

Tabel 3. Raudkvartsiidi olulisemate mikroelementide sisaldus, g/t

Anomaalia nimi ja analüüside arv	Geokee- milised para- meetrid	Elemendid								
		Ti	V	Ni	Co	Cr	Cu	Zn	Pb	U
Lääne N=27	X _{kesk} S	1500	23	21 13	32 16	17 50	180 170	210 79	8,5 9	1,8 1
Ida N=40	X _{kesk} S	3600	105	75 29	40 12	270 121	28 26	110 32	9,8 9,7	1,9 1
Kirde	X _{kesk} S	3000	63	32 23	16 11	410 328	31 22	150 52	8,9 13	1,8 1,1
Mk k*		4500	90	58	18	83	47	83	16	2,5

*Maakoore keskmine

- Differt, E., 1936. Magnetiit (Magnetraua maak). Eesti süvamaardlad 2. Tallinn, 12 lk.
- Erisalu, E., Arvisto, E., Norman, A., Dantšenko, V., Koppelmaa, H., Niin, M., Kivisilla, J., 1969. Aruanne aluskorra uuringust Jõhvi magnetanomaalia alal ja selle ümbruses (vene keeles). Tallinn, EGF 3032
- Luha, A., 1946. Eesti NSV maavarad. Rakendusgeoloogiline kokkuvõtlik ülevaade, RK "Teaduslik Kirjandus". Tartu, 178 lk.
- Gromov, O., 1988. Aruanne pindalalisest gravimeetrilisest kaardistamisest mõõtkavas 1 : 50 000 Kirde-Eestis, kaardilehtedel 0-35-31-B; 32-A,B,G; 19-G; 20-V,G ja 21-V aastatel 1986-1988 (vene keeles). Tallinn, EGF 4309.
- Linari, A., 1940. Aruanne süvapuurimistest Jõhvi lähedal. Tallinna Tehnikaülikooli Toimetused, N 15, 27 lk.
- Petersell, V., Talpas, A. ja Põldvere, A., 1985. Aruanne rauamaakide formatsioonide uurimisest Eesti Eel-Kambriumis (vene keeles). Tallinn, EGF 4159.
- Öpik, A., 1935. Ein mögliche geologische Deutung der magnetischen Anomalien Estlands. C.R. de la Commission Geodesique Baltique reunie a Tallinn et Tartu 20-30. aout 1935. p. 287-288.

EESTI – "TEHISNAFTA" JA GAASIRIKAS RIIK

V. Kattai

OÜ Inseneribüroo Steiger

Põlevmaavarad, eriti nafta ja maagaas, mängivad majanduselus väga olulist rolli ja nendeta on kaasaegset industriaalühiskonda võimatu ette kujutada. Need on asendamatud nii energiaallikana kui keemiatööstuse toorainena.

Baltimaades pandi nafta tundemärke kõige varem tähele just Eestis, sest siin ei lasu naftat kandvad kihidid kuigi sügaval. Naftalaadset vedelikku saadi esmakordselt 1905. a Hiiumaal Vaemla mõisas kaevu puurimisel ligikaudu 18 m sügavuselt. Tõeline naftapalavik saabus Eestisse 1920-ndate aastate alguses, kui ainuüksi 1922. a 6 kuu jooksul esitati 66 taotlust nafta uurimis- ja ammutamisõiguse saamiseks. Hiljem on Lääne-Eestis ja saartel Kesk- ja Ülem-Ordoviitsiumi ning Alam-Siluri karbonaat-kivimites avastatud rohkesti oksüdeerunud nafta ja eriti loodusliku bituumeni ilminguid. Üldiselt võib Eestis leida ka suuremaid naftailminguid Liivi lahes, Irbe väinas ja Sõrve läänerannikul, kuhu võivad ulatuda nii Balti naftabasseini Kambriumi

Deimena (Ruhnu) kihistu liivakivi-naftakiht, kui ka Ülem-Ordoviitsiumi (Pirgu-Porkuni) naftat sisaldavad rifivööndid, mis on teada Gotlandi saarel.

Maagaasi ilminguid teatakse Eestis juba ammu ajast. Kõige tugevam on olnud gaasipurse, mis leidis aset Keri saarel 1902. a puuritud puurkaevust. Aastatel 1907–1912 valgustati selle gaasiga Keri saare tuletorni, mis oli üldse esimene maagaasil töötav tuletorn maailmas. Prangli saarel tehti aastatel 1946–1947 ja 1956–1961 sihipäraseid gaasigeoloogilisi uuringuid. Kahes gaasilasundis sügavustel 78–123 m hinnati kokku 17 mln m³ põlevat gaasi (metaani), mis suuruselt ei anna välja ka väikest gaasimaardlat (1–10 mld m³). Ka paljudes teistes kohtades rannikul ja mandril on olnud gaasipurskeid ja gaasi väljavoolusid puuraukudest, meres on jälgitud gaasigrifoone. Kõikide teadaolevate gaasilasunditega ei saa arvestada kui võimalike gaasimaardlatega. Seega meil Eestis ei saa loota oma loodusliku nafta või maagaasi maardlale.

Olemasolevatel andmetel maailma naftavarudest kättesaadavat nafta kogust hinnatakse 140–170 mld t. Sellest piisaks praeguse tarbimise juures (üle 4 mld t aastas) vähem kui 40 aastaks. Maagaasi jätkub enam kui kaks korda pikemaks ajaks. Kuid naftasaaduste tarbimine kasvab üha kiiremini, arvestades niisuguste suurriikide nagu Hiina ja India kiire majandusarenguga. Samas on uuringutega saadav naftavaru juurdekasv aeglasem. Naftat pumbatakse ka järjest sügavamalt ja kaugematest piirkondadest, ning see teeb nafta hinna veel kallimaks. Seega tuleb tulevikus vedelkütuse tootmiseks kasutusele võtta üha rohkem alternatiivseid allikaid. Ühe niisuguse mittetraditsioonilise süsivesinike allika all vaadeldakse põlevkivi. Maailma põlevkivi ressursi on nn naftaekvivalendis ehk põlevkiviõlis maapõues hinnatud väga erinevalt – 530 kuni 1225 mld t. Seega „tehisnafta” ressurs ületab mitmeid kordi loodusliku naftaressursi koguse.

Põlevkivis ei ole küll valmis naftalaadset ainet nagu looduslikus bituumenis. Põlevkivi orgaanilise aine (OA) koostises on ülekaalus orgaanilistes lahustites lahustumatu aine – kerokeen. Vaid termilisel mõjul utmisel ja OA lagunemisel tekivad põlevkiviõli aurud, mis vedeldatakse jahutamise teel nn toorõliks, mis on olnud toormeks peamistele põlevkivitööstuse toodetele (kütte- ja määrdeõli, diisliõli, petrooleum, bensiin, parafiin, meditsiinilised preparaadid jt keemiatooted).

Erinevate maardlate põlevkiviõlid on oma koostise poolest erinevad. Parafiinitüüpi põlevkiviõlid on koostiselt ligilähedased parafiinnaftadele ja neid saab kasutada kvaliteetsete mootorikütuste tootmiseks. Kukersiidist saadav põlevkiviõli on spetsifilise koostisega, millele ei ole leitud seni analooge teiste põlevkivide seas. See õli sisaldab palju hapnikuühendid ja ta omapäraks on väga spetsiifiliste fenoolide – alküülresortsiinide kõrge sisaldus. Sellisest õlist ei ole võimalik ilma täiendava töötlemiseta saada kõrgemargilist mootorikütust.

Eesti on oma energeetilise sõltumatuse 1918. aastast saavutanud tänu Eesti maardla kukersiit-põlevkivile. Käesoleval ajal on põlevkivi osatähtsus riigi kütusebilansis 60–65%, elektrienergia tootmises moodustab põlevkivi 90–95%.

Eesti maardlas on 90-aastase ekspuaterimise jooksul kaevandatud üle 1 mld t põlevkivi, millest kasutati termiliseks töötlemiseks 180 mln t ja millest on saadud ligi 25 mln t põlevkivi toorõli. Kõige enam on saadud põlevkiviõli Kohtla-Järve (69%) ja Kiviõli (24%) tehases, palju vähem Narva õlitehases Eesti SEJ juures (6%), Sillamäel ja Kohtla-Nõmmel (alla 1%). Põlevkiviõli kogutoodang utteseadmete järgi jaguneb järgmiselt: gaasigeneraatorites (GGJ, KIVITER protsess) 67,6%; tunnelahjudes (TA) 14,4%; kamberahjudes (KA) 10,8%; tahke soojuskandjaga seadmetes (TSK, GALOTER protsess) 7,2%.

Põlevkivi termilisel töötlemisel tunnelahjudes aastatel 1929–1975 saadi ka madalamargilist bensiini, mis moodustas vedelproduktist 10–15%. 1931. a ehitati Kohtla-Järve bensiinivabrik, mis töötles generaatorite toorõli bensiiniks (oktaanarv 68) ja diisliõliks. Aastaks 1939 tõusis bensiini aastatoodang 20...22 tuh t. Kokku on Eestis põlevkivist toodetud ligi 450 tuh t bensiini. Alates 1927. a eksporditi põlevkiviõlisaadusi (kütteõli, bensiini, bituumenit jt) paljudesse välisriikidesse (Soome, Rootsi, Norra, Saksamaa, Leedu jt). Kõikides utteagregaatides saadi kõrvalproduktina ka gaasi. Kuid see gaas oli kas siis madala kütteväärtusega (generaatorgaas – 800–1000 kcal/m³) või tunnelahjudes saadi seda väga vähe ja kasutati põhiliselt utmisprotsessis.

Pärast sõda tekkis NL-s suur vajadus majapidamisgaasi järele. 1949. a ehitati Kohtla-Järve põlevkivi gaasistamiseks kamberahjud, mille peamiseks saaduseks oli gaas kütteväärtusega 3500–4000 kcal/m³. Gaasiga varustati alates 1949. a Leningradi ja 1952. a ka Tallinna. Majandusgaasi tootmisest sai põlevkivi töötlemise iseseisev tööstusharu. Kamberahjugaasi kogutoodang oli 14154 mln m³, millest kaubagaas moodustas 90–95%. Kamberahjud likvideeriti 1987. a, kui NL-s evitati uued suured gaasimaardlad ja gaasi tootmine põlevkivist muutus majanduslikult ebaotstarbekaks.

Käesoleval ajal on kasutuses GGJ ja TSK seadmed. TSK protsessi loetakse efektiivsemaks ja keskkonnasõbralikumaks.

Tabel 1. Põlevkiviõli ja -gaasi saagis ja toodang

	GGJ (1921-2008)	TA (1928-1975)	TSK (1980-2008)	KA (1948-1987)	Kokku
Põlevkivi toorõli toodang, mln t / %	16,9/67,6	3,6 /14,4	1,8/7,2	2,7/10,8	25,0
Õli saagis põlevkivist, %	16–17	20–21	13–14	5	
Kamberahju gaasi toodang, mln m ³				14154	14154
Põlevkivigaasi saagis põlevkivist, m ³ /t	400–500	20	50	350	
Põlevkivigaasi põlemissoojus, kcal/m ³	800–1000	6000–8000	11000–12000	3500–4000	

Viimastel aastatel on põlevkivist toodetud 350–400 tuh t põlevkiviõli aastas, millest 2/3 on eksporditud kütteõlina, põhiliselt laevakütuse lisandina, kuna põlevkiviõli parandab naftamasuudi omadusi – alandab hangumistemperatuuri ja väavli sisaldust. Seoses nafta kõrge hinnaga on Eesti Energia viimastel aastatel teeninud õlitööstusest (Narva TSK tehase) oluliselt rohkem tulu kui elektritööstusest. Samas Eesti impordib täielikult mootorikütuseid: bensiini 340 tuh t, diislikütust 600 tuh t ja kerge kütteõli 95 tuh t aastas.

Arvutused näitavad, et Eesti maardla ressurs naftaekvivalendis on 970 mln t „tehisnaftat”. Põlevkiviõlitööstuse potentsiaal ehk teiste sõnadega maapõuest kättesaadava „tehisnafta” kogus aktiivsest põlevkivivarust on 70 mln t ja majanduslikult passiivsest (energeetika kriteeriumite järgi) varust 130 mln t.

Tänapäevase toodangu mahu juures (350–400 tuh t) „tehisnafta” ressursi piisaks sadadeks aastateks. See võimaldab tulevikus oluliselt laiendada põlevkiviõli toodangut. Arvestades maagaasi hinna pideva tõusuga, oleks otstarbekas laiendada ka põlevkivigaasi tootmist ja kasutamist majapidamisgaasina, seda enam et TSK-des saadav gaas on kõrge põlemissoojusega üle 11000 kcal/m³. Põlevkivi gaasistamisel on

võimalik saada maardla aktiivsest kaevandatavast (kadudeta) põlevkivivarust 560 mln t ligi 170 mld m³ gaasi (arvestades keskmise gaasi saagisega kamberahjudes 300 m³/t).

Tabel 2. "Tehisnafta" ja gaasi ressursid

	Arvel olev põlevkivivaru, mln t	Põlevkiviõli ressurss maa- põues, mln t	Õlitööstuse potentsiaal, mln t	Gaasitööstuse potentsiaal, mld m ³
Kogu maardla varu	4900	970	200	510
Sh reserv energeetikale	600	130		
Aktiivne varu	800	160	70	170
Majanduslikult passiivne	1600	300	130	340
Keskkonnakaitseliselt passiivne	1900	380		

Eesti põlevkiviõli tootvate ettevõtete esindajad väidavad nagu ühest suust, et on tarvis põlevkivi ressursi vääristada, s.t hakata tootma väärtuslikumaid tooteid – kõrgekvaliteedilist kütteõli ja mootorikütust (diisliõli), mis võimaldaks sisseveetavate naftasaaduste kogust oluliselt vähendada. Tehnoloogiliselt pidi see küsimus olema juba lahendatud. AS Eesti Energia kavatseb kõige optimistlikuma variandi järgi tõsta toorõli kogutoodangut uutes planeeritavates TSK seadmetes 2016. aastaks kuni 1,6 mln t-ni. AS Viru Keemia Grupp on alustanud uue TSK tehase ehitamist, et välja vahetada suurte keskkonnamõjudega GGJ. OÜ Kiviõli Keemiatööstus juba katsetab TSK seadme käivitamist.

Tänapäeval, kui nafta ja kütteõli hind on järsku langenud ja oleme järjekordses põlevkivitööstuse mõõnaperioodis, võivad kõik need kavatsused edasi lükkuda.

Eesti põlevkivimaardla on "tehisnafta" kättesaadava koguse poolest võrreldav suure nafta- või gaasimaardlaga. Võrdlus Baltikumi naftamaardlatega: Kaliningradi oblasti suuremate maardlate naftavaru jääb alla 10 mln t, Leedu omad on veel väiksemad, Lätis ja Gotlandi saarel vaid sadu tuhandeid tonne. Seega võib Eestit lugeda nafta- (õigemini „tehisnafta“) ja gaasirikkaks riigiks! Kui vaid võiks naftat ja gaasi pumbata, siis ei oleks rasket põlevkivi kaevandamist ja keerulist termilist töötlemist, ei tekiks suuri jäätmete koguseid, millega ei teata mida teha ning puuduks ohjeldamatu pinna- ja põhjavee reostamine ja õhu saastamine, mille eest saastemaksud üha suurenevad.