


KESKKONNATEHNIKA

vesi • õhk • jäätmed • energia • ehitus • õiguskaitse, seadused
pumbad • torud, liitmikud • küte, ventilatsioon • automaatika

5/11
2,85 EUR



Puhtama
homse
nimel

 **DORANOVA**

www.doranova.ee

Löötsa 6, 11415 Tallinn
Tel: +372 6 101 101, GSM: +372 504 1010
E-post: dorinovabaltic@doranova.com

MAINOR

Doranova Baltic OÜ kuulub Mainor AS kontserni

SAASTUNUD MAA-ALAD
PINNASE JA PÕHJAVEE TERVENDAMINE



VEEVARUSTUS JA PRÜGIMAJANDUS
VEETÖÖTLUS- JA PRÜGILASÜSTEEMID



TAASTUVENERGIA
BIOGAAS JA PÄIKESENERGIA



EESTI DIKTÜONEEMAARGILLIIDIVARUDEST JA NENDE KASUTAMISE VÕIMALUSTEST

ARNO-TOOMAS PIHLAK, PhD

Keemilise ja Bioloogilise Füüsika Instituut

DIKTÜONEEMAARGILLIIDI e diktüoneemakilda kiht O_1pkT (*Thermadoc*) levib kuni 120 km laiuse ribana piki Eesti põhjarannikut Hiiumaast Narvani ning jätkub Leningradi oblastis Laadoga järveni. Diktüoneemaargilliit paljandub klindiasangul ja seda läbivate jõgede orgudes. Kildakiht on kõige õhem – mõnikümmend sentimeetrit – Narvas, kasvab lääne suunas ning on Loode-Eestis Põõsapea neemel umbes seitsme meetri paksune.

Diktüoneemakilda üldvaru on Eestis 62,3–64 miljardit tonni, millest 4,1 miljardit lasub Loode-Eesti kõige perspektiivsemal alal. Kilta katavad vahetult kas Varangu kihistu helehallid kiltsavid või Leetse lademe glaukoniitliivakivi- ja kõrgemal glaukoniitlubjakivikihid. Lamami moodustab kuni 25 cm paksune püriidistunud detriitise liivakivi kiht. Selle all on Kallavere kihistu liivakivid, mille alumises osas leidub rohkesti brahhiopoodide *Obolus* poolmeid. Seda liivakivi kaevandati fosforväetise tootmiseks Maardu keemiatahase jaoks, algul Ülgase ja hiljem Maardu allmaakaevanduses ning lõpuks, alates 1965. aastast algusest kuni 1991. aastani, Maardu karjääris.

Fosforiidimaaki katvatest kivimitest moodustas diktüoneemaargilliit kolmandiku. Oobolusfosforiidi pealmaakaevandamisel heideti see koos muude kattedkivimitega puistangusse. Kuni 6–22 % orgaanilist ainet ja 0,47–11,1 % püriiti sisaldav argilliit oksüdeerus puistangutes õhuhapniku toimel ja isesüttis. Iga miljoni tonni kaevandatud argilliidi kohta tekkis kuni viisteist põlemiskollet aastas.

Argilliidi põlemis- ja leostumissaadused saastasid õhku, pinna- ja põhjavett. Rekultiveeritud puistangutele

istutatud metsa hävis hektarite kaupa ning seepärast keelati Eestis igasugune oobolusfosforiitide pealmaakaevandamine. Ära jäi ka uue pealmaakaevanduse rajamine Toolsesse.

Diktüoneemakilt on suure tuhasuse (78,3–82,8 %) ja väikese kütteväärtusega (keskm 3,56 MJ/kg) kütus, ent sisaldab kohati tavalisest isegi tööstuslikku huvi pakkuval määral Mo, V, U, Re jm elemente. Seetõttu on tegemist väga mitmekülgse ja väärtusliku maavaraga.

Diktüoneemaargilliidi teaduslik uurimine algas 18. sajandi lõpus. Esimene uurija oli Peterburi Teaduste Akadeemia akadeemik Johann Gottlieb Georgi, kes oma uuringute 1791. aastal avaldatud tulemustes hoiatas kilda võimaliku isesüttimise eest [1]. Aastal 1808 uuris argilliidi esimest ametlikult fikseeritud põlengut Suurupi tuletorni lähedases klindialuses rusukaldes Peterburi akadeemik V. M. Severgin [2]. Tallinna lähedal XIX sajandi 20ndatel aastatel juhtunud põlengutele viitab ka paleontoloog H. Pander [3], ent ei täpsusta, millal ja kus need tekkisid. Põlengujälgi leidis ta ka glatsiaalsete rikete juures Peterburi lähistel Pulkovka, Popovka, Koševka ja İzora jõgede orgudes.

1838. aastal uuris G. V. Helmersen krahv Benkendorffi Keila-Joa mõisas esimesena diktüoneemaargilliidi kasutamise võimalusi [4]. Ta leidis, et kütuseks see ei kõlba, ent sellest saab ajada õli või kasutada seda väetisena.

Aastal 1841 vaatles kilda põlemist Väike-Pakri saare kaldavallides E. Eichwald [5]. Ta oli esimene, kes juhtis tähelepanu eheda väävlil kristallide tekkimisele kildatükkidele põlemiskollete juures. Nagu teatas hiljem A. Mickwitz [6], oli 1864. aastal sama

saare kaldavallides argilliidipõlenguid vaadelnud ka akadeemik F. Schmidt, kes ise küll nendest oma töödes ei kirjuta. Mickwitz vaatles ise kildapõlengut Paldiski kaldavallides 1909. aastal. Temperatuur olevat seal tõusnud 238–365 kraadini (kivide vahele torgatud paber süttis). H. Winkleri andmetel kustutas tugev tormilainetus selle põlengu alles sama aasta detsembris [7]. See põleng on senini jäänud viimaseks teadaolevaks diktüoneemakilda isesüttimiseks looduslikes kuhjatistes. Võib jääda mulje, et viimase saja aasta jooksul pole kusagil olnud põlenguid – ei kaldavallides ega klindialustes rusukalletes. Arvan, et neid siiski esines – viimase poole sajandi jooksul oli kogu mereäärne rand NSV Liidu piiritoon, kuhu kedagi ei lastud. Seepärast pole ka teada, kas seal oli argilliidipõlenguid või mitte.

Esimene põleng tehnogeensetes tingimustes toimus Harkus 1917. aastal, kui Tallinna kaitserajatiste ehitamise ajal süttis tunneli läbimisel selle suudmesse kuhjatud argilliidihunnik [7]. Sellega lõppes ka kilda isesüttimise uurimise esimene periood [8], mille kestel piirduti vaatluste ja kirjeldamisega, mingeid katseid ega laboratoorseid uuringuid ei tehtud ning ei mõõdetud isegi temperatuuri.

Ajavahemikus 1917 kuni Teise maailmasõja lõpuni diktüoneemaargilliidi ega ka põlevkivi isesüttimise uurimisega Eestis keegi ei tegele. Ettekujutusi nendest protsessidest püüti mõnikord kasutada seletamaks mõningaid nähtusi, millel isesüttimisega pole mitte midagi ühist. Nii oletas H. Winkler, et Virumaa muudest maakondadest kõrgemad viljasaagid on tingitud sellest, et põlevkivi oksüdeerumisel maapõues erituv soojus soodustab viljade arenemist [7, 9]. B.

Doss ja H. Scupin püüdsid seletada gaasiilminguid Keri saarel ja ka mujal, oletades, et gaas pärineb diktüoneemakildast, mille vesinikusisaldus on peaaegu sama suur kui selle utmisel saadav gaas [10–13]. Diktüoneemaargilliidi termilisel lagundamisel tekiavad naftoidid ja gaas siis, kui temperatuur on kõrgem kui 285 °C [14, 15], sellise temperatuurini pole aga argilliit maapõues kunagi kuumenenud. Eesti gaasiilmingud on pannud teisigi uurijaid pead murdma [16–20].

Kuni Maardus kaevandati fosforiiti maa all, ei olnud diktüoneemaargilliidiga mingit muret, sest seda ei puudutatud. Probleemid tekkisid aga kohe, kui 1965. aastal alustati fosforiidi pealmaakaevandamist ning kilt heideti koos muude fosforiidikihti katvate kivimitega puistangusse, kus ta peagi isesüttis. Puistangutes tekkisid järjest uued põlemiskolded ja Eesti TA Keemia Instituudis alustati isesüttimise uurimist [21]. Neid uuringuid, milles osalesid A. Elenurm, A. Gubergritz, S. Epstein, G. Paalme, J. Anso jt [22, 23], tehti vananenud Erdmanni ja ka Stadnikovi meetoditega, millest kumbki ei võimalda saada inseneriarvutustees ega tööstuspraktikas kasutatavaid tulemusi.

Maardu keemiakombinaadis suhtuti karjääripuistangutes levivatesse kildapõlengutesse täiesti ükskõikselts. Mitme aasta jooksul kokku kuhjatud puistanguväli jäi tasandamata ja meenutas kuumaastikku. Kõikjal tossasid põlemiskolded. Isegi uus lõhkeaineladu ehitati karjääri põleva puistangu pinnale kohas, kus temperatuur oli kõrge.

Olukord muutus järsult, kui 1972. aastal NSV Liidu Varude Komitee kinnitas Toolse maardla fosforiidi- ja lubjakivivarud ning instituut *Gosgorhimprojekt* lõpetas 1974. aastal Toolse kaevanduse rajamise tehnilis-majandusliku põhjenduse. Katte kivimites lasuv diktüoneemaargilliit kavatseti mätta karjääri puistangutesse. Mis sellega oleks kaasnenu, kui kilt ise sütib, võis näha Maardu karjääris. Seetõttu keeldus Eesti NSV Ministrite Nõukogu, tuginedes akadeemik Endel Lippmaa juhitud ekspertkomisjoni seisukohtadele, põhjendust kooskõlastamast ning soovitas läbi töötada allmaakaevandamise variant ja uurida ka argilliidi ärakasutamise võimalusi.

Jõudsin Eestisse 1975. aasta sügisel

pärast 25-aastast tööd Norilski mäe- ja metallurgiakombinaadis, kus töötasin algul vangina Kaierkani söekae- vanduse rajamisel, alates 1956. aastast kombinaadi uurimistöõde tsehhis kaevandusegaasitõrje osakonnas ning pärast Norilski Õhtuinstituudi maa- varade kaevandamise teaduskonna 3. kursuse lõpetamist vaneminsenerina söe rikastamise alal. Pärast instituudi lõpetamist 1966. aastal määrati mind kaevandustulekahjude uurimise ja ennetamise jaoskonna juhatajaks ning kui olin Moskvas 1974. aastal kaitsnud kandidaadiväitekirja *Talnahhi sulfiidsete vase- ja nikli- maakide leiukohtade maakide oksüdeerumise protsesside uuring* kaevandusgaaside ja kaevandustulekahjudega võitlemise osakonna juhatajaks. See kogemustepagas osutus kasulikuks, kui asusin 1975. aasta sügisel tööle Eesti NSV MN Geoloogiavalitsuses.

Toolse maardlast 1976. aasta suvel võetud kildaproovide uurimine prof V.S. Veselovski meetodil näitas, et selle maardla argilliit reageerib õhuhapnikuga kaks kuni viis korda aktiivsemalt kui Maardu oma ning võib juba 65 päevaga ise kuumeneda kriitilise temperatuurini 40–70 °C [24, 25].

ENSV TA Presiidium kiitis 2. nov 1976.a heaks Toolse fosforiidimaardla uurimise ja katsetõõde programmi aastateks 1977–1980 ning moodustas üheksaliikmelise programm nõukogu, mida juhtis akadeemik M. Veidermaa. Programmi raames tehtud uurimistöõ tulemused kaevandamise, kaasmaavarade kasutamise ja mäetõõde keskkonnamõju kohta avaldati mitmes väljaandes [26–28]. Samal ajal uuris Eesti TA Keemiainstituut uraani, vanaadiumi ja molübdeeni tootmise võimalusi kildast (R. Koch, E. Maremäe jt). Laboratooriumis saadi positiivseid tulemusi, ent soovitusi katseseadme projekteerimiseks ja ehitamiseks Maardu karjääri Geoloogia Valitsusele anda ei suudetud, mistõttu töõ finantseerimine lõpetati.

Eesti Geoloogia Valitsus koos NSVL Tsemenditõõstuse Podolski uurimisinstituudiga *НИИ Цемент* ja NSVL TA Haruldaste Elementide Mineraloogia ja Geoloogia Uurimise Instituudiga alustasid uuringuid selgitamiseks kilda ja lubjakivi kooskasutamise võimalusi tsemenditõõrmena. Lenduvaid elemente pidi tsemendi põletamisel püütama põlemisgaasidest, raskmetalle, sh uraani, loodeti

aga kätte saada, lahustades neid sularauas. Selleks lisati põletatavale argilliidi- ja lubjakivisegule vanaraua, mis põletamisel sulas. Raud lahutati pärast klinkri jahvatamist tsemendist magnetseparaatoriga. Katsed sooritati Podolskis Tsemendiinstituudi katsetehases. Argilliidist saadi kõrgekvaliteetset tsementi, katse metallurgiaosaga aga toime ei tulnud, kuigi Podolskis sooritatud uuringutulemuste põhjal saadi autoritunnistus Re^{75} eraldamismõõdusele mineraalset toormest [29]. Tõõ jäi lõpetamata ning ei andnud tookord fosforiidi kaasmaavarade kasutamise programmi diktüoneemakilda osas reaalseid tulemusi.

Fosforiidi pealmaakaevandamisega kaasneva diktüoneemaargilliidi matmisega seotud probleemide uuringud Eestis jätkusid. Alates 1982. aasta sügisest koondusid nad Eesti TA Keemilise ja Bioloogilise Füüsika Instituuti, kus nendega hakkas tegelema käesoleva kirjutise autor. Peale puistangutemperatuuri vaatluste Maardu karjääris tegeldi ka kilda ja muude kivimite aktiivsuse laboratoorse määramisega õhuhapniku suhtes, elementide väljaleostumisega argilliidist ning karjääri-, Maardu järve, Kroodi oja ja põhjavee saastumisega. Uurimistulemused avaldati teadusajakirjades ja konverentsikogumikes nii Eestis kui ka väljaspool [30–34].

Kildauuringuid arendasid ka Moskva ametkonnad. Moskva Riiklik Keemiatõõstuse Mineraaltoorme Instituut (*ГИИХС*) hakkas Maardu karjääri 4. jaoskonnas katsetama dr M. E. Pevzneri soovitatud kaevandamistehnoloogiat [35]. Selle tehnoloogia kohaselt kaevandati lubjakivi ja glaukoniitliiv eraldi ning lubjakivitükkidest moodustati tranšee põhja kaeverinnatise juurde lubjakivist umbes meetrikõõrgune „padi“ (geokeemiline barjäär), millele 5–6-meetrise kihina kuhjatud diktüoneemaargilliit kaeti fosforiidilademe pealt kooritud liiva mitme meetri paksuse kihiga. Oletati, et kui mätta argilliit puistangu põhja, saab seda õhuhapnikust nii hästi isoleerida, et ta oksüdeeruda ei saa ning säilib võimalikuks kasutamiseks orgaanilise aine ja U-, V- ja Mo-toormena. Idee oli hea, ent argilliidi katmiseks kasutatud kore liiv (keskmine poorsus 32,35 % [36]) seda piisavalt ei isoleerinud. Paelahmakatest „padi“ kilda all toimis aga küttekolde restina

ning võimaldas õhul pääseda puistangusse ka altpoolt. Kõigele vaatamata saavutati teatud positiivne tulemus. Uute kollete, milles temperatuur tõusis üle 50 °C, tekkimise keskmine arv aastas ühe miljoni tonni puistangusse maetud kilda kohta vähenes 15-lt 11,2-ni, kuid isesüttimisi tuli ikka ette. Keskmiselt maeti puistangutesse ligi kaks miljonit tonni kilda aastas ning puistanguala suurus oli 10,5 km². 1990. aastaks oli puistangusse kogunenud juba umbes 71,7 mlj tonni argilliiti ja ligi 54 mlj tonni glaukoniitliiva. Selle argilliidi- ja glaukoniitliivahulga oksüdeerimiseks kulub aastas ligi 520 000 t õhuhapnikku, s.o 118,3 tuhande hektari metsa (~5,6 % Eesti metsadest) aastast hapnikutoodangust [37]. Argilliidi oksüdeerumisel tekkiva CO₂ hulk on orienteerivalt 427,9·10³ t aastas [34].

Isepõlemiskoldeid tekib nii mõnekuistes kui ka kuni 15–18 aasta vanustes puistangutes, kõige intensiivsem on isekuumenemine ja põlemine tavaliselt 3–5 aasta vanustes puistangutes. Isekuumenemiskollete kohal oli maapinna temperatuur tavaliselt 40–100 °C piires, kohati aga isegi 300–500 °C, põlemiskolletes endas isegi kuni 800 °C [37]. Tavaliselt on puistangumassi keskmine temperatuur võrdlemisi ühtlane – 19–20 °C, kivimite looduslik temperatuur samades tingimustes aga 5–6 °C. See temperatuurivahe näitab, et õhuhapniku toimel toimub puistangus kõikjal kilda intensiivne eksotermiline lagunemine. Vanades puistangutes võib oksüdeerumine aktiveeruda, kui neisse tekivad vajumislõhed, mille kaudu õhk sisse pääseb. Kõige kõrgem on puistangu temperatuur 3–15 meetri sügavusel, ent mõnikord juhtub kiiret kuumenemist ka pinnal [37].

Oksüdeerimisega on seotud ka mitmesuguste ainete leostumine kildast läbi puistangu nõrguvasse vette ning nende jõudmine nii pinna- kui ka põhjaveekogumitesse. Maardu puistangu ühe ruutkilomeetri kohta leostus ja kanti pinnaveekogudesse keskmiselt 1646,4 t lahustunud mineraalaineid aastas, sellest 72,9 % moodustas ioon SO₄⁻², 12,8 % – Ca⁺², 11,3 % – Mg⁺², 1,1 % – K⁺ + Na⁺ ning ülejäänud mitmesugused mikroelemendid. Leostumine puistangust ei sõltu otseselt puistangut läbinud vee hulgast, vaid kivimite oksüdeerumise intensiivsusest. Maardu puistang

reostab pinna- ja põhjavett veel väga kaua [28, 34].

Kroodi oja kaudu merre juhitud Maardu kaevanduse ja tehase heitvesi kandis Muuga lahte kuni 20,18 mlj m³ väga mitmeti saastunud vett aastas ning merre jõudnud lahustunud mineraalne aastahulk ulatus 38,4·10³ tonnini [28, 33, 34].

Maardu karjääris sooritatud uuringute tulemused näitavad, kui mitmekülgsed ja keerulised probleemid kerkivad seoses fosforiidimaagi pealmaakaevandamise ja väljakaevatud diktüoneemakilda – võimaliku tulevikumaavara – ladestamisega. Tänu suurele tööle ning saadud andmete täpsusele ja adekvaatsusele osutus võimalikuks võita „fosforiidisõda“ – Moskva Väetiste Ministeeriumil ei olnud millegagi ümber lükata Eesti teadlaste põhjendatud vastuväiteid fosforiidi suurkaevandamisele [38]. See on näide sellest, kuidas intensiivseid teadusuuringuid ja nende tulemused võivad mõjutada isegi nii murrangulisi geopoliitilisi sündmusi kui Eesti väljaastumine NSV Liidust.

Omaette peatüki diktüoneemaargilliidi uurimise ja kasutamise ajaloos moodustab kilda kasutamine uraanitoormena Sillamäe metallurgia-kombinaadis. Kohe pärast seda, kui NL väed olid 1944.a septembris Eesti okupeerinud, saadeti Tallinnasse komanderingusse NSV Liidu MN juures oleva 1. eriosakonna ülemgeoloog M. Althausen ülisalajase ülesandega alustada diktüoneemaargilliidi uurimist [39]. Eesmärk oli selgitada võimalusi Eesti diktüoneemakildas sisalduva uraani kasutamiseks. Et kilt sisaldab uraani, oli teada juba 1930ndatel aastatel, kui selle kohta avaldas artikli D. Kurbatov [40]. Geoloogilistest tingimustest lähtuval kaalutustel arvas M. Althausen, et Eesti argilliit on uraanirikkam kui Leningradi oblasti oma. Ka oli argilliidi levikuala Leningradi oblastis liiga tihedalt asustatud ja käidav, et sinna rajada ülisalajast kaevandust ja tehast nii, et nad märkamatuks jääksid. Sõjategevusest laastatud jainimtühjaks jäänud, pealegi veel piiritsooniks kuulutatud Eesti rannikuriba Sillamäe juures Ida-Virumaal, kus uraanivarude oleks nagu küllaldane ning argilliidi uraanisisaldus näis olevat ka piisav töötlemiseks, oli sellise ettevõtte rajamiseks nagu loodud. Mitte

vähem tähtis võis olla ka võimalus asustada see koht riigi- ja parteitruu elanikkonnaga. Samas paiknev põlevkivibassein võimaldas loodavat kombinaati maskeerida mingiks põlevkivi kaevandavaks ja töötlevaks ettevõtteks – oli ju Sillamäel kunagi eksisteerinud väike rootslastele kuulunud põlevkivikaevandus ja utmistehas. Kohapeal oli ka võimalik saada uraani tootmiseks vajalikku soojus- ja elektrienergiat. Suured vangi- ja tööpataljoni-sõdurilaagrid Sillamäel said kõikjal Kirde-Eestis toimuvate taastustööde ja uusehituste rajamise taustal jääda vähemärgatavaks, sest igal pool töötas rohkesti tööpataljonisõdureid ja vange.

Sillamäele pani kombinaadi nr 7 ehitamisele aluse NSVL Ministrite Nõukogu 1946.a 27. juuli määrus, mis nägi ette ulatuslike geoloogiliste uuringute tegemist nii Eestis kui ka Leningradi oblastis ning uute kildaleiukohtade (s.o uraanileiukohtade) kohest ekspluatatsiooniammist. Neis uuringuis osales ka M. Althausen.

Nii Sillamäe kui ka Toolse maardla diktüoneemaargillit kuulusid enamasti küll bilansivälise uraanisisaldustega maakide hulka, kuid uraanivarude poolest (nt Toolse ~ 27 000 t) suurte maardlate kilda. Arvatavasti just viimane asjaolu, ent ka argilliidikihi maapinnalähedus, infrastruktuuri (arenenud raudtee- ja maanteevõrk, sadamad) olemasolu ning suurte tööstus- ja teaduskeskuste lähedus võimaldasid tootmist kiiresti alustada. Olukorras, kus Ameerika Ühendriigid olid 6. ja 9. augustil 1945. aastal Hiroshimas ja Nagasakis edukalt kasutanud tuumapomme ning neile oli vaja kiiresti järele jõuda, ei pööratud tähelepanu väikese uraanisisaldusega maagi töötlemise kulukusele. Eesmärgiks seati rajada Sillamäele kildakaevandus, katsekeemiatehas ja kombinaat nr 7, mis on võimeline töötleva 100 t kilda ööpäevas (s.o 2000–2500 t kuus) ning kõik see 1947.a II kvartalis käiku lasta. Ka Sillamäe utmistehas (ilmselt oli jutt endisest rootslastele kuulunud tehastest) tuli uraani tootmiseks 1947. aastaks ümber ehitada.

Kõiki projekteerimis- ja ehitustöid lubati teha ilma eelarveta. See tähendas, et kõiki kulutusi aktsepteeritakse juba ette – ei mingit koonerdamist! Kuid, nagu seda NSV Liidus ikka juhtus, ei saadud töid tähtajaks valmis.

Kildakaevandus nr 1 ja uraanitehas lasti Sillamäel käiku alles 1948. aasta IV kvartalis, kuigi kavakohaselt pidi selles kvartalis toodetama 1500 kg uraani omahinnaga 12 400 rbl/kg. Tegelikkus osutus aga katastroofiliseks: aasta lõpuks oli kaevandatud ja ümber töötatud vaid 6637,8 t kilta (oletatav keskmine U-sisaldus 260 g/t) ja sellest eraldatud ainult 99 kg uraani, s.o tonnist kildast umbes 15 g. Saagis oli loodetud 45 % asemel ainult ~5,8 % maagi uraanisisaldusest ning tegelik omahind 92 000 rbl/kg planeeritust 7,42 korda suurem. Ometi jätkati kombinaadi väljaehitamist ilma eelarveta kuni 1949. aasta märtsini. Kaevandus täitis tootmisplaani, tehas aga mitte. Viga oli kilda väikeses uraanisisalduses ja tõhusa töötlemise jaoks vajaliku tehnoloogia puudumises. Võib oletada, et geoloogid hakkasid oma mundri au päästmiseks süüdistama tehnolooge oskamatuses kilta töödelda ja muidugi ei nõustunud nad väitega, et nad olid soovitanud uraani toota kõlbmatust toormest. Neil oli võimalik viidata paremate leiukohtade puudumisele ja valitsuse nõudmisele iga hinna eest kiiresti uraani toota. Tehnoloogide positsioon oli selles suhtes nõrgem, sest nemad pidanuksid ju enne tehase projekteerimist teadma, kuidas seda kilta töödelda. Võib oletada, kui kehv pidi sellise katastroofilise ebaõnnestumise tõttu olema M. Althauseni enesetunne. Kõigele vaatamata lubasid kõrged ülemused moodustada kombinaati nr 7 tõhusa kildatehnoloogia väljatöötamiseks teadusliku uurimise ja katsetuste osakonna ning saatsid instituutidest sinna kõrgesti kvalifitseeritud spetsialiste. Toodang oli aga visa kasvama. Tootmisplaan nõudis aasta jooksul 15 tonni 40 %-lise uraanikontsentraadi tootmist, saadi aga ainult 3,7 t, s.o 24,6 % kavandatust. Oli selge, et sellist olukorda enam taluda ei saa. Pealegi oli, küll suurte raskuste ja hilinemisega, esmajärguline rahvusvahelise tähtsusega ülesanne täidetud – NSVL oli saanud vajaliku koguse uraani, et 1949. aasta augustis katsetada oma esimest tuumapommi ja murda USA tuumamonopol. Nüüd võis hakata oma ridu korraldama. Sillamäe tehases asuti kiires korras looma importmaakide töötlemise osakonda, mis pidi tööle hakkama 1949. a IV kvartalis.

Vaatamata ilmsetele edusammudele

uraani tootmises kildast, ei suutnud ta omahinna poolest võistelda importmaakidest saadavaga ning 1952. aasta juulis-augustis otsustati tootmine lõpetada ja kaevandus konserveerida.

Ülaltoodust on selge, et kildast on uraani ja ilmselt ka muid metalle täiesti võimalik toota, kui selleks on olemas piisavalt tõhus tehnoloogia. Tehnoloogiad, mis kiires korras Sillamäel, Narva katsetehases ja muudes uurimisasutustes paari aasta jooksul välja töötati, võimaldasid uraanisaagist kildast tõsta 5,8 %-lt (1948) kuni 50 %-ni (1952) ning toodangu omahinda 18,34 korda vähendada.

Millest ja millal algasid Eesti TA Keemia Instituudis kildatehnoloogiauringud? Kas olid need ajendanud Sillamäel alustatud töödest, või olid nad O. Kirreti jt kildauuringute loogiline vilj? See küsimus vajaks selgitamist, muidu ei saa asjast täielikku pilti ja paljud küsimused jäävad vastuseta.

Sillamäe kildakaevandus lõpetas mäetööd 10. juunil 1952, jättes võimaluse vajaduse korral kaevandada vähesel määral argilliiti. Viimaseks ülesandeks jäi saata sada tonni Leningradi Põllumajandusinstituudile, kus olevat kavatsetud katsetada kilda kasutamist väetisena eri kliima- ja mullastikutingimustes. Millised olid nende katsete tulemused, me kahjuks ei tea. Diktüoneemakildale kui võimalikule väetisele juhtis juba 1949. aastal tähelepanu O. Kirret [41].

Maailma kütusevarud kahanevad kiiresti ning aktiivvarud võivad ammenduda juba aastateks 2040–2050 [42–44]. Seetõttu meie diktüoneemaargilliidi tähtsus kompleksse orgaanilise, keemilise ja metallurgilise ning ka tuumaenergeetilise toorainena järjest kasvab. Kuni viimase ajani olid eestlased Sillamäe metallurgiatehase „Silmet“ ja selle juurde kuuluva diktüoneemakildakaevanduse ainsad peremehed, ent selle loodusvara uurimise ja kompleksse kasutamise tehnoloogia(te) väljatöötamisega ei tegeldud ning seni on diktüoneemakilt (argilliit) jäänud meie kasutamata loodusevaraks [45].

Hiljuti olukord muutus. Tänavu, 5. aprillil, teatasid ajalehed, et toormepuudusel on Silmet Grupi suuromanik Tiit Vähi 90 % selle metallurgiahiuu aktsiaist 62,5 miljoni euro eest müünud USA börsiettevõttele *Molycorp*, sest „*neil on väljaspool Hiinat kõige rikkam muldmetallide kaevandus ja*

meil on väljaspool Hiinat üks ainsaid ettevõtteid, mis omab muldmetallide tootmisel mitmekümneaastast kogemust“. Teatavasti tegeleb *Molycorp* muldmetallide niobiumi ja tantaali tootmisega. Kas tulevikus jätkatakse Sillamäel ikka üksnes sissetoodavate väärismuldmetallimaakide töötlemist või jõutakse seal jälle meie kodumaise maagi – diktüoneemakilda kompleksse kasutamise tehnoloogia uurimise ja tööstusliku kasutamiseni, näitab tulevik. Igatahes oleks viimane aeg selliseid uuringuid alustada. A.M.

Viidatud allikad

1. Georgi J. Von einer feuerfangender Erde aus der Revalischen Stadthalterschaft. - Im: Auswahl ökonomischer Abhandlungen welche die freie Ökonomische Gesellschaft in St. Peterburg in deutscher Sprache erhalten hat. - Dritter Band. St. Peterburg, 1791, S. 330–331.
2. Севергин В.М. Известие о Ревельской дымящейся горе. - Технологический журнал (Санкт-Петербург), 1808, 5, ч. 1, с. 157–169.
3. Pander, Ch. H. Beiträge zur Geognosie des Russischen Reiches. St.-Petersburg, 1830.
4. Helmersen G. v. Über den bituminösen Thonschiefer und ein neues brennbares Gestein der Übergangsformation Estlands, mit Bemerkungen über einige geologische Erscheinungen neuerer Zeit. - Im: "Bulletin Scientifique rublié par l'Académie Impériale de Sciences de St. Petersburg, - 1839, 4–5, N 100–101, pp. 56–73.
5. Eichwald E. Neuer Beitrag zur Geognosie Ehstlands und Finnlands. - Im: Beiträge zur Kenntnis des Russischen Reiches und der angränzenden /kontrolli! Võibolla tolleaegses keeles õige, praeguses 'angrenzenden'/ Länder Asiens. - Bd. 8. St. Petersburg, 1843.
6. Mickwiz A. Die "brennenden" Schieferlager von Baltischport. - Rewaler Zeitung, 29. Sept. (12. Okt.) 1909, Nr. 219.
7. Winkler H. v. Eestimaa geoloogia. 1. Ladelugu. Ürgaegkond. Tallinn 1922.
8. Пихдак А. А. Из истории исследования самовозгорания горючих сланцев Эстонии. Первый период (1791–1917). Ж. Горючие сланцы. Oil Shale, 1985 2/3, с. 279–287
9. Winkler H. v. Die bei estländischer Küste belegene Gasquelle auf Kokskär. - Chemiker Zeitung, Cöthen, 1905, Nr 49.
10. Scupin H. Zur Petroleumfrage in den

- Baltischen Ländern. - Eesti Vabariigi Tartu Ülikooli Toim., A.VI. 1. Dorpat, 1924.
11. Doss B. Über die Herkunft des Naturgases auf der Insel Kokskär im Finnischen Meerbusen nebst Bemerkungen über die Entstehung der Insel. - Centralblatt für Mineralogie, Geologie und Paleontologie, 1913, Nr. 19, S. 603 – 610.
 12. Rägo, N. Beiträge zur Kenntnis des estländischen Dyktuonemaschiefers. - Eesti Vabariigi Tartu Ülikooli Toim., A XIII. 9. – Tartu, 1928.
 13. Luts, K. Zur Frage der Unterirdischen Oxydation des Brennschiefers. - Brennstoff-Chemie, 1932, 13, Nr. 1, S. 10.
 14. Kirret, O., Gerassimov, N., Tikk, A. Diktüoneema kiltkivi termilisest lagundamisest. - Teaduslik-tehniline kogumik. - Vlj. 10. –Tallinn, 1948.lk. 45-59.
 15. Вески, Р. Э., Бондарь, Е. Б., Сидорова, С. М., Таал, Х. Л. Исследование техногенных нефтоидов, образующихся из диктионемового горючего сланца методом окислительной и термоокислительной деструкции. - Ж. Горючие сланцы, 1984, 1, № 4, стр. 388 – 397.
 16. Oja, J. Maagaasid Eestis. Loodusvaatlaja. - 1933, 2, lk. 44-48; 3, 79-83.
 17. Oja, J. Maagaaside levimisalast Eestis, gaasiliikidest ja nende tekkepõhjustest. - Loodusevaatlaja, 1937, 4, lk. 102–109.
 18. Oja, J. Kas diktüoneema kivi võib olla heeliumi tekitajaks Eesti maagaasides? - Loodusevaatlaja, 1938, 2, lk. 42–43.
 19. Vilbaste, G. Gaasipurskeid Eestis. - Loodusevaatlaja, 1937, 3, lk. 82 –83.
 20. Luts, K. Gaasipurskest Püssi jaama juures. - Loodusevaatlaja, 1937, 6, lk. 161–164.
 21. Эленурм А., Губергриц М. Оценка способности диктионемового сланца к самовозгоранию. - Сланцевая и химическая промышленность, 1966, №1. Сер. тех. инф. I, с. 10 - 13.
 22. Эпштейн С., Паалме Г. О степени пожароопасности горючих сланцев и вмещающих пород хранящихся на открытом воздухе. - Сланцевая и химическая промышленность. 1966, № 2–3, с. 5–11.
 23. Эпштейн С., Паалме Г., Ансо Я. О самовозгорании диктионемового сланца. - Сланцевая и химическая промышленность. 1965, 6, с. 3–6.
 24. Пихлак А.А., Петерсель В.Х., Лийвранд Х.И. Подготовка материалов проектирования опытной установки по переработке аргиллитов месторождения фосфоритов Эстонской ССР. - Управление Геологии СМ ЭССР. Кейлаская геологическая партия (НТ отчет). - Кейла, 1977. 165 с.
 25. Пихлак А.А. Опыт ориентировочного расчета изменения во времени температуры очагов самонагревания в скоплениях диктионемового сланца на основании лабораторных исследований активности по методике ИГД им. А.А. Скоринского. - Управление Геологии СМ ЭССР. Таллинская геологическая партия (НТ отчет). - Таллинн, 1978. 56 с.
 26. Маремяэ Э., Пихлак А., Липпмаа Э. О самовозгорании диктионемового сланца и выщелачивании тяжелых металлов из твердых продуктов его горения. - Сб.: 2 Состояние загрязнения окружающей среды Северной Эстонии. - Таллинн.: АН Эстонской ССР, 1979. стр. 74–87.
 27. Пихлак А.А., Маремяэ Э.Я., Пикков В.В., Липпмаа Э.Т. Основные проблемы охраны окружающей среды связанные с добычей фосфоритов и производством минеральных удобрений в Эстонской ССР. - Тезисы докладов Всесоюзного симпозиума: «Охрана окружающей среды в химической, нефтехимической промышленности и промышленности по производству минеральных удобрений». - Самарканд, 1983. с. 7–8.
 28. Pihlak A., Maremäe E., Pikkov V., Lippmaa E. Maardu karjääri puistangute mõju veele. - ENSV TA Toimetised. Bioloogia. 1984, 33, 3, 166–170.
 29. Куликов Ф.С., Иванов В.В. Поплавко Е.М., Пихлак А.А. и др. Способ извлечения рения из минерального сырья. - Авт. свид. № 689352 – Москва НИИПИ Госкомитет по делам изобретений и открытий. 1979 г.
 30. Пихлак А.А. О склонности диктионемовых сланцев из месторождений фосфоритов Эстонской ССР к самовозгоранию. - ж. «Горючие сланцы». 1984, 1/3, 251 – 264.
 31. Пихлак А.А. Критические и допустимые температуры самонагревания диктионемового сланца. - Ж. «Горючие сланцы». 1986, 3/3, 247–255.
 32. Пихлак А.А. К вопросу о сравнении полезных ископаемых по их степени склонности к самовозгоранию. - Ж. «Горючие сланцы». 1984, 4, 379 – 387.
 33. Пихлак А., Маремяэ Э., Ялакас Л. Водное выщелачивание диктионемовых сланцев из фосфоритовых месторождений Маарду и Тоолсе Эстонской ССР. - Ж. «Горючие сланцы», 1985, 2/2, 155–169.
 34. Pihlak A. Maardu karjääri puistangute ja nende lähiümbruse mõningate objektide praegusest ökoloogilisest seisundist. - Eesti TA KBFI aruanne. Tallinn, 1990, 65 lk.
 35. Грачев Ф.Г., Репетух В.К. Предупреждение эндогенных пожаров на прибалтийских месторождениях фосфоритов. - Горный журнал, 1983, №9, 29–31.
 36. Певзнер М., Наумов Б., Пуура В., Бельский П. Распределение диктионемового сланца и температурный режим его самонагрева в отвалах Маардуского фосфоритового карьера. - Изв. АН ЭССР. Геология. 1982, 31, №4, 131–139.
 37. Пихлак А.-Т. А. Поглощение кислорода отвалами фосфоритового рудника Маарду. - Материалы второй международной конференции «Ресурсовоспроизводящие, природоохранные технологий освоения недр», Москва, 15 –18 сентября 2003 г. М.: Изд. РУДН, 2003.- стр. 375–379.
 38. Aare, Juhan. Fosforiidisõda 1971–1989. Tallinn.: OÜ CREARE, Kirilille kirjastuse AS, 1999. 302 lk.
 39. Альтгаузен М.Н. Металлоносные черные сланцы вендично-палеозойского возраста. - Oil Shale 1992, Vol. 9., Nr.3, 194–207.
 40. Курбатов Д. М. О радиоактивности диктионемовых сланцев. Ж. Химия твердого топлива, 1936, т. VII, с. 94–98.
 41. Киррет О.Г. Ещё о диктионемовом сланце, как удобрению. - Природа, 1949, №2, стр. 84
 42. Абрамян Е. А. Долго ли осталось нам жить? Судьба цивилизации. - М.: ТЕРИКА, 2006. 598 с.
 43. Мельников Н.Н. Экологические проблемы XXI века и освоение недр. - «Освоение недр и экологические проблемы - взгляд в XXI век.» Международная конференция. Доклады. - М.: ИздАГН, 2001, стр. 26–45.
 44. Пихлак А.-Т.А. Кислород – проблема XXI века. - «Освоение недр и экологические проблемы – взгляд в XXI век». Международная конференция. Доклады. - М.: ИздАГН, 2001, стр. 121–129.
 45. Kivimägi, E. Eesti senikasutamata maavara. - Eesti Loodus, 1974, 4, 199–202; 5, 295–297.