

Projekt

ETTEKANNE

Rakvere fosforiidimaardla
evitamise võimalustest ja efektiivsusest

Tallinn, 1989

SISUKORD

lk. nr.

Sissejuhatatus	3
1. Geoloogiline ja hüdrogeoloogiline iseloomustus . .	6
1.1. Rakvere maardla ja Kabala uuringuväli	6
1.2. Maardla geoloogiline ehitus ja varud	10
1.3. Fosforiidikihi hind ja koostis	16
1.4. Tootmis- ja kasutuskulude ja nende ümbriskivimite iseloomustus	17
1.5. Hüdrogeoloogilised tingimused	19
1.6. Kompleksmaardla mäenduslikud tingimused . . .	24
2. Rakvere rajooni ja maardla territooriumi iseloomustus	26
2.1. Rakvere rajooni sotsiaalmajanduslik iseloomustus	26
2.2. Pandivere kõrgustik ja veekaitseala. Pinna- ja põhjavete olukord	27
3. Kaevandamise ja rikastamise tehnoloogia	37
3.1. Kaevandamise tehnoloogia	37
3.2. Rikastamise tehnoloogia	41
3.3. Tootmis- ja kasutuskulude veemajandus	44
4. Mäe - rikastuskompleksi mõju prognoos keskkonnas seisundile	47
4.1. Muutused maastikus ja mullas	47
4.2. Kaevandatavate elade ehitusgeoloogiliste tingimuste muutumine	48
4.3. Põhjavee seisundi muutumine	50
4.4. Hüdrogeoloogilise situatsiooni muutumine	54
4.5. Jäätide ja heitmete mõju	55
5. Rakvere fosforiidimaardla evitamise rahvamajanduslik efektiivsus	58
5.1. Kulutused kaevandamiseks ja rikastamiseks . .	58
5.2. Toorme kasutamise praktilised võimalused ja nende majanduslik efektiivsus	63
6. Mäe-rikastuskompleksi loomise sotsiaalsed ja õiguslikud aspektid	68
Kokkuvõtte ja järeldused	74
Kasutatud materjalid	79
Lisad	81

SISSEJUHATUS

1974.-1979.a. avastati Eesti NSV Geoloogia Valitsuse fosforiidiuuringute käigus Rakvere fosforiidimaardla. 1982.a. alustati maardla kõige produktiivsemas osas, Lääne-Kabalas eeluuringuid ja 1985.a., peale eeluuringute tulemuste aprobeerimist NSVL Riikliku Varude Komisjoni poolt, vaatamata tõsis-tele puudustele uuringute kompleksuses, detailuuringuid. NLKP Keskkomitee ja NSVL Ministrite Nõukogu määrusega 11.09.1985.a. Nr.874 nähti ette alustada XII viieaastakul Kabala piirkonna varude evitamiseks fosforiidikaevanduse rajamist, eraldades 1988.-1990.aastateks ¹⁸ milj.rbl. ehitus-montaažtöödeks. Ühtlasi lubati NSVL Mineraalvähete Tootmise Ministeeriumile erandkorras koostada 1985.-1987.a. projekt-eelarveline dokumentatsioon kaevanduse ehitamiseks, ootamata ära varude kinnitamist. Kaevanduse täisvõimsuseks nähti projekteerimisinstituudi "Gosgorhimprojekt" ^{poolt} ette 12 milj.t fosforiidimaaki (3,5 milj.t. fosforiidikontsentraati) aastas.

ENSV Ministrite Nõukogu Keskkonnakaitse ja loodusvarade ratsionaalse kasutamise komisjoni otsusega 07.02.1986 loodud ekspertkomisjon Rakvere fosforiidimaardla evitamise mõjust looduskeskkonnale, tutvunud olemasolevate geoloogiliste ja teaduslike uurimuste materjalidega, märkis probleemi kompleksust ja komplitseeritust, selle mitteametlikult geoloogiliste uuringutes ja projektmaterjalides. Vaatamata lähtematerjalide puudulikkusele kaevandamise mõju prognoosiks, jõudis komisjon järeldusele, et kaevandamise rajamine võib viia rasketele tagajärgedele looduskeskkonna seisundis ja sotsiaal-majanduslikus olukorras.

1987.a. märtsis vabariiklik fosforiidinõukogu astus välja Kabala piirkonna fosforiidivarude kinnitamise vastu enne põhjalike komplekssete uurimuste läbiviimist. Analoogete erietsuse võttis vastu ENSV Teaduste Akadeemia üldkogu.

1987.a. algusest arenes Eestis laialdane rahvaliidumine fosforiidikaevanduse rajamise vastu. Eesti NSV Ülemnõukogu otsustas 29.05.1987 ja 08.04.1988. peeti vajalikuks täiendavate komplekssete uurimistööde läbiviimist enne otsuste vastuvõtmist Rakvere fosforiidimaardla evitamise võimalikkusest.

NSVL Ministrite Nõukogu võttis 14.11.1987. ^{vastu} määruse Nr.1284, millega peatati fosforiidikaevanduse projekteerimine, kuid kohustati Mineraalvähete Tootmise Ministeeriumi, ENSV Ministrite Nõukogu jt. 1989.a. esitama ettekande fosforiidimaardla evitamise ökoloogilisest ohutusest ja majanduslikust efektiivsusest. Selle määruse täitmiseks kiitis Eesti NSV Ministrite Nõukogu 05.03.1988 heaks vastavate täiendavate uurimistööde programmi. Vastavalt sellele programmile analüüsisid eesti teadus- ja projekteerimisorganisatsioonid sügavamalt olemasolevaid materjale, viisid läbi täiendavaid uurimusi Rakvere fosforiidimaardla evitamisega seotud probleemide kompleksis ja püüdsid tõepärasemalt prognoosida selle ökoloogilist ja sotsiaal-majanduslikku mõju. Selle töö põhitulemused on kokku võetud käesolevasse ettekandes. Arvestades, et NSVL Riikliku Plaanikomitee ekspertkomisjoni 06.06.1988. otsuses on antud sisuliselt negatiivne hinnang Toolse maardla evitamisele, siis ei ole viimasega seotud probleeme ettekandes käsitletud.

Arvestades fosforiidi kaevandamise negatiivseid ökoloogilisi ja sotsiaal-majanduslikke tagajärgi võttis ENSV Ülemnõukogu

06.12.1988.a. vastu otsuse "Looduskaitse ja loodusvarade kasutamise olukorra ja ülesannete kohta Eesti NSV-s", milles nõustatakse ENSV Teaduste Akadeemia, ENSV Looduskaitse ja Metsamajanduse Komitee ning Rakvere Rajooni Rahvasaadikute Nõukogu ettepanekuga mitte lubada fosforiidimaardlate kasutuselevõttu. Seega käesolev ettekanne sisaldab ühtlasi teaduslik-tehnilise aluse vabariigi kõrgema seadusandliku organi otsuseks.

Ettekanne toetub peamiselt järgmiste asutuste tööde tulemustele - Tootmiskoondis "Eesti Geoloogia", ENSV Teaduste Akadeemia (Geoloogia Instituut, Majanduse Instituut, Keemilise ja Bioloogilise Füüsika Instituut, Keemia Instituut, Termofüüsika ja Elektrofüüsika Instituut, Küberneetika Instituut, Ajaloo Instituut, Sotsioloogia, Filosoofia ja Õiguse Instituut, Botaanikaaed), Tallinna Polütehniline Instituut, Tartu Riiklik Ülikool, Eesti Põllumajanduse Akadeemia, Metsamajanduse ja Looduskaitse TUI, Eesti Maaviljeluse ja Maaparanduse TUI, RPUI "Eesti Maaparandusprojekt", ENSV Riikliku Ehituskomitee RPI "Tööstusprojekt", RPI "Maaehitusprojekt" ja Silikaatbetooni TUI.

Ettekandes on käsitletud NSVL Mineraalväetiste Tootmise Ministeeriumi projekteerimisinstituudi Gosgorhimprojekt ja teadusliku uurimisinstituudi GIGHS poolt pakutud kavasid ja tehnoloogiaid nii nagu need on esitatud Lääne-Kabala detailuuringute ja ajutiste konditsioonide tehnilis-majanduslikus põhjenduses ja selle lisas nr.2, samuti kaevanduse rajamiseks antud lähteandmestikus, Vastavad dokumendid on loetletud kasutatud materjalide nimistus.

Ettekande koostasid (sulgudes vastava peatüki nr.):

V.Aasmäe (2), A.Adamson (1,3,4), A.Eipre (2), H.Hõrejärv (4), U.Jürisoo (5), I.Kaljurand (2,4), V.Karise (3,4), J.Karu (3), R.Karukäpp (2), V.Kattai (1), H.Kink (2,4), R.Kuusik (3), K.Kuiv (4), R.Kvell (5), M.Lauristin (6), H.Lindpere (6), T.Moora (2), B.Naumov (4), R.Noorkõiv (6), G.Paalme (1,2,3,4), T.Pohl (6), V.Puura (1,2,4), R.Päsok (5), R.Raudsep (1), L.Reintam (4), E.Reinsalu (1,2,3,4), R.Tamsalu (4), V.Tassa (1,4), K.Türk (4), R.Vaher (1), E.Vallner (1,2,4), M.Veiderma (kõik peatükid), P.Vihalemm (5) ja paljud teised.

Ettekande koostamise koordinatsioonigruppi kuulusid M.Veiderma ENSV TA Presiidiumist, tel.44 21 06, V.Puura ENSV TA Geoloogia Instituudist tel.60 51 90, E.Reinsalu TA Geoloogia Instituudist tel.42 36 26, G.Paalme Eesti Metsainstituudist tel.51 37 51, kelle poole soovitame pöörduda antud ettekande viimistlemise käigus paranduste ja täiendustega.

Vastavalt ENSV Ministrite Nõukogu Presiidiumi keskkonnakaitse ja loodusressursside ratsionaalse kasutamise komisjoni 30.06.1988.a. otsusele on käesoleva ettekande lõppredaktsiooni koostamine tehtud ülesandeks komisjonile koosseisus: M.Veiderma, G.Paalme, U.Jürisoo, D.Kaljo, A.Eipre, E.Kasemets, H.Kärblane, E.Lippmaa, T.Nuudi, R.Päsok, A.Raukas, L.Reintam, Ü.Tambet, H.Trass.

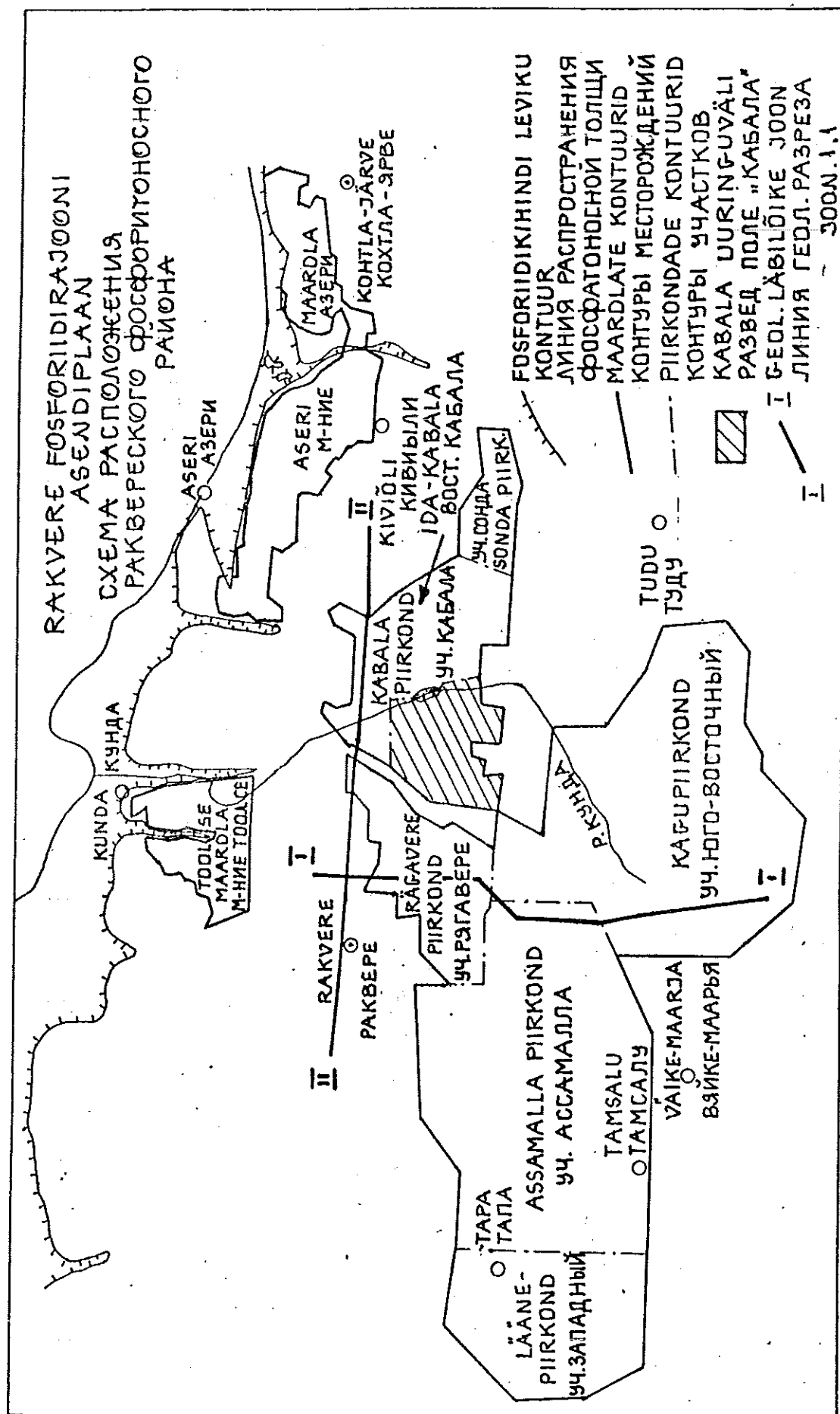
1. GEOLOOGILINE JA HÜDROGEOLOOGILINE ISELOOMUSTUS

1.1. Rakvere maardla ja Kabala uuringuväli.

Rakvere maardla kuulub samanimelisse fosforiidirajooni ja on kõikidest Balti fosforiidibasseini maardlatest suurim. Rakvere fosforiidirajooni teised maardlad on Aseri ja Toolse. Esimene neist, 1957.a. ja 1964.a. kinnitatud bilansiliste varudega 12,1 milj.t. toimeainet (P_2O_5), ei paku praktilist huvi kihi väikese tootlikkuse (keskm. 0,23 t P_2O_5/m^2) ja magneesiumi- ning eriti rauaühendite kõrge sisalduse tõttu. Toolse maardla, 1972.a. kinnitatud bilansiliste varudega 27,3 milj.t. P_2O_5 , kasutusele võtuks puudub keskkonnaohutu (diktüoneemaargilliidi isesüttimist vältiv) tehnoloogia ja selle evitamine on ENSV Ministrite Nõukogu ja NSVL Väetisetööstuse Ministeeriumi ühise otsusega 20.05.83.a. peatatud. Samale järeldusele jõudis NSVL Plaanikomitee ekspertiis 1988.a.

Rakvere maardla (joon. 1.1) moodustab geneetiliselt ühtne oobulusfosforiidi lasund. Tema kogupindala on ca 1030 km². Maardla on jagatud mitmeks piirkonnaks (Kabala, Rägavere, Assamalla, Sonda, kagupiirkond, läänepiirkond). Maardla põhjaosa rajoneerimise aluseks on olnud looduslikud tingimused (tektoonika), kus eristatakse kolme geoloogiliselt eraldatud osa (plokki): Rägavere - lääne poole Aseri riket, Kabala lääneosa - Aseri rikke ja Kunda mäetud oru vahel ning Kabala idaosa (Miila) - Kunda mäetud orust idas.

Rakvere maardla asub põhiliselt Rakvere rajoonis. Ainult Sonda piirkond ja Kabala piirkonna idapoolseim osa paikneb Koht-



la-Järve rajoonis ning osa läänepiirkonda Paide rajoonis.

Maardla on erineval tasemel uuritud: lõunapoolsetel aladel on otsingute käigus hinnatud prognoossed ressursid P_2 (kagu- ja läänepiirkond) ja P_1 (Assamalla ja Sonda) kategoorias, põhjapoolses osas, Rägavere ja Kabala piirkonnas, arvutati detailotsingute järel varud C_2 kategoorias.

Rakvere maardla P_2O_5 koguressurss ulatub 0,7 mljr. tonnini (tab. 1.1). Rikkaim on fosforiidikihind Kabala, Rägavere ja Assamalla piirkonnas, kus tema paksus on keskmiselt 5...7,5 m ja tootlikkus keskmiselt 1...2,5 t/m² (Toolses ca 0,6 t/m², Maardus kuuni 0,25 t/m²). Fosforiidikihindi lasumissügavus on maardla piirides 40...210 m.

Geoloogilistele otsingutele järgnevaid uuringuid on seni tehtud põhiliselt vaid Kabala piirkonna lääneosas. Eeluuringud viidi läbi 1982.--1985.a. Nende tulemustel aprobeeris NSVL Riiklik Varude Komisjon (RVK) C_1 kategooria varusid 71,9 milj.t P_2O_5 ja C_2 kategooria varusid 41,1 milj.t P_2O_5 .

Eeluuringute tulemuste läbivaatamisel RVK-s ja NSVL Riikliku Teaduse ja Tehnika Komitee põllumajanduse kemiseerimise nõukogus märgiti maardla geoloogiliste ja hüdrogeoloogiliste tingimuste suurt keerukust ning analoogi puudumist maailma ja NSV Liidu praktikas. Rõhutati maardla insenergeoloogiliste ja mäenduslike tingimuste, sealhulgas kivimite füüsikalise-mehaaniliste omaduste vähest uuritust, ebaselgust põhjaveetaseme languse mõjus keskkonnale ja piirkonna veevarustusele, kooskõlastamatust põlevkivi kaevandamise osas, tehnoloogiliste küsimuste puudulikku lahendamist jne.

1985.a. alustati Kabala lääneosas 33,8 km² territooriumil

Jrk. nr.	Maardla, piirkond	Varude kinnitamine	Varude Pindala, km ²	Keskmine kivi paksus, m	Keskmine P ₂ O ₅ varud tuh. t	Komponentide keskmine sisaldus, %	Keskmine Katendi produktiivsus, P ₂ O ₅ t/m ²	NSVL Riiklik Maavarade varude bilanss, tuh. t
1.	Kabala, sealhulgas - Lääne-Kabala s.h. Kabala	RVK, 1985, Geol. Min. VK 1986-87 aruanne koostamisel	139,0 31,5 6,1 30,4 1,4	7,24 6,96 7,55 8,77	188059 78437 10696 75430 5481	P ₂ O ₅ 14,00 11,06 14,38 10,54	42-107 2,29 1,74 2,5 2,13	C ₁ - 78437 C ₂ - 10696
-	Ida-Kabala	"Eesti Geoloogia" TTN, 1981; RVK 85; Geol. Min. VK 1986-87	14,3 87,1	6,17 3,71	25014 73912	14,87 9,60	2,07 0,71	C ₁ - 25014 42-98
2.	Rägavere	"Eesti Geoloogia" TTN, 1981	77,3	5,70	88376	9,44	1,08	50-133
3.	Assamalla	"-"	301,9	5,01	185683	9,65	0,97	110-195
4.	Sonda	"Eesti Geoloogia" TTN, 1988	36,5	3,38	26125	9,37	0,63	83-96
5.	Kagupiirkond	"-"	339,6	3,24	177052	7,12	0,46	128-210
6.	Läänepiirkond	"Eesti Geoloogia" TTN, 1983	141,8	3,10	69806	7,94	0,49	113-169
KOKKU Rägavere maardla:								
			45,8		103451			103451
			93,2		172984			10696
			338,4		211808			
			481,4		246858			

KOKKU Rakvere maardla:

detailuuringuid (seda ala nimetatakse edaspidi tinglikult Kabala uuringuväljaks). Ökoloogilistest probleemidest ja maardla geoloogilisest ja hüdrogeoloogilisest keerukusest tingituna tööde esialgset projekti mõnevõrra laiendati. Ökoloogiliste komplikatsioonide (veelangus) tõttu ja sotsiaal-poliitilistel kaalutlustel katkestati välitööd 1988.a. Oluline osa maardla detailseks iseloomustamiseks vajalikest geoloogilistest välitöödest (rikkevööndite lahtipuurimine, täpsustavad hüdrogeoloogilised tööd) ja sellest tulenevalt ka laboratoorsetest (m.h. rikkevööndite fosforiidi kvaliteedi uurimine) ja kameraal- (detailne hüdrogeoloogiline modelleerimine) uuringutest on teostamata.

NSVL Geoloogiaministeeriumi otsusel koondatakse olemasolevad andmed TK "Eesti Geoloogia" lõpparuandesse, mille valmimise tähtaeg on 1989.a. IV kv. Lääne-Kabala piirkonna ehitusgeoloogilise, mäendusliku, hüdrogeoloogilise jm. uurituse tase on ebaapiisav ega võimalda varude kinnitamist RVK-s.

1.2. Maardla geoloogiline ehitus ja varud.

Rakvere maardla on kompleksmaardla. Peale fosforiidi esineb siin põlevkivi, liiva, kruusliiva, savi ja turvast.

Komplekssusest lähtudes jaguneb maardla kolme ossa:

- Põhja-kirde ala (Kabala, Rägavere, Sonda piirkonnad), kus fosforiidikihi kohal (30...35 m kõrgusel) lasub Eesti maardla põlevkivikihi hind;

- kesk ala, kus tootus põlevkivikihi hind puudub;

- lõuna-edela osa (Assamalla, kagu- ja läänepiirkonna lõunaäär), kus fosforiidikihi kohal (40...50 m kõrgusel) lasub Tapä maardla põlevkivikihi hind.

Fosforiidi- ja põlevkivikihtidid lasuvad kristalliinset aluskorda katva, 240...400 m paksuse vendi, kambriumi ja ordo-viitsiumi kihilise settekivimite kompleksi sees. Kihtidel on kallakus lõuna suunas 10...15° (3...4 km kohta). Fosforiidiki-hind lasub kuni 200 m paksuse vendi ja kambriumi savi, liiva-kivi ja aleuroliidikihtkonna pinnal ja on kaetud põhiliselt or-doviitsiumi lubjakivide kihtkonnaga (40...200 m). Lubjakivide pind on kaetud kobedate kvaternaarisetetega, mille paksus on valdavalt 0,5...2 m, kuid suureneb kuni 80 m-ni maetud orgudes ja 50 m-ni jääaegsete setete kuhjevormides.

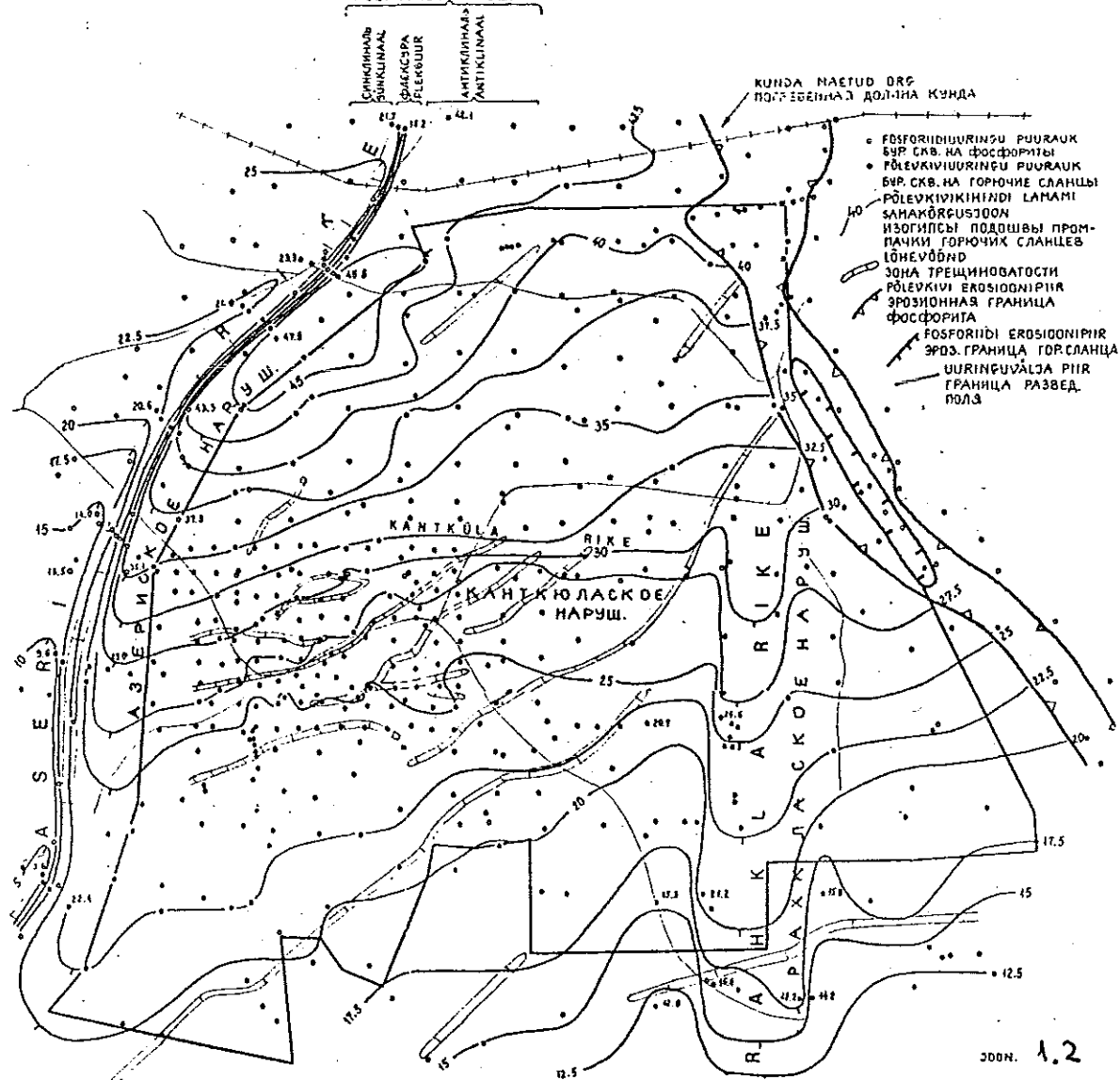
Rakvere maardla, aga eriti selle põhjaosa on keerulise ehi-tusega siin esinevate tektooniliste rikete, karstinähete ja mae-tud orgude tõttu. Esineb palju fleksuurikujulisi^{*)} rikkeid (Ase-ri, Rakvere, Udriku, Viitna, Sõmeru, Inju, Kantküla), millede puhul fleksuuri tiibade kõrguste erinevus ulatub kuni 27 m (Ase-ri rike), aga samuti vallikujulisi lamedaid kohre (Rahkla, An-guse) ja lühikohre (Assamalla).

Kabala uuringuväli moodustab trapetsikujulise, põhja suu-nas aheneva ploki Aseri rikke ja Kunda maetud oru vahel. Uurin-guvälja piirides asub Kantküla rike tervikuna ja Rahkla rikke põhjaosa. Aseri rikke lauge kaguosa haarab ulatusliku, kuni 3 km laiuse riba Kabala uuringuvälja äärest (joon. 1.2). Peale nende rikete on uuringuväljal elektromeetriliste mõõtmistega avastatud üle kümne anomaalse vööndi. Põlevkivimaardla kogemustel tähista-vad need anomaaliad tektoonilisi lõheyööndeid, mille piirides on arenenud dolomitiseerumine ja karst. Selliste seoste olemasolu

^{*)} fleksuur - kivimkihtide astmekujuline paine, lasumusriike

КАВАЛА UURINGUVALJA TEKTOONIKA ТЕКТОНИКА РАЗВЕД. ПОЛЗ КАВАЛА

ASERI RIKE
АЗЕРИКОЕ НАРЭШ.



on puurimisega kinnitust leidnud ka Kabalas. On tõestatud, et lõhevööndeis ilmneva lubjakivide dolomiidistumisega kaasneb ka fosforiidikihi dolomiidistumine ja kahjuliku magneesiumisisalduse (MgO) märgatav tõus.

Magneesiumirikaste (MgO >1%) fosforiidide levik uuringuväljal on täpselt kindlaks tegemata. On tuvastatud nende esinemine Aseri rikkevööndis ja kohati lõhevööndites, kuhu juhtumisi on sattunud võrgupuuraugud. Vähe on andmeid Rahkla ja Kantküla rikete kohta. Statistiliselt lähenedes võib märgata teatavat kirde-edelasuunalist lõhevöönditega samasuunalist tsonaalsust: vaheldumisi esinevad sagedase ja harvema dolomiidistumise küllaltki laiad (2...4 km) vööndid.

Kabala uuringuväljal esineb sageli pindmist karsti (karstihetked ja -järvikud, karstiallikad) ja puurimisandmetel karstihetked kogu lubjakivikihtkonnas. Seosed pindmise karsti, süvakarsti ja tektooniliste rikkevööndite vahel on jäänud antud alal konkreetsetelt välja selgitamata.

Kirdes piirneb uuringuväli Kunda mattunud oruga, mis on lõikunud kuni 100 m sügavuselt aluspõhja kivimitesse ja on täidetud pudedate kvaternaarisetetega. Tootus (tööstuslikku tähtsust omav) põlevkivikihi hind on siin 400...1000 m laiuses vööndis erodeeritud. Oru keskosas 2,5 km pikkusel ja ca 200 m laiusel alal on ka fosforiidikihi hind täielikult erodeeritud. Oru põhjas ja nõlvades on kivimid tugevasti lõhelised.

Tuleb märkida, et Kabala uuringuvälja eriti keerukates geoloogilistes (tektoonilistes) tingimustes pole ilma täiendavate geofüüsikaliste uuringutete, detailsete puurimistööde ja õnnete rajamiseta tektooniliste tingimuste ja fosforiidikihi kva-

liteedi muutumise seaduspärasuste väljaselgitamine võimalik.

Kabala piirkonna põlevkivikihi hindide parameetrite võrdlev hinnang põlevkivibasseini kasutatavate ja perspektiivsete kaevandusväljadega näitab (tab. 1.2), et piirkonna põlevkivikihi hind, eriti selle idaosas (Miila), on oma paksuselt, põlemissoojuselt ja õli-saagiselt ligilähedaselt samasugune kui töötavas Leningradi kaevanduses ja perspektiivseteks tunnistatud Permisküla ja Uus-Kiviõli kaevandusväljades.

Detailselt uuritud ja RVK-s bilansilisteks tunnistatud A+B+C₁ kat. põlevkivivarud levivad Kabala, Rägavere ja Sonda fosforiidipiirkonnas. Kabala uuringuvälja piirides on 20...70 m sügavuses lasuva põlevkivi varud 110 milj.t.

Fosforiidi uuringute käigus Kabala uuringuväljas on arvatud P₂O₅ varud 75 milj.t, mis rajatud puuraukudevõrgu tiheduselt vastavad A+B+C₁ kategooriatele. Varude arvutamisel võeti aluseks eeluuringute staadiumis koostatud (1984.a.) ajutised konditsioonid, mille nõuded on järgmised:

- väikseim P₂O₅ sisaldus kihis - 3%;
- väikseim P₂O₅ sisaldus kontuuritavates puuraukudes - 6%;
- keskmine P₂O₅ sisaldus arvutusplokkis - mitte vähem kui 10,5%;
- maksimaalselt lubatav MgO keskmine sisaldus arvutusplokkis - 1 %;
- maksimaalselt lubatav Fe₂O₃ keskmine sisaldus arvutusplokkis - 2%;
- tootsa kihindi minimaalne paksus puuraugus - 1,5 m.

Ajutiste konditsioonide koostamisel jäid praktiliselt arvestamata tootmistehnoloogia madal töökindlus, mäetööstuskomp-

Tabel 1.2.

Kabala piirkonna põlevkivivarude võrdlus töötavate
ja perspektiivsete kaevanduste väljade põlevkiviga.

Kaevandusväli (uuringuväli)	Kihindi paksus, m kokku	Põlemissoo- jus, MJ/kg maemass	Õlisaagis põlevkivist	Õlisaagis kihindist
	s.h.põlevkivi	põlevkivi	%	kg/m ²
<u>Kabala</u>				
Kabala uurin- guväli	<u>2,12</u> 1,62	<u>7,1</u> 9,4	16,8	480
Miila	<u>2,27</u> 1,75	<u>8,2</u> 10,7	19,1	570
<u>Töötavad</u> <u>kaevandused</u>				
Tammiku	<u>2,80</u> 2,23	<u>9,6</u> 13,0	23,2	840
Estonia	<u>2,68</u> 1,99	<u>8,4</u> 11,9	21,4	710
Leningradi	<u>1,85</u> 1,05	<u>7,3</u> 13,4	24,0	430
<u>Perspektiivsed</u> <u>kaevandused</u>				
Kuremäe	<u>2,70</u> 1,92	<u>8,0</u> 11,7	21,0	670
Permisküla (kihid A...F ₁)	<u>2,37</u> 1,69	<u>7,1</u> 10,6	19,0	560
Permisküla (kihid B...F ₁)	<u>1,99</u> 1,57	<u>7,7</u> 10,8	19,0	520
Uus-Kiviõli	<u>2,20</u> 1,70	<u>8,0</u> 10,8	19,3	560

leksi negatiivsed ökoloogilised ja sotsiaalmajanduslikud tagajärjed, rääkimata nende minimeerimiseks ja kompenseerimiseks vajalike abinõude maksumuse lülitamisest majanduslikesse arvutustesse. Seda pole tehtud ka järgnevate geoloogiliste uuringute käigus.

1.3. Fosforiidikihi koostis.

Fosforiidikihi koosneb käsijalgsete fosfaatse koja tüki-kestega (detriidiga) rikastatud nõrgalt või keskmiselt tsementeeritud kvartslüivakivist või -aleuroliidist, mis stratigraafiliselt moodustab kambriumi ja ordoviitsiumi piirkihistu - Kallavere kihistu. Kihistu paksus Kabala uuringuvälja piirides on 4...12 m, keskmiselt 8 m. Tootus fosforiidikihi lasub kas Kallavere kihistu ülemises osas või hõlmab selle tervikuna (uuringuvälja lääne- ja keskosas), tema paksus kõigub 3,5...12 m piirides. Tootsa fosforiidikihi moodustavad kuni 5...6 läätsjat kihti ja ta koosneb 10...90% fosfaatsest mineraalist, mille P_2O_5 sisaldus on 35...37%. Tootuskihindisse arvatud üksikutes kihtides kõigub P_2O_5 sisaldus 3...28%. Uuringuvälja piirides on fosforiidikihi keskmine P_2O_5 sisaldus 14,4% ja keskmine tootlikkus $2,5 \text{ t } P_2O_5/m^2$.

Fosforiidi rikastamise ja keemilise töötlemise seisukohalt on kahjulikeks komponentideks magneesiumi (dolomiit) ja raua (püriit, rauahüdroksiidid) ühendid. Rauarikkaid fosforiite Kabala uuringuväljal praktiliselt ei leidu, ulatuslikult esineb aga magneesiumirikkeid (MgO üle 1%) fosforiite, eriti ala kagu- ja edelaosas.

Tektooniliste rikete ja nendega seotud magneesiumirikaste

fosforiitide sage esinemine sunnib ettevaatlik olema uuringuvälja fosforiidi kvaliteedi (MgO sisalduse seisukohalt) hinnanguis. Varude arvutamisel olemasoleva ruudukujulise puuraukudevõrgu andmetel ei kajastu magneesiumirikaste fosforiitide ulatuslik levik kitsastes rikkevõõndeis. Kui uuringuid eelnevalt ei detailiseerita, võib maardla evitamisel osa varusid osutada kasutamiskõlbmatuteks MgO lubatust suurema sisalduse tõttu. Tervikuna tuleb magneesiumirikaste fosforiitide osakaalu Kabala uuringuväljal esialgselt hinnata 20...30 %-le.

Eesti ja ka Kabala fosforiidid sisaldavad ümbriskivimitega võrreldes arvukalt mikrokomponente, millest ühed pakuvad huvi kui võimalik kasulik kõrvalprodukt fosforiidikontsentraadi keemilisel töötlemisel (lantanoidid, uraan, fluor), teised aga kui toksilised komponendid väetises (fluor, plii, kaadmium). Lisandelementide sisalduse poolest Kabala fosforiit mõnevõrra erineb mujal maailmas toodetavast fosfaatselt toormest. Võrreldes Koola apatiidiga on selles vähem strontsiumi ja leelismuldmetalle, kuid rohkem pliid, mangaani, uraani. Radionukleoidide sisalduse tõttu fosforiidis ja ümbriskivimeis (graptoliit-argilliit, glaukoniitliivakivi) võib tekkida kaeveõõntes mõnevõrra kõrgenenud radioaktiivne foon, mis vajab aga täiendavat uurimist.

1.4. Tootuskihindide ja nende ümbriskivimite iseloomustus.

Kivimite füüsikalised-mehaanilised omadused on põhiliselt uuritud puursüdame järgi. Fosforiidikihi puurimisel on õnnestunud saada monoliitset puursüdameku ainult 10...30 %

uletuses kihindi paksusest. Ülejäänud puursüdamik on puurimisel purunenud ja kätte saadud püdeda massina, mistõttu tema tugevusomadused on jäänud määramata. Monoliitse puursüdamiku osas on üksikute kihtide survetugevus 0,6--70 MPa. Puursüdamikel põhinev andmestik on täiesti ebapiisav kaevanduse projekteerimiseks ega võimalda määrata tervikute püsivust ja fosforiidi kadusid nendes.

Fosforiidikihindi lähislae alumine osa koosneb Latorpi lademe peeneteralisest glaukoniitliivakivist, mis valdavalt on nõrgalt või keskmiselt tsementeeritud (survetugevus 0,8--1,5 MPa) ja milles esineb õhukesti plastilisi vahekihte. Glaukoniitliivakivi paksus on uuringuvälja piirides 0,8--1,6 m, keskmiselt - 1,2 m, tema püsimine kaeveõõnte laes pole reaalne. Diktüoneemaargilliiti (paksusega kuni 0,2 m) esineb vahetus laes ainult uuringuvälja loodeosas. Samas esineb laiuguti Varangu kihistu savide läätsi (paksusega kuni 0,6 m).

Lähislae ülemise osa moodustavad Volhovi lademe lubjakivide alumine osa, millele järgneb põhilagi tugevatest (kuid seesmiselt paljude katkestuspindadega liigestatud) ordoviitsiumi teiste lademete lubjakividest.

Põlevkivikihind oma omadustelt vastab Eesti maardla teiste piirkondade vastavatele näitajatele (survetugevus üksikutel põlevkivikihtidel 10...30 MPa, lubjakivi vahekihtidel 40...80 MPa).

Fosforiidikihindi põhjakivimid koosnevad 10...15 m paksuse Tiskre kihistu ebaühtlaselt - nõrgalt kuni tugevalt tsementeeritua aleuroliitidest, mis sisaldavad kuni 10 cm (harvem kuni 20 cm) paksusi savi vahekihte. Seetõttu on põhjakivi-

mite survetugevus väga kõikuv (4...100 MPa).

Fosforiidikihi abrasiivsus on 20...35 mg (Kuznetsov-Baroni meetodi järgi), põhjakivimitel - aleuroliitidel 20...30 mg, mis näitab nende kuulumist kõrgemate abrasiivsuse näitajatega kivimite hulka. Fosforiidikihi lähislae kivimid on vähem abrasiivsed - glaukonitliivakivid 6 mg ja lubjakivid 1,3 mg.

1.5. Hüdrogeoloogilised tingimused.

Põhilised põhjaveekihid Põhja-Eestis on seotud ülalmainitud settekivimite kompleksi vettsisaldavate osadega. Esineb 3 veeladestut (tab. 1.3; joon. 1.3):

- siluri-ordoviitsiumi veeladestut (selle keskosas asub põlevkivikihi kiht);
- ordoviitsiumi-kambriumi veeladestut (selle ülaosas asub fosforiidikihi kiht);
- kambriumi-vendi veeladestut.

Rakvere fosforiidimaardla paikneb siluri-ordoviitsiumi lubjakividega seotud veeladestut levila põhjaosas. Kabala uuringuväljal levivad vaid ordoviitsiumi veeladestikud, millel kohati esineb vettsisaldavate kvaternaarisetete läätsi. Maapinnalähedaste kihtide kõrge veerikkus on suuresti mõjutatud Pandivere kõrgustiku omapärast (vt. 2. pt.).

Ordoviitsiumi lubjakivide veeladestike veejuhtivus on suurim nende avamusalal, mis on tingitud rohkete lõhede ja karstitüümide esinemisest maapinna läheduses kuni 25...75 m sügavuseni pealispinnast. Veeladestike veejuhtivus kahaneb

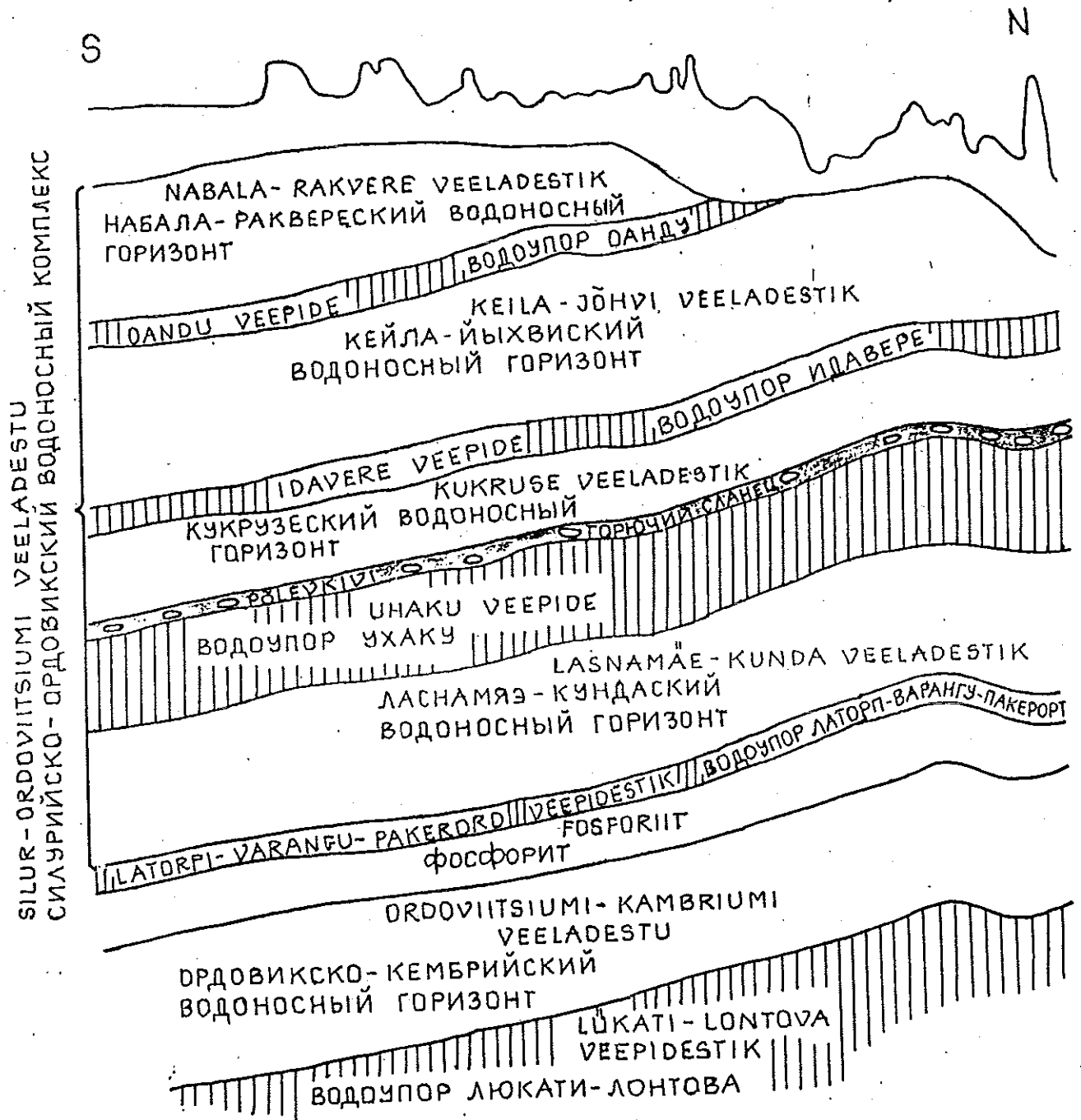
Tabel 1.3.

Kabala piirkonna veeladestute ja veepidemete iseloomustus

Veeladestud ja -lades- tikud (veepidemed)	Veejuhtivus, $m^2/\ddot{o}öp.$ ($m/\ddot{o}öp.$)*)	Paksus, m	Põhjaveekihi (veepideme) pealispinna abs. kõrgus, m	Veesurve- taseme sügavus maapin- nast, m	Veesurve- taseme abs. kõr- gus, m
Siluri-ordo- viitsiumi veeladestute:					
Nabala-Rak- vere vee- ladestik	400...500 kohati 1000...2000	0...20	75...85	2...15 (vaba- pind)	65...85 (vaba- pind)
(Oandu)	$(10^{-4}...10^{-1})$	3...4			
Keila-Jõhvi veeladestik	300...400	20	55...75	5...10	65...85
(Idavere)		5			
Kukruse veeladestik	60...90	10	30...75	5...10	65...85
(Uhaku)		8			
Lasnamäe- Kunda vee- ladestik	100	15...20	5...40	5...10	55...80
(Latorpi-Pa- kerordi vee- pidestik)	(10^{-6})	1...5	-18...5		
Ordoviitsiu- mi-kambriumi veeladestute	80	20	-20...5	5...30	53...57
(Lükat- Lontova veepidestute)	$(10^{-7}...10^{-6})$	80			
Kambriumi- vendi veeladestute	200	30...40	-100	75...105	-15

*) Vettpidavate eralduskihtide jaoks on (sulgudes) antud ver-
tikaalisuunalise filtratsioonikoefitsiendi väärtus $m/\ddot{o}öp.$

KABALA HÜDROGEOLOOGILINE LÄBILÕIGE ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗРЕЗ КАБАЛА



koos kihtide sügavnemisega lõuna suunas. Ordoviitsiumi veeladestikud on eraldatud 1...8 m paksuste suhteliste veepidemetega (savikad lubjakivid, merglid), mille isoleeriv toime samuti kasvab lõuna suunas.

Kabala uuringuvälja lõunaosas avaneb veerikas Nabala-Rakvere veeladestik, põhjaosas aga Keila-Jõhvi veeladestik. Neid eraldab suhteliselt õhuke, kuid tõhus Oandu veepide. Kukruse ja Lasnamäe-Kunda veeladestikud on maetud ülemiste ladestike alla ja avanevad vaadeldavas piirkonnas vaid Kunda maetud orgu. Idavere veepideme väljaeraldamine on tinglik, hästi on teada Uhaku ja Varangu-Latorpi veepidemete isoleeriv toime.

Lubjakivide looduslik veejuhtivus on suurim Pandivere völvpiirkonnas tervikuna ja lokaalselt tektoonilistes rike-tes, samuti maetud orgude nõlvades, kus ka veepidemete isolatsioonivõime väheneb. Veepideme isoleerivat toimet vähendavad ka rohked puuraugud, kuid nende mõju on lõplikult hindamata.

Ordoviitsiumi-kambriumi liivakivides esinev veeladestik, mille ülemises osas paiknevad ka fosforiitisisaldavad kivimid, on isoleeritud üldlasuvast Lasnamäe-Kunda veeladestikust Latorpi savikate glaukonitliivakividega. Ordoviitsiumi-kambriumi veeladestiku paksus on keskmiselt 20 m, vee survetase lasub 25...35 m sügavusel maapinnast ja 15...20 m allpool ordoviitsiumi veeladestike survetasemest. Eriti väärib rõhutamist, et ordoviitsiumi-kambriumi veeladestik on kogu Põhja-Eestis tegelikult ülalt esimene reostumise eest kindlalt kaitstud põhjaveekiht. Pindmise hüdrosfääri katastroofilise reostumise puhul (radioaktiivsete ainete, kee-

miliste vahenditega jms.) osutub see veeladestu ainukeseks kättesaadavaks puhta joogivee reservuaariks. Ordoviitsiumi-kambriumi veeladestu põhjavee tarbevarud on suhteliselt piiratud - Põhja-Eestis kokku kuni 150 tuhat m³/ööp. Nendest leiab kasutamist käesoleval ajal ligikaudu 1/3.

Kõige sügavamale jääb kambriumi-vendi veeladestu, mille vee survetase on Tallinnas ja Kohtla-Järvel intensiivse eksploatatsiooni tõttu langenud palju allapoole esialgset taset ja on 30 m allpool merepinda. Pandivere kõrgustiku piirides on kambriumi-vendi veeladestu vee survetase mõni meeter üle merepinna. See näitab, et siin toitub kambriumi-vendi veeladestu intensiivselt temal lasuvast ordoviitsiumi-kambriumi veeladestust. Hakates Rakvere fosforiidimaardla piirkonnas kambriumi-vendi veeladestut intensiivselt eksploateerima, halveneksid oluliselt põhjaveevarustuse võimalused mujal Põhja-Eestis, eeskätt Kundas, Kiviõlis ja Tapal.

Ülalesitatust järeldub, et Pandivere kõrgustikul ja selle nõlvadel on kõik põhjaveekihid hüdrauliliselt vastastikku tihedalt seotud.

Rakvere fosforiidimaardla ja Kabala uuringuvälja hüdrogeoloogiline uuritus võimaldab praegu vaid üldist hüdrogeoloogilist olukorra hinnangut (ning kaevandamise hüdrogeoloogilis-hüdroloogiliste suur tagajärgede prognoosimist), kuid on täiesti ebaküllaldane kaevanduse veekõrvalduse konkreetse mõju täpselt pindalaliseks ennustamiseks, samuti hinnanguteks veeladestike kaupa eraldi ning geoloogilis-hüdrogeoloogilistes eritingimustes (tektooniliste rikete, mäetud orgude, karsiaalade jmt. piirkondades).

1.6. Kompleksmaardla mäenduslikud tingimused.

Kabala uuringuvälja fosforiidi ja põlevkivi kaevandamise tingimusi saab teatava tõenäosusega esialgselt prognoosida

- 1) lähtudes põlevkivikaevandamise kogemustest Kirde-Eestis ja
- 2) arvestades geoloogiliste ja hüdrogeoloogiliste uuringute käigus saadud andmeid. Tervikuna võttes ilmneb fosforiidikaevandamise oluliselt suurem keerukus põlevkiviga võrreldes.

Käesolevaks ajaks teostatud uuringud võimaldavad kaevandamise mäenduslikke tingimusi iseloomustada järgmiselt:

L a s u m i s t i n g i m u s t e s t on määratud kihindite paksus, kalle ja sügavused. Seejuures fosforiidikihi paksus kõigub suurtes piirides (3,5...12 m). Lasumistingimused välistavad pealmaatootmise lihtkaevandamisega. Oluline on suure tähtsusega ressursi - põlevkivi bilansiliste varude lasumine fosforiidikihi laes.

K i h i n d i t e r i k u t u s e kohta on teada laialt levinud tektooniliste rikkevööndite olemasolu. Täpsustamata on nende paigutus, mõju iseloom ja ulatus fosforiidikihi ning selle ümbriskivimite püsivusele, samuti maagi kvaliteedile. On teada katkestuspindade olemasolu fosforiidikihi laes, ent teadmata on nende mõju lae käitumisele.

Kivimite f ü ü s i k a l i s - m e h a a n i l i s t e o m a d u s t e määrangud kõnelevad nende muutumisest laias diapasoonis, fosforiidikihi ja tema ebalae ning põhja vähesest püsivusest. Tootmist raskendav asjaolu on samuti fosforiidi suur abrasiivsus, mis piirab terve rea mäemasinate kasutamist.

V e e - e r i t u m u s on hinnatud modelleerimise abil,

seejuures põlevkivihorisondil keskmiselt 25, maksimaalselt 50 m³/t, komplekskaevanduse fosforiidihorisondil umbes 1 m³/t, ilma põlevkivihorisondita fosforiidikaevanduses 8 m³/t. Hinnangud on antud kaevevälja eksploatatsioonaja lõpuks (40. aastaks). Pandivere kõrgustiku alade kivimitele omase suure veejuhtivuse tõttu on need 1,5...3 korda suuremad kui seni on täheldatud kõige veerikkamates põlevkivikaevandustes.

F o s f o r i i d i k v a l i t e e t on väga ebaühtlane, kusjuures kõlbmatu magnesiaalse maagi (MgO üle 1%) leviku seaduspärasused on teadmata. Kabala uuringuväljal on täheldatud MgO kõrgendatud sisaldust 1/3 puuraukudest.

S a n i t a a r - h ü g i e e n i l i s t e s t tingimustest on teada silikoosioht. Fosforiidikihi ja tema aluskivimite keskmine kvartsi (SiO₂) sisaldus on üle 50%, mistõttu lubatud tolmu kontsentratsioon fosforiidikaevanduse õhus ei tohi ületada 2 mg/m³ (oluliselt raskendav tingimus). Peale selle tolmus olev fluori sisaldav fosfaatmineraal lahustub maomahlas ning põhjustab täiendavaid tervisehäireid.

Kuigi andmed radioaktiivsete nukleoidide sisalduse kohta Kabala kivimites on ebapiisavad võib eelhinnangute, samuti analoogia põhjal Maardu ja Kingissepa fosforiididega arvata mõnevõrra kõrgema kiirgusfooni olemasolu Kabala kaevanduses kui näiteks põlevkivikaevandustes.

Kokkuvõtvalt tuleb Rakvere fosforiidimaardla mäenduslikke tingimusi pidada keerukateks, kusjuures analooge maailma mäenduse praktikas ei ole teada.

2. RAKVERE RAJOONI JA MAARDLA TERRITOORIUMI ISELOOMUSTUS

2.1. Rakvere rajooni sotsiaalmajanduslik iseloomustus

Rakvere maardla põhiosa kuulub administratiivselt Rakvere rajooni, kus elab ligi 80 tuh. inimest, neist linnades (Rakvere, Tapa, Kunda) 49% ja maal 51%. Rajoon on tihedasti asustatud, eriti Rakvere ümbruses ja Pandivere kõrgustikul. Rajooni üldpindala on 3450 km². Kõlvikuliselt jaguneb see järgmiselt: põllumajandusmaad 140 tuh. ha, sellest haritavat maad 113 tuh. ha, millest omakorda põllud moodustavad 100 tuh. ha. Metsade üldpind on 153 tuh. ha. Vabariigi üldpinnast moodustab rajoon 7%, põllumajandusmaast 9,5% ja põllumaast 10,2%. Haritava maa boniteet (46 hindepunkti) on 7% üle vabariigi keskmise.

Vaba tööjõudu Rakvere rajoonis pole, olemasolev infrastruktuur ei kata kaugeltki vajadusi. Rakvere rajooni elanikkonnale on omane maalise subkultuuri ülekaal sellele iseloomuliku looduslik-ökoloogilise lähenemisega, kultuuriliste ja sotsiaalsete traditsioonide säilitamisega. See erineb oluliselt põlevkivibasseinis tekkinud linnalisest subkultuurist, millele on omane suuremal määral tarbijalik elulaad, madal keskkonnateadvus, kohanemine halbade tootmistingimustega, kuritegevuse levik jms.

Rakvere rajoon on põllumajanduslikult ja agrotööstuse poolest arenenumaid vabariigis. Haritava maa hektarilt saadi XI viisaastaku keskmisena 3004 söötühikut. Vabariigi keskmine on samal ajal 2820. Riigile müüdava toodangu poolest moodustab rajoon olulise osa vabariigis. Üle 12% teraviljast, 16% kartulist, 12% lihast ja 10% piimast laekub Rakverest.

Umbes 1/4 rajooni elanikkonnast paikneb otseselt Rakvere maardla territooriumil. Fosforiidi kaevanduse rajamisel satub ta mõjupiirkonda veelgi rohkem inimesi, sealhulgas ka Rakvere linn 20 tuh. elanikuga. Maardla territooriumi mullastik ja põllumajanduslik produktiivsus on rajooni keskmiste näitajate tasemel, kohati isegi kõrgem. Rajooni 24 põllumajandusettevõttest jääb maardla piiridesse 13.

Tööstusest on arenenud ehitusmaterjalide tootmine. Lähtudes rajooni majanduse struktuurist on põhirõhk asetatud põllumajandussaadusi töötleva tööstuse arendamisele.

Rakvere rajoon on rikas kultuuri- ja ajaloomälestiste poolest. Kabala uuringuväljal ja selle lähikonnas on fikseeritud ligi 90 nimetust kultuuri- ja ajaloomälestisi. Maardla territooriumil on ka palju muistiseid. Arheoloogiliste uurimuste tulemusel on hinnatud muististe levikut Kabala uuringuväljal, aga ka selle ümbruskonnas, kuna võib eeldada, et kaevanduse rajamisel lõhutakse ja rikutakse neid ka väljaspool kaevavälja, näiteks rikastuskompleksi ja abiettevõtete territooriumil ning kommunikatsioonitrassidel. Hinnangud lubavad kinnitada, et riikliku kaitse all olevate muististe läbiuurimiseks kuluks koos ettevalmistustöödega vähemalt 15 aastat. Ühe hektari muistse raua-aja asulakihi (tüsedusega umbes 0,5 m) läbiuurimiseks kulub vähemalt 1 milj. rubla. Taolisi asulakohti on aga Kabala uuringuväljal teada kaks, kogupindalaga umbes 20 ha.

2.2. Pandivere kõrgustik/^{ja veeväliseala} Pinna- ja põhjavete olukord

Suurem osa Rakvere maardlast, ka Kabala uuringuvälja, asub Pandivere kõrgustikul (joon. 2.1). Pandivere kõrgustiku (pindala üle 3000 km²) nüüdispinnamood jälgib ordoviitsiumi ja siluri

settekivimite kompleksi pealispinda. Pinnakatte paksus on kõrgustiku võlvil reeglina väiksem (≈ 1 m) kui nõlvadel ja suureneb jalamil suunas kohati 10 meetrini. Suurem on pinnakatte paksus liustikutekkeliste kuhjevormide (voored, oosid, mõhnad) ja aluspõhja lõikunud orgude kohal. Valdavaks on põllustatud moreentasandik õhukesel (kuni 1 m) pinnakattel. Liustikujää sulamisel kuhjunud künklik, peamiselt moreenist koosnev reljeef hõlmab kõrgustiku pindalast vaid umbes 10%.

Pandivere kõrgustiku omapära on tingitud peamiselt mandriliustiku dünaamikast ja hääbumise ning sulamise viisist kõrgustikul, mis põhjustas õhukese pinnakatte ja oosiahelike kujunemise ning liustiku sulamisvee setete (kruus, liiv) kontsentreerumise kõrgustiku nõlvadele ja jalamile. See omakorda on põhjuseks pinnavee - põhjavee dünaamika eripäradele. Pandiverel on suur teaduslik väärtus mandrijäätmise uurimiseks.

Pandivere kõrgustikul formeeruvad Põhja-Eesti mageveevarud. Siit alguse saavad jõed jaotuvad kolme vesikonna - Peipsi järve, Riia ja Soome lahe - vahel. Kõrgustiku võlvile jääva neeldumisala pindala on 1375 km^2 . Sellel osal pindmine vetevõrk praktiliselt puudub, peaaegu kõik sadeveed infiltreeruvad pinnasesse ja edasi aluspõhja karstistunud kivimitesse. Aasta keskmisest infiltreerunud mahust 395 miljonit m^3 avaneb allikatena 221 milj.m^3 ja täiendab sügavat põhjavett 174 milj.m^3 . Võlvilt voolab ära pinnaveett ainult 28 milj.m^3 . Nõlvadelt voolab suurem osa sademevett ära pindmiselt, väiksem osa infiltreerub põhjavette.

Pandivere kõrgustikul formeerunud põhjavesi avaneb kõrgustiku jalamil arvukate allikatena, millest lähtuvad radiaalsuundades voolavad jõed. Sügavamate paekihtide vahele imuvad põhja-

veevoolud tungivad jõgede sängidesse nende ülem- või keskjooksudel. Pandivere kõrgustikku ümbritsev tugevasti põhjaveest toituvate jõelõikude vöönd on ainus ulatuslikum piirkond Eestis, kus karstiõõnte reguleeriva toime tõttu suvine ja sügisene üldäravool ületab kevadise. See mõjub soodsalt veekogude sanitaarsele seisundile vähemalt 6000 km² suurusel intensiivselt majandataval alal.

Kokku saab Pandivere kõrgustiku mõjupiirkonnast alguse ligikaudu 100 üle 10 km pikkust jõge. Kõrgustiku põhjaveelademetete avamused ulatuvad isegi Vooremaa järvede, Võrtsjärve ning Peipsi järve alla. Siit saavad alguse sellised veemajanduslikult ja kalakasvatuse seisukohalt tähtsad jõed nagu: Pärnu, Jägala, Pedja, Põltsamaa, Kunda, Selja, Loobu, Avijõgi, Valgejõgi jne. Nende keskmine äravool on 1575 milj. m³ aastas ehk 15,2% kogu mandri Eesti äravoolust. Veevaestel perioodidel on nende jõgede ülem- ja keskjooksul voolavast veest ligi 90% kõrgekvaliteedilist allikavett, keskmise äravooluga aastal ligi 56% (tab. 2.1).

Jägala, Pärnu ja Soodla jõe vett kasutatakse Tallinna linna joogiveega varustamiseks (1988. aastal ligi 68 milj. m³). Jägala jõest saab vee ka Kehra Tselluloosi ja Paberikombinaat (16 milj. m³ aastas). XIII viisaastaku alguses on ette nähtud Jägala jõe baasil välja ehitada Tallinna Soojuselektrijaama nr. 2 (Iru) veevarustus (15 milj. m³a).

Kunda jõe vett kasutab tootmiskoondis "Eesti Tsement" (≈15 milj. m³a). Lisaks on Kunda jõe (põhjapool Kabala uuringuvälja) kavandatud rajada Rakvere Lihakombinaadi veehaare.

Pandivere kõrgustiku piirkonnas on 170 järve, mille hulgast

Tabel 2.1

Jõgede hüdroloogilised näitajad Pandivere kõrgustiku
vaatluspostides (pindala 5443 km²)

Jõgi, vaatluspost	Valgala km ²	Pikaajaline keskmine äravool					
		summaarne			põhjaveeline		
		Q l/s	M l/s	km ²	Q l/s	M l/s	km ²
1. Preedi-Varangu	20,6	387	18,8		321	15,6	
2. Põltsamaa-Põltsamaa	1000	10300	10,8		5900	5,90	
3. Kunda-Sämi	390	4560	11,7		2457	6,30	
4. Selja-Arkna	364	2640	7,25		1238	3,40	
5. Loobu-Arbavere	202	2000	9,91		1232	6,10	
6. Valgejõgi-Vanaküla	402	3470	8,62		1817	4,52	
7. Vodja-Vodja	72	518	7,20		317	4,40	
8. Esna-Esna	14,3	183	12,80		154	10,80	
Kokku:		24058			13436		

Tabel 2.2

Suurimate allikate minimaalsed kuukeskmised vooluhulgad
sügis-talveperioodil (75% ületustöenäosusega)

Võllingu allikas	- 175 l/s
Lavi allikas	- 170 "
Külmaveski allikas	- 50 "
Mõdriku allikas	- 135 "
Roosna-Alliku allikate grupp	- 185 "
Prandi allikas	- 240 "

Kokku: 955 l/s

suuremate veevaru ulatub 173 milj. m^3 -ni. Paljudes kohtades leidub väga haruldase taime- ja loomakooslusega ajutisi karstijärvi- kuid pindalaga 10-1000 m^2 ja sügavusega harva üle 2 m. Järvi kasutatakse kalaspordiks ja puhkuse veetmiseks ning vihmutusvee saamiseks.

Veehoidlaid Pandivere kõrgustikul kasutatakse puhkuseks, kalakasvatustena, tuletõrje veevõtukohtadena ja vihmutusvee allikatena. Kalakasvatustena on tuntumad Mõdriku veehoidla (pindala 4,5 ha, üldmaht 45 tuh. m^3), Vohnja ja Imastu veehoidlad. Basseinid kalakasvatuseks on veel Põlulas (Kunda j.), Aravusel, Väike-Maarjas ja Käruveskil. Vihmutusvee allikatena kasutatakse Päide (kasutusmaht 24 tuh. m^3), Vahakulmu (üldmaht 68,3 tuh. m^3), Liigvalla (kasutusmaht 50 tuh. m^3) ja Ao veehoidlat (kasutusmaht 120 tuh. m^3).

Suuremate allikate kvaliteetset vett (tab. 2.2) kasutatakse otseselt kalakasvatustes, kokku ca 85 tuh. m^3 vett ööpäevas. Allikaveel baseeruvates kalakasvatustes toimub põhiliselt forellimaimude inkubeerimine ja forelli asutusmaterjali kasvatamine kogu Eesti vajadusteks. Sellega on saavutatud vabariigis kõrge kaubaforelli toodang - 700-800 tonni aastas. See moodustab ligikaudu 1/3 NSV Liidu tiigikalamaajandite forellitoodangust. Allikalise toitega jõed omavad suurt tähtsust siirdekalade (lõhe, meriforell, jõeforell, vimb jt.) haudejõgedena.

Samal ajal on selles piirkonnas praktiliselt kõik jõed kasutuses reovete eesvooludena. Rakvere rajoonis juhitakse veekogudesse ligi 40 tuh. m^3 puhastamist vajavat reovett ööpäevas, s.h. Kundas 14 tuh. m^3 , Rakveres 6 tuh. m^3 , Tapal 4 tuh. m^3 ja Kadrinas

3 tuh. m³. Selle tulemusel on mitmed jõed allpool reostusallikaid mittenormatiivse veekvaliteediga. Näiteks, Selja jõe lõik allpool Rakvere linna, Valgajõe lõik allpool Tapa linna ja Loobu jõgi allpool Kadrinat. Lisaks kontsentreeritud reostusallikatele mõjutab veekogude vee kvaliteeti ka hajureostus, mis on tingitud põhiliselt mineraal- ja orgaanilise väetise ebaõigest kasutamise tehnoloogiast ning suurtest kogustest (kuni 220 kg tegevaines ha-le).

Pandivere kõrgustikult formeeruv pinnaveeressurss on täielikult ammendatud, kusjuures reostuskoormus jõgedele ületab paljudel juhtudel lubatu. Jõgede äravoolu edasine vähendamine või reostuskoormuse suurendamine viib veeressursside olukorra kiirele halvenemisele ja on seetõttu täiesti lubamatu.

Pandivere kõrgustiku keskosa annab kuni 15% kogu Eesti põhjaveetoitest, kuigi see ala ise moodustab vaid 3,1% vabariigi territooriumist. Siit saavad alguse regionaalsed filtratsioonivoolud, mis täiendavad tsentraliseeritud veevarustusele olulisi sügavaid põhjaveekihte. Siluri-ordoviitsiumi ja ordoviitsiumi-kambriumi põhjaveeladestute vesi on põhiliseks kohapealseks majandus-joogivee allikaks. Kõrgustiku võlvil ammutatakse 360-st 20-200 m sügavusest puurkaevust 8000 m³ vett, kogu kõrgustiku piirkonnas - 17000 m³ päevas. Nabala-Rakvere veeladestikust, mis levib maardla lõunaosas, toituvad ligi 500 salvkaevu ja 3000 madalat puurkaevu.

Käesoleval ajal mõjutab piirkonnas põhjaveerežiimi eelkõige põllumajandus ja selle saadusi ümbertöötlev tööstus, mille potentsiaalne (tootmismahust olenev) reostuskoormus on 1,5 milj.i.e.^{x)}.

^{x)} i.e. - inimekvivalent - 54 g/BHT 5, 12 g/N ööpäevas

Keskkonda satub kogukoormusest ligikaudu pool, millest omakorda olenevalt looduslikest tingimustest pinna- ja põhjavette kuni 75%. Tootmistegevuse intensiivistamisega on viimase kümne aasta jooksul suurenenud kõrgustiku võlvil keskkonda sattuv reostus 2 korda, seejuures tootmismaht vaid 1,3 korda. Põllumajanduslik erireostus 1 ha haritava maa kohta on võlvil 6-8 i.e., kogu kõrgustikul keskmiselt aga 4,3 i.e. Maaparandusfondi maad kõrgustiku võlvadel (20-30% majandi maast) on seotud 50% ulatuses põhjaveega, mille tulemusena juhitakse kuivendusjärgselt pinnavette 1930 l/s põhjavett.

Põhjavee nõrga kaitstuse tõttu on mitmete linnade ja alevite (Tapa, Rakvere, Tamsalu, Väike-Maarja jt.) ümbruses ülemised veekihi reostunud. Esineb raskusi elanikkonna joogiveega varustamisel.

Välja on kujunenud olukord, kus vabariigi tähtsaimal veeressursside formeerumise alal - Pandivere kõrgustikul ei suudeta garanteerida vajalikku veerežiimi. Juba praegu takistab veevarude nappus või halb kvaliteet Rakvere ja Paide rajooni sotsiaalmajanduslikku arengut.

Tervikuna, Pandivere kõrgustiku ja tema ümbruskonna, vee- majanduslik olukord on veeresursside hoolimatu käsitlemise tulemusel viidud juba praegu kriitilise piirini.

Kaitsmaks vabariigi tähtsaimat põhja- ja pinnavee moodustumisala Põhja- ja Kesk-Eestis tööstuse, põllumajanduse ja muu majandustegevuse kahjulike tagajärgede eest moodustati Eesti NSV Ministrite Nõukogu määrusega nr. 586 13. detsembrist 1988.a. Pandivere riiklik veekaitseala.

Rakvere ja Paide rajooni piiridesse jääva Pandivere riik-

liku veekaitseala peaülesandeks on teaduslikult põhjendatud veekasutuse ja -kaitse strateegia väljatöötamine ning elluviimine tagamaks looduskasutuse ökoloogiliselt tasakaalustatud režiimi, mis väldiks põhja- ja pinnavee negatiivseid muutusi. Tsoneerimise alusel on ette nähtud kehtestada kaitse-režiim, millega eraldatakse veesäilitusalad (reservaadid), rangete piirangutega ja piirangutega alad.

V e e s ä i l i t u s a l a d , mis antakse üle põhi-maakasutuse fondist veekaitse maafondi, on veeobjektid nagu allikad, järvikud, karstialad ja nende lähem (vähemalt 100 m) ümbrus, soo- ja pinnavormide kaitsealad. Sellistes reservaatides on keelatud igasugune loodust kahjustav inimtegevus.

R a n g e d p i i r a n g u d kehtestatakse aladel, kus põhja- ja pinnavesi on looduslikult kaitsmata. Siia kuuluvad väiksemad allikad (toodanguga kuni 1 l/s) ja aeglase neelamis-voimega (nn. "passiivsed") karstivormid intensiivselt majandatavatel aladel, paemaad pinnakatte paksusega alla 1 m, sood, veehaarete I sanitaartsoon, veejuhtmete kaitseribad, teeäärsed metsad, I grupi looduskaitse- ja parkmetsad. Siin on keelatud uute tootmisobjektide rajamine, kuivendustööd, reoainete utili-seerimine ja komposteerimine, maavarade kaevandamine ning karstivormide mehhaaniline rikkumine.

P i i r a n g u t e g a a l a d e n a eraldatakse nõrgalt kaitstud põhjaveega paemaad pinnakatte paksusega 1-2 m, liiva-kruusa kõrgendikud, allikalised alad põhjavee juurdevooluga (0,2 l/s ha) või alad, mis piirnevad kaitstavate veeobjektidega. Siia kuuluvad ka veehaarete II sanitaartsoon ja III jälgimistsoon.

Veekaitsealal üheks olulisemaks veevarude formeerumise piirkonnaks on peaaegu kogu Rakvere kompleksmaardla piirkond 10 põllumajandusliku majandi ja Rakvere metsamajandi maadega. Kabala kaevanduse mõjupiirkonnas arvati veesäilitusalade (reservaatide) hulka 250 ha, sealhulgas Uhtna kolhoosi maadel Sämi ja Rahkla allikad, Rägavere sovhoosi Luiga, Külmavesi ja Ulvi allikad, Vinnis Mõdriku Vesikijärved, Vetiku ja Saueaugu karstijärvikud, Voore, Küti ja Hiieallikad, Roelas - Roela allikad, Rakvere Metsamajandi maal - Lavi, Sigalehte ja Kulina allikad ning Udu- ja Mustjärv. Kaevanduse mõju (s.o. kuivamist) loetletud veesäilitusaladel ei ole võimalik kompenseerida.

Fosforiidikaevanduse rajamine, millega kaasneks põhjavee-ärastus 150-280 tuh. m³/ööpäevas ($\approx 2000...3500$ l/sek) madal-daks põhjaveetasel ja vähendaks jõgede vooluhulka kõigil kavan-datud veesäilitusaladel ja erineva rangusega piirangualadel, suurendades säiluva vee reostuskoormust. Kaevanduse veeärastus on tunduvalt suurem, kui Pandivere nõlval paiknevate suurimate allikate summaarne vooluhulk 955 l/sek (vt. tabel 2.2.) ja 15-25% keskmisest põhjaveelisest äravoolust Pandiveres (vt. tab. 2.1.). Seega tähendaks Kabala kaevanduse rajamine Pandivere kirde-nõlval vähemalt veerandi kaitseala põhjaveeressurssi hä-vingut ja seni määramata osa allesjääva põhjavee kahjustusi suureneva reostuskoormuse tõttu.

On selge, et kaevanduse rajamine kallutab praeguse põhja-vete kriitilise seisundi katastroofi suunas, vähemalt siluri-ordoviitsiumi ja ordoviitsiumi-kambriumi veeladestutes, ja on kokkusobimatu Pandivere veekaitsealaga ning kogu Põhja-Eesti veemajanduse arenguperspektiividega.

3. KAEVANDAMISE JA RIKASTAMISE TEHNOLOOGIA

3.1. Kaevandamise tehnoloogia

Kaevandamistehnoloogia väljatöötamist mõjustavad oluliselt järgmised asjaolud:

- keerulised, kuid samaaegselt puudulikult uuritud mäenduslikud tingimused (vt. 1.6.);
- maardla kui fosforiidi ja põlevkivi kompleksmaardla;
- analoogia puudumine mäetööstuse praktikas.

NSVL Väetisetööstuse Ministeeriumi instituutide poolt on välja pakutud fosforiidi kamberlankkaevandamise tehnoloogia /Исходные данные ..., 1986/. Selle kohaselt alustatakse koristustöid 5 m laiuste primaarkambrite läbindamisega tehistervikute valamiseks. Pärast tehistervikute kivistumist väljatakse primaarkambrite vahelised langid (sekundaarkambrid), mis täidetakse rikastusjäätmega ja ebalae kivimitega. Kaevetöid tehakse kambrites kolmes kihis: kõigepealt väljatakse fosforiidikihi lähislae pudedad kivimid (ebalagi), siis fosforiidikihi ülemine osa ja lõpuks fosforiidikihi alumine osa.

Fosforiidikaevandus töötab kolmel horisondil:

- põhiorisont maagikihi piires fosforiidi kaevandamiseks;
- tuulutus-täitehorisont, 10 m fosforiidikihindist kõrgemal;
- drenaazi-transpordihorisont 5...15 m sügavuses fosforiidikihi all.

Kaeveõõntega haaratud kivimitekompleksi üldpaksus on kuni 35 m.

Kaevandamistehnoloogia väljatöötamisel ei ole vajalikul määral arvestatud teadaolevaid mäenduslikke tingimusi ning teiste loodusvarade ja looduskeskkonna säilitamise vajadust.

Kuna 5 m laiused tehistervikud (valatud tsemendist kulguga 400 kg/m^3 ja flotoliivadest) ei oma vajalikku tugevust ($> 10 \text{ MPa}$), glaukonitliivakivi ja fosforiidikihihind (nõrgalt-tsementeeritud osas) on vähese tugevusega ning tervikud võivad kohati vajuda nõrkadesse põhjakivimitesse, siis eespoolkirjeldatud kaevandamistehnoloogia ei taga põhilae vajaliku püsivuse vältimaks ohutustehniliselt lubamatuid ulatuslikke massilisi varinguid. Kaevandatava kihindi paksust ja lasumissügavust arvestades on laekivimite vertikaalsed nihked sellise ulatusega, et rikutakse ülemiste põhjaveeladestike vahelised veepidemed ja tööstuslik põlevkivikihihind ning muudetakse suures osas kasutamiskõlbmatuks põllumajanduslik ja metsamajanduslik maa.

Tööde ohutusele mõjuvad väga ebasoodsalt ka lõhendid, mis tekivad laes selle vajumisel täidise peale kui lae kalle ületab 4 mm 1 m kohta ning fosforiidikihihiindi üksikute kihtide ebapüsivus (kaeveõõnte seinte varingud). Laekäitlus komplitseerub veelgi tektoonilistes riketes ja karstivööndites, ka lisandub siin veel ootamatute veesissetungide oht.

Lähtudes kivimite abrasiivsusest on kombainide kasutamine koristus- ja ka ettevalmistustöödel ebareaalne, kuna kõvasulamist lõiketerade ülisageda vahetusvajaduse tõttu langeb kombainide tootlikkus (masinaja vähenemise tõttu) alla kasutamise efektiivsuse piiri. Kivimi abrasiivsuse suurenemisega (lõiketerade kiire nürinemise tõttu) suureneb ohtlikult ka silikoosi tekitava ja suhteliselt kõrge fluorisaldusega tolmu teke.

Täitmise tehnoloogia, alates täitematerjali ettevalmistamisest kuni tervikute valamiseni, kirjeldus ei võimalda otustada üksikute tehnoloogiliste sõlmede ja protsesside rakendatavuse ja ökoloogilise ohtlikkuse üle, eriti täitesegude valmistamise ja transpordi osas. Lahendamata on kontroll primaarkambrite täitmise üle.

Kirjeldataud kaevandamistehnoloogia toob endaga kaasa täiendava negatiivse mõju piirkonna veerežiimile:

- sekundaarkambrite täitmine puhastamata flotoliivadega põhjustab kaevandusvee ja põhjavee täiendava reostumise;
- tuulutus-täitehorisondi paigutamine fosforiidikihihindist kõrgemale lubjakividesse toob kaasa täiendavate veeladestike drenaaži ja koos sellega piirkonna veevarude täiendava vähendamise.

Kaevandamistehnoloogia ei rahulda maavarade kompleksse kasutamise nõuet. Eeldatakse põlevkivikihi hindade hilisemat kaevandamist, kuid selle kaevandamiskõlblikuna säilitamist toodud laekäitluse tehnoloogia ei võimalda - põhilae vajumisel rikatakse põlevkivikihi hind ja selle lähislagi. Põlevkivikihi hindade eelnev kaevandamine on nii tehnoloogiliselt kui organisatsiooniliselt lahendamata.

Eeltoodust selgub, et mäenduslikust aspektist lähtudes pole maardla praegu evitamiskõlblik - puudub kaevandamistehnoloogia, mida võiks aluseks võtta maardla püsikonditsioonide tehnilismajanduslike põhjenduste koostamiseks, seda enam 12 milj. t aastatoodanguga hiidkaevanduse projekteerimiseks.

Ka võimalike uute tehnoloogiliste variantide puhul, millede väljatöötamine eeldab parema geoloogilise informatsiooni

olemasolu (eelkõige tektoonika ja fosforiidikihi füsikalismehaaniliste näitajate osas), ei ole vajalikul määral välistatud mäetööde negatiivne mõju. Mäetööde tegemine eeldab kaevandusest vete väljapumpamist, millega paratamatult kaasneb põhjaveetaseme alanemine.

Veetaseme alanemise osaline lokaliseerimine kaitseekraani rajamisega ümber kaevandusvälja on käesoleval ajal teostamatu, sest puuduvad teadusuuringud meetodi rakendamisvõimaluste kohta antud geoloogilistes tingimustes, puudub vajalik geoloogiline informatsioon tagamaks meetodi rakendamise efektiivsuse ja pole andmeid võimalike negatiivsete muutuste kohta suletud põhjavetega alal.

Vältimatuks osutub ka Lasnamäe-Kunda veeladestiku ühendamine ordoviitsiumi-kambriumi veelademega vettpidava glaukonitliivakivi kui ebalae kaevandamise vajaduse tõttu.

Kuigi senised uuringud annavad aluse oletada, et laus- täitmisel on tarduva täidise koostise ja tardumisaja valimisega võimalik hoida fosforiidikihi lae vajumised 10... 20 cm piires, mis peaks tagama nihete kustumise lasumis juba 10... 20 m kõrgusel, on see praktikas kontrollimata ning seotud tõsiste puudustega, milledest olulisemad on maagi kõrge tootmisomahind (eriti flotoliivade reoainetest puhastamise kulud) ja tarduva täidise jaoks vajalike sideainete nappus. Aastas vajalik tsemendi kogus (12 milj. t maagitoodangu puhul 2 milj.t) on ligi 2 korda suurem koondise „Eesti Tsement“ aastatoodangust (1,2 milj.t). Tsemendi asendamisel põlevkivielektri jaamade lendtuhaga (4...5 milj.t aastas), mida käesoleval ajal kasutatakse happeliste põllumuldade neutraliseerimiseks, tuleb lahendada põllumajanduse varustamine teiste lupjamismaterjalidega.

Pealegi suureneb kaevandusvete reostatus veelgi põlevkivitu-
hast väljaleostuvate komponentide arvel.

Arvestades maardla keerulisi mäenduslikke tingimusi ja analoogide puudumist mäetööstuse praktikas võib hindamine uute kaevandamistehnoloogiate mäendusliku rakendatavuse (s.h. maa-
varade kompleksse kasutamise tegamise), majandusliku otstarbe-
kuse ja ökoloogilise vastuvõetavuse üle toimuda ainult kaevan-
dustingimustes läbiviidud katsetööde alusel. Käesoleval ajal
eksperimentiiväärset kaevandamistehnoloogiat ei eksisteeri nii
mäenduslike probleemide lahendamata kui ka negatiivsete öko-
loogiliste tagajärgede tõttu.

3.2. Rikastamise tehnoloogia

Vastavalt fosforiidimaagi rikastamistehnoloogiale on väl-
ja töötatud ajulised konditsioonid /Приложение к ТЭД 1984/,
mille järgi P_2O_5 sisaldus maagis peab olema 10,5 %, MgO sisal-
dus mitte üle 1 % ja Fe_2O_3 sisaldus mitte üle 2 %.

Fosforiidimaagi rikastamiseks on ette nähtud kasutada ri-
kastusskeemi /Исходные данные..., 1986; Шувалова, 1987/ anioon-
flotatsioonmenetlusel mis on rakendatud Kingissepa Tootmis-
koondises „Fosforiit“. Skeem koosneb järgmistest staadiumidest:

- maagi ettevalmistamine (peenendamine, klassifitseerimi-
ne ja hiiva eemaldamine ning flotokeskkonna ettevalmistamine);
- maagi floteerimine;
- kontsentraadi veetustamine ja kuivatamine;
- jäägimajandus (hiivahoidlad, flotoliivade ladustamine);
- tehnoloogilise vee ringlussüsteem.

Rikastamisel kasutatakse järgmisi flotoreagente (kg 1 t

maagi kohta):

- flotokeskkonna regulaatorina algfaasis kaltsineeritud soodat (1,0);
- kvartsi depressorina vesiklaasi (0,2);
- aktivaatoritena toor-tallõli (1,5) ja petrooleumi (3,0);
- hiiva paksendina väävelhapet (0,1), kaltsiumkloriidi (0,25) ja polüakrüülamiidi (0,06). Aktivaatorite aastane tarbimine on 18 tuhat t toor-tallõli ja 36 tuhat t petrooleumi.

Flotoreagentide jaotuse kohta kontsentraadi ja jääkide vahel ning nende eraldumisest rikastusvetesse andmed puuduvad.

Pöördumised NSVL Väetisetööstuse Ministeeriumi projekt-instituudi Gosgorhimprojekt poole (ENSV TA kiri nr. 1-23/876; 27.10.88) täiendava materjali saamiseks jäid tulemusteta (Gosgorhimprojekti kiri nr. 1-42/3610; 10.11.88.).

Rikastamisel saadav kontsentraat sisaldab eeldatavalt 28,6... 29,0 % P_2O_5 ja keskmiselt 1,7 % MgO ja 1,4 % Fe_2O_3 ning on oma kvaliteedilt põhimõtteliselt sobiv mineraalväetiste tootmiseks (topeltsuperfosfaat, ammofoss, nitroammofoss), kuid vastav tehnoloogia (v.a. topeltsuperfosfaat) on välja töötamata. Arvestades kontsentraadi piiratud kasutamisvõimalusi topeltsuperfosfaadi valmistamisel ja kõlbmatust (agrokeemilise efekti puudumist) fosforiidi jahuna väetamisel, puudub kontsentraadil valmistatavas ulatuses (3,5 milj.t aastas) tarbimine (vt. 5.ptk).

Peale kontsentraadi saadakse fosforit sisaldavate materjalidena hiiba ja flotojääke (liiva). Kuna hiib sisaldab 13... 28 % P_2O_5 tuleb ta ladustada eraldi, sobivalt võimalikuks hilisemaks kasutamiseks. Hiiba maadustub 767 tuhat m^3 aastas, ta ladustamine on seotud oluliste tehniliste ja ökoloogiliste komplikatsioonidega. Flotoliivad (1,5 % P_2O_5) on ette nähtud

3.3. Tootmisotstarbeline veemajandus

Fosforiidi tootmisel Lääne-Kabala tuleb veemajanduse seisukohalt eristada järgmisi heitvete süsteeme:

- a) rikastuskompleks,
- b) kaevandusveed koos tardsegu valmistamisega kaeveõõnte täitmiseks,
- c) olmeveed,
- d) sadeveed ja tsehhide pesuveed.

R i k a s t u s k o m p l e k s i enda tootmisveevarustus on ette nähtud välja ehitada osalise vee korduvkasutamise skeemi järgi. Rikastusprotsessis /ТЭД, 1984; Ильялова, 1987/ kasutatakse vee ringsüsteemi, vee tarve on ligikaudu $3,4 \text{ m}^3$ ($4350 \text{ m}^3/\text{h}$), sellest puhta vee vajadus $0,36 \text{ m}^3$ 1 tonni maagi kohta ($500 \text{ m}^3/\text{h}$). Värske tootmisvesi saadakse kaevandusvetest nende eelneva puhastamisega, sealhulgas ka vete osoneerimisega. Nõukogude Liidus töökindlaid suure võimsusega osonaatoreid ei toodeta.

Rikastusvabriku keskkonnaohtlikumad sõlmed on flotoliivade- ja hiivahoidlad. Vaadeldavas rikastusskeemis puudub küll flotoliivade hoidla, selle rajamine on aga möödapääsmatu ka flotoliivade kasutamisel täitematerjalina, eelkõige nende ajutiseks ladustamiseks mäetööde algperioodil (puudub täitmine) ja võimalike seisakute puhul täitmisprotsess. Ei ole välistatud flotoreagentidega reostatud vete infiltratsioon põhjevette või avariilukorras vete sattumine looduslikesse veekogudesse. (Avariid on juhtunud nii Maardu tehase kui ka Kingissepa kombinadi flotoliivade hoidlates ja transporditraktides). Sademetrikkal perioodil tekib vajadus ka rikastusprotsesse ringsükliliselt

liigset vett välja viia. Selle vee omadusi iseloomustavad järgmised parameetrid /Голованов, 1984/, mg/l: hõljuvaineid - 1663, kuivjääki - 3672, kloriide - 373, sulfaate - 771, rauda - 16,3, BHT₅ - 320, KHT - 788, fluori - 4...7, eetris ekstraheeritavaid aineid - 110, pH - 8,58, karedus - 2,75 mg-ekv/l, leelisus - 25,2 mg-ekv/l. Rikastuskompleksist väljuvale liig- ja avariiveele mingisugust puhastust ette nähtud ei ole

Väljapumbatavate kaevandusvete reostusfoon on võrreldav põlevkivikaevandusvete reostusega. Analoomiliselt praegu töötavatele põlevkivikaevandustele kujuneb fosforiidi-horisondis teatud spetsiifilise koostisega kaevandusvesi, nimelt vee mineraalainete sisaldus tõuseb võrreldes põhjaveega 0,3... 0,4 g/l kuni 1 g/l, seejuures sulfaatiooni sisaldus suureneb algsest 0,02...0,05 g/l kuni 0,5 g/l. Selle põhjuseks on püriidi intensiivne hapendumine, mis saab võimalikuks õhu juurdepääsul mäemassiivi ja kaevetõõntesse. Lisaks sellele sisaldab kaevandusvesi õlisid, mis satuvad sinna maa all töötavatest masinatest. Erilist tähelepanu tuleb osutada fosforiidi kaevandamisega kaasnevale spetsiifilisele vee reostumisele s.h. nii vetes lahustunud fosforile (kuni 3,0 mg/l) kui ka hõljumis olevatele fosforiühenditele.

Käesolevaks ajaks on selgusetu, milliseks kujuneb kaevandusvete reostatus tardsegude kasutamisest (terviku valamisel tekkiv liigvesi, torustike pesuveed, tervikute leostusvesi) aga samuti põhjavete reostumine pärast kaevanduse sulgemist (veekõrvalduse likvideerimist). Selleks puuduvad andmed floto-reagentide ja veetustamisel kasutatavate reagentide jagunemise kohta rikastusprotsessis ning nende sisaldus erinevates jääkides. Kingissepa flotoliivadest ja põlevkivituhast valmistatud

proovikehadega tehtud katsed näitasid reoainete tervikutest ohtlikku väljaleostumist. Kaevandatud ala täitmine võib kõne alla tulla ainult eelnevalt puhastatud täitematerjalide kasutamise.

Seni kasutatakse Kirde-Eestis põlevkivikaevandustes kaevandusvete puhastamiseks lihtsustatud meetodit. Looduslikku või kunstlikku süvendisse rajatakse tiik-setitid, kus mineraalsed lisandid langevad põhja, nafta- ja õliproduktid aga peetakse kinni laastfiltritega. Looduslikesse veekogudesse juhitud kaevandusvee puhastamist Kabala tehnilis-majanduslikes arvutustes pole hoopiski ette nähtud.

Spetsiifilise reostusega mäe-rikastuskompleksi heitvete ja kaevandusvete puhastamine kujutab endast keerulist tehnilis-tehnoloogilist probleemi, millele seni pole veel leitud vastuvõetavat lahendust. Selle leidmist raskendab asjaolu, et kaevandusvete kogus ulatub kuni 280 tuh.m³ ööpäevas.

Mäe-rikastusvabriku o l m e v e e vajadus 3500 m³/ööp. on lahendamata. Vesi on ette nähtud saada puurkaevudest. Mäetööde tõttu tekkiva depressioonlehtri piirkonnast ei ole see võimalik. Vee võtmine sügavamal asuvatest veekihtidest ei ole lubatud. Olmeheitveed on ette nähtud bioloogiliselt puhastada koos järelpuhastusega liivafiltrites.

S a d e v e t e p u h a s t a m i n e toimub horisontaalsetes settebasseinides järgneva filtreerimisega liivafiltritel. Lahendamata on tsehhide pörandate ja seinte (normide kohaselt tulevad need pesta üks kord vahetuse jooksul vee kuluga 6 l/m²) pesuvete puhastamine.

4. MÄE-RIKASTUSKOMPLEKSI MÖJU PROGNOOS KESKKONNA SEISUNDILE

4.1. Muutused maastikus ja mullas.

Fosforiidikaevanduse rajamine põhjustab senise põllumajandus-loodusmaastiku muutumise tööstuslikuks ja tööstus-põllumajanduslikuks. Maastiku muutused kaeveväljal ja selle ümbruses väljenduvad:

- põllumajanduse taandumises tööstusobjektide ja -rajatiste ees (maa võõrandamine ja rikkumine hoonete, teede, elektriliinide, torujuhtmete, jäätmehooldlate, surfide jm. rajamise tulemusena);
- põhja- ja pinnavee režiimi muutumises, nende ressursside ja kvaliteedi languses, melioratsioonivõrgu kahjustamises;
- muldade, taimede, mikrofauna jm. kahjustamises;
- arvuliselt kasvanud elanikkonnast tekkivas täiendavas koormuses looduskeskkonnale.

Maastikuliste muutuste prognoosimisel võib osaliselt kasutada põlevkivi allmaakaevanduste kogemusi. Viimastes kasutatava kamberkaevandusviisi juures esinevad stiihilised varingud, mis viivad maapinna deformeerumisele, kultuurmaade ja melioratsioonihävimisele, vee kogunemisele ja soostumisele jne. Samad muutused on prognoositavad fosforiidikaevanduse kohal, kui rakendatakse selles väljapakutud tehistervikutega kaevandamisviisi. Arvestades erinevusi hüdrogeoloogilises olustikus on fosforiidi, eriti aga kompleksel kaevandamisel muutused vee režiimides suuremad. Fosforiidi mäe-rikastuskompleks on ühtlasi heitmemahukam (rikastusjäätmel, tolm, vedelad ja gaasilised heitmed) ja sellest tingituna kahjustab see suuremal määral

maastikku ja elusloodust.

Kaevanduse rajamine vähendab muldade aktiivvee varu. Praegu Rakvere rajooni haritavate maade muldade aktiivvee varu ühemeetrilises kihis on keskmiselt 1,8 tuh.t/ha. Kasutatava keskmise agrotehnika juures on ühe tonni aktiivvee efektiivsus 1,2 -3,6 söötühikut. Seega, arvestamata kasvuperioodi sademeid, on mulla aktiivvee arvel tagatud vähemalt 2,2 tuh., agronoomilise optimumi korral aga 6,5 tuh. söötühikut hektarilt. Aktiivvee mahutavuse muutumine kaevandamisel, ehitamisel, tallamisel jne. kasvõi ühe protsendi võrra toob endaga kaasa ühe hektari haritava maa produktiivsuse vähenemise 22-65 söötühiku võrra. Lähtudes Tammiku põlevkivikaevanduse kohal tehtud määramistest võib aktiivveemahutavus kaevanduse piirkonnas väheneda vähemalt $1/4$ - $1/3$ võrra. Aktiivveemahutavuse 25%-lisel vähenemisel ulatuvad produktsioonikaod juba 1625 söötühikuni hektarilt. Arvestades haritava maa suurt osatähtsust võib üksnes fosforiidimaardla territooriumil toodangu kadu hinnata 50 miljonile söötühikule aastas (s.o. ligikaudu 50 tuhandele tonnile teraviljale või piimale). Täielikult hävib muld ja kaob taimne produktsioon mitte ainult ehitiste, rajatiste, teede, kommunikatsioonide all, vaid ka seal, kus veetaseme alanemisel mulla veemahutavus läheneb närbumisiiskusele. Kuivamise tõttu vaibub ka humifikatsioon mullas ning huumuse kui mullaviljakuse osa võib mitmekordselt väheneda. Tööstuse, transpordi ja olme heitmetest saastub muld ka keemiliselt, mulla happesus suureneb.

4.2. Kaevandatud alade ehitusgeoloogiliste tingimuste muutumine.

F o s f o r i i d i t o o t m i n e muudab kaevandatud ala ehitusgeoloogilisi tingimusi nii maapealsete (ehitised, kommunikatsioonid, melioratsioonijektid jms.) kui ka

maa-aluste (põlevkivikaevanduste kaeveõõned) rajatiste jaoks. Hinnangute / Исследование..., 1985/ alusel pole võimalik välja pakutud koristus- ja täitmistöõde tehnoloogia (tehistervikud ja flotojääkide ladustamine nende vahele) kasutamisel vältida fosforiidikihi peal lasuvate kivimite olulisi nihkumisi. Neid põhjustavad tehistervikute suured deformatsioonid (kuni purunemiseni), puistetäidise kokkusurutavus ja tehnoloogilise reglemendi rikkumisest või geoloogilistest häiretest tulenevad varingud. Põlevkivikihi nihkumine võib taolise tehnoloogia kasutamisel olla Kabala välja tingimustes orienteeruvalt 80 cm või enamgi, mis muudab põlevkivi tootmise praktiliselt võimatuks. Maapinna vajumise ulatus ja tekkinud lohkuete äärte kaldenurgad sõltuvad kihindite lebamissügavusest. Nende määramiseks, samuti deformatsioonide kestvuse hindamiseks, puuduvad vajalikud lähteandmed.

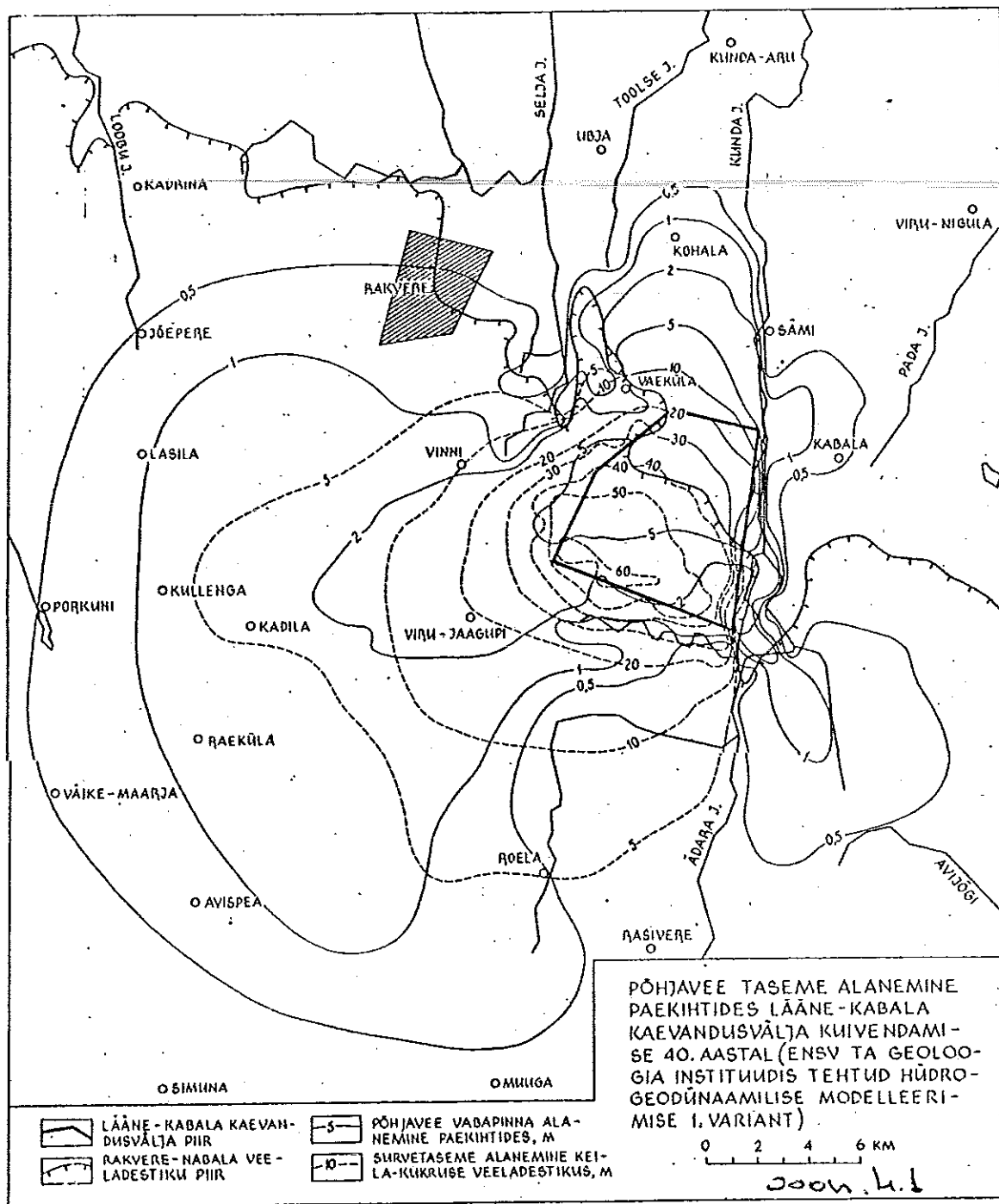
Põlevkivi kaastootmise puhul sõltuvad kaevandatud alade ehitusgeoloogilised tingimused koristustööde tehnoloogiast. Kombineeritud kaevandamisviisi ("kamberlaava") kasutamisel, kui katvad kivimid ja maapind hoitakse üleval tervikute abil, tekib rajatiste jaoks ebasoodne nn. kvaasistabiilne maapind, millele on omane juhuslike langatuslohkude teke. Lank-kaevandamisel mehhaniseeritud laavadega toimub katvate kivimite langetamine, langatuslohud tekivad seaduspäraselt ja kõikjal, seejärel maapind stabiliseerub. Maapinna maksimaalne vajumine langatuslohkude keskel (sõltumata kaevandamisviisist) on Kabala väljal ligikaudu 1m. Taoliste vajumiste puhul on põllumajanduslike põhivahendite väljaminek täielik. Nii fosforiidi kui ka põlevkivi tootmisel on võimalik kaevandatud alade ehitusgeoloogilisi tingimusi parandada kaeveõõnte laustäitmisega. Põlevkivi jaoks puudub käesoleval ajal selleks majanduslik alus.

4.3. Põhjavee seisundi muutumine.

Põhjavee survetaseme muutumise ja kaevandusvee juurdevoolu hinnangud rajanevad hüdrogeodünaamilistele modelleerimistele, mida on teinud ENSV TA Geoloogia Instituut koostöös ENSV TA Küberneetika Instituudiga. On arvestatud ka Moskva geoloogia-hüdrogeoloogia ekspeditsiooni eksperimentaal-metoodika töökonna TK "Eesti Geoloogia" tellimusel tehtud modelleerimise tulemusi / Отчет по прогнозу..., 1988/. Kaevandamisest tuleneva põhjaveereostuse hinnangud baseeruvad ENSV TA Geoloogia Instituudi ja Keemia Instituudi, samuti Tallinna Polütehnilise Instituudi laboratoorsetele ja tööstuslikele katsetele /Исследование материалов закладки..., 1988, Поль..., 1985/.

P õ l e v k i v i k a e v a n d u s e (-horisondi) kuivendamiseks tuleb Keila-Kukruse veeladestiku veetaset madaldada 20 - 60 m võrra, mille tulemusel levib kuni 5-meetrine survetaseme alanemine Kabala kaeveväljast lääne- ja lõunasuunas 8 - 15 km kaugusele (kaevevälja 40. kuivendamisaastral). Kõige pealmise veeladestiku (Nabala-Rakvere või Meila-Kukruse) põhjavee vabapind alaneb Pandivere võlvil Muuga-Väike-Maarja - Rakvere vahemikus (joon.4.1), mille tagajärjel ligikaudu 500 km² suurusel alal kuivab veevaesel ajal enamik salvkaevudest.

F o s f o r i i d i kaevandamisel sõltub põhjavee seisundi muutumine mäetööde tehnoloogiast. Tuulutus-täitehorisondi rajamine fosforiidikihindist kõrgemal asuvasse paekividesse ja glaukonitliivakivi kui veepideme väljamine põhjustab Lasnamäe-Kunda veeladestiku kuivendamise. Fosforiidi kaevandamine kuivendab paekihte ka arvukate surfide, tehniliste ja geoloogiliste puuraukude kaudu, samuti laekivimite lekkimise tõttu. Viimast põhjustab põhjavee ladestike



vaheliste veepidemete rikkumine mäetööde tulemusel. Seetõttu tekitab üksinda fosforiidi kaevandamine peaaegu sama suure ordoviitsiumi põhjavee taseme alanemise kui fosforiidi ja põlevkivi kooskaevandaminegi. Kuivaks jääb veevaesel ajal umbes 1000 salvkaevu, mis asuvad Muuga - Väike-Maarja - Kullenga - Jõepere - Mõdriku - Kohala - Ulvi kontuuri sees (joon.4.1). Kaeveväljal kuivavad kõik paekihtidest toituvad puurkaevud. Kaeveväljast kuni 8...10 km kaugusel asuva umbes 50 puurkaevu potentsiaalne tootlikkus väheneb 30...80% võrra.

Oodatav vee juurdevool kaevandusse on kaevandatud ala maksimaalsete mõõtmete saavutamisel ordoviitsiumi veeladestust 150...280 tuh.m³/ööp. Prognoositud juurdevoolu ülemmäär on saadud eeldusel, et kaevandatakse välja pakutud tehnoloogia kohaselt ja veepidemete isoleeriv toime veetaseme tugeva madaluse korral järsult langeb /Отчет по прогнозу ...,1988/. Oodatav juurdevool ordoviitsiumi-kambriumi veeladestust moodustab umbes 20 tuh. m³/ööp. Kuna kaevanduse põhihorisondi ja drenaaži-transpordihorisondi kuivendamiseks on vaja madaldada põhjavee survetaset kuni 110 m, siis kaevevälja piires ja sellest kuni 25 km kaugusel (joon.4.1) s.h. Rakveres ja Kiviõlis langeb ordoviitsiumi-kambriumi veeladestu varsti pärast kuivendamise algust praktilise kasutatavuse sfäärist välja (kokku umbes 30 puurkaevu). Edaspidi piesomeetriline depressioon pidevalt laieneb ja saavutab ENSV TA instituutide arvutuste alusel 40. kuivendusaastaks 50 km kaugusel kaevandusest 10...20 m. Sellesse piirkonda jääva 100...150 ordoviitsiumi-kambriumi veeladestust toituva puurkaevu potentsiaalne tootlikkus väheneb 30 - 80% ja umbes 80 puurkaevu lakkab üldse töötamast.

Mäetööde mõjul kahaneb ka Põhja-Eesti linnade peamise veeallika kambriumi-vendi veeladestu tootlikkus. Kahanemise arvulised andmed veel puuduvad.

Põhjaveetaseme madaldumise piirkonnas hakkab laienema seniste lokaalsete põllumajanduslike ja tööstuslike reostusallikate mõju.

Juhul kui tehistervikute valamisel ja kambrite täitmisel ei kasutata eelnevalt puhastatud reostusvabu materjale, moodustab fosforiidikaevandus suure reostuskolde, kus vastavalt ENSV TA Keemia Instituudi hinnangutele orgaaniline reostus (petrooleum ja tallõliseep) pakutava täitmistehnoloogia kasutamisel ületab umbes 80 korda joogi- ja majandusveele lubatava piirkontsentratsiooni. Reoained satuvad veekõrvalduse katkemisel või lõpetamisel tervikutest ja maetud flotoliivast väljaleostumise teel põhjavette. Reostunud põhjaveega ala hakkab laienema kiirusega 10...20 m aastas, tugevasti karsunud kivimites 1 km aastas ja enamgi. Reostumisohtu satub ka kambriumi-vendi veeladestu.

Ka pärast kaevetööde lõpetamist ei saa praktiliselt enam kunagi kaevandusvälja piirkonnas ordoviitsiumi ja ordoviitsiumi-kambriumi veeladestutest kasutuskõlblikku joogi- ja majandusvett.

Tekkivat veedefitsiiti on võimalik katta ainult Peipsi veega. Selleks tuleb rajada Peipsi järvele veehaare, ehitada magistraaltorustik ja puhastusseadmed ning kohapealne veevõrk (300 km trasse) uute ja veeta jäävate vanade tarbijate ni. Väiksema madaldusega piirkondades on kohati võimalik maa-asulate ja majandite veevarustus taastada põhjavete baasil. Ebaselge on kalamajandite säilitamise võimalused, kuna kinnisele veekasutuse tsüklile üleminekut ja sobiva täiendusvee saamist pole küllaldaselt uuritud.

4.4. Hüdroloogilise situatsiooni muutumine.

Kabala kaevanduse vahetu mõju alla jäävad Pada, Kunda ja Selja jõed. Pada ja Kunda jõed on praegu puhtad ja omavad kõrgeimat kalamajanduslikku kategooriat. Kaevanduse mõjul kaotab Kunda jõgi oma vooluhulgast $3...4 \text{ m}^3/\text{s}$ ja kuivab veevaestel kuudel keskjooksul täielikult. Väheneb Pada ja Selja jõgede ülemjooksude vooluhulk. Selle tulemusel halveneb jõgede sanitaarne seisund, suureneb vee mineralisatsioon, karedus, hõljuv-ainete, sulfaatiooni, orgaaniliste ainete ja naftaproduktide sisaldus. Jõgede vooluhulkade kompenseerimise küsimused on lahendamata. Kaevandusvete kasutamine selleks otstarbeks võib kõne alla tulla ainult pärast nende puhastamist, s.h. floto-reagentide jääkidest, sulfaatidest j.m. Vastav efektiivne tehnoloogia on praktiliselt veel välja töötamata.

Kaevandatava ala laienemisel satuvad ohtu kõik Pandivere kõrgustikult alguse saavad jõed, kaasaarvatud Tallinna veevajadust katvad jõed. Kuna Rakvere maardla kattub suures osas Pandivere veekaitsealaga ja selle evitamine paratamatult kahjustaks sealseid veeressursse ja nende kvaliteeti, siis kaevanduse rajamine on otseses vastuolus veekaitseala põhimäärusega ning pole seega teostatav.

Fosforiidi kaevandamise mõju prognoosi Soome lahe vee kvaliteedile teostasid ENSV TA Termo- ja Elektrofüüsika Instituut ning Küberneetika Instituut. Kasutati soome ja eesti spetsialistide ühistööna valminud veeökosüsteemi matemaatilisest mudelist FINEST.

Kaevandamise mõju avaldub eelkõige reostuskoormuse suurenemises fosfori, sulfaatide, õlide ja teiste reoainetega. Peamiseks mõjuriks tuleb pidada fosforit, mille kontsentratsioon juba praegu on Soome lahes kuni 30 mg/m^3 . Eksperthinnan-

gute alusel kandub 12 milj. t aastatoodanguga mäerikartuskompleksist merre aastas kuni 300 t fosforit, sellest 200 t hõljumis. Mere põhja settinud hõljum muutub keemilis-bioloogiliste protsesside tulemusel lahustuvaks. Leiti, et kaevandusvete mõju Soome lahe vee kvaliteedile oleks märgatav kuni 1000 km² ulatuses, ortofosfaatide juurdekasv selles piirkonnas moodustaks keskmiselt 0,002 g/m³. Fosfori konsentratsiooni tõus Soome lahes, mis on juba niigi kriitilises seisus võib viia sinivetikate massilisele vohamisele. Osa sinivetikaist on sedavõrd toksilised, et võivad mürgitada nii kalu, linde kui ka imetajaid. Teiseks põhjustab fosfor fütoplanktoni vohamist, mille tagajärjel tekivad hapnikupuudus ja väävelvesinik võivad hukutada kalad ja põhjaloomastiku.

Helsinki konventsiooni sätetest tulenevalt mitte ainult, et pole lubatud fosfori koormuse suurenemine Soome lahele, vaid nõutakse selle vähendamist 1995. aastaks kaks korda.

4.5. Jääkide ja heitmete mõju.

Mäetööstuskompleksi 12 milj. t võimsuse juures tekib umbes 7 milj. t flotoliivasid ja söelumisjääke, 0,6 milj. t hiiba ja 30 tuh. t tolmu aastas. Kõige peenema terasuurusega jäätmed - tolmu (üle 70 t ööpäevas) on ette nähtud kinni püüda ja hiib (sisaldab 13 - 24% P₂O₅) setitada. Tolmupüüdureid läbiv ja atmosfääri paisatav tolmu kujutab endast fluorisalduse (umbes 1%) tõttu potentsiaalset ohtu inimeste ja loomade tervisele. Hiivahoidla pindala on eksperthinnangute alusel 100 ha, kõrgus ulatub 6 - 7 m. Hiivahoidlad on lekkimise ohtu tõttu avariiohtlikud rajatised, eriti karstunud aladel. Rikastusreagentide ja muude kahjulike komponentide kontsent-

ratsiooni Rakvere fosforiidi rikastamise hiivas (selle tahkes ja vedelas faasis) pole määratud.

Kõige suurema mahuga tootmisjääk - flotoliiv - on ette nähtud kasutada tehistervikute valamiseks ja matmiseks koristuskambritesse. Rikastusreagentide väljaleostumine liivadest põhjustab kaevandusvete ohtlikku saastumist. Vähem keskkonnakahjulik oleks puhastatud flotojääkide kasutamine tarduva täidise komponendina.

Projektinstituudis Gosgorhimprojekt kaalutakse rikastusjääkide pesemise, filterpressides veetustamise ja sellele järgneva lõõmutamise võimalust. Lõõmutamine nõuab täiendava koguse kütust ja suurendab atmosfääriheitmete hulka. Tingkütuse erikulu võimaldab hinnata kütuse aastakulu järgnevalt: kontsentraadi kuivatamiseks 110 tuh. tingtonni (t.t) liiva lõõmutamiseks 190 tuh.t.t, seega kokku 300 tuh. t.t aastas. Taoline kogus masuuti (214 tuh.t) või maagaasi (225 milj.m^3) moodustaks 10 - 15% praegu Eestisse sissetoodava masuudi või maagaasi kogusest. Kui kütusena kasutatakse masuuti, võib toksiliste heitgaaside hulk olla kuni 10 tuh. t aastas (SO_2 8000 t, NO_x 1000 t). Taolised kogused nõuavad heitgaaside spetsiaalset puhastamist.

Mäerikastuskompleksi rajamine põhjustab terve rea ökoloogiliselt ohtlike keemiliste elementide leviku looduskeskkonda. Leviku allikaks on peamiselt glaukoniitliivakivi, püriit, diktüoneemaargilliit, samuti fosforiit. Glaukoniitliivakivi sisaldab fluori, titaani, vanaadiumi, kroomi, mangaani, tsinki, tseesiumi ja boori. Püriit sisaldab lisaks mainituile niklit, arseeni, strontsiumi ja baariumi. Diktüoneemaargilliit sisaldab lisaks kõigile eelmainituile veel pliid, molübdeeni ja uraani. Fosforiit sisaldab fluori, strontsiumi, leelismuld-

metalle, mangaani, titaani, vanaadiumit, pliid. Loetelu on ebatäielik, mainitud on ainult need üldiselt vähem levinud elemendid, mille sisaldus antud kivimeis ületab 0,01% suurusjärgu. Ökoloogiliselt ohtlikud elemendid alustavad migreerumist peamiselt murenenud kivimite leostumisel.

Ka vandatava mäetööstuskompleksi piirkonna keemilise saastumise hinnangul TPI keskkonnaanalüütika töörühma poolt on tuvastatud märgatav põllumajandusliku päritoluga reostus. Toksiiliste raskemetallide levik Rakvere rajooni looduses seni põhjust häireks ei anna, küll aga kaevanduse rajamisel.

Täiendavat uurimist vajab radioaktiivsete ainete sisaldus fosforiidis ja ta kaaskivimites. Uraani sisaldus fosforiidikontsentraadis on piirides 30...60 g/t. Tingituna radioaktiivsete nukleoidide U^{238} , Th^{232} , Ra^{226} jt. sisaldusest omab fosforiit looduslikku radioaktiivsust. Fosforiidikontsentraadis sisalduvate uraani-raadiumirea isotoopide sisaldus vastab 15...16 pCi/g, mis on oluliselt kõrgem kui apatiidi kontsentraadis. Tehnogeensed mõjutused või keemiline töötlemine võivad rikku da radionukleoidide vahelist looduslikku tasakaalu ja seega intensiivistada nende lagunemist, sealhulgas radooni tekkega. Kiirgusfooni kõrgenemist kaeveõones võivad mõjutada ka glaukoniiitliivakivi ning Rakvere maardla põhjaosas ka diktüoneemaargilliit.

5. RAKVERE FOSFORIIDIMAARDLA HÕIVAMISE

RAHVAMAJANDUSLIK EFEKTIIVSUS

5.1. Kulutused toorme kaevandamiseks ja rikastamiseks

NSVL Mineraalväetiste Ministeeriumi poolt on kavandatud rajada Lääne-Kabala fosforiidikaevandus võimsusega 12 mln. t maaki aastas (ehk 1137 tuh. t kontsentraati arvestatult 100% P_2O_5). Ministeeriumile alluva projekteerimisinstituudi "Gosgorhimprojekti" arvestuste järgi kujuneb kaevanduse maksumuseks 803 mlj. rubla, sh. 593 mlj. rubla eest ehitusmontaaž-töid. Kaevanduse arvestuslikust maksumusest on välja jäänud rida kulutusi sotsiaalkultuurilises sfääris ning keskkonnakaitses, paljud kulutused on aga oluliselt alla hinnatud. ENSV Ehituskomitee projekteerimisinstituutides " Eesti Tööstusprojekt", " Eesti Projekt" ja " Eesti Maaehitusprojekt " analüüsi eelnimetatud maksumusi, võrreldes neid omapoolsete arvestuste või eksperthinnangutega. Töö tulemused vormistati eksperthinnanguna kapitaalmahutuste osas kulude kokkuvõtte ja koondeelarvete jaotuse järgi. Nende hinnangute kõrvaldamine eelarvenäitajatega on ära toodud tabelis 5.1. (mln. rubl.) /ТЗД ГПИ Эстпромпроекта, 1988/.

Oluline lahkumine projekteerimisinstituudi eelarve ning eksperthinnangu vahel eelkõige seletatav asjaoluga, et ametkondlik projekteerimisorganisatsioon lähtus eeldusest, et kaevandus rajatakse juba evitatud regioonis, milline asja-

Tabel 5.1.

Kaevanduskompleksi ehitamise maksumus

Näitaja	Tööstus ehitus	Ehitusbaa- si arenda- mine	Elamu- tsiviil- ehitus	Kokku
"Gosgorhimpro- jekti " eelarve	534	50	219	803
Eksperthinnang	950	172	1011	2133
Kulude vahe	416	122	792	1330
Suhteline kalli- nemine	78	244	362	165

olu nõuab vaid piiratud kulutusi vajaliku infrastruktuuri loomiseks ning täiendavate ehitusvõimsuste kindlustamiseks.

Vabariigi projekteerimisorganisatsioonid lähtusid oma arvestustes asjaolust, et Rakvere rajoonis puuduvad vabad tööjõuressursid, infrastruktuur ei rahulda isegi praeguse elanikkonna vajadusi. Nimetatud asjaolu nõuab uue elamufondi ning infrastruktuuri rajamist, mis vastaks vabariigi perspektiivses elamuprogrammis ettenähtud tasemele ning elanikkonna sotsiaalkultuurilise teenindamise osas püstitatud rajajoontele aastaks 2000. Nimetatud arvestuste tulemused ületavad üle 4 korra "Gosgorhimprojekti" poolt ettenähtud ehitusmahtusid.

Ehitusorganisatsioonide võimsused rajoonis ei rahulda praegusel momendil kaugeltki kõiki rajooni vajadusi. Seetõttu tuleb luua uued ehitusvõimsused (elamispind, ehitusmaterjale ja konstruktsioone tootvad ettevõtted, ehitusbaasid jne.) kaevanduse ehitamise kompleksiga seotud ehitusmahtudele. Need kulutused osutuvad 3,5 korda suuremaks, kui on ette nähtud

"Gosgorhimprojekti" arvestustes (~~arvestused on tehtud praegu~~ kehtivate normatiivide alusel).

Tootmisehituse osas on meiepoolsetesse arvestustesse lülitatud täiendavad kulutused, mis on seotud keskkonnakaitsega, uute kommunikatsioonide rajamisvajadustega, samuti teiste tootmisehitustega, mis võimaldavad tööhóivet tulevaste kaevurite naistest pereliikmetele.

Tootmiskompleksi kallinemise üheks olulisemaks põhjuseks on ümber kaevandusvälja rajatavad veetókked maksumusega ligikaudu 250 - 320 mlj. rubla, mis oodatavalt võimaldaks vähendada häireid Pandivere veekaitseala veerežiimis ning väljaspool seda. Samal ajal aga pole arvestatud ENSV Ehituskomitee arvestustes kompensatsioonid ja kulutusi linnavälise puhketsooni loomiseks, flotatsioonijääkide neutraliseerimise kompleksi rajamiseks.

Niisiis, koondkapitaalmahutused Lääne-Kabala kaevandusvälja hólvamiseks eksperthinnangute järgi on suurusega 2,133 mljr. rbl. ehk 2,6 korda suuremad Gosgorhimprojekti kalkuleeritutest. Nende kasutamine ühe tonni P_2O_5 kohta kaevanduse realiseeritavas toodangus (amortisatsioon) moodustab 53,2 rbl.

Kóige keerukam on määrata kaevanduses toodetava kontsentraadi, óigemini fosforiidimaagi väljamise omahinna usutatav suurust. Máetóóstuse spetsialistide arvates ei ole maailma praktikas analooge Rakvere maardla keerukale máe-geoloogilise tingimustele. Seetóttu pole võimalik tootmispraktikast leida andmed kaevandamiskulude kohta.

"Gosgorhimprojekti " andmeil on maagi kaevandamise oma-

hinnaks kaeveõõnte täitmisega kalkuleeritud 6,35 rbl./t arvestatult kuivale massile, kusjuures tarduva täidise maht on kõigest 20% väljatud maagi mahust; ülejäänud maht pannakse ette täita puisteliselt rikastusjääkidega /Tõl..., 1984/. Meie arvestuste kohaselt maagi omahind vajaliku tarduva täidisega laustäitmise korral on vähemalt 10 rbl./t kusjuures see on optimistlik hinnang kuna ta vastab kõigi teiste Gosgorhimprojekti poolt võetud mäetehnoliste tingimuste ja mõjurite kehtivusele (st. on võimalik massiivi mehhaniseeritud rajamine, väljamine kogu kihindi paksuses ilma kaeveõõnte seinu toestamata jms.) Selliste kaevandamiskulude puhul kontsentraadi omahinnaks kujuneb 164 rbl/t P_2O_5 , arvestamata amortisatsiooni eraldiste renovatsiooniosa. Ligikaudu kaks kolmandikku ekspluatatsioonikuludest tootmises läheb toorme kaevandamisele, ülejäänud osa rikastamisele. Võrdluseks "Gosgorhimprojekti" andmeil on kontsentraadi täisomahind 126 rbl./t P_2O_5 .

Maardla hõlvamise kulude hulka tuleb arvata ka kõik kahjud, mida mäetööd põhjustavad regiooni loodusvaradele ja väljamaksed hüvitustena põllumajandusliku tootmise, metsamajanduse, kalamajanduse elamute ja farmide kahjustamise eest. Kapitaalmahutuste hulka on arvatud veel kulud looduskaitsele alates puhastusseadmetest ja lõpetades eelnimetatud filtratsioonitõkestusekraaniga.

Eraldi arvestati kahjud mullaviljakuse alanemisest kaevandusväljal põllumajanduskõlvikute ülekuivendamisest ja kahjud, mis tulenevad põlevkivivarude bilansist mahakandmi-

sest. Arvestamata on kulud flotatsioonijääkide puhastamiseks enne nende kasutamist täitematerjalina.

Kõigest sellest tulenev kontsentraadi hind on näidatud tabelis 5.2.

Tabel 5.2

Kulude kategooria	Kulud 1 t P_2O_5 kohta kontsentraadis	
	rbl.	%
Kontsentraadi tootmise eksploatatsioonikulud	165	74,3
Põllumajandusliku tootmise kahjude hüvitamine	1	0,4
Põlevkivivarude mahakandmise kahjude hüvitamine	3	1,4
Tööstus- ja mittetootmisotstarbeliste kapitaalmahutuste kasutamine	53	23,9
	Kokku: 222	100,0
Kontsentraadi realiseerimishind tootmise 10%-se rentaabluuse korral	245	

Kulud üksnes kaevandamisele ja rikastamisele kasvavad võrreldes "Gosgorhimprojekti" andmetega 76%. Selliste kulude majandusliku efektiivsuse üle võib otsustada alles pärast väljatud toorme kasutamise analüüsimisest.

Esitame võrdlusena vastavalt 1 t P_2O_5 müügihinna: apatiitkontsentraadis 57 rbl. keemilises töötlemises kasutatavas Karatau fosforiidis 60 rbl., fosforiidijahuna kasutatavas fosforiidis 116 rbl.

5.2. Toorme kasutamise praktilised võimalused ja nende majanduslik efektiivsus

Balti fosforiidikontsentraat, mida toodetakse Maardus ja Leningradi oblastis Kingissepas, leiab kasutamist topelt-superfosfaadi tootmisel toormelilandina koola apatiidile. Apatiidist saadakse algul ekstraktsioonfosforhape, mida seejärel kasutatakse fosforiidi lagundamiseks. Ligikaudu 75% toote toimeainest annab apatiit, umbes 25% langeb fosforiidile. Iga töötlemisele saadetava fosforiidikontsentraadi tonni kohta on vaja 3 tonni apatiidikontsentraati (P_2O_5). Praegu tarbivad keemiatehased ainult poole toodetavast fosforiidikontsentraadist, teine pool kasutatakse vahetult fosforiidijahuna. Teiste mineraalväetiste tootmiseks Balti fosforiidi kontsentraadist tööstuslik tehnoloogia puudub. Fosforiidijahu loetakse mõnede spetsialistide poolt odavaks ja efektiivseks mineraalväetiseks. Seejuures jahu agro-keemilisi omadusi ei seostata lähtetoorme ega selles sisalduva fosfaatmineraali tüübiga. Eesti teadlaste põhjanevad väli- ja taimkatsed balti oobolusfosforiidi jahuga näitasid tema agrokeemilise efekti puudumist. Oobolusfosforiidi jahus sisalduva fosfori lahustuvus ei ületa neutraalses mullas 2% ja happelistes muldades 5%, kusjuures seegi agrokeemiline efekt seostub eelkõige jahu neutraliseeriva toimega. Võrreldes Vene NFSV mugulfosforiitides valmistatud fosforiidijahuga, jääb Balti basseini fosforiidijahu oma toimelt esimesest ligi 2 korda maha. Seetõttu fosforiitide kasutamine fosforiidijahuna on fosfaattoorme raiskamine ning tuleb lõpetada, nagu rõhutati ka Tallinnas 1983.a. toimunud Üleliidulise

fosforiitide geoloogia nõupidamise otsuses.

Fosforiidijahu agrookeemiline võrdlev efektiivsus vees lahustuvate fosforvæetiste suhtes - nn. superfosfaadi ekvivalent - on vaid 10% arvestatuna P_2O_5 sisaldusele võrreldavates væetistes. Rakvere kontsentraadi rahvamajanduslik efektiivsus tema kasutamisel fosforiidijahuna on meie poolt määratud lähtudes ülaltoodud superfosfaadi ekvivalentist ja eeldusest, et normatiivne enamsaak on 3,5 t/t P_2O_5 kohta veeslahustuvas væetises ning teravilja perspektiivne hind 163 rubl./t. Arvestused näitasid, et iga fosforiidijahu tootmiseks kulutatud rubla kohta tuleb ligikaudu 1 rubla kahjunit. Teisisõnu - tootmine käib tulemita. Kahjumi aastasummaks kujuneb tootmisvõimsuse 1,137 mln.t P_2O_5 aastas 274 mln. rubl.

Rakvere fosforiidi kasutamine topeltsuperfosfaadi tootmiseks pole reaalne, sest selle praegused vajadused fosforiiditoormes pole mitte ainult täielikult kaetud Kingissepas ja Maardus toodetava fosforiidikontsentraadiga, vaid on tegemist viimase liiaga. Seades siiski eesmärgiks kogu Rakvere maardla fosforiidi töötlemise topeltsuperfosfaadiks, tähendaks see meie maal väljakujuenenud mineraalvæetiste tootmise struktuuri põhjalikku ümberkorraldamist. Koos Kabala kaevanduse ehitamisega tuleks rajada täiendavalt topeltsuperfosfaaditehased koguvõimsusega 3,67 mln.t ja kindlustada nad apatiidiga 3,35 mln.t P_2O_5 aastas. Praegusajal annavad Koola poolsaare ettevõtted 7,5 mln.t ringis apatiidikontsentraati (arvestatult P_2O_5) ja võimalusi toodangu tunduvaks kasvaks praktiliselt ei ole. Tähendab, uute tootmisvõimsuste

varustamine apatiidiga tuleks korraldada olemasolevate tehaste sulgemise või reorganiseerimise arvel, mis praegu lasevad välja teisi väetisi. Ministeeriumi töötleva allharu sellise reorganiseerimise kapitaalmahutused oleksid orienteeriva arvutuse järgi 2 mljr. rbl., milleks võimalused praktiliselt puuduvad. Niisiis rakvere kontsentraat ei "sobitu" allharu tootmisstruktuuri ja seda kasutatakse edasi fosforiidijahuna.

Hindamine siiski topeltsuperfosfaadi tootmise efektiivsust, arvestades ka tarbija huvisid. Arvutused näitavad, et üleminekuga lihtsuperfosfaadilt topeltsuperfosfaadile kasvavad kulutused iga tonni omastatava P_2O_5 muldaviimiseks enam kui pooltest korda. Seejuures topeltsuperfosfaat ei sisalda taimedele vajalikku toiteelementi väävlit ja tekitab vajadus väävliväetiste täiendavaks kasutamiseks.

Võrdleme nende liht- ja topeltsuperfosfaadi tootmise variante seotult Rakvere leiukohaga, arvestamata seejuures erinevusi väävli sisalduses (tab. 5.3)

Esimene variant - topeltsuperfosfaadi tootmine koola apatiidist, kasutades supereerimise teises faasis rakvere kontsentraati. Teine variant - sama kogus koola apatiiti töötatakse ümber lihtsuperfosfaadiks, toodangumahtude tasakaalustamine omastatava P_2O_5 järgi toimub "kompanseeriva" väetise (ammofoss varuderikka Karatau toormest) abil. Kuivõrd variandid on omastatava P_2O_5 toodangu mahult võrdsed, on võrdseks arvatud ka oodatav saagilisa. Selgub, et nii väetisetootjate kulud kui põllumajanduse kulud väeta-

Tabel 5.3

Väetiste tootmise variantide majanduslik võrdlus

Näitaja	I variant	II variant
Tarbitav toore mln.t P_2O_5	4,487	4,35
s.h. koola apatiit	3,35	3,35
rakvere fosforiit	1,137	-
karatau fosforiit	-	1,00
Väljalastav toodang mln.t P_2O_5	3,675	3,675
s.h. topeltsuperfosfaat	3,675	-
lihtsuperfosfaat	-	2,865
ammofoss	-	0,810
Oodatav saagilisa mln.t teravilja	12,9	12,9
Väetise väljalaskekulud mln.rbl. aastas	1205,4	901,7
Kaubatoodang kehtivates hulgihindades mln. rbl . aastas	1212,7	969,5
Tootmise rentaablus %	0,6	7,5
Majanduslik kahjum võrreldes II variandiga; aastas mln.rbl.	243,2	
1 t P_2O_5 kohta fosforiidi-kontsentraadis rbl.	293	

misele kujunevad varianditi tunduvalt erinevaiks. Tabelis 5.3 toodud arvudest on näha kahjum rakvere kontsentraadi kasutamisest topeltsuperfosfaadi tootmisel (239 rbl. 1t P_2O_5 kohta. Kahjum on peaaegu sama suur, kui kontsentraadi kasutamisel fosforiidijahuna. Ent selle olemus on vaadeldavatel juhtudel erisugune. Kahjum fosforiidijahu kasutami-

sest on kasina agrokeemilise efektiivsuse ja jahu kõrge maksumuse tulemus. Juhul kui fosforiit töödeldakse topelt-superfosfaadiks, tekib kahjum ebasoodsatest struktuurinhetest fosforväetiste tootmises ning toorme väetiseks töötlemise kunstlikust kallinemisest.

Lõpuks juhime tähelepanu sellele, et vastavalt NSVL Plaanikomitee 1988.a. ajutise töökomisjoni andmetele fosfortoorme kaod kogu tootmise - kasutamise tsüklis kaevandamisest kuni mulda viimiseni moodustavad erinevate hinnangute alusel 38 - 56% (koola apatiidi näite alusel). Seega fosforväetiste tootmise toormega kindlustamise põhireserviks on kadude vähendamine, mitte aga defitsiitse toorme tootmise ebaratsionaalne laiendamine. Pealegi komisjoni orienteeruvate arvutuste järgi ^{Kadude} vähendamisega seotud kapitalmahutused on ligikaudu kaks korda väiksemad kui tootmise laiendamiseks samas koguses. Kapitalmahutusi 605 tuh. t P_2O_5 säästmiseks apatiidikontsentraadis hinnatakse 560 miljoni rublale, s.o. 1 t P_2O_5 kohta arvestatult ligikaudu kaks korda vähem kui Rakvere fosforiidimaardla evitamisele.

6. MÄE-RIKASTUSKOMPLEKSI LOOMISE SOTSIAALISED,

POLIITILISED JA ÕIGUSLIKUD ASPEKTID

Fosforiidikaevanduste käikuviimine toob endaga kaasa negatiivsete ökoloogiliste tagajärgede kõrval olulisi hälbeid regioonile ka sotsiaal-poliitilistes eluvaldkondades, demograafilise situatsiooni muutuse, sh rahvusliku koosseisu disproportsionaalse arengu põhirahvuse kahjuks.

Kaevandamiseks vajaliku tööjõu saamiseks on 2 võimalikku lahendust: kohapealse (ka vabariigi) tööjõu kasutamine või NSVL teistest piirkondadest tööjõu sissetoomine.

Suure tõenäosusega võib prognoosida, et fosforiiditööstus kohapealt tööjõudu ei saa. Tänapäeval on Rakvere ja Kohtla-Järve rajoonis tööjõuvajak ligikaudu 3-5%. Tööstuse arengukavade realiseerimisel lisandub ainuüksi regiooni tööstusettevõtetes aastaks 2005 umbes 10 000 uut töökohta. Uued töökohad loodetakse komplekteerida praegustest ettevõtetest vabaneva tööjõuga (tänu struktuurinihetele tootmises, üleminekule isemajandamisele, tootmise tehnilise taseme tõstmisele jne.). Ikkagi prognoositakse tööjõuvajaku püsimist umbkaudu praeguses mahus.

Ebareaalne on seisukoht, mille kohaselt fosforiidikaevandused komplekteeritakse kaadriga tootmiskoondise "Eesti Põlevkivi" arvel. Esiteks suletakse vanad kaevandused juba lähitulevikus, kusjuures ligemale veerand töötajaskonnast läheb pensionile. Teiseks lubavad arvestused oletada, et fosforiiditööstuse konkurentsivõime tööjõuturul jääb põlevkivitööstusega võrreldes märksa madalamaks.

TRÜ poolt 1987. ja 1988. a. ning 1989.a. alguses läbiviidud küsitlused Rakvere rajoonis näitavad praeguse elanikkonna lahkumise suurt tõenäosust (54%) senisest elukohast seoses elukeskkonna halvenemisega kaevandamise tagajärjel. Eeldades, et tegemist on elanikkonna representatiivse küsitlusega, tähendab 54%, et rajooni 80 000-lisest elanikkonnast 42 000 on potentsiaalsed lahkujad. Oletades, et osa neist on pensionärid, lapsed, invaliidid jne., s.t. mittetöötav elanikkond ning et mitte kõik, kes küsitluse käigus avaldasid soovi lahkuda, seda ka teevad, võiks siiski umbes 20 000 tööjõulise inimese lahkumine kaasa tuua tõsiseid puudujääke juba olemasolevasse tööjõubilanssi. See tähendab, et sisse tuleks tuua uus tööjõukontingent, kes kataks eelkõige esmavajadused olemasolevas tööjõupuudujäägis tööstuslikus- ja põllumajanduslikus tootmises, teeninduses, kultuuri-sfääris jne.

Ilmselt ei kata tööjõu vajadust ka NSVL teistest piirkondadest loomulikult teel saabujad. Eesti rändetagamaa (Venemaa Euroopa-osa, Valgevene ja Ukraina NSV) rahvastiku loomulik juurdekasv lakkab peagi, sajandivahetuseks peaks kujunema sama situatsioon, mis mõnda aega on valitsenud meil. Senisest väljarändereaalist on saamas sisserändepiirkond.

Selles olukorras on kaevandusi võimalik komplekteerida vaid administratiivse sekkumise teel. Mõeldavad tööjõuallikad on seejuures järgmised.

1. "Orgnabor" ja koolidest suunamine - igale piirkonnale kehtestatakse ülesanne suunata teatud hulk töötajaid fosforiidi tootmisse. Paraku asetab selline lähenemine raskesse olukorda tööjõudu äraandvad regioonid ja tootmisüksused ning on vastu-

olus üldise majandusstrateegiaga.

2. Kvalifitseerimata tööjõud Kesk-Aasia liiduvabariiki-dest. See on väljaõpetamata, maalise eluhoiakuga ning tugevate rahvuslike traditsioonidega elanikkond, kelle Virumaaale ümberasumine tekitaks olulisi kohanemisraskusi. Mitmetes Vene NFSV piirkondades saadud kogemused annavad tunnistusi nende suurest voolavusest ning rakendusvõimalustest vaid lihttööl.

3. Sõjaväelased. Vajalik tööjõud on garanteeritav, voolavus administratiivselt kontrollitav, kuid tegemist on vähe-kvalifitseeritud, nõrga tööalase motivatsiooniga, eelkõige füüsilist lihttööd teha suutvate inimestega.

4. Kinnipeetavad. Töötajate arv on operatiivselt reguleeritav. Võrreldes eelmise variandiga on võimalik tõsta kaadri kvalifikatsiooni. Lisaks administratiivsundusele saab kohandada süsteemi, mis stimuleerib huvi töö lõpptulemuse vastu. Siiski ei ole uue tootmisharu rajamine tuhandete vangide tööle tuginedes sotsiaalselt ja poliitiliselt vastuvõetav.

Sõltuvalt maardlate kasutuselevõtmise variandist ning tööjõu saamise teedest suureneks Virumaa elanikkond (töötajate ja nende perekonnaliikmete arvel) kuni 60 000 inimese võrra. Voolavusest tingituna on Virumaa mõne aasta jooksul läbisõitjate hulk palju suurem. Tööle hakkab võimas migratsioonipump.

Suure hulga tööjõu sissetoomine teistest vabariikidest põhjustab 1) olulisi negatiivseid muutusi kohaliku elanikkonna ellu- ja töösse suhtumises, 2) konkurentsisuhteid tarbimissfääris põhielanike ja sisserännanute vahel, 3) rahvussuhete teravnemist. Siinjuures saab rääkida sotsiaal-poliitilisest, demograafilisest kahjulikkusest nii Rakvere rajoonile, vabariigile kui ka võima-

likest negatiivsetest tagajärgedest kogu NSVL-s toimuvale uutmisprotsessile.

Rakvere rajoonile tähendab liikuv tööjõud madalat tööviljakust, sotsiaalsfääri, tervishoiuseisundi jne. halvenemist, puhkealade ülekoormamist, kasvavat kuritegevust jm., vabariigile aga seda, et ta soodustab oluliselt edasirännet teistesse rajoonidesse.

Elanike tervise halvenemist võimaldab prognoosida kaevandamisega seotud keskkonna saastuse suurenemine, rasked töötingimused allmaakaevanduses ja rikastuskompleksis, järsud muutused tootmisstruktuuris ja olmes.

Fosforiidi kaevandamise alustamisel hakkab vähenema Rakvere piirkonna looduslik ja sotsiaalne tausttootmispotentsiaal, ta ei suuda enam talitleda looduslik-ökoloogilise ja sotsiaal-kultuurilise barjäärina Kirde-Eestile omaste negatiivsete nähtuste levikule.

Tähtsaim on siiski rahvastiku rahvusliku koosseisu muutus. Kuna lahkuvad põhiliselt eestlased, siis muutub Rakvere rajooni rahvuslik koosseis valdavalt NSVL teistest piirkondadest sisse-rännanud rahvuste, mitte-eestlaste kasuks. Mehhaanilise iibe tulemusena saabub rajooni ennekõike noor (mobiilsem) elanikkond, kes loob arvukalt uusi perekondi, mille tulemusena sisserännanud rahvustest sündinute arv suureneb. See viib rahvusliku disproportsioonini kohalike elanike kahjuks mitte ainult antud regioonis, vaid kogu vabariigis, kus kohalikku elanikkonda ähvardav oht jääda vähemusrahvuseks oma põlisel territooriumil suureneb. Kaevandamine (seoses sisserändega väljastpoolt ENSV-d) süvendab kriitilist olukorda vabariigi rahvuste vahelistes suhetes.

1988.a. novembris, vastates India-visiidi ajal ajakirjanike küsimustele, ütles M. Gorbatsšov keskuse ja vabariigi vaheliste suhete kohta: "Neis suhetes on palju niisugust, mis teeb meie Eesti seltsimehi rahutuks. Siiski tuleb minu arvates nõustuda, et tootlike jõudude paigutamisel on olnud vigu ning see on toonud kaasa selle, et tekkinud on teatavad migratsiooniprotsessid, mis on esile kutsunud kohalike põliselanike murelikkust".¹⁾

Nii Rakvere rajoonis kui ka Eestis terviklikult läbiviidud küsitlused kinnitasid vabariigi põhielanikkonna enamuse kindlalt eitavat suhtumist Rakvere maardla evitamisesse (vt. lisa 3).

Arvestades ENSV-s läbiviidud ühiskondliku arvamise küsitlusi, võib oletada, et seoses eesti rahva üleüldise negatiivse hoiakuga antud küsimuses, algaksid fosforiidikaevandamisega vabariigis laiahaardelised protestidemonstratsioonid ning miitingud. Siinjuures tuleb märkida, et aktiivne perestroika-liikumine Eestis algas fosforiidivastase kampaaniaga. Kaevandamise alustamine tähendaks selle protsessi halvamist kui mitte lõppu ENSV-s. See mõjutaks perestroika kulgu ka kogu NSVL-s seoses rahvustevaheliste suhete järjekordse arenemisega plahvatusohtlikku situatsiooni ühes rahvusvabariigis.

Fosforiidiprobleemi analüüs tõestas vajadust põhjalikult ümber korraldada vabariigi suhted üleliiduliste instantsidega suveräänsuse ja isemajandamise põhimõtetel, kaitsta vabariiki

1)

"Rahva Hääli", 20. novembril 1988.a.

üleliiduliste ametkondade surve eest. Kaasaegse rahvusvahelise õiguse üldtunnustatud printsiipidest rahvaste võrdõiguslikkusest ja enesemääramise õigusest järeldub otseselt ka inimõiguste-alases rahvusvahelises paktis fikseeritud nõue: "Endale seatud eesmärkide nimel võivad kõik rahvad vabalt käsutada oma loodusvarasid ja ressursse".

Fosforiidiküsimus on omandanud tugeva põhimõttelise, poliitilise värvingu ja selle lahendamisest sõltub oluliselt mitte ainult EKP, ENSV Ülemnõukogu ja ENSV Ministrite Nõukogu, vaid kogu sotsialistliku ühiskonnakorralduse autoriteet.

JÄRELDUSED

1. Rakvere fosforiidimaardlat pindalaga üle 1000 km² iseloomustavad keerukad geoloogilised ja hüdrogeoloogilised tingimused - fosforiidikihi pealmaatootmiseks sobimatu sügavus ja suur, kuid muutlik paksus ning ebahütlane koostis, fosforiidi kihindi ja selle ümbriskivimite ebapiisav püsivus, põlevkivi kui kaasmaavara olemasolu, tektooniliste rikete, karsti ja muude anomaalsete vööndite laialdane levik, mitmete hüdrauliliselt seotud veeladestute olemasolu. Maardla paikneb Pandivere kõrgustikul samanimelisel vabariiklikul veekaitsealal, mida iseloomustab kõrge sademetevete infiltratsioon ja põhjavete nõrk kaitsus. Siin moodustub suur osa Põhja-Eesti mageveevarudest - laialdase piirkonna veevarustuse alusest - ja üle 15% Eesti jõgede äravoolust. Maardla territooriumi iseloomustab kõrge saagikusega põllumajandus, seda asustab põhiliselt põllumajanduslik - loodusliku orientatsiooniga põhirahvusest elanikkond. Sellise maardla evitamine ei oma analooge NSV Liidu ja maailma praktikas.

2. Rakvere fosforiidimaardla kui tervik, samuti Kabala ümbringuväli pole uurituse tasemelt ette valmistatud varude kinnitamiseks NSV Liidu Riiklikus Varude Komisjonis, ammugi mitte määrtööstusettevõtte projekteerimiseks. Geoloogiline andmestik kivimite füüsikalise-mehaaniliste omaduste, magneesiumirikaste fosforiidide leviku, rikkevööndite paigutuse, hüdrogeoloogiliste karakteristikute, veetaseme languse ja selle mõju jne. osas on ebapiisav ja väheusaldatav. NSV Liidu Mineraalväetiste Tootmise Ministeeriumi uurimis- ja projekteerimisinstituutide poolt esitatud kaevandamise tehnoloogilised lahendused on suurel määral hüpoteetilised ja praktikas kontrollimata, toovad endaga

kaasa põhjendamatu mäendusliku riski, tõsiseid negatiivseid öko-
loogilisi ja sotsiaal-majanduslikke tagajärgi. Puudub magneesium-
mirikaste ja ebalaest pärineva glaukoniitliivaga rikastunud
maakide rikastamise efektiivne tehnoloogia. Tootmine pole komp-
leksne (põlevkivi jääb kaevandamata), fosforiidi osas planeeri-
tud kohe gigantvariandis (12 milj. t maaki aastas).

3. Olemasolevate uurimistulemuste ja projektmaterjalide
analüüs võimaldab kaevanduse rajamisel prognoosida järgmisi muu-
tusi looduskeskkonnas:

a) põhjaveetaseme katastroofiline alanemine ja depressioo-
nilehtri moodustumine, mille tulemusena läheb 500 km²-l terri-
tooriumil rivist välja silur-ordoviitsiumi veeladestusel põhi-
nev kohalik veevarustussüsteem, kuiveneb ordoviitsiumi-kambriumi
veeladest, millega häirub suuremate tarbijate veevarustus
50 km raadiuses (sealhulgas Rakveres ja Kiviõlis) ja väheneb
kambrium-vendi veeladest tootumus, millega süveneb juba tekki-
nud joogiveevarustuse kriis kogu Põhja-Eestis;

b) allikatoite ja vooluhulga järsk vähenemine jõgedes, esi-
algu eriti Kunda, Pada ja Selja jõgedes, nende kalamajandusliku
tähtsuse minetamine, eriti tingimustes, kus puuduvad lahendused
veevaeguse kompenseerimiseks;

c) põhja- ja pinnavete laiaulatuslik saastumine, sest pole
ette nähtud kaeveõõnte täitmiseks kasutatavate rikastusheitmete
vabastamist reoainetest, kaevandusvete ning rikastuskompleksi
liig- ja avariivete nõuetekohast puhastamist;

d) Soome lahe täiendav saastumine, eelkõige vetikate aren-
gut soodustavate fosforühenditega tingimustes, kus kriisiseisun-
di vältimiseks on rahvusvahelise kokkuleppega nähtud ette vähen-
dada fosfori väljaheidet merre;

e) atmosfääri täiendav saastumine gaasiliste heitmetega

(SO_2 , NO_x) ja organismide seedekulglas lahustuva fluori sisaldava tolmuga, potentsiaalse ohuga mahukate tahkjäätmete hoidlate tekkimine;

f) maapinna ja fosforiidipealiskihindite deformeerumine, vee-režiimi muutumine pinnases, senise kõrgväärtusliku põllumajandusmaa ja loodusliku maastiku asendamine elukeskkonnaks taastamatu varingutega ja saastunud jäätmerikka tööstusmaastikuga, põlevkivi hilisema kaevandamise ebareaalseks muutmine.

Võimalikud alternatiivsed kaevandamisvariandid pole tagatud ressurrsidega (tsement, põlevkivituhk) ega võimalda vältida põhjaveetaseme alanemist, põhja- ja pinnavee ning õhu saastumist, piirkonna vesivarustuse häirimist ega teisi kaevandamisele kaasnevaid häireid.

Fosforiidi kaevandamise edaspidise laiendamise sünergeetiline mõju pole täiel määral hoomatav, kuid igal juhul katastroofiline kogu maardla piirkonna elukeskkonnale.

4. Kapitaalmahutused kaevanduskompleksi loomiseks, eriti keskkonnakaitseliste abinõude, infrastruktuuri ja ehitusbaasi osas on projektmaterjalides hinnatud oluliselt vähematena tegelikult vajalikest. Eesti projektorganisatsioonide andmetel summaarsed kapitaalmahutused moodustavad 2,1 miljardit rbl., sealhulgas ehitusmontaažtöödeks 1,6...1,7 miljardit rbl. (vastavalt 0,8 ja 0,6 miljardi asemel Gosgorhimprojekti poolt määratutena). Arvestatult 1 t P_2O_5 kohta ületavad kapitaalmahutused Kabala kaevanduse loomiseks ligikaudu 2 korda kapitaalmahutusi, mis on vajalikud NSVL Riikliku Plaanikomitee töökomisjoni hinnangu alusel apatiidikontsentratsiooni kadude vähendamiseks tsüklis kaevandamine - lõppsaaduse kasutamine (need kaod moodustavad 38-50% aastas kustutatud apatiidi varudest). Selliste kapitaalmahutuste evitamine nõuaks uute suurte ehitusvõimsuste loomist, pidurdaks toot-

mise ja sotsiaalsfääri arengut kogu Eestis ja on praktiliselt võimatu.

Projektmaterjalides on alla hinnatud ka toodetava fosforiidikontsentraadi omahind - 126 rbl. 222 rbl. asemel ENSV TA Majandusinstituudi poolt määratuna ($1\frac{1}{2}P_2O_5$ kohta). See ületab mitmekordselt praeguseid fosfaattoorme hindasid NSVL-s (apatiidikontsentraadis 57 rbl., keemiliseks töötlemiseks kasutatavas Karatau fosforiidis 60 rbl., fosforiidijahus 116 rbl.) ja maailmaturul (keskmiselt 100 \$). Seejuures maailmaturul realiseeritav fosforiit sisaldab vähemalt 31-32 % P_2O_5 , Rakvere fosforiidikontsentraat oletatavalt 28 %. Isemajandamise tingimustes sellise suure kahjumiga töötav ettevõtte eksisteerida ei saa.

5. Täiesti lahendamata on toodetava fosforiidikontsentraadi efektiivne kasutamine. Käesolevaks ajaks on olemas tööstuslik tehnoloogia Balti basseini fosforiidikontsentraadist vaid topeltsuperfosfaadi valmistamiseks, lagundades kontsentraati apatiidist toodetud fosforhappega. Selleks kasutatakse ära ligikaudu pool praegu Kingissepas ja Maardus toodetavast fosforiidikontsentraadist (ca 600 tuh. t kontsentraati e. 170 tuh. t P_2O_5). Ülejäänud osa kontsentraadist realiseeritakse otseselt põllumajandusele fosforiidijahuna, mis tingituna Balti fosforiitide fosfaatmineraali koostise ja struktuuri omapärast on tühise agrokeemilise efektiga (maksimaalselt 5-10% keemilisel töötlemisel saadud fosforväetise efektist).

Topeltsuperfosfaadi tootmise suurt laiendamist ei peeta majanduslikul ja agrokeemilistel kaalutlustel otstarbekaks. Järelikult Rakvere fosforiidikontsentraat läheks ikkagi kasutusele fosforiidijahuna ning seda ilma tulemita, sest kahjum ta kasutamisest on ligikaudu sama suur kui kulutused ta tootmiseks.

6. Fosforiidikaevanduse loomine halvendab niivõrd elutingi-

musi maardla piirkonnas, et see toob endaga kaasa kohaliku elanikkonna suure osa lahkumise kodukohast ning vajaduse tööjõu massiliseks migratsiooniks (vähemalt 20 tuhande inimese ulatuses) Eestisse maa teistest rajoonidest spetsiaalselt organiseeritud värbamise teel. See komplitseerib niigi keerukat sotsiaal-poliitilist olukorda Kirde-Eestis ja teravdab rahvustevahelisi suhteid. Juba praegu on fosforiidimaardla võimalik evitamine tekitanud rahvahulkades laialdast negatiivset reaktsiooni, kaevanduse rajamine rahva arvamusi eirates viiks ohtu kogu uuenduslikumise.

7. Ülesanne Rakvere fosforiidimaardla evitamisest on püstitatud lähtudes kitsast ametkondlikust seisukohast saavutada väetiselementide teatud toodangutase, ilma et oleks komplekselt läbi töötatud mineraalväetiste tootmise ja kasutamise majanduslikult efektiivne ja ökoloogiliselt ohutu strateegia. Praegustes tingimustes, seoses ettevõtete ja majandite üleminekuga isemajandamisele, riikliku dotatsiooni likvideerimisega väetiste ja põllumajandustehnika ostuks, vajadusega vähendada keskkonna põllumajanduslikku saastumist ja parandada toiduainete kvaliteeti jne., on vaja kriitiliselt läbi vaadata senised seisukohad, töötada läbi alternatiivsed variandid ja vastavalt korrigeerida mineraalväetiste tootmise ülesandeid. Seejuures peab kehtima vabariikide suveräänsus oma loodusvarade kasutamise üle otsustamisel.

Kokkuvõtteks - ökoloogiliselt ohutu ja majanduslikult efektiivne võimalus Rakvere fosforiidimaardla evitamiseks puudub.

KASUTATUD MATERJALID

1. Аасамяэ Э., Вейдерма М. Оценка эстонских фосфоритных концентратов как сырья для кислотной переработки. Изв. АН ЭССР. Химия. 1983, № 4, с. 242-245.
2. Временные методические указания по применению противофильтрационных завес на угольных разрезах. УкрНИИпроект, ВНИИОСуголь, Пермь, 1984, 122 с.
3. Геология и полезные ископаемые Раквереского фосфоритноносного района. Таллин, 1987, 211 с.
4. Г.А. Голованов и др. Бессточная технология обогащения фосфоритного сырья. М., Химия, 1984.
5. Загураев В.Г., Хазанович К.К., Шувалова Н.К. Предварительная классификация геолого-промышленных типов ракушечных руд Прибалтики. НИИТЭХИМ. Сер. Горнохим. пром-сть, вып. 2, 1982, с. 1-3.
6. Исследование горно-геологических условий добычи горючего сланца-кукерсита Западной части Эстонского месторождения. ^{отчет} ~~НИИ~~ ЭФИГД им. А.А. Скочинского по этапу 0160249000, № ГР 0184 0075048, Инв. № 02860091721, руков. работы Э.Я. Рейнсалу, Кохтла-Ярве, 1985, 52 стр.
7. Исследование материалов закладки фосфоритных шахт по выщелачиванию вредных компонентов в подземные воды, руков. В. Каризе, Институт геологии АН ЭССР, Таллинн, 1988.
8. Исходные данные для разработки ТЭО целесообразности строительства подземного рудника на месторождении Кабала Раквереской фосфоритноносной площади / ГИГХС. - Люберцы, 1986, 46 с.
9. Обоснование возможности и целесообразности совместной отработки сланца и фосфорита на участке Кабала Раквереского месторождения фосфоритов, Матюхов И.П. / Типрошахт, - Ле-

нинград, 1987.

10. Отчет по прогнозу изменений гидрогеологических условий фосфоритового месторождения Кабала Эстонской ССР. Плотников В.С. Опытнo-методическая партия Московского геолого-гидрологической экспедиции. М., 1988.
11. Проблемы развития и рационального использования ресурсов Прибалтийского фосфоритоносного бассейна. Тр. ГИГХС, вып. 63, М., 1985.
12. Роль антропогенного фактора в формировании химического состава подземных вод Северо-Восточной Эстонии, руков. В.Каризе. Институт геологии АН ЭССР, Таллинн, 1985.
13. Техничo-экономический доклад (ТЭД) о народнохозяйственной и региональной эффективности добычи и переработки Эстонских фосфоритов (на основании материалов Госгорхимпроекта). ГПИ Эстпромпроект. Таллин, 1988, 48 стр. + приложения.
14. ТЭД о целесообразности проведения детальной разведки участка Кабала-Западный Раквереского месторождения с временными кондициями. ГИГХС. Москва, 1984.

Приложение 2 к ТЭД о целесообразности проведения детальной разведки участка Кабала-Западный Раквереского месторождения с временными кондициями (выполнено Госгорхимпроектом в соответствии с протоколом совещания у заместителя Министра по производству минеральных удобрений № 171 от 20.12.84 г.
15. Шувалова Н.К. Исходные данные для разработки проекта постоянных кондиций на фосфоритную руду месторождения Кабала. ГИГХС, 1987, Кингиссепп, 98 с.

27.10.88

1-23/846

105318 Москва

ул. Щербаковская, 3

Институт "Госгорхимпроект"

Директору В.В. Гуляеву

В соответствии с постановлениями Совета Министров СССР № 1284 от 14 ноября 1987 г. и ГКНТ № 244 от 20 июля 1988 г. кафедре санитарной техники Таллинского политехнического института поручено выполнение задания по прогнозированию качества образующихся в горно-обогатительном комплексе рудника Кабала сточных вод и определению возможностей их очистки. В связи с этим прошу дополнительно к ТЭД-у на детальную разведку участка Кабала-Западный Раквереского месторождения с временными кондициями (М., 1984) выдать Таллинскому политехническому институту следующие данные:

1. Общая схема обогащения фосфоритовой руды и схема водопроводно-канализационного хозяйства, включая складирование хвостов;
2. Количественные и ориентировочные качественные показатели образующихся производственных стоков по отдельным технологическим процессам;
3. Состав и проектные данные очистных сооружений по обработке производственных стоков. Количество образующихся осадков и предполагаемый метод их обезвреживания;
4. Схема флотореагентного хозяйства. Методы приготовления рабочих растворов, состав и количество образующихся при этом сточных вод и осадка;
5. Состав дождевых стоков, требующих предварительную очистку;
6. Требования и условия выпуска очищенных сточных вод в водоемы.

Для получения этих данных в Ваш институт 14 ноября с.г. командированы сотрудники Таллинского политехнического института тов. Я.Я. Кару и А.Г. Виссу.

Вице-президент,
председатель комплексной научно-технической
программы по фосфоритам СССР

М. Вейдерма

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПРОЕКТНЫЙ
ИНСТИТУТ ГОРНОЙ ХИМИИ
ГОСГОРХИМПРОЕКТ

105318 г. Москва, Щербаковская, д.3

Виде-президенту
академии наук
Эстонской ССР

т.Вайдерма М.

200106 Таллин, Кохту, 6

10.11.88 1-42/3610

На № 1-23/876 от 27.10.88г.

Кр. м-л Д. Калвэ и В. Раме

Геохимия

М. Калвэ

17.11.88

Госгорхимпроект не может удовлетворить Вашу просьбу по выдаче интересующих Вас данных о количестве и качестве сточных вод горно-обогатительного комплекса рудника Кабала в связи с тем, что:

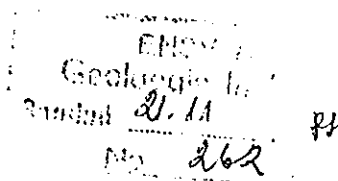
В результате созданного общественного мнения в Эстонской ССР по вопросу организации разработки фосфоритных месторождений на территории республики в настоящее время прекращены геолого-разведочные работы на участке Кабала-Западный Ракверекского месторождения и разработка ТЭО с проектом постоянных кондиций.

В ТЭО с проектом временных кондиций, разработанных Госгорхимпроект ранее, интересующие Вас вопросы детально не рассматривались.

Главный инженер

В.А.Родионов

Кустов 3693611



15 11 88
892

Зак. № 419-8800

TRÜ poolt 1989.a. jaanuaris-veebruaries Eestis läbiviidud
küsitluste tulemused (% küsitletute arvust)

Küsimus

"Kui lähematel aastakümnetel siiski fosforiiti kaevandama hakataks, kas see tooks muutusi Teie ellu?"

Vastanute rahvus	Küsit- letute arv	Vastuste esinemissagedus				
		Minu, meie pere elus ei muutuks midagi	Üht-teist võib-olla muutuks	See tooks olulisi muutusi	Kogu elu muutuks teiseks	Ei tea, ei oska öelda
eestlased	1552	25	37	16	10	12
mitte eestlased	1010	32	33	10	5	20
keskmine	2562	28	36	14	8	15

Küsimus:

"Milliseid muutusi võiks fosforiidi kaevandamine Teie ellu tuua?"

Vastused	Vastuste sagedus rahvuste kaupa		
	Eestlased	Mitte-eestlased	Keskmine
Töökoha vahetus:			
meie pere	7	5	6
sugulased, tuttavad	22	4	15
Elukoha vahetus:			
meie pere	9	9	9
sugulased, tuttavad	25	8	18
Elutingimuste halvenemine:			
meie pere	30	27	29
sugulased, tuttavad	44	17	34
Keskkonna seisundi halvenemine:			
meie pere	51	56	53
sugulased, tuttavad	54	37	47
Muutuvad eluperspektiivid ja see- tõttu loobutakse maja ehitami- sest, loomapidamisest jms.			
meie pere	13	8	11
sugulased, tuttavad	28	8	20

Küsimus:

"Kui kaevandamine ametkondade survele lähemal aastakümnel siiski algab, mis siis Teie arvates Eestis toimub"

Vastused	Vastuste sagedus rahvuste kaupa Rakvere rajoonis ja kogu Eestis					
	Eestlased		Mitte-eestlased		Keskmiselt	
	Rakv. raj.	Kogu Eesti	Rakv. raj.	Kogu Eesti	Rakv. raj.	Kogu Eesti
Rahvas kaotab usu perestroikas						
kindlasti	81	76	55	35	72	60
võib-olla ka	16	19	24	33	19	24
Suur osa inimesi lahkub Rakvere ra- joonist						
kindlasti	54	49	22	23	43	39
võib-olla ka	36	41	53	35	41	39
Hakatakse korralda- ma demonstratsioone ja pikette						
kindlasti	56	54	33	29	48	44
võib-olla ka	36	36	40	43	38	39
Hakkavad toimuma streigid						
kindlasti	30	26	22	15	27	22
võib-olla ka	48	50	35	41	44	47
Süvenevad konfliktid eestlaste ja mitte- eestlaste vahel						
kindlasti	58	55	20	25	45	43
võib-olla ka	34	32	45	39	38	35
Järsult halveneb keskkonna seisund						
kindlasti	98	95	84	74	93	87
võib-olla ka	2	4	8	17	4	9