi keskmine kütteväärtus kcal/kg
D-F ₁	1.7	9.7	5.7:1	26	2210
D-F ₂	1.9	9.5	5:1	28	2060
A-F ₂	2.7	9.5	3.5:1	32	1700
A-H	4.0	8.0	2:1	51	1680

Katendi mõõdukas paksus (mitte üle 14 m) ja selle iseloom (põhiliselt on tegu hästi seina pidava mõõduka kõvadusega kaljukivimiga) lubavad katendi eemaldamist ühe astmena. Eelnevalt peaks muidugi koorima nii mullakihi kui ka kvaternaarsed setted, võimaldamaks nende kasutamist rekultiveerimise käigus. Karbonaatkivimitest katendi eemaldamise moodus oleneb suuresti selle edaspidisest kasutamisest või kasutamata jätmisest. Kui sellele leitakse kasutus tsemenditootmise toormena kas osaliselt või täielikult, siis tuleks ka kasutamist leidev osa laostada. Soovitav oleks karbonaatkivimitest katend väljata kahe astmena, et eristada tsemenditootmise toorme kvaliteedi seisukohalt mõneti erinevad kivimlasundeid – Viivikonna kihistu pealset ja Viivikonna kihistu H (või F₂) kihi pealset.

Nii tootuskihind kui karbonaatkivimitest katend on, otsustades puursüdamikus ja likvideeritud Ubja põlevkivikaevanduse paljandites nähtu järgi, keskmisest tunduvamalt tihedama läbiva lõhelisusega. Lähtudes kivimikompleksi lõhelisusest (keskmiselt 1 lõhe meetri kohta) võiks oletada, et nii tootuskihind kui ka karbonaatkivimitest katend peaks lõhkamisega väljamisel purunema tükkideks, mille pikema serva pikkus ei ületa 1 meetrit.

Põlevkivi tootmisel, selleks et võimalikult säästlikult ja ratsionaalselt kasutada olemasolevat põlevkivi varu, tuleks lähitulevikus ilmtingimata ette näha põlevkivi kihikomplekside A-C, D-F₂ ja G-H separaatne väljamine. Seda muidugi juhul kui mõnda välja pakutud tootsa kihindi valikuvarianti (nagu A-H või A-F₂) ei ole võimalik kasutusele võtta mäemassina, viimase rikastamise teel mõne kõrgema kaloorsusega kütteainega (kivisüsi, masuut, gaas), nagu seda praegugi tehakse.

Nii karjääri ekspluateerimise moodused kui ka selle rekultiveerimise viisid on alles projektlahenduse staadiumis ja antud aruande autorid sellega otseselt tegeleenud ei ole. Geoloogilistest aspektidest lähtuvalt võiks soovitada, et suurem osa väljatöötatud alast (põhjapoolsem osa alast kuni astangu jooneni välja, kus kattekihi paksused on 4-10 m vahemikus) rekultiveeritaks metsamaa alla. Ala lõuna- ja kaguosas, kus kattekihi paksus suurem (kuni 14 m) ja veetase kõrgem, võiks rajada metsamaa väiksemate veekogude süsteemiga. Ka rekultiveerimise moodus oleneb suuresti sellest, milline tootsa kihi variant valitakse. Lubjakivi laiema kasutamise korral väheneks metsamaa ja suureneks veekogude alla minev rekultiveeritav maa-ala.

9. PÕLEVKIVI VARU ARVUTUS

Ubja uuringuväljal arvutati aktiivne tarbevaru kontuuris, mis oli eelnevalt tellija ja potentsiaalse maardla ekspluateerijaga (AS Kunda Nordic Tsement) kooskõlastatud ning mis oleks võimalikult vastanud ka taotletava mäeeraldise piiridele. J. Viru markseideribüroo poolt läbi viidud mõõdistamiste tulemusena selgus, et välja eraldatud 12 piiripunktiga piiritletud ploki suurus on 284.94 ha, kusjuures taotletav mäeeraldis moodustab sellest 152.22 ha (lisa 1).

Tarbevaru plokk on maastikul küllaltki hästi piiritletud:

- 1) põhjast - Ubja-Kohala kohaliku tähtsusega maantee, millele on jäetud nõuetekohane 20 meetrine kaitsetervik;
- 2) idast - Pandivere Veekaitseala piiri markeeriv Toolse kraav, millele on jäetud 50-100 m kaitsetervik;
- 3) lõunast - piir on ebamäärasem ja seda markeerib maastikul üle välja kulgev põlluvahetee;
- 4) läänest - lõunaosas on selleks maakondliku tähtsusega Ubja-Sõmeru maantee ja põhjas - Rakvere-Kunda raudteeharu. Mõlemaile on jäetud nõuetekohased (25 m telgjoonest) kaitsetervikud.

Ülejäänud tarbevaru plokki iseloomustavad andmed on ära toodud peatükis 1.

Varu arvutuse põhiprobleemiks oli tootsa kihindi piiritlemine. Tellija ja maardla potentsiaalse ekspluateerija sooviks oli saada varu tootsa kihi variandi D-F₁ jaoks, samas aga soovis ta, et kalkuleeritaks ka teisi kõikevõimalikke kihikombinatsioone (A-F₁; A-F₂; D-F₂; A-C; G-H; A-H). Alljärgnevalt kõiki neid kihindeid iseloomustavaist näitajaist ning hinnang nende varule.

Üksikkihtide ja kihindite detailne litoloogiline ja tehnoloogiline iseloomustus on ära toodud peatükis 4.

Kihind D-F₁

Kihindit D-F₁ nagu ka kõiki teisigi iseloomustavad kokkuvõtvad andmed on ära toodud tabelites 9.3. ja 9.4.

Kihindi D-F₁ mäemassi iseloomustavad järgmised keskmised näitajad:

- 1) paksus – 1.68 m;
- 2) mahukaal – 1.76 t/m³;
- 3) kütteväärtus – 2207 kcal/kg;
- 4) energiatootlikkus – 26.29 GJ/m².

Katendi paksus on 9.7 m ja selle suhe tootsasse kihti 5.7:1.

Kihindi koosseisus olevate põlevkivikihtide D, E, F₁ kompleksi iseloomustavad järgmised näitajad:

- 1) kogupaksus – 1.40 m;
- 2) mahukaal – 1.64 t/m³;
- 3) kütteväärtus – 2517 kcal/kg;
- 4) energiatootlikkus – 24.00 GJ/m².

Tabel 9. 1. Indekseeritud põlevkivikihtide ja nende vahekihtide paksused Ubja uuringualale jäävate varem puuritud aukude läbilõigetel

Jrk. nr.	Puuraugu nr.	Kiht ja selle paksus, m										
		A	A'/B	B	B/C	C	C/D	D	D/E	E	E/F ₁	F ₁ +F ₂
1.	1622	0.18	0.08	0.08	0.15	0.15	0.15	0.23	0.20	0.48	0.04	0.74
2.	O - O	0.06	0.07	0.14	0.08	0.20	0.16	0.28	0.23	0.36	0.07	0.94
3.	II - Ba			0.11	0.06	0.21	0.16	0.11	0.26	0.30	0.08	1.04
4.	IV - O	0.08	0.24	0.06	0.22	0.10	0.23	0.21	0.17	0.38	0.11	0.84
5.	II - B	0.05	0.04	0.13	0.06	0.20	0.19	0.31	0.24	0.42	0.08	0.92
6.	O - D	0.08	0.26	0.10	0.20	0.39	0.25	0.21	0.42	0.44	0.10	0.79
7.	II - D					0.17	0.14	0.09	0.21	0.51	0.04	0.82
8.	II - F	0.06	0.26	0.08	0.18	0.07	0.17	0.21	0.19	0.48	0.14	0.70
9.	IV - D			0.10	0.18	0.28	0.30	0.22	0.16	0.32	0.12	0.70
	Kokku	6	6	8	8	9	9	9	9	9	9	9
	min	0.05	0.07	0.06	0.06	0.07	0.14	0.09	0.16	0.30	0.04	0.70
	max	0.18	0.26	0.13	0.22	0.28	0.30	0.31	0.42	0.51	0.14	1.04
	keskm.	0.08	0.16	0.10	0.14	0.19	0.20	0.20	0.24	0.37	0.08	0.83

Tabel 9. 2. Ubja uuringuala põlevkivivaru arvutuses kasutatud puuraukude indekseeritud põlevkivikihtide ja nende vahekihtide keskmiste paksuste arvutus

Jrk. nr.	Puuraugu nr.	Kiht ja selle paksus, m											
		A-A'	A'/B	B	B/C	C	C/D	D	D/E	E	E/F ₁	F ₁	F ₂
1.	U - 1	0.14	0.09	0.08	0.05	0.19	0.23	0.23	0.14	0.78	0.07	0.50	0.20
2.	U - 3	0.15	0.09	0.07	0.05	0.17	0.26	0.17	0.12	0.70	0.14	0.56	0.20
3.	U - 4	0.13	0.07	0.15	0.06	0.20	0.19	0.20	0.19	0.31	0.13	0.72	0.25
4.	U - 5	0.23	0.07	0.09	0.06	0.20	0.17	0.33	0.07	0.63	0.19	0.51	0.19
5.	U - 6	0.24	0.06	0.16	0.04	0.13	0.17	0.26	0.13	0.63	0.22	0.45	0.24
6.	U - 8	0.10	0.07	0.15	0.08	0.12	0.18	0.15	0.17	0.49	0.19	0.80	0.20
7.	U - 9	0.14	0.09	0.07	0.05	0.06	0.16	0.16	0.12	0.60		0.75	0.25
	Kokku	7	7	7	7	7	7	7	7	7	6	7	7
	min	0.10	0.06	0.07	0.04	0.06	0.16	0.15	0.07	0.31	0.07	0.45	0.19
	max	0.24	0.09	0.16	0.08	0.20	0.26	0.33	0.19	0.78	0.22	0.80	0.25
	keskmine	0.16	0.08	0.11	0.06	0.17	0.19	0.20	0.14	0.67	0.17	0.61	0.22

Tabel 9. 3. Ubja uuringuala põlevkivi tootsa kihindi eri valikuvariantide keskmisi näitajaid
ja nendel põhinev varu arvutus

Jrk. nr	Puur- augu nr.	Katendi paksus				Mäe- mass, põlevk.	P a k s u s, m						M a h u k a a l, t/m ³					
		Q	H peal	F ₂ peal	F ₁ peal		A - F ₂	A - F ₁	D - F ₂	D - F ₁	A - C	G - H	A-F ₂	A - F ₁	D - F ₂	D - F ₁	A - C	G - H
1.	U - 1	2.3	12.6	14.4	4.6	MM	2.70		1.92		0.41							
						PK	2.12		1.71		0.53							
2.	U - 3	0.6	2.6	4.4	4.6	MM	2.68	2.48	1.89	1.69	0.53	0.55	1.84	1.81	1.74	1.72	1.92	1.84
						PK	2.02	1.82	1.63	1.43	0.39	0.35	1.70	1.67	1.67	1.63	1.79	1.63
3.	U - 4	1.0	2.2	3.6	3.8	MM	2.60	2.35	1.80	1.55	0.61	0.56	1.84	1.84	1.79	1.76	1.86	1.76
						PK	1.96	1.71	1.48	1.23	0.48	0.37	1.74	1.72	1.74	1.70	1.79	1.63
4.	U - 5	2.3	12.3	13.8	14.0	MM	2.74	2.55	1.92	1.73	0.65	0.56	1.72	1.70	1.61	1.58	1.86	1.81
						PK	2.18	1.99	1.66	1.47	0.52	0.40	1.61	1.58	1.56	1.51	1.79	1.67
5.	U - 6	3.2	11.8	13.4	13.6	MM	2.73	2.49	1.93	1.69	0.63	0.60	1.76	1.74	1.67	1.63	1.89	1.81
						PK	2.11	1.87	1.58	1.34	0.53	0.45	1.65	1.61	1.59	1.54	1.84	1.67
6.	U - 8	1.4	3.3	5.0	5.2	MM	2.70	2.50	2.00	1.80	0.52	0.60	1.81	1.81	1.76	1.74	1.92	1.86
						PK	2.01	1.81	1.64	1.44	0.27	0.45	1.74	1.70	1.74	1.70	1.76	1.74
7.	U - 9	1.4	7.0	8.5	8.8	MM	2.45	2.20	1.88	1.63	0.41	0.50	1.94	1.81	1.79	1.76	1.92	1.84
						PK	2.03	1.96	1.76	1.51	0.27	0.32	1.76	1.74	1.76	1.74	1.74	1.65
	min	0.6	2.2	3.6	3.8	MM	2.45	2.20	1.80	1.55	0.41	0.50	1.72	1.70	1.61	1.58	1.86	1.76
						PK	1.96	1.71	1.48	1.23	0.27	0.32	1.61	1.58	1.56	1.51	1.74	1.63
	max	3.2	12.6	14.4	14.6	MM	2.74	2.55	2.00	1.80	0.65	0.60	1.94	1.81	1.79	1.76	1.92	1.86
						PK	2.18	1.99	1.76	1.51	0.53	0.45	1.76	1.74	1.76	1.74	1.84	1.74
	keskm.	1.7	7.4	9.0	9.2	MM	2.66	2.43	1.90	1.68	0.56	0.56	1.82	1.78	1.73	1.70	1.90	1.82
						PK	2.06	1.86	1.64	1.40	0.42	0.46	1.70	1.67	1.68	1.64	1.78	1.66

Tabel 9.3. järg

Jrk. nr	Puur- augu nr.	Q	Mäe- mass, põlevk.	Kütteväärtus, kcal/kg						Energiatootlikus, GJ/m ²						Põlevkivi varu tuh. t. 284.94 ha pindala juures					
				A-F ₂	A-F ₁	D-F ₂	D-F ₁	C-A	H-G	A-F ₂	A-F ₁	D-F ₂	D-F ₁	A-C	G-H	A-F ₂	A-F ₁	D-F ₂	D-F ₁	A-C	G-H
1.	U - 1	2,3	MM																		
			PK																		
2.	U - 3	0,6	MM	1600	1652	1988	2121	1299	1588	33,04	31,05	27,39	25,82	5,54	6,73						
			PK	2167	2317	2253	2462	1821	2512	31,16	29,49	25,68	24,03	5,32	6,00						
3.	U - 4	1,0	MM	1551	1602	1739	1851	1455	1849	31,07	29,01	23,46	21,15	6,91	7,63						
			PK	1949	2088	1991	2198	1819	2516	27,83	25,72	21,47	19,25	6,54	6,35						
4.	U - 5	2,3	MM	2142	2234	2615	2823	1480	1656	42,27	40,55	33,85	32,31	7,49	7,03						
			PK	2600	2779	2868	3163	1835	2307	38,21	36,59	31,10	29,4	7,15	6,45						
5.	U - 6	3,2	MM	1928	2017	2314	2518	1350	1729	38,79	36,59	31,23	29,05	6,73	7,86						
			PK	2371	2565	2660	3008	1603	2292	34,57	32,34	27,98	25,99	6,55	7,21						
6.	U - 8	1,4	MM	1658	1727	1880	2006	1349	1475	33,93	32,72	27,71	26,31	5,64	6,89						
			PK	2012	2158	2044	2233	1875	2017	29,47	27,81	24,43	22,89	5,11	6,61						
7.	U - 9	1,4	MM	1212	1675	1800	1920	1305	1574	32,08	31,25	25,37	23,07	4,30	6,06						
			PK	1911	2039	1891	2040	2038	2444	28,58	29,12	24,53	22,45	4,01	5,40						
	min	0,6	MM	1212	1602	1739	1851	1299	1475	31,07	29,01	23,46	21,15	4,30	6,06						
			PK	1911	2039	1891	2040	1603	2017	27,83	25,72	21,47	19,25	4,01	5,40						
	max	3,2	MM	2142	2234	2615	2823	1480	1849	42,27	40,55	33,85	32,31	7,49	7,86						
			PK	2600	2779	2868	3163	2038	2516	38,21	36,59	31,10	29,40	7,15	7,21						
	keskm.	1,7	MM	1682	1818	2056	2207	1373	1645	35,20	33,53	28,17	26,29	6,10	7,03						
			PK	2168	2324	2285	2517	1832	2348	31,62	30,18	25,90	24,00	5,78	6,34	9978,60	8850,81	7850,67	6542,2	2130,2	2175,80

Koostas



K. Suuroja

Tabel 9.4. Ubja uuringuala põlevkivi tootsa kihindi valikuvariantide paksuse, mahukaalu, kütteväärtuse ja energiatootlikkuse keskmised ja nende hälbed

Kiht		Paksus, m		Mahukaal, t/m ³		Kütteväärtus, kcal/kg		Energiatootlikkus, GJ/m ²	
		keskm.	min max	keskm.	min max	keskm.	min max	keskm.	min max
A - F ₂	MM	2.66	2.45-2.74	1.82	1.72-1.94	1682	1212-2142	35.20	31.07-42.27
	PK	2.06	1.96-2.18	1.70	1.61-1.76	2168	1911-2600	31.62	27.83-38.21
A - F ₁	MM	2.43	2.20-2.55	1.78	1.70-1.81	1818	1602-2234	33.53	29.01-40.55
	PK	1.86	1.71-1.99	1.67	1.58-1.74	2324	2039-2779	30.18	25.72-36.59
D - F ₂	MM	1.90	1.80-2.00	1.73	1.61-1.79	2056	1739-2615	28.17	23.46-33.85
	PK	1.64	1.48-1.76	1.68	1.56-1.76	2285	1891-2868	25.90	21.47-31.10
D - F ₁	MM	1.68	1.55-1.80	1.70	1.58-1.76	2207	1851-2823	26.29	21.15-32.31
	PK	1.40	1.23-1.51	1.64	1.51-1.74	2517	2040-3163	24.00	19.25-29.40
A - C	MM	0.56	0.41-0.65	1.90	1.86-1.92	1373	1299-1480	6.10	4.30-7.49
	PK	0.42	0.27-0.53	1.78	1.74-1.84	1832	1603-2038	5.78	4.01-7.15
G - H	MM	0.56	0.50-0.60	1.82	1.76-1.86	1645	1475-1849	7.03	6.06-7.86
	PK	0.46	0.32-0.45	1.66	1.63-1.74	2348	2017-2516	6.34	5.40-7.21

Kihindi varu 284.94 ha-l moodustab seega: $284.94 \times 1.40 \times 1.64 = 6542$ tuh. t.

Kihind D-F₂

Kihind D-F₂ erineb kihindist D-F₁ üksnes põlevkivikihi F₂ võrra, mis on 0.17-0.25 m (keskmiselt 0.22 m) paks. Vahekiht F₁ ja F₂ vahel puudub ja viimane erineb esimesest üksnes kergeense lubjakivi mugulate kõrgema sisalduse (kuni 40%) ja põlevkivi suurema savikuse ja sellest tulenevalt väiksema kütteväärtuse poolest. Kihi kütteväärtus jääb 1000 kcal/kg piirimaile. Kihindi D-F₂ mäemassi iseloomustavad järgmised keskmised näitajad:

- 1) paksus – 1.90 m;
- 2) mahukaal – 1.73 t/m³;
- 3) kütteväärtus – 2056 kcal/kg;
- 4) energiatootlikkus – 28.2 GJ/m².

Kihindi koosseisus olevate põlevkivikihtide D, E, F₁ ja F₂ kompleksi iseloomustavad järgmised keskmised näitajad:

- 1) kogupaksus – 1.64 m;
- 2) mahukaal – 1.68 t/m³;
- 3) kütteväärtus – 2285 kcal/kg;
- 4) energiatootlikkus – 25.9 GJ/m².

Katendi keskmine paksus on kihindi kohal 9.5 m, mis annab selle suhteks tootsa kihindiga 5:1.

Kihindi varu 284.94 ha-l on seega: $284.94 \times 1.64 \times 1.68 = 7891$ tuh. t.

Kihind A-F₁

Kihind A-F₁ hõlmaks ka C/D vahekihi (kaksikpae) aluseid põlevkivi kihte A, B ja C, millede keskmine paksus (tabel 9.1, 9.2 ja 9.4) on 0.42 m (0.27-0.53 m) ja kütteväärtus 1832 kcal/kg (1603-2038 kcal/kg). Kihindi separaatsel väljamisel võib kujuneda probleemiks (potentsiaalse kaevandaja arvates) C/D vahekihi (kaksikpae) kui küllaltki kõva väljamine. Kihindi A-F₁ mäemassi iseloomustavad järgmised keskmised näitajad (tabel 9.4):

- 1) paksus – 2.43 m;
- 2) mahukaal – 1.78 t/m³;
- 3) kütteväärtus – 1818 kcal/kg;
- 4) energiatootlikkus – 33.5 GJ/m².

Kihindi koosseisus olevate põlevkivikihtide A, A', B, C, D, E ja F₁ kompleksi iseloomustavad järgmised keskmised näitajad (tabel 9.1. ja 9.2.):

- 1) kogupaksus – 1.86 m;
- 2) mahukaal – 1.67 t/m³;
- 3) kütteväärtus – 2324 kcal/kg;
- 4) energiatootlikkus – 30.2 GJ/m².

Nagu näha, on täiendava läbilõikeosa (A-C) kaasamine kaasa toonud mäemassi kütteväärtuse langemise ca 400 kcal/kg võrra võrreldes D-F₁-ga, aga samas jälle energiatootlikkuse tõusu ca 7 GJ/m² võrra ja varu suurenemise ca 1 milj. t. võrra.

Kihindi varu oleks sel juhul: $284.94 \times 1.86 \times 1.67 = 8851$ tuh. t.

Kihind A-F₂

Ei erine oluliselt eelmisest (A-F₁) ja seda vaid õhukese (ca 20 cm) kihi F₂ kaasamise võrra.

Kihindi A-F₂ mäemassi iseloomustavad järgmised keskmised näitajad (tabel 9.4.):

- 1) paksus – 2.66 m;
- 2) mahukaal – 1.82 t/m²;
- 3) kütteväärtus – 1682 kcal/kg;
- 4) energiatootlikkus – 35.20 GJ/m².

Kihindi koosseisus olevate põlevkivikihtide A, A', B, C, D, F, F₁, ja F₂ kompleksi iseloomustavad järgmised keskmised näitajad (tabel 9.1. ja 9.2.):

- 1) kogupaksus – 2.06 m;
- 2) mahukaal – 1.70 t/m³;
- 3) kütteväärtus – 2168 kcal/kg;
- 4) energiatootlikkus – 31.62 GJ/m².

Tootsa kihindi kõnealuse variandi puhul oleks selle varu: $289.94 \times 2.06 \times 1.70 = 9978$ tuh.t.

Selle varu, võrreldes kihindiga D-F₁, on suurenenud ca 3400 tuh. t. võrra ja mäemassi energiatootlikkus ca 9 GJ/m² võrra, samas aga on ca 2.7 m-se kihindi mäemassi kütteväärtus langenud enam kui 500 kcal/kg võrra (vastavalt 2207 ja 1682 kcal/kg).

Kihind A-H

Kõne alla võiks tulla ka võimalus, et kaevandamise käigus kõik Kukruse lademe arvestatavad põlevkivi kihid vahemikus A kuni H. Põlevkivikihtide kogupaksus selles ca 4.5 meetrises vahemikus küünib 3.3 meetrini. Põlevkivi tehniline analüüs on tehtud küll kihindi A-F₂ ja G-H tarvis (tabel 9.1. ja 9.2.), kuid sellest on jäänud kõrvale vahepealsed kihid F₃, F₄ ja F₅, mis hõlmavad ca 1 meetrist intervalli. Viimaste kütteväärtuse hinnangulisel määrangul on lähtutud keemilistest analüüsides, mille käigus määrati ka orgaanika sisaldus (tabel 5.1). Läbi viimase ja kütteväärtuse vahelise suhte (joonis 5.1.) leiti ka kõnealuse intervalli kütteväärtus.

Eelpooltoodust lähtuvalt võiks kihindi A-H mäemassi iseloomustada järgmiste hinnanguliste, otsestel määrangutel mittepõhinevate näitajatega:

- 1) paksus – 4.0 m;
- 2) mahukaal – 1.81 t/m³;
- 3) kütteväärtus – 1680 kcal/kg;
- 4) energiatootlikkus – 50.9 GJ/m².

Selle koosseisus olevate põlevkivikihtide A, A', B, C, D, E, F₁, F₂, F₃, F₄, F₅, G ja H kompleksi võiks iseloomustada järgmiste keskmiste näitajatega:

- 1) kogupaksus – 3.30 m;
- 2) mahukaal – 1.76 t/m³;
- 3) kütteväärtus – 1925 kcal/kg;
- 4) energiatootlikkus – 46.8 GJ/m².

Kihindi põlevkivivaru moodustas antud juhul: $2.84.94 \times 3.30 \times 1.76 = 16\,549$ tuh. t.

Äärmuslike tootsa kihindi valikuvariantide iseloomustamiseks võiks siin ära tuua järgneva tabeli (tabel 9.5):

Tabel 9.5. Tootsa kihindi põhilised valikuvариandid.

Võimalik tootus kihind	D-F ₁	A-F ₂	A-H
Mäemassi			
Paksus, m	1.68	2.66	4.0
Mahukaal, t/m ³	1.70	1.76	1.81
Kütteväärtus, kcal/kg	2207	1882	1680
Energiatootlikkus, GJ/m ²	26.3	35.2	50.9
Indekseeritud põlevkivi kihtide			
Paksus, m	1.40	2.06	3.30
Mahukaal, t/m ³	1.64	1.70	1.76
Kütteväärtus, kcal/kg	2517	2168	1925
Energiatootlikkus, GJ/m ²	24.0	31.6	46.8
Põlevkivi varu tuhat. t.	6542	9978	16 549

Ülaltoodud tabelist (tabel 9.5.) võib järeldada, et üleminekul valikuvариandilt A-F₂ valikuvариandile A-H olulisi, põlevkivi mäemassi kütteväärtusega üleminekuid ei toimu, küll aga suureneb väljatava põlevkivi varu enam kui 1.6 korda ehk teisiti 9978 tuh. tonnilt kuni 16 549 tuh. tonnini. Põhiline kvalitatiivne hüpe on seotud üleminekuga valikuvариandilt D-F₁ valikuvариandile A-F₂. Mäemassi kütteväärtus väheneb seejuures 2207 kuni 1680 kcal/kg, kusjuures varu juurdekasv on seejuures 6542 tuh. tonnilt kuni 9978 tuh. tonnini ehk teisiti ca 1.5 korda. Tsemenditootmise tehnoloogilisest seisukohast lähtuvalt võiks vaatluse alla võtta valikuvариandid D-F₁ ja A-H. Esimesel juhul saaksime antud alalt mäemassi kütteväärtusega 2207 kcal/kg põlevkivi varu 6542 tuh.t. Teisel puhul oleksid need näitajad vastavalt 1680 kcal/kg ja 16 550 tuh. t. Seega oleks varu juurdekasvu juures enam kui 2.5 korda selle kütteväärtuse langus vaid ca 500 kcal/kg kohta. See on probleem, mis peaks panema mõtlema nii neid, kes on seatud seisma hea meie maapõues leiduva kasutamiseväärse toorme säästliku kasutamise eest, kui neid, kes seda kavatsevad kasutama hakata. Tulevase karjääri alale jääv väike kultuskivide grupp tuleks enne karjääri avamist teisaldada ja eksponeerida lähikonna mõnes teises kohas.

10. KOKKUVÕTE KOOS SOOVITUSTE JA ETTEPANEKUTEGA

AS Kunda Nordic Tsemendi tellimisel 1999. aastal tehtud täiendava geoloogilise uuringu käigus puuriti Ubja põlevkivi uuringuala 11 puurauku, tehti 5 katsepumpamist ja 9 km ulatuses elektromeetrilist profileerimist. Võeti ja analüüsiti proove nii põlevkivi tehnilise (85 tk.) kui ka karbonaatkivimite täiskeemilise (18 tk.) ja vee üldanalüüsi (14 tk.) tarvis. Välitööde materjali ja prooviandmete põhjal koostati aruanne, milles kalkuleeritakse detailselt nii kogu põlevkivikihtkonna kui ka senini katendina käsitletud Viivikonna, Tatruse, Vasavere ja Jõhvi kihistu lubjakivide kasutamisevõimaluste üle. Detailset iseloomustamist on leidnud kõik Viivikonna ja Kõrgekalda kihistu indekseeritud põlevkivikihid

Alljärgnevalt esitatakse lühidalt Ubja uuringualal läbiviidud põlevkivi täiendavate geoloogiliste uuringute tulemused ning neist tulenevad soovitused ja ettepanekud põlevkivi leiukoha ekspluateerimiseks:

1. Viivikonna ja Kõrgekalda kihistus leviva ulatusliku (ca 17 m paksuse) põlevkivikihtkonna arvestamisväärsed (paksus >5 cm, kütteväärtus >1450 kcal/kg) põlevkivikihtide kogupaksus on ca 5.5 m. Kõnealuse lasundi üksikkihidid võivad separaatsel kiht-kihilisel väljamisel pakkuda tulevikus ka praktilist huvi.
2. Töö põhitähelepanu oli pööratud Ubja uuringuala tootsaks lasundiks prognoositava põlevkivikihi D-F₁ uurimisele. Tõdeti, et ka see, põlevkivi kui energeetilise toorme seisukohalt kõige perspektiivsemaks peetav tootsa kihindi variant, ei vasta sellel alal oma näitajate poolest (mäemassi energiatootlikkus 26.3 GJ/m²; põlevkivikihtide keskmine kütteväärtus 2520 kcal/kg) Eesti Maavarade Komisjoni poolt Eesti põlevkivileiukoha tarvis kehtestatud aktiivse tarbevaru nõuetele (konditsioonidele). Tellija, potentsiaalne kaevandaja, oli nõus kasutama ka allpooltoodud näitajatega mittekvaliteetset põlevkivi tsemenditootmise energeetilise toorme komponendina. Kihindi D-F₁ varuks uuringuala 284.94 ha-l saadi 6542 tuh. t. Kihindit iseloomustavad järgmised näitajad: mäemassina - paksus - 1.68m, mahukaal - 1.76 t/m³, kütteväärtus - 2207 kcal/kg, energiatootlus - 26.3 GJ/m² ja üksikute põlevkivikihtide summana - paksus-1.40 m, mahukaal -1.64 t/m³, kütteväärtus-2517 kcal/kg, energiatootlus -24.0 GJ/m².
3. Uuriti ka kihindit A-F₂. Selle, 8-st põlevkivikihist (A, A', B, C, D, E, F₁ ja F₂) ja nende vahekihtidest koosneva ca 2.7 m paksuse (põlevkivikihtide kogupaksus sealhulgas ca 2.1 m) lasundi põlevkivikihtide energiatootlikkus on ca 32 GJ/m², keskmise kütteväärtuse ca 2200 kcal/kg juures. Mäemassina on selle lasundi energiatootlikkus ca 35 GJ/m² ja kütteväärtus ca 1700 kcal/kg juures. Selle lasundi põlevkivi arvutuslik varu (aktiivne tarbevaru) uuringuvälja 285 ha-l on ligi 10 milj. t.
4. Uuriti ka kogu Viivikonna kihistu Kiviõli kihistiku kõiki arvestatavaid põlevkivi kihte (kihind A-H) hõlmavat kihtkonda. Selle, ca 4 m paksuse lasundi põlevkivikihtide kogupaksus on ca 2.5 m ja energiatootlikkus ca 51 GJ/m², üksikkihtide keskmise kütteväärtuse ca 2200 kcal/kg juures. Mäemassina on selle energiatootlikkus ca 51 GJ/m² keskmise kütteväärtuse ca 1700 kcal/kg juures. Ka see kihtkond võiks olla kõlbulik kasutamiseks tsemenditootmise energeetilise toorme komponendina.
5. Maavarale võimalikult ratsionaalse kasutamismooduse leidmise eesmärgil kalkuleeriti ka teisi võimalikke tootsa kihindi variante (A-F₁; D-F₂; A-C; G-H). Kihindi A-F₁ varuks saadi seejuures 8851 tuh. t. ja kihindi D-F₂ varuks 7851 tuh. t. Arvutati ka varu eraldi kihikomplekside A-C (2130 tuh. t.) ja G-H (2176 tuh. t.) tarvis.

6. Viivikonna kihistu põlevkivikihindite kütteväärtuse ja sellest tulenevalt ka energiatootluse osas esineb Ubja uuringalal piirkonniti mainimisväärsed (kuni 30%) erinevusi. Keskmistest tunduvamalt väiksemad näitajad on seotud piirkonnadega, kus kõnealused põlevkivikihindid avanevad otse pinnakatte all (ala põhja- ja idaosa). Selle põhjuseks on ilmselt põlevkivilasundi sekundaarsed muutused (murenemine, porsumine, karstumine). Kõnealused nähud ulatuvad 2-3 meetri sügavuseni aluspõhja pealispinnast. Ka lõhelisuse ja sellega seotud karstumise tsoonid alandavad mõnevõrra põlevkivilasundi kvaliteeti (kütteväärtust). Kuna vaatlusalusest 6-st puursüdamikust (U-3, U-4, U-5, U-6, U-8 ja U-9) just 3 on seotud eelpoolmainitud tsoonidega, siis võiks oletada, et arvutatud keskmised väärtused peegeldavad küllaltki adekvaatselt tegelikkust.

7. Geofüüsikaliste uuringutega (dipoolne profileerimine) selgitati välja rida madala takistusega tsoone, millistest suur osa, kui jätta kõrvale mõned aluspõhja reljeefiga seotud, on põhjustatud aluspõhja kivimite lõhelisusest ja karstumisest ehk teisisõnu - kõrgendatud veesisaldust. Üksikprofiilidel registreeritud anomaalsete tsoonide ühendamiseks joonelementideks on mitmeid võimalusi ja kaardil toodud kujutavad neist ühte, kõige tõenäolisemaks peetavat. Nagu on näidanud viimased, Eesti põlevkivimaardla alal läbi viidud detailuuringud (Vaher, 1999) oleks rikketsoonide tõenäose levikupildi saamiseks vaja vähendada uuringuprofiilide vahekaugust 100-200 meetrini. Selle täiendava uuringu, mille puudumine ei takista küll varu kinnitamist, kuid millest võiks kasu olla mäetööde planeerimisel, võiks läbi viia vahetult enne mäetööde algust.

8. Pindalaliste hüdrogeoloogiliste uuringute ja kahest hüdrogeoloogiliste puuraukude grupist läbi viidud proovi- ja katsepumpamistega saadi vajaminevat informatsiooni nii põhjavee kvaliteedi kui ka projekteeritavast karjäärist väljapumpamist vajava veehulga määramise tarvis. Vooluhulga eridebitiks Viivikonna kihistu, mis sisaldab endas ka tootsat kihindit, puhul saadi üle 10 l/s.m. Kõnealuse lasundi alusest osast (avatud oli kogu ülejäänud ca 30 m paksune karbonaatkivimite lasund) oli see vaid 1.5-2 l/s.m. Seejuures selgus, et Kõrgekalda kihistu põlevkivi kihte sisaldavat savikamate lubjakivide lasundit võib käsitleda suhtelise vee- pidemena. Karjäärist väljapumbatava vee hulk, liikudes selle avamisel loodest kagusse, oleks projekteeritavate kaevemahtude juures esimesel kahel aastal ca 400 m³/tunnis, tõustes viien-daks aastaks kuni 1000 m³/tunnis.

9. Põhjavee staatiline tase uuringuvälja alal oli tööde läbiviimise ajal (1999. aasta juuli - august) 56-62 m tasemel. Seejuures oli jälgitav taseme seaduspärane langus põhja suunas - väljadreneerimise ala, Kukruse aluspõhjalise astangu suunas. Maapinnast oli põhjavee staati-line tase 3-10 m sügavusele, tõustes uuringuala läänepiirilt idasse suunas. Taseme sestoonsed kõikumised jäävad antud alal 1-2.5 m vahemikku.

10. Kuna Ubja uuringualal on tegu ebahütlase ehitusega (tsooniti lõhestunud ja karstunud) karbonaatkivimite lasundiga, seetõttu on ka karjäärist selle ekspluateerimisel väljapumpamist vajava vee kogust kui ka väljakujuneva depressioonilehtri ulatust ja suunda väga raske prog-noosida. Kõige paremaks ja usutavamaks on seejuures andmestik, mis on saadud likvi-deeritud Ubja kaevanduse alal läbi viidud mõõtmistest. Alast vahetult lääne poole (ca 0.5 km) jääb Selja jõe ürgoru erosiooniline lõige ja mõnevõrra kaugemale (ca 3 km) idasse - Kunda ürgoru erosiooniline lõige. Ala lõunapiirist ca 2 km kaugusele jääv Sõmeru rikkevöönd lõpe-tab depressiooni lõunasuunalise leviku, mis sealkohal ei ületa ühte meetrit.

11. Mõningaid probleeme võib tekkida karjäärast väljapumbatava vee ärajuhtimisega, sest Toolse oja oma aluspõhja süüvinud lõhelise ja karstunud sängiga ei ole selleks antud olukorras just kõige sobivam koht. Seda arvestades ongi jäänud Toolse oja kui senini kehtiva Pandivere Veekaitseala piiri äärde 50-100 m laiune kaitsetervik. Oja põhja kindlustamine ca 500 m ulatuses geotekstiiliga võimaldaks kindlasti selle probleemi lahendada.

Kõigi kommunikatsioonide (maantee, raudtee) tarvis on jäetud nõuetekohased kaitsetervikud.

12. Kõigi eelpool pakutud tootsa kihindi valikuvariantide puhul katendisse jäävad karbonaatkivimid (lubjakivid) võiksid oma keemiliste omaduste poolest, otsustades keemiliste analüüside järgi, olla kõlbulikum kasutamiseks karbonaatse toormena tsemendi tootmisel. Selle kindlaks tegemiseks oleks lähitulevikus vaja läbi viia vastava suunitlusega geoloogiliste tehnoloogilised uuringud. Ka põlevkivi keemiline koostis on selline (madal MgO sisaldus), mis välistab igasugused tüsistused selle põletamisel. Dolomiidistumine on Ubja uuringuväljal laialt levinud üksnes Kõrgekalda kihistust allpool lasuvates karbonaatkivimites.

13. Mäetehnilised tingimused uuringualal on soodsad (tootuskihi väike lasuvussügavus, katendi ja tootuskihi soodne suhe, keskmistesse piiridesse jääv põhjavee sissevool, suhteliselt lihtsad vee - eemaldamise võimalused). Kindlasti tuleks karjääri ekspluateerimise käigus leida võimalused karbonaatkivimitest katendi separaatseks väljamiseks. Samuti tuleks jätkata tehnoloogiliste lahenduste otsimist, et võtta kasutusele perspektiivne põlevkivikihind A-H. See võimaldaks suurendada kõnealuse ala põlevkivi varu ca 2.5 korda, kusjuures mäemassi kütteväärtus langeks seejuures vaid kuni 500 kcal/ kg võrra.

14. Väljatöötatud karjäärialala oleks otstarbekas rekultiveerida: uuringuala põhjaosas – metsamaa alla ja lõunaosas, kus karjäär saab olema sügavam ja põhjavee tase kõrgem, võiks seda ilmestada väiksemate veekogudega. Karjääri rekultiveerimise mooduste tarvis on potentsiaalne kaevandaja tellinud TTÜ - lt vastava projekti, mis on valmimisjärgus.

15. Ubja piirkonna põlevkivi ja lubjakivi kasutamise perspektiive silmas pidades oleks otstarbekas viia vahetult Ubja uuringualalt läände jääva ca 220 ha ala (Ubja põlevkivi kaevevälja plokk I (Kattai, 1994 järgi), kus tootuskihind on esindatud uuringualale nii kvaliteedilt kui lasuvustingimustelt väga sarnaste põlevkivi kihinditega, passiivse reservaru kategooriast üle aktiivse reservvaru kategooriasse.

16. Keskkonnale tekitatav kahju, mida täielikult välistada on võimatu, jääb Ubja uuringuala ekspluateerimisel kõigi eelduste kohaselt loodusliku ja sotsiaalse talutavuse piiresse. Selle väite põhjapidavuse ja erinevate tegurite koosmõju resultaadi välja selgitamiseks oleks vaja läbi viia keskkonnaekspertiis.

17. Iseloomustamaks paremini põlevkivi sisaldavat lasundit ning hindamaks selle vastavust tellija nõuetele, oleks otstarbekas kasutusele võtta uus näitaja - eri energiatootlus. See iseloomustaks mäemassi energiatootlust läbilõikeosa 1 m³ kohta.

KASUTATUD KIRJANDUS

Trükised

Eipre, 1981 – Eipre, T., 1981. Vodnije ressursy zakarstovannyi Pandivereskoi vozvyšennosti Estonii, Leningrad, Gidrometeoizdat.

Loopmann, A., 1979. “Eesti NSV jõgede nimestik”. Tln., “Valgus”.

“Lääne-Viru maakonna aastaraamat 1998”. Rakvere. 1999.a.

Männil, Bauert, 1984 - Männil, R., Bauert, H., 1984. Stroenie kukruzeskogo gorizonta po meridional'nomu profilju, peresekajuščemu Estonskoe I Tapaskoe mestoroždenija gorjučih slancev. ENSV TA Toim. Geoloogia, k. 33, nr. 3/4, lk. 113-119.

Männil, 1986 - Männil, R., 1986. Stratigrafija kukersitonosnyh otloženi C_I-C_{III}. V kn.: Stroenie slancenosoj tolšči Pribaltijskogo bassejna gorjučih slancev-kukersitov. Tallinn, “Valgus”, s. 12-24.

Männil, Bauert, 1986 - Männil, R., Bauert, H., 1986. Stroenie kukersitonosnoi tolšči Pribaltijskogo bassejna gorjučih slancev - kukersitov. Tallinn, “Valgus”, s. 25-25.

Käsikirjalised

Adamson A. jt., 1994. Kunda piirkonna põlevkivi ja teiste maavarade kasutamise tehnilis-majanduslik hinnang. Tallinn.

Gazizov, 1954 – Gazizov, M., 1954. Vedomosti o stepeni obvodnennosti šaht kombinata Estonslanec za period s 1946 po 1953 g. Tallinn. EGF. 338.

Kattai, 1991 - Kattai, V., 1991. Ispol'zovanie metoda korrelyacii put' sokraščeniya ob''emov laboratornyh issledovaniy gorjučih slancev. ESSR. AN IG.

Kattai, V., Savitski, L, 1992. Ubja piirkonna põlevkivivarude kasutamise perspektiivi eel-hinnang. Tallinn. EGF 4599.

Kattai, V., 1994. Ubja piirkonna täiendavate uuringute projekt. Tallinn. EGF

Kattai, V., 1995. Eesti põlevkivimaardla varu ümberhindamine (seisuga 01.01. 1995). Kohala uuringuväli. Tallinn. EGF 5308.

Kattai, V., 1998. - Eesti põlevkivimaardla Kohala uuringuvälja varu hinnang seisuga 01.04.1998.a. Tallinn. EGF 6073.

Kink, H. , Reinsalu, E., 1989 “Kunda-Aru paekarjääri seisund, mõju piirkonna veerežiimile ja keskkonnakaitse nõudeid arvestav ratsionaalne majandamine”. Tallinn, TA GI.

Kink, H., 1994. “Kunda piirkonna veeseire”. Tallinn, TA GI.

Kink, H., 1995. “Kunda piirkonna vee seisundi jälgimine”. (1995.a. seire andmeil). Tallinn. TA GI.

Kotkas, Pobul jt., 1948 - Kotkas, E., Pobul, E. i dr., 1948. Otcet o zapasah gorjučego slanca rudničnyh učastkov Kiviõli, Kütte-Jõud. Kohtla. Ubja. MSHP ESSR. Tallinn. EGF 123.

AS Merin, 1994. Keskkonda vähem kahjustava kaevandamise asukoha leidmine Kunda tsemenditootmise perspektiivseks varustamiseks põlevkiviga. Tallinn.

Metslang, T., 1999. Kunda piirkonna veeseire 1998.a. Tallinn. TA GI.

Miljukova, Švedšikova, 1952 - Miljukova, H.H., Švedšikova H.P., 1952. Geologičeskij otčet o detal'noj razvedke šahtnyh polej 33-38 Estonskogo mestoroždenija gorjučih slancev. Leningrad. EGF 297.

Nõmmsalu, V., 1992. Aruane hüdrogeoloogilistest uuringutöödest Arkna veehaardel ja Rakvere lihakombinaadi territooriumil. Keila. EGF 4575.

Perens, Lang, 1979 - Perens, R., Lang, T., 1979. Otčet na poiski i razvedku mestoroždenij stroitel'nyh materialov dlja otsypki plotin I damb hvostohranilišča v okrestnosti g. Kunda i opredelenija vodopritokov v šahtnye vyrabotki fosforita mestoroždenija Toolse ESSR. Keila. EGF 3609.

Perens, Talve, 1979- Perens, R., Talve, L., 1979. Otcet o doizučenii gornogeologičeskikh i gidrogeologičeskikh uslovij mestoroždenija fosforitov Toolse. Keila-Tallinn. EGF 3610.

Raudsep, 1972 - Raudsep, R., 1972. Otčet o detal'noi razvedke mestoroždenija fosforitov Toolse provedennoj v 1969-1971 g.g. Keila. EGF 3200.

Raudsep, Liivrand, 1989 - Raudsep, R., Liivrand, H., 1989. Otčet o rezul'tatah detal'noj razvedki fosforitov šahtnogo polja na mestoroždenii Kabala Rakvereskogo fosforitonosnogo rajona Estonskoi SSR, provedennoj v 1985-89 gg. Keila. EGF 4364.

Saadre, T. and Suuroja, K., 1993. Distribution pattern of the beds of the Viivikonna Formation. Bull. of the Geological Survey of Estonia., 3/1, 13-24.

Saadre, T. and Suuroja, K., 1993. Stratigraphy of the Kukruse Stage in Estonia. Bull. of the Geological Survey of Estonia, 3/1, 25-32.

Vatalin, I., 1997. "Rakvere linna ja ümbruse põhjaveevaru hinnang" Tallinn. EGF 5586



OÜ Eesti Geoloogiakeskus
Kadaka tee 80/82
12618, Tallinn

Meie nr. 1-3/5/2004.99

Geoloogilise uuringu tellimine

Põlevkivi esmajärgune kaevandamine Kunda Tsemenditehase vajaduseks võib toimuda Kohala uuringuvälja loodeosas Ubja asula läheduses, Kunda – Rakvere raudteeharust vahetult idas. Väljaeraldatud ala ca. 130 ha pindalaga jääb Pandivere veekaitscalast, mille piir kulgeb mööda Toolse jõge, läände.

Vaadeldaval alal 1995.a. põlevkivivaru madala uurituse taseme tõttu kinnitati aktiivse reservvaruna (EMK pr. nr. 95 – 70, 28.12.1995). 1998.a. varu hinnati ümber passiivseks reservvaruks (EMK pr. nr. 98 – 73, 09.12.1998) majanduslikel põhjustel, kui mitte vastav aktiivse põlevkivivaru määramise kriteeriumite nõuetele (EMK pr. nr. 97 – 58, 04.12.1997).

Kuna alal põlevkivi kvaliteedi kohta usaldusväärsed andmed puudusid, 1998.a. AS Kunda Nordic Tsement tellimusel (uuringuluba KMIN – 40) AS Viru Geoloogia puuris Ubja asula piirkonnas 3 puurauku, mis näitasid et põlevkivikihi F – D mäemassi on võimalik kasutada tsemendi tootmisel, ja mille kütteväärtust on võimalik veel tõsta, kasutates kõrgema kütteväärtusega lisakütust.

Käesolevas tehakse ettepanek viia läbi täiendavad geoloogilised uuringud tulevase põlevkivikarjääri esmajärgulisel kaevandamisalal (esimesed 8 – 10 aastat). Uuringute tulemused peavad tagama põlevkivi tarbevaru kinnitamise EMK-s, lähtneandmete saamise kaevandamisloa taotlemiseks, tulevase karjääri projekteerimiseks ja põlevkivi kasutamiseks. Selleks on tarvis täiendavad andmeid põhiliselt põlevkivi kvaliteedi, hüdrogeoloogiliste, ökoloogiliste ja mäenduslike kaevandamistingimuste kohta. Vastavalt 1994.a. EGK poolt koostatud projektile uuringu käigus peavad olema teostatud järgmised tööd:

- puurimistööd;
- proovimistööd;
- geofüüsikalised uuringud;
- topograafilised tööd;
- laboratoorsed uuringud;
- hüdrogeoloogilised uurimistööd;
- kameraalsed tööd.

Projekteeritavate tööde mahud on korrigeeritud seoses uuringuala vähenemisega ja toodud tabelis. Neid on võimalus hiljem lepingu sõlmimisel veel täpsustada. Palume esitada teiepoolsed pakkumised tööde maksumuse kohta.

Topo- geodeetilised tööd teeb vajalikus mahus meid teenindav markseidertifirma.
Lisa kolmel lehel.

J. Owren
J. Owren
Tegevdirektor

Sisse tulnud

21. aprill 1999 a.

Geoloogilise uuringu luba

EV Keskkonnaministeerium
(loa väljaandja)

KMIN-040
(registreerimise number)

1 Loa valdaja	1.1 Nimi AS Kunda Nordic Tsement		
	1.2 Registrinumber / isikukood 10156772	1.3 Aadress Jaama 2, Kunda EE 2114	
2 Maardla	2.1 Maardla nimetus Eesti põlevkivimaardla		
	2.2 Maardla osa nimetus Kohala väli		
	2.3 Maardla (maardla osa) registrikaardi number 0035		
	2.4 Maardla tähtsus üleriigilise tähtsusega [X] kohaliku tähtsusega []		
3 Uuringuala	3.1 Uuringuala nimetus Kohala välja põhjaosa		
	3.2 Uuringuala asukoht		
	Maakond Lääne - Viru	Vald (vallad) Sõmeru	
	3.3 Uuringuala pindala, hektarites 519,80		
	3.4 Uuritavate maavarade nimetused põlevkivi		
4 Uuringu teostaja	4.1 Ettevõtte nimetus AS Viru Geoloogia		
	4.2 Registrinumber 01084660	4.3 Aadress Rutiku 4, Kohtla-Järve EE 2020	
	4.4 Geoloogiliste tööde litsents		
	Registreerimise number 76	Väljaandmise kuupäev 03.12.92	Kehtivuse tähtaeg 10 aastat

Loa väljaandja

...
(allkiri)



(pitsat)

Rein Ratas, kantsler

29.12.1997
(kuupäev)

Märkus: Pindalad näidatakse 0,01 ha täpsusega



KESKKONNAMINISTEERIUM

AS Kunda Nordic Tsement

Teie 02.06.99.a. fax

Meie 14.06.99.a. nr.22-51/1542

Jaama 2

44106 Kunda

Vastavalt Teie ja OÜ Eesti Geoloogiakeskus vahel saavutatud kokkuleppele viia geoloogilise uuringu loasse KMIN-040 sisse järgmised muudatused:

4.1 ettevõtte nimetus AS Viru Geoloogia asendada OÜ Eesti Geoloogiakeskus;

4.2 registrinumber 01084660 asendada registrinumbriga 10140653;

4.3 aadress Rutiku 4, Kohtla-Järve EE 2020 asendada aadressiga Kadaka tee 80/82, 12618 Tallinn;

4.4 geoloogiliste tööde litsentsi registreerimise number 76 asendada TJG nr.08/97, väljaandmise kuupäev 03.12.92 asendada 24.03.97, kehtivuse tähtaeg 10 aastat asendada kehtivuse tähtajaga 5 aastat.

Lugupidamisega



Sulev Vare
Kantsler

Elmar Lugus 62 62 883



Eesti Maavarade Komisjoni protokolliline otsus
 95 - 70

Eesti põlevkivimaardla Kohala välja varu ümberhindamine

Eesti Geoloogiakeskus esitas läbivaatamiseks aruande Kohala uuringuvälja varu ümberhindamis kohta. Välja põlevkivi varude detailuuring on tehtud aastatel 1950-51. Põlevkivikihtide paksust ja kvaliteedi määrangud on tehtud vananenud nõuete kohaselt, mistõttu põlevkivi kvaliteet admetik ei ole usaldusväärne. Põlevkivi kvaliteedi ja mahukaalu osas on aruandes kasutatu ligidusespaikneva Kabala välja vastavaid keskmisi näitajaid ja varud on seetõttu kogu välja piiri antud õigustatult reservvarudena. Varude arvutus on tehtud kihtidekompleksi F1-A piires. Valda osa Kohala välja territooriumist jääb Pandivere veekaitsealale, kus varud on antud passiivse varudena. Ümberhindamise käigus tehtud põlevkivi varude arvutus on korrektne, saadud andmed võib lugeda usaldusväärseteks.

Eesti Maavarade Komisjon otsustas:

- Kinnitada Eesti põlevkivimaardla Kohala välja põlevkivi varud seisuga 01.01.95.a. kogustes:
- põlevkivi aktiivne reservvaru koguses 25843 tuhat tonni ja
 - põlevkivi passiivne reservvaru koguses 254302 tuhat tonni.

Dimitri Kaljo

Dimitri Kaljo
 Komisjoni esimees

Evald Mustjõgi

Evald Mustjõgi
 Teadussekretär



Rein Ratas

Keskkonnaministeeriumi kantsler
19. detsembril 1997.a.

Eesti Maavarade Komisjoni 4. detsembri 1997.a. istungi protokolliline otsus
nr.97-58

Põlevkivi varu arvutamise kriteeriumid

Toetudes Tallinna Tehnikaülikooli mäeinstituudi uuringule (teema 614L "Eesti maavarade kütustena kasutamise perspektiivid"), Eesti Maavarade komisjon otsustas:

1. Eesti kukersiitpõlevkivi varu määramise **põhikriteerium** on kihindi energiatootlus, GJ/m^2 .
2. Kihindi energiatootlus on kõikide A-F₁ (A-F_{alumine}) põlevkivikihtide ja nende vahel olevate paekihtide paksuste, kütteväärtuste ja mahumasside korrutiste summa.
3. **Abikriteeriumid** on selektiivselt väljatavate põlevkivikihtide kogupaksus (ilma paevahekihtideta) ja nende kihtide kaalutud keskmine kütteväärtus; selektiivselt väljatavate põlevkivikihtide hulka võib valikuliselt võtta kõiki põlevkivikihte, ka väljaspoolt A-F₁ kihindit.
4. Aktiivse varuna arvele võetava varuploki keskmine kihindi energiatootlus peab olema vähemalt 35 GJ/m^2 .
5. Aktiivse varu plokkide kogum on soovitatav kujundada suhteliselt sujuva piiriga, kooskõlas tingimustega, mille määravad: kaevandamise moodus (peal- või allmaakaevandamine), kaevandamisviis (kamberkaevandamine, kaevandamine lae varistamisega, selektiivne kaevandamine) ja muud kaevandamisvõimalusi määravad tingimused (mattunud orud, karst, maakasutus). Selleks on lubatav aktiivse varu plokkide kogumisse lülitada või moodustada varuplokke, mille keskmine energiatootlus ei ole vähem kui 34 GJ/m^2 .
6. Kui pealmaakaevandamiseks sobival alal on kihindi energiatootlus vähem kui 35 GJ/m^2 , kasutatakse abikriteeriume ja aktiivse varuna arvele võtmiseks moodustatakse varuplokk, mille piires selektiivselt väljatavate põlevkivikihtide keskmine kütteväärtus on üle 2600 kcal/kg ning nende summaarne paksus on suurem kui 10 % ülemise väljatava põlevkivikihi peal oleva katendi paksus.
7. Passiivse varuna arvele võetava põlevkivi varuploki keskmine kihindi energiatootlus peab olema vähemalt 25 GJ/m^2 .
8. Maardla moodustavad aktiivse ja passiivse varu plokid, mis on kontuuritud tingimusel, et üheski puuraugus ei ole põlevkivikihtide kogupaksus vähem kui 0,5 m.

Dimitri Kaljo
Komisjoni esimees

KINNITAN



Rein Ratas
Keskkonnaministeeriumi kantsler
22. detsembril 1998.a.

Eesti Maavarade Komisjoni 9.detsembri 1998.a. istungi protokolliline otsus
nr.98-73

Eesti põlevkivimaardla Kohala uuringuvälja põlevkivivaru hinnang

OÜ Eesti Geoloogiakeskus esitas komisjonile läbivaatamiseks Kohala uuringuvälja põlevkivivaru hinnangu seisuga 01.04.1998.a. Hinnang on tehtud vastavalt EMK 04.12.97.a. protokolliga kinnitatud kriteeriumitele ja täienduseks 1995.a. hinnangule. Kohala uuringuvälja kõikides varu arvutuse plokkides põlevkivikihi $F_1 - A$ energiatootlus ($31,6 - 34,4 \text{ GJ/m}^2$) ei vasta aktiivse varu nõuetele. Uuringuvälja pindala on 8617,72 ha. Sellest 7785,20 ha paikneb Pandivere veekaitsealal, millest 68,70 ha kattub Roela-Mõdriku maastikukaitsealaga. Eesti Maavarade Komisjoni eksperdi A.Teedumäe poolt esitatud arvamuses soovitatakse Kohala uuringuvälja põlevkivivaru kinnitada vastavalt töös esitatule.

Eesti Maavarade Komisjon otsustas:

1. Lugeda kehtetuks EMK protokoll nr.95-70 Kohala uuringuvälja varude kinnitamise osas.
2. Lugeda seisuga 01.04.98.a. Eesti põlevkivimaardla Kohala uuringuvälja pindalaga 8617,72 ha passiivseks reservvaruks 280 145 tuh. tonni, sellest Pandivere veekaitsealal pindalal 7785,20 ha (I ploki alaplokk I-2 ja alaplokk I-3 pindalaga 1484,72 ha, II plokk pindalaga 2417,33 ha, III plokk pindalaga 3471,48 ha, IV ploki alaplokk IV-10 pindalaga 135,43 ha ning V plokk pindalaga 276,24 ha) 254 302 tuh. tonni.



Dimitri Kaljo
Esimees



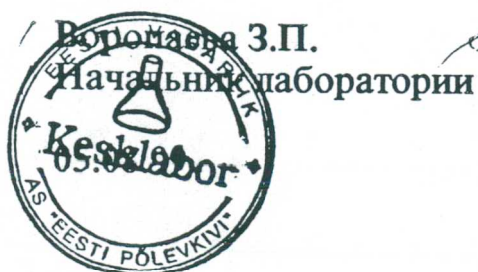
Guido Paalme
Teadussekretär


A/S EESTI PÕLEVKIVI
Kesklabor

Результаты анализа проб сланца VIRU GEOLOGIA A/S
от 02.08.99.

kontroll

№ п/п	№ пробы	Место отбора пробы	Индекс слоя	Удельная теплота сгорания Q_{b^d} ккал/кг	Влага аналитическая W^a %
1	549	И-8-1	F ₁	1468	0,34
2	551	И-8-1	E	3464	0,43
3	506	И-5	E	4554	0,62
4	512	И-5	B	4243	0,60
5	521	И-6	E	3708	0,53



Коопia õige: 

EESTI GEOLOOGIAKESKUSE LABOR

Tunnustatud Standardiameti poolt
tunnistus nr.106, 11.03.99.

REG.V99-177
22.juuli 1999.

VEE ANALÜÜSI TULEMUSED

TELLIJA: Geol.kaardistamise osakond
OBJEKT: 30-211, Ubja

määratud komponent	pr.U-8-1	
	mg/l	mg-ekv
NH_4^+	<0.05	
Na^+	3.5	0.15
K^+	3.8	0.10
Ca^{2+}	103.2	5.15
Mg^{2+}	26.2	2.16
Fe^{2+}		
Fe_{old}	0.07	
Katioonide summa		7.56
Cl^-	14.5	0.41
SO_4^{2-}	52.4	1.09
NO_3^-	6.0	0.10
NO_2^-	0.074	
CO_3^{2-}	<6.0	<0.20
HCO_3^-	353.9	5.80
Anioonide summa		7.40
Üldkaredus		7.31
Karb.karedus		5.80
Mittekarb.karedus		1.51
pH	7.8	
SiO_2	6.4	
Vaba CO_2	8.8	
PHT mgO/l	1.9	
Kuivjääk	421.0	
Värvus kraadides	10	
Läbipaistvus cm	>30	
Sade	ei ole	
Löhn	lõhnata	

Proov võetud 14.07.99, laborisse: 19.07.99.

Analüüsitud: 20.07.99.

Analüütik: N.Balabina

Labori juhataja:



M.Kalkun

tel. 6 720 074

EESTI GEOLOOGIAKESKUSE LABOR

Tunnustatud Standardiameti poolt

Tunnistus nr.106, 11.03.99.

Reg.: V99-184

3 august 1999

VEE ANALÜÜSI TULEMUSED

Tellija: Kaardistamise, meregeol.osakond.

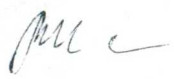
Objekt: 30-211

Määratud Komponent	Ubja allikas vp.10		Kovälja talu p/k vp.42	
	mg/l	mg-ekv	mg/l	mg-ekv
NH ₄ ⁺	0,15		0,16	
Na ⁺	4,4	0,19	4,6	0,20
K ⁺	6,3	0,16	3,5	0,09
Ca ²⁺	144,3	7,20	106,0	5,29
Mg ²⁺	29,2	2,40	32,2	2,65
Fe ²⁺				
Fe üld	<0,05		0,06	
Katioonide summa		9,95		8,23
Cl ⁻	20,2	0,57	27,3	0,77
SO ₄ ²⁻	148,1	3,08	104,9	2,18
NO ₃ ⁻	3,6	0,06	3,9	0,06
NO ₂ ⁻	0,006		0,047	
CO ₃ ²⁻	<6,0	<0,20	<6,0	<0,20
HCO ₃ ⁻	408,8	6,70	347,8	5,70
Anioonide summa		10,41		8,71
Üldkaredus		9,60		7,94
Karb.karedus		6,70		5,70
Mittekarb.karedus		2,90		2,24
PH	7,2		7,5	
SiO ₂	6,4		6,4	
Vaba CO ₂	35,2		22,0	
PHT mgO/l	2,6		1,7	
Kuivjääk	628,0		503,0	
Värvus kraadides	5		10	
Läbipaistvus cm	>30		>30	
Sade	ei ole		hall hägu	
Lõhn	lõhnata		lõhnata	

Proov võetud: 23.07.99, laborisse: 26.07.99.

Analüüsitud: 29.07.99.

Analüütik: N.Balabina

Labori juhataja: 

M.Kalkun

tel. 6 720 074

EESTI GEOLOOGIAKESKUSE LABOR

Tunnustatud Standardiameti poolt

Tunnistus nr.106, 11.03.99.

Reg.: V99-184

3 august 1999

VEE ANALÜÜSI TULEMUSED

Tellija: Kaardistamise, meregeol.osakond.

Objekt: 30-211

Määratud Komponent	Vana kaevanduse elamu salvkaev vp.9		kod. Kalmu salvkaev (vp. 36)	
	mg/l	mg-ekv	mg/l	mg-ekv
NH ₄ ⁺	0,19		0,13	
Na ⁺	5,9	0,26	4,8	0,21
K ⁺	17,7	0,45	25,0	0,64
Ca ²⁺	171,9	8,58	59,9	2,99
Mg ²⁺	22,0	1,81	5,3	0,44
Fe ²⁺				
Fe _{uld}	<0,05		<0,05	
Katioonide summa		11,10		4,28
Cl ⁻	29,1	0,82	11,0	0,31
SO ₄ ²⁻	170,8	3,56	24,3	0,51
NO ₃ ⁻	2,4	0,04	5,1	0,08
NO ₂ ⁻	<0,003		<0,003	
CO ₃ ²⁻	<6,0	<0,20	<6,0	<0,20
HCO ₃ ⁻	451,5	7,40	195,3	3,20
Anioonide summa		11,82		4,10
Üldkaredus		10,39		3,43
Karb.karedus		7,40		3,20
Mittekarb.karedus		2,99		0,23
PH	7,2		7,6	
SiO ₂	9,3		3,3	
Vaba CO ₂	57,2		22,0	
PHT mgO/l	2,6		9,6	
Kuivjääk	640,5		261,5	
Värvus kraadides	5		20	
Läbipaistvus cm	>30		>30	
Sade	hall hägu		ei ole	
Löhn	lõhnata		lõhnata	

Proov võetud: 23.07.99, laborisse: 26.07.99.

Analüüsitud: 29.07.99.

Analüütik: N.Balabina

Labori juhataja: *M.Kalkun*

M.Kalkun

tel. 6 720 074

Koopia õige & täpne

EESTI GEOLOOGIAKESKUSE LABOR

Tunnustatud Standardiameti poolt

Tunnistus nr.106, 11.03.99.

Reg.: V99-184

4 august 1999

VEE ANALÜÜSI TULEMUSED

Tellija: Kaardistamise, meregeol.osakond

Objekt: 30-211

Määratud Komponent	Sooaluse p/k U-9-1		Sooaluse p/k U-9-2		Sooaluse p/k U-9-3	
	mg/l	mg-ekv	mg/l	mg-ekv	mg/l	mg-ekv
NH ₄ ⁺	0,33		0,21		1,09	0,06
Na ⁺	4,4	0,19	4,0	0,17	27,5	0,70
K ⁺	3,5	0,09	3,3	0,08	10,6	0,27
Ca ²⁺	141,5	7,06	148,3	7,40	40,3	2,01
Mg ²⁺	22,0	1,81	25,6	2,11	25,6	2,11
Fe ²⁺	0,42		1,10		0,37	
Fe _{old}	0,53		1,23		0,43	
Katioonide summa		9,15		9,76		5,15
Cl ⁻	18,1	0,51	18,1	0,51	14,5	0,41
SO ₄ ²⁻	138,7	2,89	147,7	3,08	9,5	0,20
NO ₃ ⁻	0,4	0,01	0,8	0,01	<0,40	
NO ₂ ⁻	0,010		0,028		0,012	
CO ₃ ²⁻	<6,0	<0,20	<6,0	<0,20	<6,0	<0,20
HCO ₃ ⁻	353,9	5,80	390,5	6,40	305,1	5,00
Anioonide summa		9,21		10,00		5,61
Üldkaredus		8,87		9,51		4,12
Karb.karedus		5,80		6,40		-
Mittekarb.karedus		3,07		3,11		-
PH	7,8		7,9		7,4	
SiO ₂	5,7		6,9		5,9	
Vaba CO ₂	8,8		8,8		30,8	
PHT mgO/l	4,5		3,5		22,1	
Kuivjääk	574,0		594,0		325,5	
Värvus kraadides	20		10		8	
Läbipaistvus cm	12		12		>30	
Sade	valge hägu		koll.hägu		koll.hägu	
Lõhn	lõhnata		lõhnata		lõhnata	
Proov võetud:	15.07.99,		19.07.99		20.07.99.	
Proov võetud laborisse:	26.07.99.	Analüüsitud:	29.07.99.			

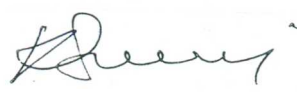
Analüütik: N.Balabina

Labori juhataja:



M.Kalkun

tel. 6 720 074

Koopia õige: 

EESTI GEOLOOGIAKESKUSE LABOR

Tunnustatud Standardiameti poolt
tunnistus nr. 106, 11.03.99.

REG.V99-226
25.august 1999.

VEE ANALÜÜSI TULEMUSED

TELLIJA: Geol.kaardistamise ja meregeol.osakond
OBJEKT: 30-211

määratud komponent	Selja jõgi mg/l	vp. 49 Väljaotsa talu mg-ekv	mg/l	mg-ekv	Kalevi talu pk. (vp. 46) mg/l	mg-ekv
NH ₄ ⁺	0.12		0.12		0.05	
Na ⁺	17.3	0.75	6.0	0.26	7.7	0.33
K ⁺	5.1	0.13	2.0	0.05	2.0	0.05
Ca ⁺⁺	99.2	4.95	123.4	6.16	111.8	5.58
Mg ⁺	15.9	1.31	24.8	2.04	11.8	0.97
Fe ⁺⁺						
Fe _{old}	0.06		<0.05		<0.05	
Katioonide summa		7.14		8.51		6.93
Cl ⁻	29.1	0.82	23.8	0.67	14.5	0.41
SO ₄ ⁻	64.2	1.34	109.5	2.28	120.6	2.51
NO ₃ ⁻	12.4	0.20	<0.4		<0.4	
NO ₂ ⁻	0.221		<0.003		0.030	
CO ₃ ⁻	6.0	0.20	6.0	0.20	<6.0	<0.20
HCO ₃ ⁻	298.9	4.90	347.7	5.70	268.4	4.40
Anioonide summa		7.46		8.85		7.32
Üldkaredus		6.26		8.20		6.55
Karb.karedus		5.10		5.90		4.40
Mittekarb.karedus		1.16		2.30		2.15
pH	7.8		7.8		7.3	
SiO ₂	5.7		5.5		9.2	
Vaba CO ₂	4.4		4.4		13.2	
PHT mgO/l	3.8		0.9		2.2	
Kuivjääk	428.5		541.0		446.5	
Värvus kraadides	10		10		5	
Läbipaistvus cm	>30		>30		>30	
Sade	ei ole		ei ole		ei ole	
Lõhn	lõhnata		lõhnata		lõhnata	

Proovid võetud: 19.08.99, laborisse 23.08.99

Analüüsitud: 23.08.99

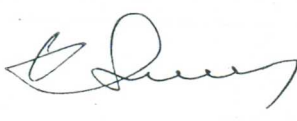
Analüütik: V.Kalašnikova

Labori juhataja:



M.Kalkun

tel.6 720 074

Koopia õige: 

EESTI GEOLOOGIAKESKUSE LABOR

Tunnustatud Standardiameti poolt
tunnistus nr. 106, 11.03.99.

REG.V99-245
08.september 1999.

VEE ANALÜÜSI TULEMUSED

TELLIJA: Kaardistamise ja meregeoloogia osakond
OBJEKT: 30-211, Ubja

määratud komponent	vp.26 Uueõue talu pk.		Koovälja lauda pk.		Sõmeru Kaarli 8krt.elam.		pass 1577
	mg/l	mg-ekv	mg/l	mg-ekv	mg/l	mg-ekv	
NH ₄ ⁺	0.32		0.56	0.01	0.33		
Na ⁺	13.3	0.58	10.6	0.46	6.5	0.28	
K ⁺	8.3	0.21	9.2	0.24	8.3	0.21	
Ca ⁺⁺	121.8	6.08	138.5	6.91	76.6	3.82	
Mg ⁺	28.6	2.35	26.9	2.21	35.7	2.94	
Fe ⁺⁺							
Fe _{alk}	<0.05		<0.05		0.07		
Katioonide summa		9.22		9.83		7.25	
Cl ⁻	22.0	0.62	61.7	1.74	29.1	0.82	
SO ₄ ⁻	82.1	1.71	39.4	0.82	65.4	1.36	
NO ₃ ⁻	12.3	0.20	42.3	0.68	<0.4		
NO ₂ ⁻	0.006		0.032		0.003		
CO ₃ ⁻	<6.0	<0.20	<6.0	<0.20	<6.0	<0.20	
HCO ₃ ⁻	421.0	6.90	390.5	6.40	329.5	5.40	
Anioonide summa		9.43		9.64		7.58	
Üldkaredus		8.43		9.12		6.76	
Karb.karedus		6.90		6.40		5.40	
Mittekarb.karedus		1.53		2.72		1.36	
pH	7.4		7.3		7.6		
SiO ₂	5.6		8.2		5.0		
Vaba CO ₂	52.8		26.4		30.8		
PHT mgO/l	1.8		2.4		2.0		
Kuivjääk	543.0		575.5		428.5		
Värvus kraadides	5		5		5		
Läbipaistvus cm	>30		>30		16		
Sade	ei ole		ei ole		kollane hägu		
Löhn	lõhnata		lõhnata		lõhnata		

Proovid võetud 01.09.99, laborisse 06.09.99

Analüüsitud: 06.09.99


Analüütik: N.Balabina

Labori juhataja:



M.Kalkun

tel.6 720 074

Koopia õige: 

EESTI GEOLOOGIAKESKUSE LABOR

Tunnustatud Standardiameti poolt

Tunnistus nr. 106, 11.03.99.

REG. V99-177,184

4 august 1999.

ANALÜÜSI TULEMUSED

Tellija: Kaardistamise, meregeol.osakond

Objekt: 30-211

Proovi nr.	Proovi võtu koht	Naftaproduktid vees (ekstraheeritud heksaanis) mg/l	Naftaproduktid vees (ekstraheeritud kloroformis) mg/l
V99-177-1	Ubja, U-9-1	<0,30	1,87
V99-184-1	Ubja allikas vp.10	<0,30	0,83

Proovid laborisse: 15.07.99(V99-177), 23.07.99(V99-184).

Analüüsitud: 26.07- 27.07.99.

Analüütik: N.Balabina

M.Kalkun

Labori juhataja:



Tel. 6 720 074

EESTI GEOLOOGIAKESKUSE LABOR

Tunnustatud Standardiameti poolt

Tunnistus nr.106, 11.03.99.

Reg.: V99-177,184

3.august 1999

VEE ANALÜÜSI TULEMUSED

Tellija: Kaardistamise, meregeol.osakond

Objekt: 30-211

Jrk. nr.	Laborat. nr.	Proovi võtu koht	Proov võetud	laborisse	analüüsitud	Fenool mg/l
1.	V99-177-1	Ubja, U-9-1	15.07.99	19.07.99	21.07.99	<0,001
2.	V99-184-1	Ubja allikas, vp.10	23.07.99	26.07.99	30.07.99	<0,001

Analüütik: V.Kalašnikova

Labori juhataja: 

M.Kalkun

tel. 6 720 074

16

EESTI GEOLOOGIAKESKUS LABOR

Tunnustatud Standardiameti poolt

Tunnistus nr.106, 11.03.99.

Lisa 9.

REG.T99-66

23.september 1999

SILIKAATANALÜÜSI TULEMUSED

Tellija: Geol.kaardistamise ja meregeol. osakond

Objekt: 30-211

OKSIID %	PA 5			PA 6		
	pr. nr.1	pr.nr.2	pr.nr.3	pr.nr.4	pr.nr.5	pr.nr.6
SiO ₂	15.60	7.88	11.80	7.26	8.44	8.84
Al ₂ O ₃	3.37	1.80	2.65	1.49	1.80	1.80
Fe ₂ O ₃ üld	1.40	1.05	1.30	1.40	0.98	1.10
CaO	39.40	45.26	42.92	45.84	43.97	43.97
MgO	1.42	2.11	1.64	2.18	1.67	1.24
P ₂ O ₅	0.111	0.126	0.078	0.120	0.118	0.111
S üld	0.42	0.35	0.37	0.22	0.62	0.51
Na ₂ O	0.17	0.15	0.16	0.17	0.16	0.14
K ₂ O	1.63	0.69	1.15	0.66	0.69	0.69
TiO ₂	0.162	0.088	0.128	0.088	0.124	0.100
MnO	0.046	0.062	0.051	0.076	0.068	0.050
K.k. (960°C)	34.79	39.14	36.18	39.59	39.78	39.80
CO ₂	31.97	37.22	34.91	37.64	35.02	35.90
K.k. (450°C)	1.69	1.66	1.23	1.37	5.19	3.92
S kv.	0.42	0.35	0.37	0.22	0.60	0.50

Analüütik: S.Hinn

M.Kalkun

Labori juhataja



	PA 6 pr.nr.7	PA 5 pr.nr.8	pr.nr.9	pr.nr.10	PA 9 pr.nr.11	pr.nr.12
SiO ₂	10.56	8.18	8.38	5.80	7.64	9.50
Al ₂ O ₃	2.35	1.49	1.49	1.49	1.67	2.14
Fe ₂ O ₃ _{solid}	1.20	0.86	1.01	1.15	2.43	1.44
CaO	38.24	45.26	44.21	45.49	34.50	40.00
MgO	2.83	1.01	1.56	0.67	0.67	2.02
P ₂ O ₅	0.124	0.142	0.110	0.104	0.057	0.128
S _{solid}	0.54	0.37	0.47	0.70	1.97	0.71
Na ₂ O	0.16	0.19	0.17	0.11	0.11	0.10
K ₂ O	0.94	0.60	0.75	0.46	0.58	0.75
TiO ₂	0.136	0.088	0.100	0.076	0.102	0.140
MnO	0.050	0.051	0.055	0.053	0.040	0.057
K.k. (950°C)	41.26	40.57	40.04	42.94	49.88	41.61
CO ₂	32.41	34.58	35.90	35.73	27.70	32.87
K.k. (450°C)	8.78	4.18	3.77	6.69	23.10	8.41
S _{kv}	0.48	0.34	0.45	0.68	1.82	0.64

	PA 9 Pr.nr. 13	PA 8 pr.nr.14	PA 5 pr.nr.15	PA 9 pr.nr.16	PA 8 pr.nr.17	pr.nr.18
SiO ₂	7.82	7.78	10.70	8.30	16.28	20.96
Al ₂ O ₃	1.72	1.72	2.44	1.97	3.73	4.46
Fe ₂ O ₃	1.00	1.00	1.22	1.84	1.95	1.99
CaO	45.49	45.38	38.36	41.87	34.73	32.98
MgO	1.25	1.18	1.96	1.38	2.85	2.90
P ₂ O ₅	0.131	0.136	0.104	0.144	0.082	0.099
S _{solid}	0.28	0.32	0.55	1.15	0.82	0.66
Na ₂ O	0.11	0.11	0.10	0.13	0.10	0.10
K ₂ O	0.60	0.60	0.65	0.72	1.46	1.77
TiO ₂	0.102	0.102	0.166	0.118	0.222	0.288
MnO	0.058	0.059	0.046	0.058	0.073	0.074
K.k.(950°C)	40.44	40.42	41.75	41.19	36.69	32.66
CO ₂	37.28	36.63	32.22	33.75	29.79	28.69
K.k.(450°C)	3.21	3.44	9.65	7.26	6.91	3.55
S _{kv}	0.27	0.32	0.47	1.13	0.72	0.61

S_{kv} – väävel kuningvees

Analüütik: Silvi Hinn

M.Kalkun

Labori juhataja



Põlevkivi tehnilise analüüsi tulemused

Jrk. Nr.	Uuringu- p.a. nr.	Proovi number	Kihi indeks	Kihi üle- mine piir, m	Kihi alu- mine piir, m	Kihi paksus, m	Puursüdamiku väljatulek,		Tehnilise analüüsi andmed			
							m	%	Wa, % niiskus anal.	A ^d , % tuhasus	Co ₂ ^d , % sisaldus	O _g , kcal/kg eri kütteväärtus
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	U - 5	100	H	12.30	12.58	0.28	0.26	93	0.40	52.80	28.90	1525
2		101	H/G	12.58	12.74	0.16	0.16	100	0.37	58.70	36.40	373
3		102	G	12.74	12.86	0.12	0.11	92	0.86	35.00	12.50	4786
4		103	F ₂	13.76	13.95	0.19	0.17	89	0.38	55.00	31.40	1067
5		104	F ₁	13.95	14.46	0.51	0.50	98	0.39	51.40	27.30	1820
6		105	F ₁ /E	14.46	14.65	0.19	0.18	95	1.03	54.30	30.70	1315
7		106	E	14.65	15.28	0.63	0.61	97	0.29	38.30	12.70	4592
8		107	E/D	15.28	15.35	0.07	0.07	100	0.52	54.80	31.30	1137
9		108	D	15.35	15.68	0.33	0.31	94	0.93	49.00	15.20	3144
10		109	D/C	15.68	15.85	0.17	0.17	100	0.34	60.70	36.10	306
11		110	C	15.85	16.05	0.20	0.18	90	0.48	56.20	33.10	882
12		111	C/B	16.05	16.11	0.06	0.06	100	0.27	56.20	35.30	764
13		112	B	16.11	16.20	0.09	0.09	100	0.36	36.50	16.20	4263
14		114	A ₁ +A	16.27	16.50	0.23	0.19	83	0.61	50.80	26.40	2038
15	U - 6	115	H	11.80	12.08	0.28	0.28	100	0.50	52.80	28.00	1660
16		116	H/G	12.80	12.23	0.15	0.15	100	0.25	59.20	36.00	420
17		117	G	12.23	12.4	0.17	0.16	94	0.63	41.40	18.40	3579
18		118	F ₂	13.37	13.61	0.24	0.24	100	0.36	55.20	30.90	1104
19		119	F ₁	13.61	14.06	0.45	0.40	89	0.59	50.60	25.40	2109
20		120	F ₁ /E	14.60	14.28	0.22	0.19	86	0.27	53.20	31.90	1236
21		121	E	14.28	14.91	0.63	0.56	89	0.45	41.20	19.10	3746
22		122	E/D	14.91	15.04	0.13	0.13	100	0.23	55.70	35.50	700
23		123	D	15.04	15.30	0.26	0.23	88	0.63	50.20	15.10	3057
24		124	D/C	15.30	15.47	0.17	0.17	100	0.18	60.50	34.60	414
25		125	C	15.47	15.60	0.13	0.12	92	0.25	54.00	29.70	1384
26		126	C/B	15.60	15.64	0.04	0.04	100	0.19	55.50	34.20	765

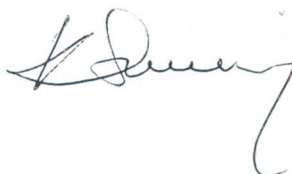
Lisa 10 järg

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
27	U - 6	127	B	15.64	15.80	0.16	0.14	87	0.50	48.70	26.40	2097
28		129	A ₁ +A	15.86	16.10	0.24	0.20	83	0.29	54.20	27.80	1415
29	U - 9 - 3	130	H	7.00	7.20	0.20	0.18	90	0.22	54.80	26.60	1318
30		131	H/G	7.20	7.38	0.18	0.18	100	0.07	60.70	32.90	367
31		132	G	7.38	7.50	0.12	0.10	83	0.54	32.80	7.50	5097
32		133	F ₂	8.50	8.75	0.25	0.24	96	0.16	55.00	29.20	1108
33		134	F ₁	8.75	9.50	0.75	0.70	93	0.18	52.80	27.60	1553
34		136	E ₁	9.50	10.10	0.60	0.55	92	0.31	48.60	23.70	2433
35		137	E/D	10.10	10.22	0.12	0.12	100	0.07	56.10	33.40	680
36		138	D	10.22	10.38	0.16	0.12	7575	0.81	48.40	15.00	3273
37		139	D/C	10.38	10.54	0.16	0.16	100	0.08	59.40	34.90	518
38		140	C	10.54	10.60	0.06	0.05	83	0.22	53.30	26.50	1516
39		141	C/B	10.60	10.65	0.05	0.05	100	0.05	56.10	34.50	586
40		142	B	10.65	10.72	0.07	0.06	86	0.24	41.40	18.70	3607
41		144	A ₁ +A	10.81	10.95	0.14	0.14	100	0.11	52.50	27.60	1629
42	U - 8 - 1	145	H	3.30	3.55	0.25	0.20	80	0.31	53.00	26.10	1846
43		146	H/G	3.55	3.70	0.15	0.15	100	0.12	58.70	38.10	287
44		147	G	3.70	3.90	0.20	0.15		0.41	49.40	22.30	2242
45		148	F ₂	5.00	5.20	0.20	0.19	95	0.24	57.10	33.00	895
46		149	F ₁	5.20	6.00	0.80	0.80	100	0.26	53.60	29.70	1509
47		150	F ₁ /E	6.00	6.19	0.19	0.17	89	0.22	52.40	29.20	1632
48		151	E	6.19	6.68	0.49	0.45	92	0.38	43.20	18.90	3484
49		152	E/D	6.68	6.85	0.17	0.16	94	0.17	56.80	35.00	772
50		153	D	6.85	7.00	0.15	0.12	80	0.55	51.30	16.70	2888
51		154	D/C	7.00	7.18	0.18	0.18	100	0.20	61.40	33.90	447
52		155	C	7.18	7.30	0.12	0.12	100	0.20	56.40	33.30	973
53		156	C/B	7.30	7.38	0.08	0.08	100	0.13	57.10	36.70	633
54		157	B	7.38	7.53	0.15	0.12	80	0.38	44.70	20.20	3116
55		159	A ₁ +A	7.60	7.70	0.10	0.10	100	0.18	53.80	27.70	1494
56	U - 4	160	H	2.19	2.40	0.21	0.21	100	1.38	50.60	21.00	2023
57		161	H/G	2.40	2.59	0.19	0.18	95	0.42	55.40	35.20	798
58		162	G	2.59	2.75	0.16	0.16	100	2.06	44.00	16.00	3263
59		163	F ₂	3.60	3.85	0.25	0.25	100	0.40	54.20	31.10	1107
60		164	F ₁	3.85	4.57	0.72	0.72	100	0.99	49.80	21.50	2360

Lisa 10 järg

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
61	U - 4	165	F ₁ /E	4.57	4.70	0.13	0.13	100	0.29	57.60	33.90	742
62		166	E	4.70	5.01	0.31	0.31	100	0.34	54.00	29.70	1353
63		167	E/D	5.01	5.20	0.19	0.19	100	0.25	56.60	35.20	764
64		168	D	5.20	5.40	0.20	0.20	100	0.90	50.80	13.60	3179
65		169	D/C	5.40	5.59	0.19	0.18	95	0.39	57.60	36.20	339
66		170	C	5.59	5.79	0.20	0.19	95	0.30	51.20	28.40	1567
67		171	C/B	5.79	5.85	0.06	0.05	83	0.18	56.80	31.90	871
68		172	B	5.85	6.00	0.15	0.15	100	0.52	46.40	18.30	2857
69		174	A ₁ +A	6.07	6.20	0.13	0.13	100	0.34	55.60	29.80	1193
70	U - 3	1	H	2.60	2.85	0.25	0.23	92	0.28	52.10	20.60	1916
71		2	H/G	2.85	3.05	0.20	0.20	100				382
72		3	G	3.05	3.15	0.10	0.09	90	0.58	38.40	6.70	4474
73		4	F ₂	4.40	4.60	0.20	0.18	90	0.01	55.20	29.10	998
74		5	F ₁	4.60	5.16	0.56	0.49	87	0.11	51.50	22.80	1832
75		6	F ₁ /E	5.16	5.30	0.14	0.14	100				584
76		7	E	5.30	6.00	0.70	0.60	86	0.07	46.90	17.50	2848
77		8	E/D	6.00	6.12	0.12	0.12	100				718
78		9	D	6.12	6.29	0.17	0.15	88	0.55	50.90	7.80	3230
79		10	D/C	6.29	6.55	0.26	0.26	100				0
80		11	C	6.55	6.72	0.17	0.14	82	0.21	52.90	26.80	1371
81		12	C/B	6.72	6.77	0.05	0.05	100				480
82		13	B	6.77	6.84	0.07	0.05	71	0.25	46.30	17.70	2731
83		15	A ₁ +A	6.93	7.08	0.15	0.09	60	0.20	50.70	20.50	1965

Koostas: AS Viru Geoloogia peageoloog L. Morozova

Koopia õige: 

Ubjä uuringuvälja tootsa kihindi valikuvariantide ja üksikute põlev- ja lubjakivi kihtide energiatootlikkuse näitajad puuraukude kaupa

Puurauk U - 3

Kihi indeks	Kihi paksus, m	Kütte- väärtus kcal/kg	Kihi mahu- kaal, γ t/m ³	Kihi tootlikkus, m γ t/m ²	Kihi energia- tootlikkus, m γ Q	
					Mcal/m ²	GJ/m ²
F ₂	0.20	998	2.0	0.40	399	1.67
F ₁	0.56	1832	1.79	1.00	1836	7.67
F ₁ /E	0.14	584	2.14	0.30	175	0.73
E	0.70	2848	1.58	1.11	3150	13.19
E/D	0.12	718	2.11	0.25	182	0.76
D	0.17	3230	1.51	0.26	829	3.47
D/C	0.26	0	2.41	0.63	0	0
C	0.17	1371	1.89	0.32	441	1.84
C/B	0.05	480	2.18	0.11	52	0.22
B	0.07	2731	1.59	0.11	304	1.27
B/A ₁	0.09	0	2.41	0.22	0	0
A ₁						
A ₁ /A	0.15	1965	1.74	0.26	513	2.15
A						
F ₂ -A MM	2.68	1600	1.84	4.93	7890	33.04
PK	2.02	2167	1.70	3.43	7441	31.16
F ₁ -A MM	2.48	1652	1.81	4.49	7415	31.05
PK	1.82	2317	1.67	3.04	7042	29.49
F ₂ -D MM	1.89	1988	1.74	3.29	6540	27.39
PK	1.63	2253	1.67	2.72	6133	25.68
F ₁ -D MM	1.69	2121	1.72	2.91	6165	25.82
PK	1.43	2462	1.63	2.33	5739	24.03
C-A MM	0.53	1299	1.92	1.02	1322	5.54
PK	0.39	1821	1.79	0.70	1271	5.32
H	0.25	1916	1.76	0.44	843	3.53
H/G	0.20	382	2.23	0.46	177	0.74
G	0.10	4474	1.35	0.14	604	2.53
H-G MM	0.55	1588	1.84	1.01	1607	6.73
PK	0.35	2512	1.63	0.57	1433	6.00

MM - mäemass

PK – põlevkivi

Puurauk U - 4

Kihi indeks	Kihi paksus, m	Kütte-väärtus kcal/kg	Kihi mahu-kaal, γ t/m ³	Kihi tootlikkus, $m\gamma$ t/m ²	Kihi energia-tootlikkus, $m\gamma Q$	
					Mcal/m ²	GJ/m ²
F ₂	0.25	1107	1.97	0.49	545	2.28
F ₁	0.72	2360	1.65	1.19	2804	11.74
F ₁ /E	0.13	742	2.11	0.27	1566	6.56
E	0.31	1353	1.89	0.58	793	3.32
E/D	0.19	764	2.07	0.39	300	1.26
D	0.20	3179	1.51	0.30	960	4.02
D/C	0.19	339	2.27	0.43	146	0.61
C	0.20	1567	1.84	0.37	577	2.41
C/B	0.06	871	2.04	0.12	107	0.45
B	0.15	2857	1.56	0.23	669	2.80
B/A ₁	0.07	0				
A ₁						
A ₁ /A	0.13	1193	1.94	0.25	301	1.26
A						
F ₂ -A MM	2.60	1551	1.84	4.78	7420	3107
PK	1.96	1949	1.74	3.41	6647	27.83
F ₁ -A MM	2.35	1602	1.84	4.32	6927	29.01
PK	1.71	2088	1.72	2.94	6141	25.72
F ₂ -D MM	1.80	1739	1.79	3.22	5603	23.46
PK	1.48	1991	1.74	2.58	5127	21.47
F ₁ -D MM	1.55	1851	1.76	2.73	5050	21.15
PK	1.23	2198	1.70	2.09	4596	19.25
C-A MM	0.61	1455	1.86	1.13	1651	6.91
PK	0.48	1819	1.79	0.86	1563	6.54
H	0.21	2023	1.74	0.37	739	3.10
H/G	0.19	798	2.07	0.39	314	1.31
G	0.16	3263	1.49	0.24	778	3.26
H-G MM	0.56	1849	1.76	0.99	1822	7.63
PK	0.37	2516	1.63	0.60	1517	6.35

MM - mäemass

PK - põlevkivi

Puurauk U - 5

Kihi indeks	Kihi paksus, m	Kütte-väärtus kcal/kg	Kihi mahu-kaal, γ t/m ³	Kihi tootlikkus, $m\gamma$ t/m ²	Kihi energia-tootlikkus, $m\gamma Q$	
					Mcal/m ²	GJ/m ²
F ₂	0.19	1067	1.97	0.37	399	1.67
F ₁	0.51	1820	1.79	0.91	1661	6.96
F ₁ /E	0.19	1315	1.92	0.36	480	2.01
E	0.63	4592	1.34	0.84	3877	16.23
E/D	0.07	1137	1.97	0.14	157	0.66
D	0.33	3144	1.52	0.50	1577	6.60
D/C	0.17	306	2.27	0.39	118	0.49
C	0.20	882	2.04	0.41	360	1.51
C/B	0.06	764	2.07	0.12	95	0.40
B	0.09	4263	2.41	0.22	925	3.87
B/A ₁	0.07	0	1.37	0.09	0	0
A ₁						
A ₁ /A	0.23	2038	1.74	0.40	816	3.42
A						
F ₂ -A MM	2.74	2142	1.72	4.71	10095	42.27
PK	2.18	2600	1.61	3.51	9125	38.21
F ₁ -A MM	2.55	2234	1.70	4.34	9684	40.55
PK	1.99	2779	1.58	3.14	8738	36.59
F ₂ -D MM	1.92	2615	1.61	3.09	8083	33.85
PK	1.66	2868	1.56	2.59	7427	31.10
F ₁ -D MM	1.73	2823	1.58	2.73	7716	32.31
PK	1.47	3163	1.51	2.22	7021	29.40
C-A MM	0.65	1480	1.86	1.21	1789	7.49
PK	0.52	1835	1.79	0.93	1708	7.15
H	0.28	1525	1.86	0.52	794	3.33
H/G	0.16	373	2.23	0.36	133	0.56
G	0.12	4786	1.31	0.16	752	3.15
H-G MM	0.56	1656	1.81	1.01	1679	7.03
PK	0.40	2307	1.67	0.67	1541	6.45

MM - mäemass

PK - põlevkivi

Puurauk U - 6

Kihi indeks	Kihi paksus, m	Kütte- väärtus kcal/kg	Kihi mahu- kaal, γ t/m ³	Kihi tootlikkus, $m \gamma$ t/m ²	Kihi energia- tootlikkus, $m \gamma Q$	
					Mcal/m ²	GJ/m ²
F ₂	0.24	1104	1.97	0.24	522	2.19
F ₁	0.45	2109	1.72	0.77	1632	6.84
F ₁ /E	0.22	1236	1.94	0.43	528	2.21
E	0.63	3746	1.44	0.91	3398	14.23
E/D	0.13	700	2.11	0.27	192	0.80
D	0.26	3057	1.54	0.40	1224	5.13
D/C	0.17	414	2.23	0.38	157	0.66
C	0.13	1384	1.86	0.24	335	1.40
C/B	0.04	765	2.07	0.08	63	0.27
B	0.16	2097	1.72	0.28	577	2.42
B/A ₁	0.06	0	2.41	0.14	0	0
A ₁						
A ₁ /A	0.24	1415	1.89	0.45	642	2.69
A						
F ₂ -A MM	2.73	1928	1.76	4.80	9264	38.79
PK	2.11	2371	1.65	3.48	8255	34.57
F ₁ -A MM	2.49	2017	1.74	4.33	8739	36.59
PK	1.87	2565	1.61	3.01	7722	32.34
F ₂ -D MM	1.93	2314	1.67	3.22	7458	31.23
PK	1.58	2660	1.59	2.51	6682	27.98
F ₁ -D MM	1.69	2518	1.63	2.75	6936	29.05
PK	1.34	3008	1.54	2.06	6207	25.99
C-A MM	0.63	1350	1.89	1.19	1607	6.73
PK	0.53	1603	1.84	0.98	1563	6.55
H	0.28	1660	1.81	0.51	841	3.52
H/G	0.15	420	2.23	0.33	140	0.59
G	0.17	3579	1.45	0.25	882	3.69
H-G MM	0.60	1729	1.81	1.10	1878	7.86
PK	0.45	2292	1.67	0.75	1722	7.21

MM - mäemass

PK - põlevkivi

Puurauk U - 8 - 1

Kihi indeks	Kihi paksus, m	Kütteväärtus kcal/kg	Kihi mahukaal, γ t/m ³	Kihi tootlikkus, my t/m ²	Kihi energia – tootlikkus, myQ	
					Mcal/m ²	GJ/m ²
F ₂	0.20	895	2.04	0.41	365	1.53
F ₁	0.80	1509	1.86	1.49	2245	9.40
F ₁ /E	0.19	1632	1.83	0.35	567	2.38
E	0.49	3484	2.46	1.21	4200	17.59
E/D	0.17	772	2.07	0.35	272	1.14
D	0.15	2888	1.56	0.23	676	2.83
D/C	0.18	447	2.23	0.40	179	0.75
C	0.12	973	2.00	0.24	234	0.98
C/B	0.08	633	2.14	0.17	108	0.45
B	0.15	3116	1.52	0.23	710	2.98
B/A ₁	0.07	0	2.41	0.17	0	0
A ₁						
A ₁ /A	0.10	1494	1.86	0.19	278	1.16
A						
F ₂ -A MM	2.70	1658	1.81	4.89	8103	33.93
PK	2.01	2012	1.74	3.50	7037	29.47
F ₁ -A MM	2.50	1727	1.81	4.53	7815	32.72
PK	1.81	2158	1.70	3.08	6640	27.81
F ₂ -D MM	2.00	1880	1.76	3.52	6618	27.71
PK	1.64	2044	1.74	2.85	5833	24.43
F ₁ -D MM	1.80	2006	1.74	3.13	6283	26.31
PK	1.44	2233	1.70	2.45	5466	22.89
C-A MM	0.52	1349	1.92	0.10	1347	5.64
PK	0.37	1875	1.76	0.65	1221	5.11
H	0.25	1846	1.79	0.45	826	3.46
H/G	0.15	287	2.27	0.34	97.72	0.41
G	0.20	2242	1.70	0.34	762	3.19
H-G MM	0.60	1475	1.86	1.12	1646	6.89
PK	0.45	2017	1.74	0.78	1579	6.61

MM - mäemass


PK - põlevkivi

Puurauk U -9 - 3

Kihi indeks	Kihi paksus, m	Kütteväärtus kcal/kg	Kihi mahukaal, γ t/m ³	Kihi tootlikkus $m \gamma$ t/m ²	Kihi energia – tootlikkus, $m \gamma Q$	
					Mcal/m ²	GJ/m ²
F ₂	0.25	1108	1.97	0.49	546	2.29
F ₁	0.75	1553	1.84	1.38	2143	8.97
E	0.60	2433	1.65	0.99	2409	10.10
E/D	0.12	680	2.11	0.25	172	0.72
D	0.16	3273	1.49	0.24	780	3.27
D/C	0.16	518	2.18	0.35	181	0.76
C	0.06	1516	1.86	0.11	169	0.71
C/B	0.05	586	2.14	0.11	63	0.26
B	0.07	3607	1.45	0.10	366	1.53
B/A ₁	0.09	0				
A ₁						
A ₁ /A	0.14	1629	1.84	0.26	420	1.76
A						
F ₂ -A MM	2.45	1612	1.94	4.75	7662	32.08
PK	2.03	1911	1.76	3.57	6828	28.58
F ₁ -A MM	2.20	1875	1.81	3.98	7462	31.25
PK	1.78	2039	1.74	3.10	6321	29.12
F ₂ -D MM	1.88	1800	1.79	3.37	6057	25.37
PK	1.76	1891	1.76	3.10	5858	24.53
F ₁ -D MM	1.63	1920	1.76	2.87	5508	23.07
PK	1.51	2040	1.74	2.63	5360	22.45
C-A MM	0.41	1305	1.92	0.79	1027	4.30
PK	0.27	2038	1.74	0.47	957	4.01
H	0.20	1318	1.92	0.38	501	2.10
H/G	0.18	367	2.23	0.40	147	0.62
G	0.12	5097	1.29	0.15	765	3.20
H-G MM	0.50	1574	1.84	0.92	1448	6.06
PK	0.32	2444	1.65	0.53	1295	5.42

MM - mäemass
PK - põlevkivi

Koostas: AS Viru Geoloogia vanemgeoloog L. Morozova

Koopia õige: 

HURINGUAAUK U-4

Geograafilised koordinaadid: $x=6588844,9$; $y=638831,9$

Suudme abs.kõrgus: 62,8 m.

Puurimise aeg: algus: 15.06.99a. lõpp: 15.06.99a.

Puurimise algdiameeter: 132 mm

Puurimise lõppdiameeter: 112 mm

Kärni väljatulek:

Kvaternaarisetted: 100%

Lubjakivi: 36%

Põlevkivi 23%

Huringuauk kokku: 93%

Veetase 3,2 m

Geol. ind.	Sügavus, m		Paksus m	Kärni välja- tulek m	Kivimite kirjeldus
	algus	lõpp			
1	2	3	4	5	6
0	0,0	0,05	0,05	0,05	Kvaternaarisetted
QIV	0,0	0,3	0,3	0,3	Kasvuainas
QIV	0,3	0,3	0,5	0,5	Tehnogeensed setted koosne- vad liiva, killustiku, tah- velkildi, klaasikildude, põ- leud' põlevkivitükikeste segust
QIVj ₃	0,8	0,95	0,15	0,15	Kollakaspruun saviliiv, peen- te veeristega, karbonaatsete harva pürsketükkidega.
Q ₂	0,95	7,00	6,05	6,36	Kesk-Ordoviitsiumi ladestik
Q ₂ kk	0,95	6,20	5,25	5,16	Kuikruse lade
	0,95	2,19	1,24	1,20	Hele-hall lubjakivi, dolomiit seerunud kukersiidi vahetühi- kestega, tugevalt lõheline, mu- renenud, lõhede seinad on kae- tud raua hüdroksiidiga. Mater- jal 1x2sm kuni 3x4sm tükkidena Tume-pruun, kohati must kuker- siit, kope, oksüdeerunud.
H	2,19	2,40	0,21	0,21	Tume-pruun kukersiit, kohati punakas-pruun, ilma karbonaat- sete auguljate suletisteta.
H/G	2,40	2,50	0,10	0,10	Hall dolomiit, peeneteraline põrriidi pesadega, tugevalt lõ-

1	2	3	4	5	6
					heline, lõhede seinad kaetud raua hüdroksiidiga.
G	2,59	2,75	0,16	0,16	Erk-pruun kukersiit, kobe, oksüdeerunud. Materjal tükkide ja tolmuu, pehmeneb kergesti käte vahel.
G/F ₂	2,75	3,60	0,85	0,85	Vehemikus-dolomiidi ja kukersiidi tükikesed. Dolomiit kavernoosne, poorse tekstuuriga, kukersiit must, oksüdeerunud, kobe.
F ₂ -A	3,60	6,20	2,60	2,56	Põlevkivi tootuskiht
F ₂	3,60	3,35	0,25	0,25	Erk-pruun kukersiit, oksüdeerunud kerogeeni sisaldavate dolomiidisuletistega, poorne, kavernoosne, suletised ääristatud püriidiga
F ₁	3,85	4,57	0,72	0,72	Tume-pruun kukersiit, kobe, murenenud, esinevad kerogeense dolomiidi suletised, kavernoosne, poorne. Vehemikus 3,90-4,05 kerogeensed dolomiidi suletised, vertikaalselt kihiline.
F ₁ /E	4,57	4,70	0,13	0,13	Kukersiidi ja kerogeense dolomiidi läbinõimunud kihid. Kukersiit erk-pruun, dolomiit kollakas hall mudasööjate käikudega, mis on täitunud helela karbonaatse materjaliga püriidi impregnatsiooniga.
E	4,70	5,01	0,31	0,31	Kollakas-pruun kukersiit, kobe oksüdeerunud, sisaldab kahte suletiste taset kerogeenset dolomiiti, vahemikus 4,73-4,80 kerogeenne dolomiit vertikaalse lõhega, mis on täidetud püriidiga ääristatud kaltsiidiga.
E/D	5,01	5,20	0,19	0,19	Hallikas-kollane kerogeeni sisaldav lubjakivi ebakorrapäraselt hajutatud detriidi laikudega, mudasööjate käikudega. Tugevalt lõheline, sattus vastu subvertikaalne -lõhede seeria.
D	5,20	5,40	0,20	0,20	Pruun kukersiit, kobe, harvade kollakas-roheliste kerogeense dolomiidi suletistega.
D/C	5,40	5,59	0,19	0,13	Kollakas-hall dolomiit, ebaselgelt kihiline. Kihi keskmises osas püritiseerunud katkestussind millest ülespoole esineb hajutatu kerogeen, alumises osas esinevad hele-hallid mudasööjate käigud. Tugev lõhelisus, künn on purustatud tükkideks, suurusega 1x2sm, kuni 3x4 sm.

1	2	3	4	5	6
C	5,59	5,79	0,20	0,19	Kukersiit kollakas pruun, ülemises osas suur karv mudasööjate käike, mis on täitunud heleda karbonaatse materjaliga, esinevad üksikud dolomiidi suletised munakatena.
C/B	5,79	5,85	0,06	0,05	Kollakas-hall dolomitiseerunud lubjakivi, ebaselgelt kihiline, tugevalt lõheline, lõhede seinad kaetud püriidiga.
B	5,85	6,00	0,15	0,15	Pruun kukersiit, kohati tumepruun, dolomiidi tükkidega, esineb püriidi kuhjumist.
B/A ₁	6,00	6,07	0,07	0,06	Sinakashall dolomitiseerunud lubjakivi, muguljas, kerokeen esineb laialivalgvate laikudena.
A ₁ +A	6,07	6,20	0,13	0,13	Vahemiku alguses kollakas-roheline kukersiit, m vahemiku lõpus pruun kukersiit. Vahemiku kesk-kerogeense dolomiidi vahekiht üksikute munakatena.
02uh	6,20	7,90	1,70	1,20	Uhaku lade
					Dolomitiseerunud peeneteraline lubjakivi, savikas kerogeense mergli vahekihtidega vahemikes 6,30-6,40, 7,60-7,70, 7,80-7,90.

Sügavuse kontrollmõõt: 7,90m

Dokumenteeris: *L. Morozova* L. Morozova

Kuupäev: 16.07.99a.

Uuringuauk U-5

Geograafilised koordinaadid: $x = 6588844.9$; $y = 638041.2$

Suudme abs.kõrgus: 68.1 m.

Puurimise aeg: algus:15.06.99 lõpp:16.06.99a.

Puurimise algdiameeter 132 mm

Puurimise lõppdiameeter: 112 mm

Kärni väljatulek:

Kvaternaarisetted: 100%

Lubjakivi: 88%

Põlevkivi 95%

Uuringuauk kokku: 91%

Veetase: 11,2m

Geol. ind.	Sügavus, m algus lõpp	Paksus m	Kärni välja- tulek m	Kivimite kirjeldus	
1	2	3	4	5	6
Q _{1v}	0,0	2,3	2,3	2,3	Kvaternaari setted
Q _{1V}	0,0	0,35	0,35	0,35	Kasvupinnas
Q _{1Vjr3}	0,35	0,5	0,15	0,15	Kollakaspruun liivsavi läätsjate saviliiva va- hekihtidega(mm osad).
Q _{IVjr3}	0,5	2,3	1,8	1,8	Liivsavi moreen kuni 1.4m sügavuseni kolla- kaspruunid, edasi rohe- kaskollane karbonaat- sete kivimite ümardu- nud kildude sisalduse- ga, kildude suurus alates 0,5x0,5m kuni 2x3m. Esinevad üksikud purke- kivimite veerised.
O ₂	2,3	17,3	15,0	12,37	Kesk-Ordoviitsiumi lades- tik
O _{2id}	2,3	8,0	5,7	4,9	Idavere lade
	2,3	4,5	2,2	1,8	Rohekashall lubjakivi, keskmiseteraline, kohati do- lonitiseerunud, kuni sügavu-

1	2	3	4	5	6
					seni 3,05m murenenud, esi- nevad arvukad vertikaalsed ja subvertikaalsed lõhed, nen- de seinad on kaetud musta kirmega(koorikuga).
	4,5	8,0	3,50	3,10	Hall savikas mugullubjakivi peente hargnevate kuni 3sm mergli vahekihtidega.
					Vahenikus 5,0-5,1,5,2-5,26, 5,4-5,5,6,2-6,25 on kollakas roheline savikas kukersiidi vahekiht.7,35 m sügavusel lisandub kerogeen hajutatud kujul.Esinevad üksikud sub- vertikaalsed lõhed.Alumisel piiril on selgelt eraldatav püriidistunud katkestuspind.
O ₂ kk	8,0	16,5	3,5	7,67	Kukruse lade
O ₂ kk M	3,0	11,65	3,65	3,15	Maidla kihistik
					Heldehall savikas lubjakivi arvukate kerogeeni/sisaldavat lubjakivi suletistega,laine- liste kukersiidi vahekihtidega ja õhukeste kuni niitjateni, kujuliste mergli vahekihtide Vahenikus 9-9,15m kerogeenae bjakivi, mille alumisel piiril püriidistunud katkestuspind. Vahenikus 9,40-9,60 ja 9,75- 9,90 vahelduvad kukersiit ja muguljas kerogeenisisaldav lubjakivi. Vahenikus 10,10-10,12-kuker- siit paljude väikeste,kihti- dena hajutatud lubjakivi suletistega ja kerogeenisisal- dava lubjakivi kihid. Vahenikus 11,30 -11,45 kerogeenisisaldav lubjakivi vahekiht.Vaheniku lõpus - püriidistunud katkestuspinnad
					Kiviõli kihistik
O ₂ kk ^K	11,65	16,5	4,85	4,52	
K/H	11,65	12,3	0,65	0,6	Heldehall peeneteraline lubja- kivi,savikas ,õhukeste,harg- nevate,kilelaadsete mergli vahekihtidega,sisaldab peen- detriiti,12,10 sügavusel esineb hajutatud kerogeeni Alumisel piiril põlevkivi- kiht"K"-kukersiit.Erkoruun, audasõõjate käikudega,all püriidistunud katkestuspind.

1	2	3	4	5	6
H	12.30	12.58	0.28	0.26	Erkpruun kukersiit püriti-seerunud detriidiga, ülemises osas mudasööjate käikudega, keskosas kerogeenisisaldavad lubjakivi mugulad, moodustades 2 taset.
H/G	12.58	12.74	0.16	0.16	Helehall lubjakivi peeneteraline, sisaldab mudasööjate käike, mis on täidetud kerogeense materjaliga.
G	12.74	12.86	0.12	0.11	Punakaspruun kukersiit horisontaalselt kihiline. Kihipindadel rohkesti peendetriiti.
G/F ₂	12.86 12.86	13.76 13.23	0.9 0.37	0.80	Hall lubjakivi detriidiga vahemikus 12.92-12.95 lubjakivikerogeeni sisaldav õhukese kihiline, vahemikus 13.11-13.17 kukersiidi vahakihiid väikeste lubjakivi mugulatega.
F ₄	12.23	13.53	1.3		Pruuni värvi kukersiidi kihtide vaheldumine kerogeenisisaldavate murgli ja lubjakivi vahakihtidega, naksusega 1-1,5 sm.
	13.53	13.76	0.23		Helehall detriidiga lubjakivi mudasööjate käikudega. Vahemikus 13.59-13.60 põlevkivi kiht F ₃ -kerogeenisisaldav murgel ja lubjakivi.
F ₂ -A	13.76	16.50	2.74	2.59	Põlevkivi tootuskiht
F ₂	13.76	13.95	0.19	0.17	Hallikas-pruun kukersiit, savika kilelaadsete kihikestega, sisaldab kuni 50% lubjakivi suletisi ja kerogeenisisaldavaid lubjakivi suletisi, Suletiste suurus 1-2sm.
F ₁	13.95	14.46	0.51	0.5	Pruun kukersiit, savikas, sisaldab detriiti ja mudasööjate käike, mugulja struktuuriga. Lubjakivi mugulate arvel moodustub kaks selgelt väljakuinenud lubjakivi vahakihti. Suletised moodustavad 30%.
F ₁ /E	14.46	14.65	0.19	0.18	Kukersiit, mis on läbi põimunud kerogeenisisaldava lubjakiviga. Lubjakivi on muguljas, kümnulise pinnaga, kukersiit sarnaneb E kihi kukersiidiga.

1	2	3	4	5	6
E	14.65	15.28	0.63	0.61	Erkõruun põlevkivi (kukersiit), kihiline. Kihi ülemises osas kaks suletist.
E/D	15.28	15.35	0.07	0.07	Kollakas-hall kerogeeni sisaldav lubjakivi, savikas püritiseerunud detriidi kogumikega.
D	15.35	15.68	0.33	0.31	Pruun kukersiit roheka tooni lisandumisega, savikas horisontaalselt kihiline.
D/C	15.68	15.85	0.17	0.17	Kiht koosneb kahest osast, mis on jaotatud pooleks püritiseerunud katkestuspinnaga. Ülemine osa on kollakas-hall kerogeeni sisaldav lubjakivi; alumine-sinakas-hall kerogeeni sisaldav lubjakivi, sisaldab mudasõjate kärke, mis on täidetud kerogeenise materjaliga.
C	15.85	16.05	0.20	0.18	Kollakas-pruun põlevkivi (kukersiit). Ülemises kolmandikus hulgaliselt heleda karbonaatse materjaliga täidetud mudasõjate kärke. Sellest intervallist allpool kerogeeni sisaldava lubjakivi vahetihid, paksusega 1 sm, alumises osas horisontaalselt kihiline detriiti kihtide arvel.
C/B	16.05	16.11	0.06	0.06	Kerogeeni sisaldav lubjakivi kollakas-hall, peenekristalliline, plekkidega, ebaühtlaselt esineva detriiti arvel.
B	16.11	16.20	0.09	0.09	Punakas-pruun põlevkivi horisontaalselt kihiline, harvade kerogeenisisaldavate lubjakividega, mis moodustavad lasuvuspinna.
B/A	16.20	16.27	0.07	0.06	Sinakas-hall lubjakivi, savikas, ülemises osas esineb lahkudena kerogeeni.
A ¹ +A	16.27	16.50	0.23	0.19	Vaheniku moodustavad kaks põlevkivi kihti, jaotatud kaheks kerogeeni sisaldava lubjakivi vahetihiga, mis koosneb väikestest üksikutest suletistast. Ülemine osa-hallikas-pruun põlevkivi (kukersiit), tugevalt savikas, alumine osa-erk-pruun põlevkivi peenekihtiline, detriidiga, alumine piir, litoloogiliselt selgelt eraldatav, laineline.

1	2	3	4	5	6
02uh	16.5	17,30	0.80	0,80	<u>Uhaku lade</u>

Rohekas -hall lubjakivi, tugevalt savikas, kerogeeniga täitunud mudasööjate käikudega. Vahemikus 16.70-16.80 hallikas-pruun kerogeenisisaldav lubjakivi, muguljas, vahemikus 17-17,4 kerogeenisisaldava mergli vahelihid.

Sügavuse kontrollmõõt 17,30

Dokumenteeris

L. Morozova

L. Morozova

Kuupäev

25.06.1999a.

UURINGUAVUK U-6

Geograafilised koordinaadid: $X = 6586127,9$; $Y = 639551,5$

Suudme abs.kõrgus: 66,5 m.

Puurimise aeg algus: 16.06.99 lõpp: 17.06.99a.

Puurimise algdiameeter: 132 mm

Puurimise lõppdiameeter: 112 mm

Kärni väljatulek:

Kvaternaarisetted: 100%

Lubjakivi: 33%

Põlevkivi: 22%

Uuringuauk kokku: 91%

Veetase: 3,2 m

Geol. ind.	Sügavus, m algus lõpp		Paksus, m	Kärni väljatulek m	Kivimite kirjeldus
1	2	3	4	5	6
Q	0,0	3,2	3,2	3,2	Kvaternaari setted
QIV	0,0	0,3	0,3	0,3	Kasvupinnas, tainede juur- tega ülemises osas.
QIVjr3	0,3	0,6	0,3	0,3	Kollane liivsavi, üksikute karbonaatsete veeriste või magnetitide suletistega- suurusega kuni 0,5 sm.
QIVjr3	0,60	3,20	2,6	2,6	Kollane liivsavi-moreen, vä- hekulunud sette kivimite munakatega, harva purskeki- vimitega, suurusega 0,5 ku- ni 2,0 sm. Vahemikus 2,7- 3,2 m tükkide (munakate) suu- rus kuni 3x4 sm.
O ₂	3,20	17,6	14,4	12,94	Kesk-Ordoviitsiumi ladestik
O ₂ id	3,20	7,20	4,0	3,2	Idavere lade

Hall, tugevalt savikas lubja-
kivi, kuni 4,70 m sügavuseni
kollakas -hall keskaisetera-
line. Edasi-hall peente kile-
sarnaste laineliste tunchal-
lide mergli vahekihtidega.
Vahemikus 6,75-6,80;
5,05-5,10; 4,70-4,75; 7,07-7,10
kergeeni sisaldava lubjaki-
vi vahetihed, pruunikas-rohe-
list värvi.

1	2	3	4	5	6
					Vahemikus 4,85-4,90m-kerogeense mergli vahekiht. Vahemikus 5,10-5,20 - bentoniit savi vahekiht. Kuni 4,7m on lubjakivi murenenud ja tugevasti lõheline; Lõhed vertikaalsuunalised, kattunud raudoksiidi killega. Alumisel piiril kahekordne püriidistunud katkestuspind.
O ₂ kk	7,20	16,10	8,9	8,22	Kukruse lade
O ₂ kkM	7,20	11,16	3,96	3,70	Maidla kihistik
					Helehall lubjakivi, poolmuguljas, detriidiga, laineliste kukersiidi kilelaadsete kihikestega ja õhukeste, hargnevate kilelaadsete mergli vahekihtidega. Vahemikus 8,45-8,55; 9,16-9,30; 9,75-9,89; 10,10-10,21; 10,80-11,05m põlevkivikiht mudasõjjate käikudega, mis on täidetud valge karbonaatse materjaliga ja arvukate lubjakivi ja kerogeeni sisaldava lubjakivi suletistega-moodustades lubjakivi ja põlevkivikihtide rütmilise vaheldumise. Vahemikus 7,62-7,65-detriidiga kukersiidi vahekiht. Vahemiku lõpus - püriidistunud katkestuspind.
O ₂ kkK	11,16	16,10	4,94	4,52	Kiviõli kihistik
	11,16	11,80	0,64	0,54	Peeneteraline savikas lubjakivi, mergli ja kerogeeni sisaldava mergli vahekihtidega, detriidi ja faunaga. 11,60m sügavusel ja edasi kohati kerogeeni sisaldav. Ülemisel piiril põlevkivikiht K ₂ pruun mudasõjjate käikudega kukersiit. Vahemikus 11,65; 11,80-püriidistunud katkestuspind.
H	11,80	12,03	0,28	0,23	Pruun arvuka detriidiga kukersiit, ülemises osas mudasõjjate käikudega, mis on täidetud karbonaatse materjaliga, kihi keskmises osas esinevad kerogeenis sisaldava lubjakivi mugulad suurusega 2x3 sm, mis moodustavad 3 taset.

1	2	3	4	5	6
H/G	12,08	12,23	0,15	0,15	Helehall, peeneteraline, mudasööjate kääkudega lubjakivi, detriiidiga, kohati sisaldab kerozeeni.
G	12,23	12,40	0,17	0,16	Erkpruun kukersiit, kihipindadel rohkesti detriiti.
G/F ₂	12,40 12,40	13,37 12,80	0,97 0,4	0,91	Helehall lubjakivi, muguljas hargnevate tumepruunide mergli vahekihtidega, paksus: 0,5-2sm.
F ₄	12,80	13,09	0,29		Kerozeeni sisaldava kollakas halli lubjakivi ja kerozeense mergli horisontaalsete kihtide vaheldumine.
	13,09	13,37	0,23		Helehall lubjakivi, detriiidiga vahemikus 13,16-13,32 põlevkivikiht F ₃ , mis on esindatud kerozeense mergli ja kerozeeni sisaldava lubjakivi suletistega.
F ₂ -A	13,37	16,10	2,73	2,43	Põlevkivi tootuskiht
F ₂	13,37	13,61	0,24	0,24	Hallikas-pruun savikas kukersiit, peenkihiline, sisaldab kuni 40% lubjakivi suletisi ja kerozeeni sisaldavat lubjakivi, orienteerunud kihtidena. Suurus 2sm.
F ₁	13,61	14,06	0,45	0,40	Pruunikas, savikas kukersiit, vähe- se detriiidiga, üksikute suurte mudasööjate kääkudega, kihilise tekstuuriga-lubjakivi mugulate arvel, mis moodustavad 3 rööpkihti. Suletisi kuni 30%.
F ₁ /E	14,06	14,23	0,22	0,19	Kukersiit, mis on läbi põimunud kerozeeni sisaldava lubjakiviga, lubjakivi on muguljas, ebakorrapäraselt kokku kasvanud. Kukersiit sarnaneb 3 kihi kukersiidiga.
E	14,23	14,91	0,63	0,56	Pruun põlevkivi, ebaselgelt peenkihiline, detriiidiga, mis asetub kihtidena. Kihis eraldub kaks taset lubjakivi tükkidest. Tasemed katkendlikud. Ülemises osas tükkid-kavernoossed, neid ümbritseb rohke detriit.

1	2	3	4	5	6
E/D	14,91	15,04	0,13	0,13	Roosakas-hall kerogeeni sisaldav lubjakivi, savikas, sisaldab hajutatud peendetriiti.
D	15,01	15,30	0,26	0,23	Rohekas pruun kukersiit, horisontaalselt peenkihiiline, savikas. Lihi keskosas kerogeeni sisaldav lubjakivi vahekiht, kihi paksus 2sm.
D/C	15,30	15,47	0,17	0,17	Kiht koosneb kahest osast. Ülemine osa-0,006m paksune kollakas hall kerogeeni sisaldav lubjakivi, massiivne. Alumise osa moodustab sinakas-hall, savikas, helekollaste mudasööjate käikudega ja kerogeense nergli vahekihtidega lubjakivi.
C	15,47	15,60	0,13	0,12	Kollakas-pruun kukersiit, ülemises kolmandikus hulgaliselt mudasööjate käike, mis on täidetud heleda karbonaatse materjaliga ja, 0,01m paksune kerogeeni sisaldav lubjakivi vahekiht. Alumises osas on detriitne kihiline kukersiit.
C/B	15,6	15,64	0,04	0,04	Hallikas-kollane kerogeeni sisaldav lubjakivi, tiheda detriidiga, mugulias, tükkide vahel täitunud kukersiidiga.
B	15,64	15,80	0,16	0,14	Hele-pruun, ebaühtlaselt kihiline, nõrgalt savikas, kerogeeni sisaldava lubjakivi vahekihtidega, üksikute lubjakivi mugulate näol kukersiit.
B/A ₁	15,80	15,86	0,06	0,06	Sinakas-hall lubjakivi, savikas, sisaldab kerogeeni lisandeid laikude näol.
A ₁	15,86	15,95	0,09	0,07	Rohekas-pruun kukersiit, savikas, sisaldab peendetriiti.
A ₁ /A	15,95	16,00	0,05	0,05	Kiht moodustub ühel tasandil asuvatest, üksikutest, lamadatest lubjakivi suletistest.
A	16,00	16,10	0,10	0,08	Pruun kukersiit, horisontaalkihiline, sisaldab detriiti vahekihtide kujul. Alumine piir on litoloogiline, laineline.
O ₂ uh	16,10	17,60	1,50	1,40	Uhaku lade
Rohekas-hall lubjakivi, ebaühtlaselt savikas, nergli kiletalaste vahekihtidega.					

1 2 3 4 5 6

Vahemikus 16,20-16,30m kero
geenne lubjakivi õhukeste
kukersiidi vahekihtidega. Va-
hemikus 16,60-16,70 kerogeen-
ne mergel õhukeste, kiletao-
liste kukersiidi vahekihtide
ga.

Sügavuse kontrollmõõt: 17,6

Dokumenteeris :

L. Morozova

L. Morozova

Kuupäev:

25.06.1999a.

Hüdrogeoloogiline puurauk U-8-1

Geograafilised koordinaadid: $x = 6588816,6$; $y = 638295,7$					
Suudme abs.kõrgus: 64.0 m.					
Puurimise aeg:		algus:05.07.99 lõpp:08.07.99			
Puurimise algdiameeter:		171mm			
Puurimise lõppdiameeter:		112mm			
Kärni väljatulek:					
		Põlevkivi		93%	
		Uuringuauk kokku:		95%	
Veetase:		7,0m			
Geol. indeks	Sügavus, m algus	Paksus, m lõpp	Kärni väljat.	Kivimite kirjeldus	
1	2	3	4	5	6
0	0,0	1,40	1,40	1,40	Ivaternaari setted
OIV	0,0	0,3	0,3	0,3	Kasvumaa, taimede juurtega.
OIVir3	0,3	1,40	1,10	1,10	Munakatega liivsavi-mooren ja saviliiv, kuni 1 m kollane, rühkveeristikuliste setete sisaldusega kuni 30%(edasi hallid setted), suuremate tükkide arv kuni 50%.
0	1,4	44,0	42,6	40,36	Ordoviitsiumi setted
O ₂ kk	1,4	7,70	6,30	5,46	Kukruse lade
O ₂ kkM	1,4	2,3	0,9	0,7	Maidla kihistik

Hall, kohati kollekashall lubjakivi, savikas, poolmuguljas, esinevad tugevalt lainelised kukersiidi kuhjatised ja katkondvahekihid, detriit ja püriit haju-
tatud kuni 2,2 ja 2,3 m sügavusel püriidistunud katkestuspind. Kivimid on tugevalt lõhelised, lõhede seinad on ebatasased, kaetud raua hüdroksiidiga. Alumine piir põlevkivikihi "7" alapiir.

1	2	3	4	5	6
O ₂ kkK	2,30	7,70	5,40	4,76	Kiviõli kihistik
K/H	2,30	3,30	1,0	0,8	Hall lubjakivi, peeneteraline, sisaldab detriiti, esinevad okslikud kukersiidi vahekihiid ja lubjamergel, lubjakivi on tugevalt murenenud, lõheline, lõhede seintel raudoksiid. Vahemikus 2,8; 3,0; 3,3- püritiseerunud katkestuspind. Esinevad mudasööjate käigud, mis on täidetud nii karbonaatse, kui ka kerogeense materjaliga.
H	3,30	3,55	0,25	0,20	Pruunikas-punaane kukersiit, kihiline, ülemises 1/3 esineb rohkearvuliselt mudasööjate käike, mis on täidetud helelõhnalise karbonaatse materjaliga, keskmises osas esineb kerogeeni sisaldava lubjakivi suletisi mugulate nõol, suletiste vahekihi paksus on 0,03 m, edasi-eripruun kukersiit, kihiline, detriitiline ja faunaga, sisaldab harva väikesi mudasööjate käike.
H/G	3,55	3,70	0,15	0,15	Hall, massiivne lubjakivi, sisaldab detriiti ja kerogeeni haintatud kuul, kihi keskel kilotaolised lainelised kukersiidi vahekihiid.
G	3,70	3,90	0,20	0,15	Erk-pruun kukersiit, horisontaalselt kihiline rohkearvulise detriidi arvel, alumises osas-väikesed, harvad mudasööjate käigud, mis on täidetud helelõhnalise karbonaatse materjaliga.
G-F ₂	3,90	5,0	1,10	0,90	Hall lubjakivi, peeneteraline, detriitne, kukersiidi kilotaoliste, laineliste vahekihtidega. Vahemikus 4,0-4,1 vahelduvad kukersiidi ja kerogeeni sisaldava lubjakivi kihid, vahemikus 4,40-4,70-põlevkivikiht F ₄ -kukersiit, kihiline, pruuni värvi, kerogeeni sisaldava lubjakivi vahekihtidega (tükkide kuul), vahemikus 4,30-4,95-kukersiidi ja kerogeeni sisaldava lubjakivi vaheldumaine, lubjakivi tükiid asetsevad paralleelselt kihilisusega. Tugevalt lõheline, esinevad vertikaalsed ja subvertikaalsed lõhed, lõhede seinad on ebatasased, kaetud raudoksiidiga. Vahemikus 4,40-4,70 kerra peenestunud kuul 1x2 su tükkideks.

1	2	3	4	5	6
F2-A	5,00	7,70	2,70	2,56	Põlevkivi tootuskiht
F2	5,00	5,20	0,20	0,19	Hallikas-pruun kukersiit, mugul- ja tekstuuriga, sisaldab peenedetriiti, kihi ülemises osas hulk kerogeeni sisaldavaid lubjakivi suletisi (kuni 30%) suurusega 1x2sm, paiknevad niki kihilisust.
F1	5,20	6,00	0,80	0,80	Erk-pruun kukersiit, savikas, sisaldab hajutatud kuiul peenedetriiti, moodustades ajuti detriidi kogumikke, sisaldab lubjakivi ja kerogeeni sisaldava lubjakivi tükke, lubjakivi tükid moodustavad 3 taset, nende sisaldus on kuni 20%. Kukersiit on nõrgalt püritiseerunud.
F1/R	6,00	6,19	0,19	0,17	Kerogeense lubjakivi ja kukersiidi vaheldumine, kukersiit on erk-pruun, lubjakivi detriitne.
E	6,19	6,63	0,49	0,45	Erk-pruun kukersiit, horisontaalselt kihiline, kihipindade järgi peenedetriit, ülemises osas kerogeeni sisaldava lubjakivi suletised, ääristatud püriidiga. Tõugu kihti läbib vertikaalne 5m lähe, mis on täitunud püriidiga.
E/D	6,63	6,85	0,17	0,16	Kollakas-roosa kerogeeni sisaldav lubjakivi, tihe, sisaldab detriiti, esineb 2 sm pakune kukersiidi vahetkiht, alumises osas rohkesti mudasööjate käike.
D	6,85	7,00	0,15	0,12	Hallikas-pruun kukersiit, kihiline, sisaldab vähesel arvul peenedetriiti kihipindade järgi.
D/C	7,00	7,13	0,13	0,13	Massiivne lubjakivi, kuni 7,07m kollakas-hall kerogeeni sisaldav, aluspinnales püritiseerunud katkestuspind, allpool sinakas hall lubjakivi, sisaldab detriiti, alumises osas rohkearvulised mudasööjate käigud, mis on täidetud kerogeeniga.
C	7,13	7,30	0,12	0,12	Tumepruun kukersiit, sisaldab rohkesti mudasööjate käike, mis on täidetud heleda karbonaatse materjaliga, alumises osas kerogeeni sisaldava lubjakivi muguljad tükid, edasi - erk-pruun kukersiit, kihiline.

1	2	3	4	5	6
C/B	7,30	7,38	0,08	0,08	Kiht koosneb ebakorrapärastest vähekulunud kerogeeni sisalda- va läätsja lubjakivi katkend- tükkidest. Vahed täidetud kero- geeniga.
B	7,38	7,53	0,15	0,12	Pruun kukersiit, horisontaalselt õhukesekihiline, harvade kerogee- ni sisaldavate lubjakivi mugul- jate tükkidega, sisaldab detrii- ti kihiniindade järgi.
B/A ₁	7,53	7,60	0,07	0,07	Sinakas-hall ebaselgelt kihiline lubjakivi, mudasõjjate kükudega, mis on täidetud kerogeense mater- jaliga, sisaldab üksikute peente teradena püriiti.
A ₁ +A	7,60	7,70	0,10	0,10	Rohekas-hall kukersiit, savikas õlemises osas, ja erk-pruun alu- nises osas. Tihi keskmises osas- läätsja kuinga mugultekstuuri- ga lubjakivi, selgelt piiritletud, eraldi kukersiidist. Alumine piir selgelt eraldatav, litoloogiline.
O ₂ uh	7,70	23,0	15,3	15,0	Urbu lade
					Rohekas-hall lubjakivi, ebaselgelt savikas, peente hargnevate merali vahakihtidega. Lohati sarnali vahakihtide paksus - kuni 5-6 sm. Vahemikus 11,4-11,6; 11,2-12,3; 13,4 -13,6; 13,0-14,05; 14,0 esinevad põ- levkivi vahakihid, värvuselt he- lepruunast kuni pruunini. Vahakihid sisaldaval kerogeenset lubjakivi ja lubjakivi suletisi. Tugev lõhelisus, 21,3m sügavusel esinevad subvertika- alsed lõhed, mis on täitunud kalt- siidiga ja püriidiga.
O ₂ ls	23,0	32,6	3,6	9,6	Lasnamäe lade
	23,0	23,6	0,6		Keskmiseteraline dolomiit, paksuki- hiline, kavernoosne, kilotaoliste merali vahakihtidega, lõheline pi- ki kärni telge ja kihte, üksikute kavernidega, mis on täitunud kris- talse püriidiga

1	2	3	4	5	6
	23,6	24,1	0,5		Helehall lubjakivi, keskmisekihi- hiline, lõheline kihtidena (läbi kihipindade), õhukeste hargnevate mergli vahekihtidega.
	24,1	25,9	1,8		Hall dolomiit, õhukesekihiline, kes- kmiseteraline, kavernoosne, üksikud kavernid on täidetud kristalse pü- riidiga. Kavernid on sentimeet- ri osadest kuni 5-6sm suurused. Lõhed on läbi kõigi kihtide ja asu- vad nurga all.
	25,9	26,8	0,9		30-35° kärni telje suunas. Rohekas-hall lubjakivi, paksukihili- ne, sisaldab peeni hargnevaid laine- liselt horisontaalseid mergli vahe- kihte.
	26,8	32,6	5,3		Keskmiselt paksukihiline dolomiit, hall, keskmiselt kristalline, lõheli- ne kihtidena, kavernoosne piki kär- ni telge ja 15-20° kärni telje suu- nas, kaverni suurus sentimeetri osast kuni 3-4sm, kavernid täidetud kal- tsiidiga, harva püriidiga.
O ₂ as	32,6	34,7	2,1	1,7	Aseri lade Rohekahall dolomitiseerunud lubjaki- vi, rooste laikudega, paksukihiline, hainutatud ja laigulise raudooliidi- de sisaldus, lõheline kihitsi va- hemiku lõpus ja kärni telje mõõda
O ₂ kn	34,7	41,4	6,7	6,2	Kunda lade Rohekas-hall lubjakivi, paksukihili- ne, peente hargnevate mergli vahe- kihtidega, lõheline kihtidena ja mõõda kärni telge - vahemiku aluses.
	36,9	38,6	1,7		Rohekas-hall lubjakivi dolomitisee- runud, paksukihiline, savikas, peente hargnevate mergli vahekihtidega.
	38,6	40,9	2,3		Hall dolomiit, paksukihiline, peente laineliselt horisontaalsete merg- li vahekihtidega, lõheline läbi kihtide, kavernoosne, kavernaide suu- rus - 1-3sm, mõned kavernid täitu- nud roosa kaltsiidiga.
	40,9	41,4	0,5		Dolomitiseerunud lubjakivi, küllas- tuud raudooliitidega roostevärvi kuni punakas-pruunini-vahemiku lõ- pus.

1	2	3	4	5	6
O _{1v1}	41,4	43,6	2,2	2,0	Volhovi lade
					Roheline dolomiit keskmiseki- hilisest kuni paksukihiliseni sisaldab hajuteralist glaukonii- ti, lõheline, esinevad subverti- kaalsed ja horisontaalsed lõhed
O _{1lt}	43,6	44,0	0,6	0,4	Latorpi lade
					Roheline, savikas glaukoniiitlii- vakivi.

Sügavuse kontrollmõõt: 44,0m

Dokumenteerisid: *L. Morozova* L. Morozova

Kolesnikov A. Kolesnikov
14.07.99.a.

HUDROGEOLOOGILINE PUURAUK U-9-3

Geograafilised koordinaadid: 6586907.9 ; y=638254.0

Suudme abs.kõrgus: 63.5 m.

Puurimise aeg: algus:25.06.99 lõpp:07.07.99

Puurimise algdiameeter: 171mm

Puurimise lõppdiameeter 112mm

Kärni väljatulek:

Põlevkivi 93%

Uuringuauk kokku: 80%

Veetase 17,5

Geol. indeks	algus	Sügavus, m lõpp	Paksus m	Kärni välja tulek	Kivimite kirjeldus
1	2	3	4	5	6
0	0,0	1,4	1,4	1,4	Kvaternaari setted
OIV	0,0	0,3	0,3	0,3	Kasvupinnas, ülemises osas tainede juurte sisaldus.
OIVjr3	0,3	1,4	1,1	1,1	Moreensetted-kuni 1,0 m- kollakas-pruun peente kar- bonaatsete veeriste, harva purkekivimite suletistega, edasi-hallid, suurte kar- bonaatsete kivimite su- letistega (suletiste arv kuni 60%).
Q ₂	1,4	51,5	50,1	45,44	Kesk-Ordoviitsiumi ladestik
Q ₂ kk	1,4	10,95	9,55	7,74	Kukruse lade
Q ₂ kkM	1,4	6,1	4,7	3,5	Maidla kihistik
					Hall, savikas lubjakivi, peene ja keskmiseterali- ne, poolmuguljas, niitjate kerogeense nergli vahekih- tidega. Vahemikus 4,5-4,55; 5,0-5,1; 5,3-5,9 kukersii- di looklev katkestuspind. Vahemikus 2,3; 2,73, 3; 5,0 6,0 m-põrriidistunud katkes- tusriinad. Lubjakivi sisal- dab detriiti ja ebahüht- laselt hajutatud kerogee- ni. Lubjakivi tugevalt lõ- heline, lõhed enamalt jaolt subvertikaalsed. Vahemikes 1,3-1,9; 3,0-3,2; 3,4-3,6; 5,2-5,3; -kärn pee- nestunud, tükid suurusega 1x1 m kuni

1	2	3	4	5	6
					3x4sm. Puurimisel vahemikes 1,8-1,9 sm; 3,5-4,0; 4,1-4,3s esines puurimasina vajumist (langatus). Kihistiku alumine piir-kukersiidi kihi "K" ülemine piir.
O ₂ kkK	6,1	10,95	4,85	4,24	Kiviõli kihistik
K/H	6,1	7,0	0,9	0,6	Hele-hall lubjakivi, dolomitiseerunud, keskmiseteraline vahemikus 6,3-6,5 kollakas-hall lubjakivi, kerogeeni sisaldav sisaldab mudasööjate horisontaalseid kärke, mis on täitunud helelõhnakarbonsaatse materjaliga ja vertikaalselt asetsevad mis on täitunud kollase kerogeense materjaliga. Vahemikes 6,7; 6,8; 6,9 - püritiseerunud katkestuspinnad. Kivimite lõhelisus on tugev enamikus on lõhed subvertikaalsed. Vahemikes 6,3-6,5; 6,3-7,0 - kera on peenestunud kuni 3x4sm tükkideks. Puurimise käigus vahemikes 6,3-6,4; 6,3-7,0 esines puurimasina vajumist (langatus) vahemikus 6,1-6,15 - kukersiidi kiht "K"
H	7,0	7,20	0,20	0,18	Kollakas-pruun kukersiit harvade lubjakivi augulate suletistega, kerogeeni sisaldav, kihiline, sisaldab detriiti kihtidega
H/G	7,20	7,38	0,18	0,18	Kollakas-hall kerogeeni sisaldav lubjakivi, keskmiseteraline, sisaldab hajutatud detriiti. Keskmises osas kukersiidi vahekihi, pakusega lsm.
G	7,38	7,50	0,12	0,10	Er-pruun kukersiit, horisontaalselt kihiline, sisaldab rohkesti detriiti kihipindadel.
G-F ₂	7,50	8,50	1,0	0,90	Hele-hall lubjakivi, ebaselgelt kihiline, kohati auguljas, kukersiidi hargnevate vahekihtidega, sisaldab hõredat hajutatud detriiti, mudasööjate kärke, mis on täitunud kerogeeniga. Vahemikus 8,1-8,4 põlevkivi kiht F ₄ -kukersiidi ja kerogeenisaldava lubjakivi läbipõlemine, kihi keskel niitjate mergli vahekihtidega lubjakivi vahekiht.
F ₂ -A	8,50	10,95	2,45	2,28	Põlevkivi tootuskiht
F ₂	8,50	8,75	0,25	0,24	Hallikas-pruun kukersiit, savikas, auguljas, sisaldab kuni 40% lubjakivi 2x3sm auguljaid tükke.
F ₁	8,75	9,50	0,75	0,70	Kollakas-pruun kukersiit, savikas, sisaldab detriiti, mis moodustab läätsjad kuhjatise. Kukersiidis esinevad kerogeeni sisaldava lubjakivi suletised, mis moodustavad 4

1	2	3	4	5	6
					paralleelset taset, suletiste sisaldus kuni 30%.
F ₁ /E	9,50	9,65	0,15	0,15	Kukersiidi ja lubjakivi läbi-põimimine. Lubjakivi sisaldab kerogeeni, on mugulja tekstuuriga, kokkukasvanud mugulad, mis on ebaühtlase pinnaga. Kukersiit sarnaneb E kihi kukersiidiga.
E	9,65	10,10	0,45	0,40	Pruun kukersiit, õhukesekihiline detriit kihipindadel. Sisaldab kerogeenset põlevkivi, lubjakivi muguljas, ääristatud püriidiga, lubjakivi mugulad moodustavad kaks taset.
E/D	10,10	10,22	0,12	0,12	Hele-beez kerogeeni sisaldav lubjakivi, sisaldab peenedetriiti ja mudasööjate käike.
D	10,22	10,33	0,16	0,12	Rohakas-hall kukersiit, savikas, horisontaalselt kihiline.
D/C	10,33	10,54	0,16	0,16	Kiht koosneb kahest osast, mis on jaotunud kaheks püritiseerunud katkestuspinnaga. Kuni 10,46m - kollakas-hall kerogeenis sisaldav lubjakivi, alumise osa moodustab sinakas-hall lubjakivi, tihe, sisaldab hulgaliselt mudasööjate käike, mis on täidetud kerogeense materjaliga.
C	10,54	10,60	0,06	0,05	Kollakas-pruun kukersiit, sisaldab hulgaliselt mudasööjate käike, mis on täidetud heleda karbonaatse materjaliga, sisaldab hõredat hajutatud püriiti.
C/B	10,60	10,65	0,05	0,05	Kollakas-hall lubjakivi, kerogeeni sisaldav, jämeda detriidiga.
B	10,65	10,72	0,07	0,06	Tumepruun kukersiit, peenkihiline, harvade väikeste lxlsm lubjakivi suletistega, ääristatud püriidiga.
B/A ₁	10,72	10,81	0,09	0,09	Sinakashall lubjakivi, savikas, ebaselgelt kihiline, sisaldab mudasööjate käike ja püriidi kogumikke, mis asetsevad laikudena, ülemises osas lisandub kerogeen.
A ₁	10,81	10,85	0,04	0,04	Rohakas-pruun kerogeeni sisaldav mergel, horisontaalselt kihiline.
A ₁ /A	10,85	10,88	0,03	0,03	Kerogeeni sisaldav lubjakivi kiht moodustub ühel tasandil asuvatest, üksikutest, väikestest lametest suletistest.

1	2	3	4	5	6
A	10,88	10,95	0,07	0,07	Tume-pruun kukersiit, savikas, horisontaalselt kihiline. Alumine piir selgelt piiritletud, litoloogiline.
O ₂ uh	10,95	26,4	15,45	14,50	Uhaku lade
	10,95	20,40	9,45	9,00	<p>Helehall, tugevalt savikas lubjakivi-ebaselgelt kihiline, kilelaadsete mergli ja kerogeense mergli vahekihtidega. Kogu vaheniku ulatuses esineb rida liitehitusega komplekse, vahelduvad tugevalt savikas kukersiidi kihid, kerogeenisaldava lubjakivi kihid ja mergli kihid.</p> <p>Vahenikus 12.05-12.30 kukersiit on savikas (kukersiitne mergel) kerogeenisaldava lubjakivi sulatistega, vahenikus 15,0-15,3 esineb kukersiit, kerogeenisaldava lubjakivi vahekihtidega - auguljate tükkide kujul, kukersiit sisaldab rudasööjate käike. Vahenikes 15,60-15,80; 15,80-16,30 - vahelduvad tugevalt savikas kukersiit ja kerogeeni sisaldav lubjakivi. Vahenikes 17,0-17,25; 17,55-17,70; 18,0-18,20 18,35-18,75; 20,0-20,4 - põimuvad kerogeenne mergel ja kerogeeni sisaldavad lubjakivid. Vahenikes 13,20-13,25; 14,4-14,55 - esineb erkpruun kihiline kukersiit, sisaldab detriiti ja väikseid rudasööjate käike, mis on täidetud helelata karbonaatse materjaliga. Vahenikes 11,8; 12,3; 12,5 - piiritiseerunud katkestuspinnad taskutega.</p>
	20,4	26,4	6,0	5,5	<p>Helehall lubjakivi, kohati rohakashall mergli vahekihtidega kiletaolistest lainelistest kuni 2sm. Vahenikes 20,9; 22,2; 22,5 - kerogeenne mergel. Alumine piir kulgeb mõõda nõrgalt väljendunud katkestuspinda.</p>
O ₂ ls	26,4	35,0	8,6	8,3	Lasnamäe lade
O ₂ vä					Väo kihistu
					<p>Helehall dolomitiseerunud lubjakivi, paksukihiline, sisaldab eakorrapäraseid vertikaalseid rudasööjate käike.</p> <p>Vahenikus 32,8-33,1 - dolomiidikiht - Pae kihistu - paksukihiline dolomiit piiritiseerunud detriidi kuhjumisega. Allpool on lubjakivi erineva dolomiitsusastmega</p>

1	2	3	4	5	6
					esinevad püritiseerunud detriit ja fauna. Vahemikus 32,5-püritiseerunud kaksikkatkestuspind. Vahemiku alumises osas-nõrgalt väljendunud katkestuspind- Aseri kihistu raudooliididega lubjakivi lasumi piiriks.
O ₂ as	35,0	37,20	2,20	2,10	Hall lubjakivi, paksukihiline kiletaoliste mergli vahekihtidega, arvukate raudooliididega, kogu vahemiku ulatuses esineb fauna, horisondi lamani suunas ooliitide arv väheneb. Alumine piir-limoniitiseerunud kaksikkatkestuspind.
O ₂ kn	37,2	44,5	7,3	7,0	Kunda lade
O ₂ lb	37,2	43,9	6,7	6,5	Loobu kihistu
O ₂ lbV	37,2	41,7	4,5	4,4	Valgejõe kihistik
					Hele lubjakivi, peeneteraline, tihe, kiletaoliste mergli vahekihtidega, vahekihtid kuni 1m, sisaldavad hüstisiliinud faunat.
O ₂ lbW	41,7	43,9	2,2	2,1	Nõmmeveski kihistik
					Tume-hallid lubjakivid, savikad mergli vahekihtidega, orgaanodetriidiline struktuur, kohati jääusorgaaniline, esineb glaukoniiit, fosfaat detriit, arvukalt molluskite karpe, nendes moodustuvad kavernid, mis on täidetud kaltsiidi kristallidega. Vahemiku alumises osas esinevad raudooliidid.
O ₂ s1	43,9	44,5	0,6	0,5	Sillaoru kihistu
O ₂ s1V					Voka kihistik
					Tumepruun lubjakivi, mergline, mergli vahekihtidega, iseloomulik on rohke raudooliitide esinemine, läättsja kujuga. Alumine piir- selgelt limonitiseerunud katkestuspind.
O ₁ v1	44,5	46,7	2,2	2,1	Volhovi lade
					Tumehall dolomitiseerunud lubjakivi mergli vahekihtidega, mugultekstuuriga, sisaldab ebahähtlaselt jaotunud glaukoniiiti, esinevad brahhiopoodide pooled. Vahemikus 45,5-limonitiseerunud katkestuspind. Alumine piir-

1	2	3	4	5	6
					-litoloogilise koostise vahetus ja tugevalt limonitiseerunud katkestuspind, vertikaalsete kuni 5sm sügavuste urukestega, mis on täidetud glaukoniidiga ("juustakkiht").
0 ₁ tr	46,7	48,5	1,8	1,5	Latorpi lade
					Leetse kihistu
					Roheline kvartssliivakivi peene-teraline, sisaldab arvukalt glaukoniidi terakesi (kuni 70%), esi-neh hall savi. Vahemikus 47,0-47,15 m-punakas-pruunid savi laigud, püriidi konkretsioon. Alumine piir-litoloogilise koostise vahetus ja kulunispind savi kohal.
0 ₁ vr	48,5	51,5	3,0	2,2	Varangu lade
0 ₁ vr	48,5	50,1	1,6	1,2	Varangu kihistik
					Rohakas-hall savi, tihe. Savis on õhukesed ebaregulaarsed aleuriitseid glaukoniite sisaldavad kihikesed. 49,7m sügavusel savi muutub tume-davaks, sisaldab aleuriitse savi vahekihte. Alumine piir-järsk, litoloogilise koostise vahetus, muutub värvus.
0 ₁ tr	50,1	51,5	1,40	1,0	Türisalu kihistik
					Graptoliit argilliit-tume pruun, horisontaalselt kihiline, sisaldab hallikaid õhukesi aleuridikihikesi, mille paksus-kuni 0,5sm ja üksikuid õhukesi (1-2) mm püritiseerunud vahekihte.
+ E ₃ -0 ₁ kl E ₁ ts	51,5	61,7	10,2	2,8	Kambrium-ordoviitsiumi setted
					Kvarts aleuroliidid ja aleuroliit liivakivi-helehallid, ebaselgelt kihiline. Vahemikus 52,0-52,1 liivakivi sisaldab teokarpide pooli. Vahemiku alumises osas-helehallid liivakivid, peeneteralised, koe-dad.

Sügavuse kontrollmõõt: 61,7m

Dokumenteeris: *L. Morozova* L. Morozova

Kuupäev: 07.07.99a.

Protokoll

Ubja uuringuvälja põlevkivi geoloogilise uuringu vahearuande arutamisest
(AS Kunda Nordic Tsement ja OÜ Eesti Geoloogiakeskus leping 30-211).

Kundas,

05.10.1999

Osalesid:

OÜ Eesti Geoloogiakeskus

OÜ Minerex

AS Kunda Nordic Tsement

V.Räägel, K.Suuroja

A.Adamson, I.Valgma

A.Kana, J.Owren, T.Aura, A.Vainlo,

T.Kaljud, K.Kildmaa, H.Noormets

Päevakord: Ubja uuringuvälja põlevkivi geoloogilise uuringu vahearuanne.

Ettekandjad: V.Räägel, K.Suuroja

Arutelus osalesid kõik osapooled ja jõuti järeldusele, et tehtud uuring vastab lepingule ja tulemused lubavad uuringualal 285 ha põlevkivivaru kinnitada aktiivse tarbevaruna kasutamiseks tsemenditööstuses tehnoloogilise kütuse komponendina.

Otsustati:

1. Põlevkivi kihtides F1-D maaalal 285 ha sobib kinnitada aktiivse tarbevaruna, eesmärgiga kasutada mäemassina tsemenditööstuses tehnoloogilise kütuse komponendina.
2. Ubja piirkonna ülejäänud maaalal põlevkivi passiivne reservvaru sobib üle viia aktiivseks reservvaruks.
3. Tehtud uuring ja vahearuanne vastavad lepingule.



Protokollis H.Noormets

PUURAGU LIKVIDEERIMISE
A K T

Objekti nimetus: Ubja uuringuala põlevkivi täiendav geoloogiline uuring

Puuraugu nr. U-4

Puuritud: algus 15. 06.1999.a., lõpp 15.06.1999.a..

Sügavusega 7,9 m,

manteldatud diameetriga 127 mm sügavuseni 1.0 m

Staatiline veepind puuraugus: 3.2 m maapinnast.

Likvideerimise põhjus: uuringu lõpp

Likvideerimise aeg: 20.08.1999.a.

Likvideerimise moodus: liivapuiste ja savitamponaaz pinnakatte piiril ca 1m

Puuraugust manteltoru välja tõmmatud

Puuraugu ümbruse olukord pärast likvideerimist:

Uuringuloe valdaja: H.Noormets AS Nordic Ts ement
/nimi, allkiri, ametikoht/

Likvideerija: K. Suuroja EGK osak. juhataja
/nimi, allkiri, ametikoht/

Maavaldaja otsus: likvidatsioon rahuldav

J. Jürgenson... L. Virumaa keskkonnaosakonna juh.
/nimi, allkiri/



PUUR AUGU LIKVIDEERIMISE
A K T

Objekti nimetus: Ubja uuringuala põlevkivi täiendav geoloogiline uuring

Puuraugu nr. U -5

Puuritud: algus 15. 06.1999.a., lõpp 15.06.1999.a.,
Sügavusega 17.3 m, manteldatud diameetriga 127 mm sügavuseni 2.3m

Staatiline veepind puuraugus: 11.2 m maapinnast.

Likvideerimise põhjus: uuringu lõpp

Likvideerimise aeg: 20.08.1999.a.

Likvideerimise moodus: liivapuiste ja ca 1 m savitamponaazipinnakatte piiril
Puuraugust manteltoru välja tõmmatud

Puuraugu ümbruse olukord pärast likvideerimist: rahuldav

Uuringuloa valdaja: H.Noormets AS Nordic Ts ement
/nimi, allkiri, ametikoht/

Likvideerija: K. Suuroja EGK osak. juhataja
/nimi, allkiri, ametikoht/

Maavaldaja otsus: likvidatsioon rahuldav
J. Jürgenson... I*Virumaa keskkonnaosakonna juh.
/nimi, allkiri/



PUURAUGU LIKVIDEERIMISE
A K T

Objekti nimetus: Ubja uuringuala põlevkivi täiendav geoloogiline uuring

Puuraugu nr. U - 6

Puuritud: algus 16. 06.1999.a., lõpp 16.06.1999.a.,
Sügavusega 7,9 m, manteldatud diameetriga 127 mm sügavuseni 3.2 m

Staatiline veepind puuraugus: 3.2 m maapinnast.

Likvideerimise põhjus: uuringu lõpp

Likvideerimise aeg: 20.08.1999.a.

Likvideerimise moodus: liivapuiste ja savitamponaaž pinnakatte alumisel piiril
Puuraugust manteltoru välja tõmmatud

Puuraugu ümbruse olukord pärast likvideerimist: rahuldav

Uuringuloa valdaja: H.Noormets AS Nordic Ts ement
/nimi, allkiri, ametikoht/

Likvideerija: K. Suuroja EGK osak. juhataja
/nimi, allkiri, ametikoht/

Maavaldaja otsus: likvidatsioon rahuldav

J. Jürgenson L-Virumaa keskkonnaosakonna juh.
/nimi, allkiri/



Puursüdamiku hoiule andmise akt

Käesolevaga anname üle pikaajaliseks hoiustamiseks Arbavere puursüdamiku hoidlas 23 kasti
Ubja põlevkivi uuringualalt pärit puursüdamikku 100 m ulatuses.

- | | |
|----------------------|------------|
| 1. Puurauk U - 5 | - 3 kasti |
| 2. Puurauk U - 6 | - 3 kasti |
| 3. Puurauk U - 9 - 3 | - 10 kasti |
| 4. Puurauk U - 8 - 1 | - 7 kasti |

Kokku 23 kasti

Puursüdamik ei ole täies ulatuses säilinud, põlevkivi sisaldavad intervallid on osaliselt välja
võetud proovimiseks.

Andis üle: projektijuht



, K. Suuroja

Võttis vastu: projektijuht



T. Saadre

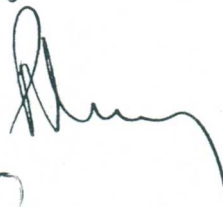
Eesti Geoloogiakeskuse arhiivi antavate välimaterjalide loetelu

Objekt 30-211. Kohala uuringuvälja Ubja uuringuala täiendav geoloogiline uuring

Jrk.nr.	Materjalide nimetus	Eks. arv	Lehekülgede arv	Tekstiga lehekülgede arv	Arhiivi number
1.	Puursüdamiku kirjeldused	6	37	37	857
2.	Pumpamise žurnaalid	4	32	16	
3.	Tootsa kihindi valikuvariantide kalkulatsioonid	1	6	6	

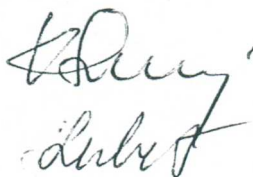
Üleandmise kuupäev: 18. nov 99

Materjale kontrollis: Programmiala juht



P. Vingisaar

Andis üle: Osakonnajuhataja



K. Suuroja

Võttis vastu: Arhiivi töötaja



S. Liibert



Meie 17.12.99 nr. 118 / 1-3

Keskkonnaministeerium
Maapõuetalitus

AS Kunda Nordic Tsement Tellijapoolne arvamus

Eesti Geoloogiakeskuses valminud uurimistöö "Kohala uuringuvälja Ubja piirkonna põlevkivi täiendav geoloogiline uurimistöö" (autorid: Kalle Suuroja, Tiit Mardim, Kuldev Ploom, Sten Suuroja ja Tarmo All) kohta: Tellijapoolne esindaja, tutvunud ülalmainitud, 10-nest peatükist koosneva 92 lk. esitatud 15 värvifoto, 18 joonise, 23 tabeli ja 14 graafilise ning 52 lk. tekstilise lisaga varustatud uurimistööga leiab järgmist:

- 1) tehtud töö nii metoodika kui ka kvaliteedi osas vastab Tellijapoolsele ootusele;
- 2) lähtudes pikaajalisest tootmiskogemusest ning kasutatavast tehnoloogiast, peab Tellija kasutamiseks sobivaks tootsat kihindit D-F1 (varu 6542 tuh.t);
- 3) esitatud tootsa kihindi valikuvariante võib lugeda tuleviku tarvis huvi pakkuvaks;
- 4) karbonaatkivimitest katendi tsemenditööstuse toormena kasutamise võimalikkuse hindamine eeldab tehnoloogilisi uuringuid ja tööstuslikku katsetamist ning järgnevat detailset geoloogilist uuringut;
- 5) Tellija soovib aruande kinnitada ning volitab Eesti Geoloogiakeskust esitada Ubja uuringuala põlevkivi varu (kihid D-F1) kinnitamiseks aktiivse tarbevaruna kasutamiseks tsemenditööstuse tehnoloogilise kütuse komponendina Eesti Maavarade Komisjonile;
- 6) Tellija soovib Ubja piirkonnas väljaspool uuringuala olev põlevkivi varu passiivsest reservvarust üle viia aktiivseks reservvaruks kasutamiseks tsemenditööstuse tehnoloogilise kütuse komponendina.


Jan Owren
Tegevdirektor

**GEOLOOGIAKESKUSE TEADUSNÕUKOGU ISTUNGI
PROTOKOLL nr. 51**

Tallinn

11.11.99.

Osalesid:

Nõukogu liikmed Vello Klein (esimees), Veena Räägel, Aivar Pajupuu,
Peeter Vingisaar ja Rein Raudsep

Kalle Suuroja, Tiit Mardim, Vello Kattai, Mare Kalkun, Leonid Savitski ja
Tõnis Saadre

Päevakord: lepingulise töö "Kohala uuringuvälja Ubja piirkonna põlevkivi täiendav
geoloogiline uurimistöö" aruande läbivaatamine

Vastutav täitja: Kalle Suuroja

Tellija: AS Kunda Nordic Tsement

Arutelu: Kalle Suuroja tegi ülevaate tehtud tööst ja saadud tulemustest. Uuringualal,
pindalaga 285 ha, sobib põlevkivi kihtides D-F₁ kasutamiseks tsemenditööstuse
tehnoloogilise kütuse komponendina. Saadud põlevkivivaru 6542 tuh. t vastab
aktiivse tarbevaru nõuetele.

Arvamused töö kohta esitasid Vello Kattai (varude arvutus ja graafilised lisad) ja
Leonid Savitski (hüdrogeoloogia osa).

Vello Klein luges ette tellija esindaja hr. Herbert Noormetsa arvamuse aruande kohta,
milles tellija loeb geoloogilise uuringu tööd täidetuks. Saadud tulemused vastavad
Tellija poolt esitatud nõuetele. Tellija volitab Eesti Geoloogiakeskust esitama Ubja
uuringuala põlevkivivaru (kihid D-F₁) kinnitamiseks aktiivse tarbevaruna
kasutamiseks tsemenditööstuse tehnoloogilise kütuse komponendina Eesti Maavarade
Komisjonile.

Arutelul osalesid Rein Raudsep, Peeter Vingisaar, Veena Räägel, Tiit Mardim ja
Vello Klein.

Otsustati:

- aruanne peale paranduste ja täienduste sisseviimist edastada Eesti Maavarade
Komisjonile läbivaatamiseks ja varude kinnitamiseks;
- toetada AS Kunda Nordic Tsement ettepanekut – uuringualast väljapoole jääva
passiivse reservvaru üleviimist aktiivseks tarbevaruks peale täiendavate geoloogiliste
uuringute läbiviimist.


Vello Klein
esimees

KINNITAN

Sulev Vare

Keskkonnaministeeriumi kantsler

"22" detsembril 1999.a.

Eesti Maavarade Komisjoni 21. detsembri 1999.a. istungi protokolliline otsus
nr. 99-56

Kohala uuringuvälja Ubja põlevkivi uuringuala täiendavate geoloogiliste uuringute aruanne

OÜ Eesti Geoloogiakeskus esitas AS Kunda Nordic Tsement volitusel komisjonile läbivaatamiseks Kohala uuringuvälja Ubja põlevkivi uuringuala täiendavate geoloogiliste uuringute aruande. Täiendavad uuringud on tehtud AS Kunda Nordic Tsement tellimusel, vastavalt Keskkonnaministeeriumi poolt 29.12.1997.a. välja antud geoloogilise uuringu loale KMIN - 040. Kohala uuringuvälja (8744 ha) põlevkivivaru on maavaravarude koondbilansis seisuga 01.01.1999.a. arvel passiivse reservvaruna, sest tootsa kihindi energiatootlus ei vasta nõuetele, mis kehtestati Eesti Maavarade Komisjoni 04.12.97.a. protokollilise otsusega nr. 97-58. Käesolev täiendav uuring hõlmab 285 ha suuruse ala Kohala uuringuvälja plokki I alaplokist I-2 ja paikneb suletud Ubja kaevanduse vahetus läheduses. Täiendava uuringu tulemusena on arvatud põlevkivikihi erinevate kombinatsioonide puhul (A-F₁, A-F₂, D-F₁, D-F₂, G-H ja A-H) kihindi energiatootlus ja põlevkivivaru. Kinnitamiseks on esitatud põlevkivikihtide D-F₁ varu. Põlevkivikihtide D-F₁ keskmine kütteväärtus on 2520 kcal/kg, summaarse paksuse 1,40 m juures. Mäemassi energiatootlus on 26,3 GJ/m². Katendi keskmine paksus on 9,2 m. Kihindi D-F₁ põlevkivikihtide kütteväärtus ei vasta EMK 04.12.1997.a. protokollilise otsusega nr. 97-58 kehtestatud alampiirile 2600 kcal/kg. Uuringuloa valdaja ja põlevkivi kasutaja AS Kunda Nordic Tsement on andnud kirjaliku nõusoleku kihtide D-F₁ põlevkivivaru kinnitamiseks aktiivse tarbevaruna kasutamiseks tsemenditööstuse tehnoloogilise kütusena. Aruande kohta on esitanud kirjaliku arvamuse Eesti Maavarade Komisjoni liikmed V. Puura, E. Reinsalu ja R. Perens ning Eesti Maavarade Komisjoni ekspert A. Teedumäe. Varu kinnitamise osas on ekspertidel erinevad arvamused. A. Teedumäe soovib kinnitada aktiivse tarbevaruna kihindi A-F₂ põlevkivivaru. V. Puura ja E. Reinsalu soovivad põlevkivivaru kinnitada kihindis D-F₁, mis ühtub ka tellija taotlusega.

Aruanne on täiendatud ja parandatud vastavalt ekspertide soovitudele. Parandatud ja täiendatud aruanne vastab keskkonnaministri 22.06.95.a. nr. 29 määrusega kinnitatud "Maavara geoloogilise uuringu läbiviimise ja maavaravarude kinnitamise korrale".

Eesti Maavarade Komisjon otsustas:

1. Keskkonnaministri 26.06.1995.a. määrusega nr. 29 kinnitatud "Maavara geoloogilise uuringu läbiviimise ja maavaravarude kinnitamise korra" punkti 13 (2.lõik) alusel lugeda seisuga 01.12.1999.a. Kohala uuringuvälja Ubja uuringuala pindalal 284,94 ha kihindis D-F₁ põlevkivi aktiivseks tarbevaruks 6542 tuh. tonni.
2. Maavara kaevandamise loas kehtestada nõue veeseire tegemiseks eesmärgiga määrata mäetööde mõju põhja- ja pinnavee režiimile.
3. Võtta Eesti Maavara Komisjoni 2000. aasta I poolaasta ühe istungi päevakorda komisjoni liikme V. Puura ettekanne põlevkivivarude hindamisest energotehnoloogilise kasutamise seisukohast.
4. OÜ Eesti Geoloogiakeskusel vastavalt käesoleva protokollis p 1 viia sisse täiendused maavarade registrikaarti nr. 0035.



Dimitri Kaljo
Esimees



Guido Paalme
Teadussekretär