

TTÜ MÄEINSTITUUT

**EESTI
MÄENDUSKLASSIKA
IV**

Toimetas Enno Reinsalu

Tallinn 2011

SISUKORD

Jaan Aarman. Maapõuevarade tootmisest.....	3
O.Teder. Põlevkivi tootmisest ja töötlemisest Eestis.....	11

KES NAD OLID?



Kukruse kaevanduse juhataja Jaan Aarman (keskel) vaatab, kui palju kaevandusse kukkunud kartuleid tuleb talumehele kinni maksata

Esimese artikli kirjutas mäeinsener Jaan Aarma(n) (18.09.1885...08.01.1978).

Pärast Peterburi mäeinstituudi lõpetamist 1914. oli Jaan Aarman kuni 1920. a-ni Donbassis kivisöesöekaevanduse juhataja. 1920-1923-aastail töötas ta Kohtla ja Kukruse kaevanduse juhatajana. Seejärel töötas 1937-ni riigikontrolli organites, siis aasta aega majandusministeeriumis mäeameti juhatajana. Tema algatas 1939. a Maardu fosforiidikaevanduse rajamise, mida ka ise juhtis kaks aastat. Seejärel, kuni 1958. aastani oli Jaan Aarman TPI mäekateedri õppejõud.

J. Aarman oli üks mäetööstuse oskussõnastiku loojaist. Suur panus on temalt ka Mäetööde õpperaamatus, mis ilmus professor Jaan Karki toimetamisel ja korraldamisel 1933. a.

Teise artikli autorit, ins. O. Tedre isikut ei ole õnnestunud tuvastada.

SAATEKS

Mis pani mind neid kirjutisi taastama? Peamiselt see, et näidata, millised olid meie inseneride teadmised ja keelekasutus (mäemõistestik) II maailmasõda. Meile, kes saime insenerihariduse pärast sõda, sellest ei räägitud ja neid kirjutisi ei näidatud. Sisuliselt alustasime kõike uuesti ja alles hiljem selgus, et täpsustasime vaid komajärgseid numbreid. Kõik põhiline oli enne teada ja tuntud. Kui lugeda näiteks Jaan Aarmani 1938. a artiklit maavaradest, siis aeg-ajalt tundub, et mitmedki meie maapõuespetsialistid on oma teadmiste ja mõistetege ikka veel tollasel tasemel.

Kogumikus taastatud ja arvutit loetavaks muudetud artiklid on mõeldud ülikoolide mäenduse ja rakendusgeoloogia üliõpilastele selleks, et muuta nende teadmisi ajas sügavamaks. Tekstides on säilitatud toleaeagne keelekasutus, kasvõi selleks, et näidata, kuidas mõned praegugi ette tulevad väärkeelendid on lihtsalt arhaismid, näiteks „lahtised tööd“ või veel hullem „lahtine karjäär“. Ma ei ole muutnud keelendeid ka seepärast, et näidata kuis toona üritati luua oma mäekeelt ja tekitada uusi mõisteid: 'tootlema' = väljama, 'tõstetool' = skipp, 'uurimiskaev' = kaevand, 'manner', 'manneraine' = kaevis, 'pealispind*' = katend, 'maapõuevara' = maavara. Paljud tollased terminid on jälle taaskasutuses, näiteks 'raimamine', kihtide 'läbimine' (mitte läbindamine), 'käik' (mitte strekk) jmt.

Lõpuks palun mõistvalt suhtuda digitaliseerimist saatvatesse tähevigadesse, mida korduval lugemisel ikka ja jälle avastan. Tüüpilised tekstivastaja apsud on rn = m, ii = ü, i = l jm, mis mõnel juhul suudavad läbi hiilida ka arvuti keelekorrektorist.

Käesolev ilmub neljandana TTÜ mäeinstituudi ja Eesti Mäeseltsi poolt koostatavate, piiratud levikuga käsikirjaliste kogumike EESTI MÄENDUSKLASSIKA sarjas.

Toimetaja

© Enno Reinsalu – toimetamine: digimine ja kommentaarid
ere@cc.ttu.ee

Maapõuevarade tootmisest¹

Ins. J. Aarmann.

Maapõuevarade kasutamine algas inimsoo arenemise koidikul, mil hakati kõva ja tiheda ränikivi teravat serva tarvitama töö- ja tapariistana.

Üldiselt on maapõuevarade kasutamine pidevalt tõusnud koos inimsoo arenemiskäiguga.

Kultuuri ja tehnika tõusu aluseks on metallid, mida harilikult ei leidu looduses puhtalt, vaid mitmesuguste muldade ehk maakide näol. Rahvaarvu suurenemise ja tehnika arenemise tagajärjel ei jätkunud soojuse ja energia valmistamiseks metsi ja oldi sunnitud asuma maapõues leiduvate söe ja nafta hiigeltagavarade kasutamisele. Ka põld suutis täita suurenevaid nõudmisi ainult siis, kui teda hakati väetama kunstlikult valmistatud fosforhappe-, kaali- ja lämmastikusooladega. Nii näeme, et viimasel ajal kasutatakse maapõuevarasid mitte ainult metallide valmistamiseks, vaid ka soojusenergia allikana ja kunstväetiste valmistamiseks.

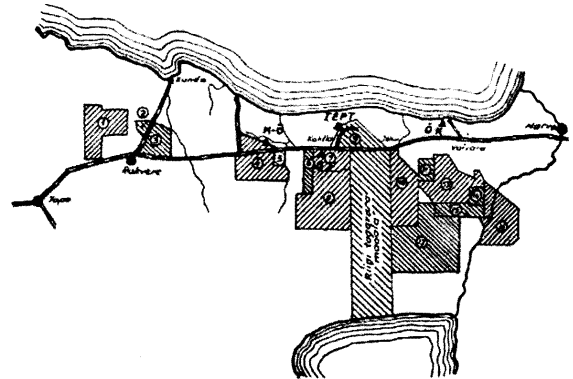
Eesti maapõue varasid.

Meil Eestis leidub küllaldaselt maapõuevarasid soojusenergia produtseerimiseks: turvast, põlevkivi ja hiigeltagavarasid kuni 6 m paksust diktüoneemakiltkivi, mille kasutamine ta väikese soojusvõime tõttu ei ole praegu tasuv, kuid teatud tingimusel diktüoneema võib kasutamist leida.

T u r v a s asub harilikult maa pinnal ja on tekkinud geoloogiliselt kõige uuemal ajal - peale jääaega, mis lõppes umbes 10000 aastat tagasi. Turba tootmine on võimalik ainult suvel, sest toores turvas sisaldab kuni 90% vett ja nõuab palju aega kuivamiseks.

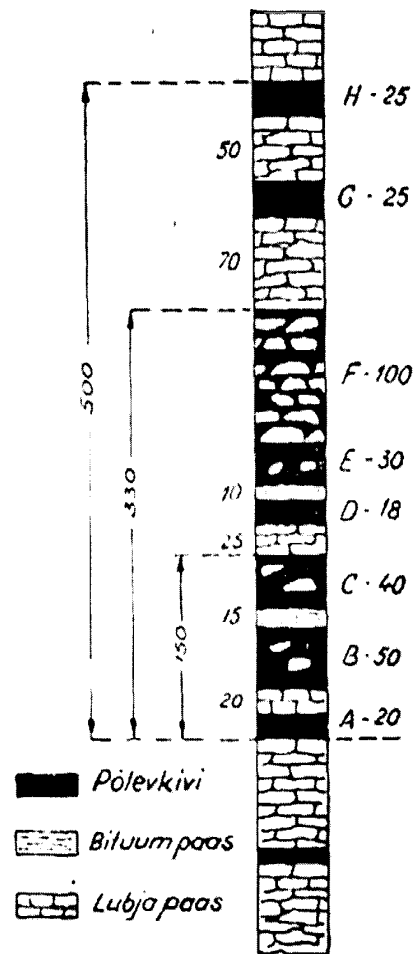
P õ l e v k i v i leidub meil Põhja-Eestis (joon. 1). Kihid vahelduvad paekihtidega (joon. 2), nii et lõhkuda tuleb nii põlevkivi- kui ka paekihte, kusjuures välja veetakse ainult põlevkivi, kuna paas paigutatakse järelejäävasse tühja ruumi.

Meie põhjaranniku kõrge kalda moodustavad liiva ja paekihid; nende vahel asubki eelpoolmainitud diktüoneemakiltkivikiht (joon 3 ja 4). (Kõik Põhja-Eesti maakamarat moodustavad kihid on peagu horizontaalsed, evides siiski üldist kallet lõuna suunas, keskmiselt 3 m ühe km peale).



Joon. 1. Eesti õlikivi-kontsessioonide kaart.

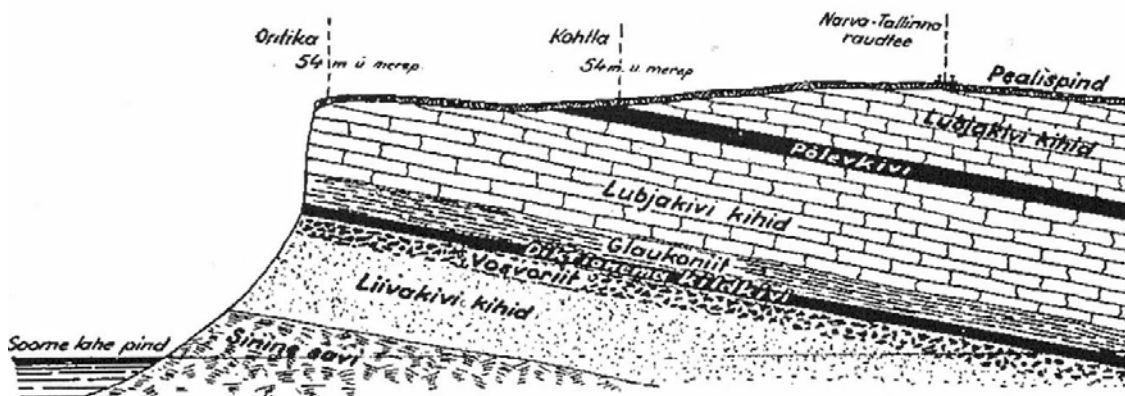
(Vt. Tehnika Kõigile 8 – 37 skaneering selles kogumikus (er).)



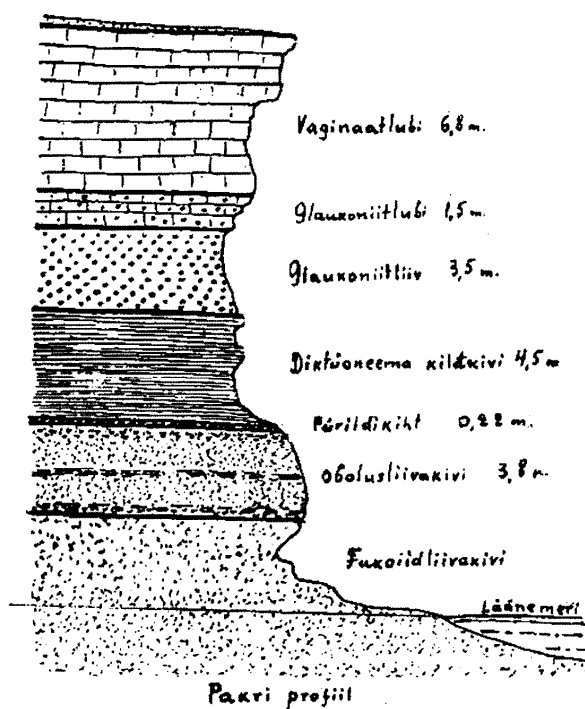
Joon. 2. Püstlõige põlevkivi kihtidest Kohtlas.

¹ Tehnika Kõigile nr 6 ja 7 (28 ja 28), 1938

Põhja Eesti maakihite skemaatiline läbilõige NS sihis.



Joonis 3



Joon. 4.

Põhjarannikul evib suurt tähtsust obolusliivakivi, milles suurel arvul leidub fosforhapet sisaldavaid teokarpe. Jõe-lähtme lähedal (Ülgases) asutati 1924 a selle fosforhappe soola ehk fosforiidi tootmiseks kaevandus. Teokarbid eraldatakse liivast sõelumise teel ja jahvatatakse pulbriks. Saadakse toorfosforiit, mis tarvitatakse põlluväetisena. Praegu on kavatsusel kaevanduse toodangu suurendamine 10÷20-kordseks ja saadava toorfosforiidi muutmine väävelhappe abil veeslahustuvaks ja taimedele kiirelt kättesaadavaks superfosfaadiks, kusjuures selleks vajaliku väävelhappe valmistamiseks on võimalus ära kasutada obolusliivakivi peal

asuvat püriidikihti (vääveli ja raua ühendit). Soojuse- ja jõuallikaks võib kasutada pealpool püriidikihti asuvat diktüoneema-kiltkivi,

Ülalpool diktüoneema-kiltkivi asub rohekas glaukoniiit-liiv (tihti savikas), mis sisaldab kuni 8% kaaliumi (K_2O). Põhja-Ameerika Ühendriikides kasutatakse edukalt põldude väetamiseks veel vähem kaalit sisaldavat liiva. Meil puuduvad vastavad katsed.

Peale selle kasutatakse põllu väetisena põletatud lujja ja viimasel ajal ka peeneks jahvatatud paekivi (Port-Kunda jahvatus). Petserimaal leidub gipsi, mida võidakse kasutada kas väetisainena või põletatud kujul ehitustööde krohvisegude valmistamiseks ning skulptuurtöödeks.

Ehitusteks tarvitatamaid maapõuevarasid leidub meil väga rikkalikult.

Vundamentide ja müüride tegemiseks kasutatakse põllukive ja paasi. Mörtli (segude) valmistamiseks puhta liiva ja betooni valmistamiseks kruusliiva leidmine ei tee kuskil suurt raskust. Lubja põletamiseks on laialdaselt olemas head paasi. Samuti on meie põhjarannikul soodsad eeltingimused tsemenditööstuse arendamiseks: head savi ja paasi leidub siin väga laialdaselt.

Savi ja liiva telliskivide, katusekivide ja põllutorude valmistamiseks leidub meil peagu igal pool, mida tõendab suur arv töötavaid telliskivitehasi.

Ehituste fassaadide kaunistamiseks kasutatakse Saaremaa dolomiiti ja Vasalemma marmorit.

Ka on meil küllaldaselt kriiti, mis leiab mitmekesist kasutamist.

Petserimaal ja Põltsamaa lähedal kasutatakse maapõues leiduvat rauaokstiidi okri valmistamiseks (maalritöödeks).

Narva jõe ja Rossoni piirkonnas leidub suurel määral diatomiiti (vt. TK nr. 7 - 37, a.) mis peale

laialdast tarvitamist keemiatööstuses on parim isolatsiooniline kõrge temperatuuri puhul.

Võrdlemisi vaene on aga meie maa metallimaakide poolest. Ainult viimastel aastatel on magneediõela kõrvalekaldumiste alusel hakatud meil otsima rauamaaki suuremas sügavuses, maakamara selles osas, kus asuvad vedelast olekust tardunud kihid (graniit), s. o. sügavustes üle 250 m.

Meie põhjaranniku maakamar koosneb graniidil asuvatest

1) liivakivist, mis allpool sisaldab rohkesti graniidi tükke, paksuses umbes 90 m;

2) sinisavist (rohekashall savi) paksuses 90 m selle savi ülemised kihid alates Tallinnast ida poole, asuvad merepinnast kõrgemal ja on kaldal nähtavad (Loksal, Kundal, Ontikal).

3) liivakividest ja diktüoneema-kiltkivist (paksuses - 30 m) ja

4) nende peal asuvatest mitmesugustest paekihetidest, mis moodustavad Põhja-Eesti pinnase aluspõhja – Lõuna-Eesti aluspinnaks on umbes 150 meetri paksused punakad liivakivid, kobe liiv ning savi.

Et meil mäetööstus lähemas tulevikus hakkab rahvamajanduses õige tähtsat osa mängima, võib suuremat huvi pakkuda tundma õppida viise, kuidas maapõuevarasid uuritakse ja eksploateeritakse.

Uurimistööd.

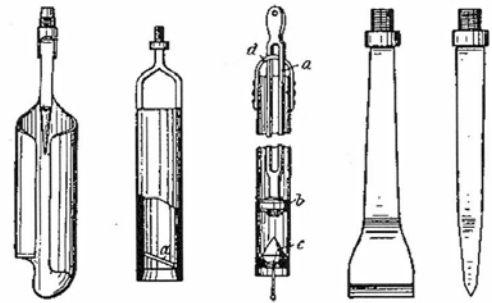
Kui maapõuevara ei asu sügaval, võib kraavi või aukude kaevamise teel kergesti kätte saada maapõuevara proovid, ja kindlaks teha eksploateerimise tingimused.

Asub aga maapõuevara allpool põhjavee pinda, siis nõuab uurimiskaevu ehk s u r f i tegemine suuremat kulu seoses veepumpamisega. Kuigi surfidega uurimine annab kõiki vajalisi andmeid, on ta suuremate sügavuste puhul liiga kallis, ja siis harilikult minnakse üle p u r a u k u d e puurimisele.

Savi ja turba uurimisel võib väiksemategi sügavuste puhul kasulikumaks osutada võtta proove väikeste k e e r d p u u r i d e (joon. 5) või p u u r l u s i k a t e (joon. 6) abil.

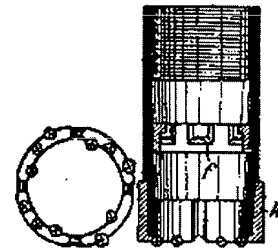


Joonis 5



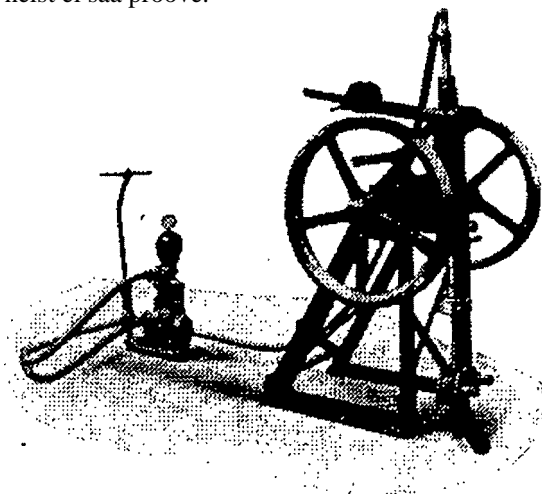
Joonis 6

Joonis 7



Joonis 8

Suurte sügavuste puhul tuleb tarvitada löökpuuri (joon. 7), mille miinuseks aga on kihtide purustamine ja segunemine. Kõvade kihtide puhul (paas, põlevkivi, liivakivi) võib edukalt kasutada teemantpuuri (joon. 8). Siin on silindri ääre sisse asetatud teemandid ja silinder on õõnsate puurvarraste abil ühendatud maapinnal asuva puurmasinaga (joon. 9), mis inim- ja mehaanilisel jõul paneb keerlema all asuva silindri. Läbitavate kihtide proovid (puursüdamed) jäävad silindrisse (erilise püüdjä - silindris asuva rõnga tõttu) ja võetakse aegajalt välja. Et puurimise edukuseks on tarvis vett auku pumbata, siis uhutakse pehmed kihid ära ja neist ei saa proove.



Joonis 9

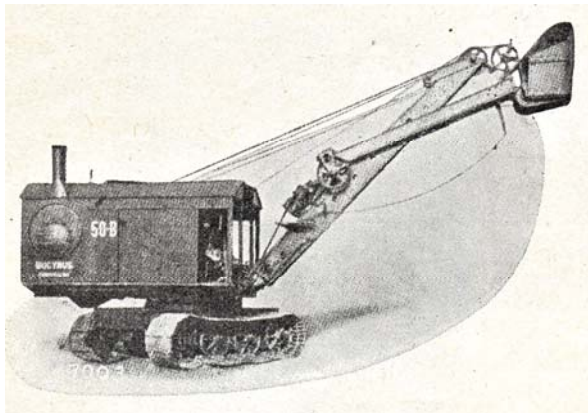
Suurtes sügavustes graniidi kihtides asuva rauamaagi uurimisel kasutatakse pealiskihide (liiva, savi, pae- ja liivakivi) läbimiseks harilikku löökpuuri - umbes 250 meetri sügavuseni. Graniidi sees puuritakse mehaanilisel teel keerleva teemantpuuri-

ga.

Ekspluaterimistööd.

On maapõuevara omadused ja tagavarad kindlaks määratud, asutakse kaevanduse rajamisele.

Maapõuevara võib asuda maapinna läheduses või maapinnast võrdlemisi sügaval.



Joon. 10. Mehaaniline labidas - ekskavaator.

Esimesel juhul eemaldatakse käsitsi või ekskavaatori (mehaanilise labida) abil (joon. 10) pealispind ja siis asutakse maapõuevara väljavõtmisele. A/S „Küttejõu” kaevanduses võetakse üks osa põlevkivi välja lahtistest karjääridest, kus pealispind ekskavaatori abil eemaldatakse ja erilise transportööri abil paigutatakse kohta, kust põlevkivi on juba välja võetud.

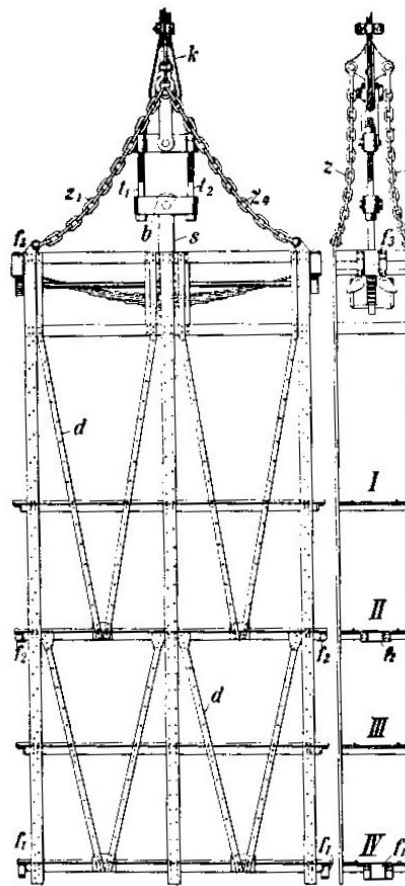
Lahtiste töödega võetakse välja paasi, savi, turvast, kriiti, diatomiiti jne. On aga pealispind 3...4 korda kasutatavast maapõuevara kihist paksem, osutub kasulikumaks rajada allmaakaevandus. Meil saadakse nüüd 90% põlevkivitoodangust allmaakaevandustest.

Samuti saadakse Ülgastes allmaa-kaevandusest fosforiiti, mis asub umbes 15 m maapinnast allpool.

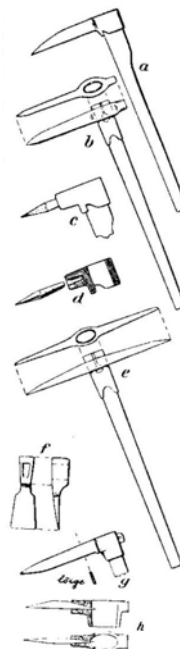
Kaevanduse avamistööde hulka kuulub käikude rajamine, mille kaudu väljavõetud maapõuevara veetakse maapinnale.

Sarnasteks käikudeks võivad olla horisontaalsed käigud ekspluateritavas kihis (joon. 11). Asuvad aga kihid sügavamal, siis tõstetakse maapõuevara üles kas püstloodset käiku ehk šahti pidi mehaanilise jõu abil erilistes kongides (joon. 12), kuhu asetatakse vagonetid kaevisega (väljakaevatud mandriga²), või raudkastides³ (Käva kaevandus), või kaldkäiku (kaldšahti) pidi samades vagonettides, milles kaevist maa all veetakse (A/S „Küttejõu” kaevandus).

Harilikult on maapõuevara sedavõrd kõva, et teda ei ole võimalik kirkaga (joon. 13) lahti murda, nii et lõhkeaine kasutamine osutub möödapääsmatuks.



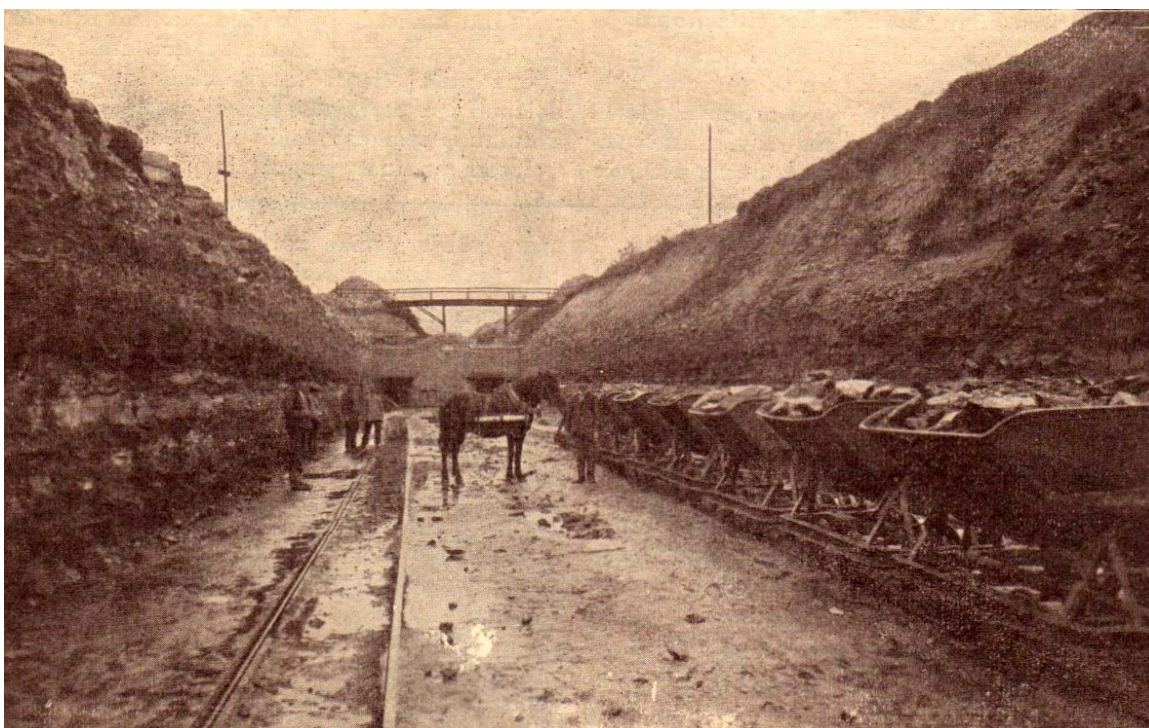
Joonis 12. Kong (4-kordne) kaevise tõstmiseks



Joon 13. Mäetööstuses tarvitatavad kirkad.

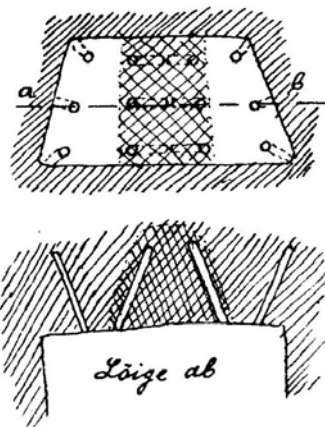
² Autori 'mander', 'mannerraine' on nüüd 'kaevis' (er)

³ Skipiga (er)



Joon. 11. Sissekäigud allmaakaevandusse.

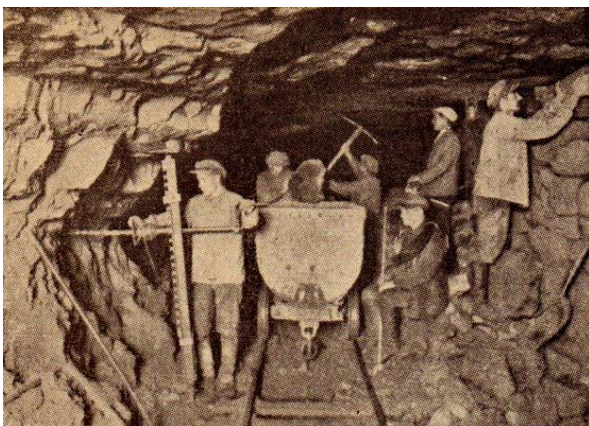
Siin võib olla kaks töötamisviisi: 1) puuritakse käsitsi (joon. 14), suruõhu või elektri jõul (joon. 15) teatud arv auke, millesse asetatakse lõhkeaine, mis süütenööri ja kapsli abil pannakse plahvatama; plahvejõud muudab puuraugu ümber oleva maapõuevara osalt peeneks, osalt suuremateks tükkideks; saadud soone kõrvale puuritakse uued augud ja nüüd on lõhkeainel juba kergem töötatavat⁴ seinat ehk ett⁵ -purustada; 2) elektri- või suruõhu jõul töötab eriline soonimismasin (joon. 16), mis teeb sügava (1,0...1,5 m) soone sisse ja alles peale selle puuritakse soonest üles- või allapoole puuraugud ee purustamiseks lõhkeainetega. Esimest viisi kasutatakse meil põlevkivi kaevandustes, teist viisi – fosforiidi kaevandustes. Ee laius võib ulatuda kuni 30 meetrini ja rohkemgi.



Joon. 14-a. Augud eeseinas lõhkeaine padrunite jaoks.

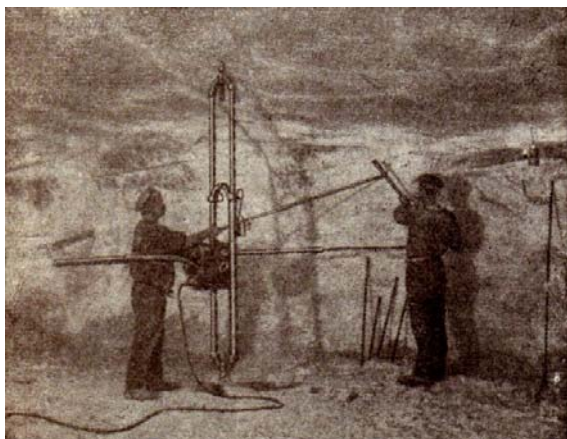
⁴ Korrektori (J. Roonemaa) märkused: Õigem oleks tarvitada „töötatavat” asemel „raimatavat”; raim, g. raima = koristamistö (EE); raimama = koristama. Mäekaevanduses on hakatud koristamise all mõistma nii mandri raiumist ja lõhkumist kui ka lõhutu väljavedamist, kuna koristamise sõna sobib vaid väljaveotööde (laadimine jne.) kohta. „Raim” vastab paremini üldmõistele „Gewinnungsarbeit”

⁵ Esi, ee, ett, nagu vesi, vee, vett, mesi, süsi jne. (Teistsugust selle sõna käänamisviisi ei saa olla!) J. R.

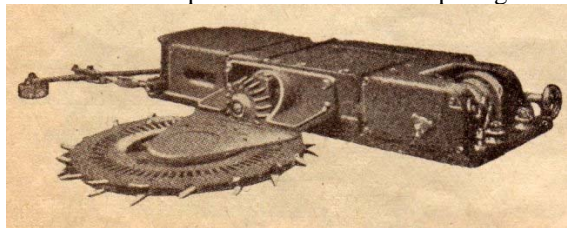


Joon. 14-b. Paremalt tööline laob aherpaekivi virna lae toestamiseks. Vasakul puuritakse auku lõhkepadruni jaoks.⁶

Peale selle kui lõhkeainete plahvatuse tagajärjel tekkinud gaasid on loomuliku või kunstliku tuulutuse tagajärjel eest eemaldatud, asutakse purunenud kihtide sortimisele ja vagonettidesse paigutamisele. Käigud peavad olema nii planeeritud, et igast töötavast eest oleks võimalik lõhutatud mannert vagonettidesse paigutada ja viimaseid juhtida kaevanduse suuni (šah-tini).



Joon. 15. Aukude puurimine mehaanilise puuriga.

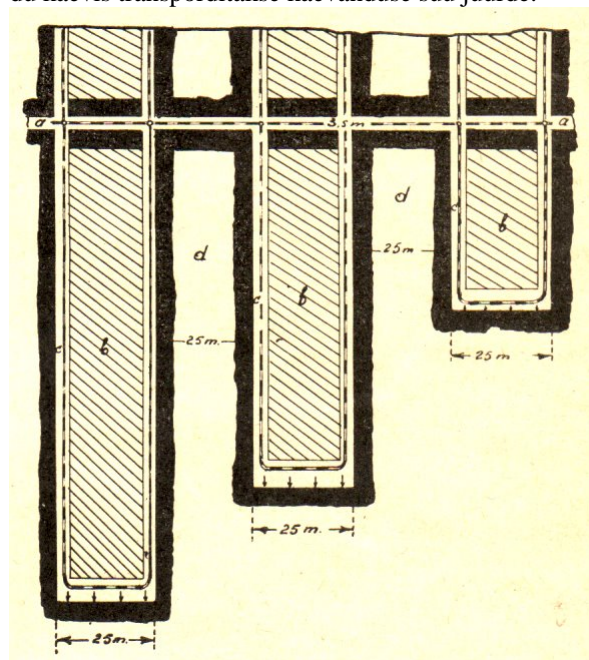


Joon. 16. Soonimismasin.

⁶ Seda fotot põlevkivikaevurite tööst on kasutanud paljud autorid, ka Hando Mugasto (1907–1937) oma kuulsat puugravüüri "Maa-alune kaevandus, 1935" lõigates (er)

Veo jaoks ettenähtud peakäigud minnakse kitsa eena (3÷4 m laiad) ja kummaltki poolt jäetakse maapõuevara 5÷8 m laiuselt välja võtmata (jäetakse tervikud käigu kaitseks). Ainult teatud väiksema langi jaoks ettenähtud v e o k ä i k võib olla vaid ühelt poolt kindlustatud väljavõtmata tervikuga, kuna teiselt poolt maapõuevara välja võetakse ja sinna asemele laotakse aheraines (põlevkivikaevandustes paas) (vt. joon. 14).

Selletõttu moodustatakse suurem jagu käikusid laia eega töötamisel (joon. 17). Peakäigust a mõlemale poole võetakse maapõuevara (põlevkivi) välja laiade etena (kuni 30 m), jättes välja võtmata umbes samalaiused ribad *dd*. Umbes 3 m tervikust eemal laotakse paast sein *bb* ja peale selle toestatakse saadud käik puuraamidega (1÷1,5 m tagant) ja käigu põhja pannakse maha kitsarööpmeline raudtee *cc*, mille kaudu kaevis transporditakse kaevanduse suu juurde.

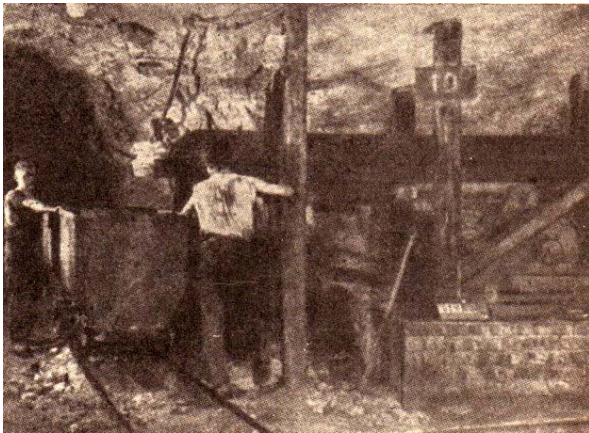


Joon. 17. Laia eega töötamise skeem.

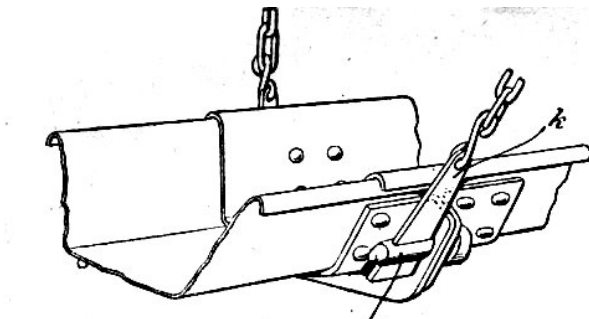
Sarnaste lankide käikudes *ff* sünnib transport inimjõul ja sellepärast nende pikkus ei ületa 150...200 m. Käikudevahelised langid *cc* võetakse välja tagasi nihkudes peakäigu suunas; ühtlasi täidetakse käigu osad, kust maapõuevara mõlemalt poolt on välja võetud.

Käikudest võib kõverat ajutist teed kaudu vagonette juhtida igasse laia ee kohta, mis võimaldab maapõuevara otseselt laadimist vagonetti. Kuid see on ainult siis võimalik, kui esi on küllalt kõrge (nagu meil põlevkivikaevandustes). Fosforiidikaevanduses on ee kõrgus vaid 1 m; siin veetakse lõhkeainega purustatud liivakivi ratastega varustatud madalates puukastides käigu juurde, kus kaevis ümber laaditakse vagonetti. See transport sünnib madalas ruumis, mispärast töö ei ole produktiivne. Et sääraste kihtide ekspluaterimisel oleks võimalik käikude vahet suurendada ja tööjõuku-

lu vähendada, asetatakse etesse mehaanilise jõu abil töötavad transportöörid (liikuvad kummilindid või raudrennid) (joon. 19), milles kaevis liigub väristamise tagajärjel. Maapõuevara juhatakse selliselt lindilt või rennist otseselt vagonetti (joon. 18).

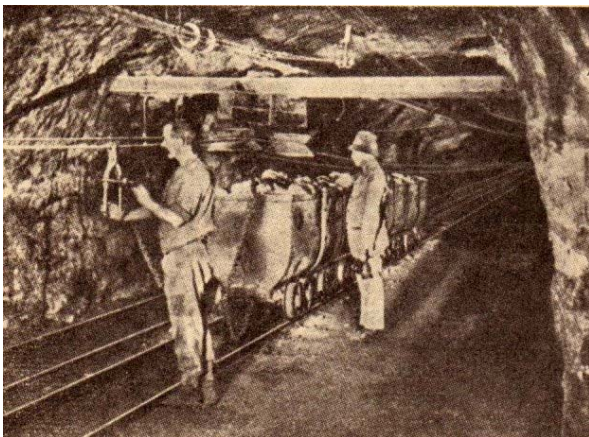


Joon. 18. Kaevis juhatakse väriseva raudrenni kaudu vagonetti (kaalisoola kaevanduses).

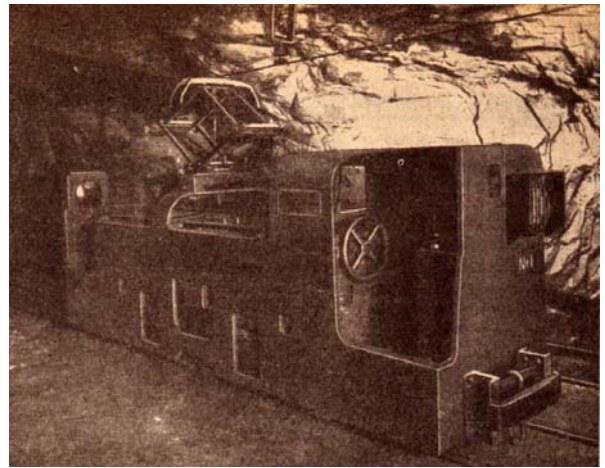


Joon. 19. Õõtsuv e. värisev raudrenn.

Peakäikudes sünnib vedu kas hobustega või mootorveduri jõul või liikuva köie abil (joon. 20) või elektrimootori jõul (joon. 21).



Joon. 20. Kaevise vedu liikuva köie abil kaalisoola kaevanduses.



Joon. 21. Elektrivedur.

Veekõrvaldamine on seotud teatavate kuludega, kuigi need meie oludes harilikult ei ületa 2÷3% kulude kogusummast. Tihti on võimalus vett kaevandusest ära juhtida käikude põhja raiutavate väikeste kraavikeste ja eriliste veekäikude kaudu ilma pumpamiseta. Puuduvad aga vee vaba äravoolu tingimused, on ainuke võimalus pumpade abil vett ära juhtida kaevandusest.

Meie kaevandused asuvad praegu kõigest 15÷30 m allpool maapinda, kuna välismaail kaevanduse keskmine sügavus ületab 500 m, nii et veepumpamise kulu on meil vastavalt umbes 15÷20 korda väiksem.

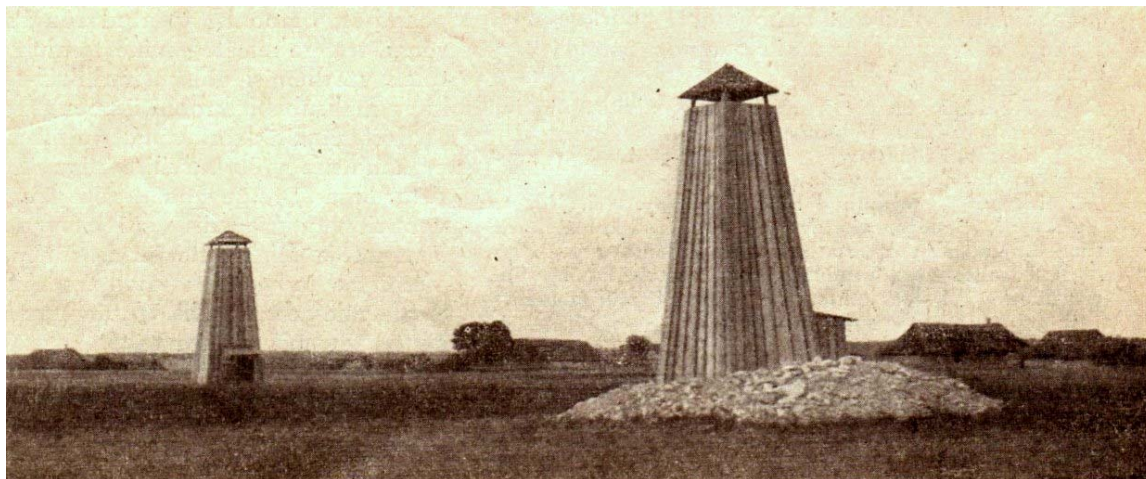
Edasi tuleb suuremat tähelepanu juhtida ventilatsioonile (tuulutamisele), sest lõhkeainete tarvitamine on meie kaevandustes võrdlemisi suur ja sagedane. Lõhkeainete põlemisel tekkivad gaasid on tarvis etest eemaldada kiiresti, et võimaldada kaevuritele töö jätkamist ees. Ka rikuvad suuremal määral õhku maa all töötavad vedurid, kuigi põlenud gaasid puhastatakse veest ja erilistest segudest läbilaskmise teel. Harilikult on meil kasutamisel loomulik tuulutamine eriliste šurfide kaudu, mis ühendavad kaevanduse käike maapinnaga, kus šurfide peale on ehitatud puust tornid (joon. 22). Kuid loomulik tuulutus on võrdlemisi pikaldane ja vähe reguleeritav (eriti kevadeti ja sügiseti). Sellepärast on ka meil asutatud elektri jõul töötavate ventilaatorite ülesseadmisele (Ubja põlevkivikaevanduses), mis võimaldab umbes 10 minuti jooksul eemaldada lõhkeainete tagajärjel tekkinud gaasid.

Kaevandusest väljatoodud maapõuevara ei lähe harilikult turule sääraselt kui ta välja kaevatakse. Meie põlevkivikihid vahelduvad ja on osalt läbipõimitud paekihtidega, nii et sortimine algab juba etes maa all. Peale selle kaevise edastamisel maa peal nopitakse välja pae tükid, mis annab eriti häid tagajärgi juhul, kui kaevis liigub kummilindil õhukese kihina (Käva kaevandus). Siin sünnib põlevkivi sortimine tükkide suuruse järele, vastavalt turu nõuetele. Põlevkivi purustamise ja söelumise tagajärjel saadakse õlivabriku jaoks nõuetav kaup, kus tükkide suurus võib kõikuda

vaid võrdlemisi kitsastes piirides. Sõelaalune peen põlevkivi leiab kasutamist tsemendi põletamisel, kuid siin on üldiselt vajadus pakkumisest väiksem.

Fosforiiti sisaldavad teokarbid on mõnes kihis peagu purustamata, milletõttu on neid kerge sõelumise teel eraldada ümbritsevast peenliivast. Kuid siiski jääb umbes 1/3 peeneteralist fosforiiti liiva hulka. Ka jääb praegu välja võtmata umbes 80 cm paksune liivakiht, mis sisaldab küllaldaselt peeneteralist fosforiiti, mille

eraldamine liivast ei ole kerge nende erikaalude ligiduse ja terasuuruse võrdsuse tõttu. – Kaevanduse suurendamise puhul on kavatsus ära kasutada ka peeneteralist fosforiiti, sest on avanenud võimalus eraldada sellist fosforiiti peenest liivast: erilise vedeliku vaht ühineb ainult fosforiidiga, kuna liiv vajub põhja (flotatsioon). Selle tagajärjel kaevanduse maa-ala ühe ruutmeetri pealt saadava fosforiidi hulk suureneks kahekordseks.



Joon. 22. Kaevanduse ventilatsioonitorud.

Põlevkivi tootmisest ja töötlemisest Eestis⁷

Ins. O. Teder.

Kõrgeväärtuseliste kütteenete - õli ja kivisöe - kõrval ja eriti nende puudusel leiavad kasutamist ka madalamaväärtuselised kütteenained - pruunsüsi, turvas, põlevkivi, puidujäänused. Neist kasutatakse pruunsütti ja turvast enamasti kas tootmiskohal asuvate jõujaamade kütteks või brikketide valmistamiseks ning ainult erijuhtudel, näit, odava transpordi puhul, ka tootmiskohast kaugemal asuvates käitistes kütteks. Põlevkivi aga leiab kasutamist põletisena kui ka õlitootmiseks ta suure õlisisalduse tõttu.

Põlevkivi leidub maailmas õige mitmel pool - Venemaal, Jaapanis, Šotimaal Lõuna-Aafrikas ning suurel määral ka meil Eestis. Pea kõikides ülalmainitud maades leidub ka kivisütti, mispärast põlevkivi on neile ainult teise järgu tähtsusega kütteeneks; seepärast ei ole ka seal ta uurimisele erilist tähelepanu pööratud. - Teisiti on olukord meil Eestis, kus teiste parimate kütteenete puudusel evib põlevkivi väga tähtsa seisukoha majanduses.

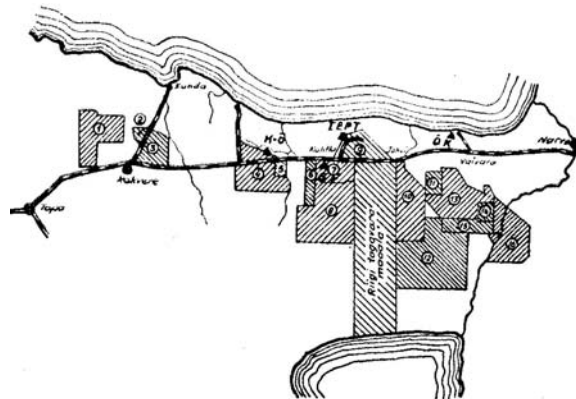
Meie põlevkivitagavarasid hinnatakse praegu 5 miljardile tonnile, millest võib saada umbes 1 miljard tonni õli ehk umbes 10% maailma õlitagavaradest.

Meie põlevkivi tuntakse juba õige kaua - 1777-st aastast leidub literatuuris andmeid temast kui põlevast mullast. Ta tegelikule kasutamisele asuti 1916. aastal, millal põletise puudus Petrogradis sundis ümber vaatama lähemate kütteenete tagavarade järele. Siis asutati Vene riigi ja eraettevõtjate poolt 3 kaevandust Kohtla-Järve ümbruskonda ning juunis 1916 läks juba 22 vagunit põlevkivi katseks Petrogradi. Ka saksa okupatsioonivõimud olid tõsiselt huvitatud eesti põlevkivist - neid huvitas eriti küsimus, kas põlevkivist on võimalik saada määrdeõlised, millest sõja ajal tunti Saksamaal erilist puudust.

Sakslaste lahkumisel võeti kaevandused eesti võimude poolt üle ning kohe alustati põlevkivi väljavõtmist.

Paralleelselt õlikivi tootmise arendamisega algasid ka õliajamise katsed. Esimene katseretort ehitati veebruaris. 1919 Sadamatehastes, väljastkõetava retordi näol, kuid ta ei annud nimetamisväärseid tagajärgi. Neist katseist huvitus saksa firma „Julius Pintsch A-G“ ning ehitas Riigi Põlevkivitööstuse ülesandel Kohtlasse, meie põlevkiviga Berliinis läbiviidud katsete alusel, prooviretordi, mis andis juba 16÷18% õli. Järgmiseks sammuks oli 200-tonnilise läbilaskevõimega vabriku ehitamine, mis samuti teostati J. Pintsch'i poolt ning lõpetati 1924. aastal.

Samal ajal töötasid ka eraettevõtted õliajamise ehk utmise meetodite väljatöötamise kallal ning 1928. a. ehitas rootsi ettevõtte „Eestimaa Õli konsortium“ Türsamäele õlivabriku 280-tonnilise põlevkiviläbilaskega ööba jooksul. 1931. aastal järgnes talle A./ü. „Eesti-Kiviõli“ juba 400-tonnilise vabrikuga, olles enne ligi 10 a. katsetanud ja ehitanud 2 katsevabrikut. Nüüd järgnes 1936. aastal Riigi Põlevkivitööstus (1-sest sept. 1936, ümbermoodustatud a./s-iks Esimene Eesti Põlevkivitööstus) uue 300-tonnilise vabrikuga ning käesoleval aastal A./s. Eesti Kiviõli“ lõpetas uue ligi 1000-tonnilise läbilaskega vabriku ehitamise. Et siin laiendamisel kunagi lõppu ei tule, näitab asjaolu, et „A./ü. „Esimene Eesti Põlevkivitööstus“ on juba alustanud uue, seekord 800-tonnilise vabriku ehitamisega, ja ka teistes õlivabrikutes tehakse laiendamise eeltöid. Suurematest neist võiks nimetada uue õlivabriku asutamist Vanamõisa, ning kaevanduse avamist firma „New Consolidated Gold Fields, Ltd“ poolt, kes juba 1926. a. saadik tegeles Inglismaal meie õlikivi utmise katsetega ja 1929. a. ehitas Kohtlasse vabriku 200 t läbilaskevõimega.



Joon. 1. Eesti põlevkivi rajoon.

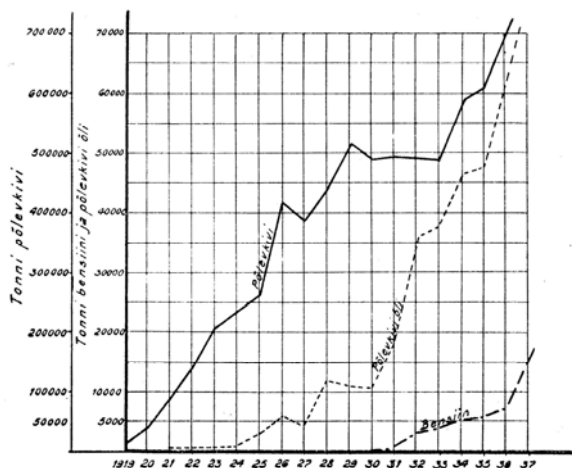
1. H. Prenskey (invest.) (10.000 ha).
2. A/S. Port Kunda (500).
3. Vanamõisa Oilfields Ltd. (invest.) (5.700).
4. A/Ü. „Eesti Kiviõli“ (10.000).
5. A/Ü. „Küttejõud“ (725).
6. A/S. „Eesti Kiviõli“ (2.000).
7. G. Oliver & H. M. Ommaney (500).
8. The Consolidated Gold Fields (invest.) (17.000).
9. A/S. „Esimene Eesti Põlevkivi Tööstus“ (7.000).
10. A/S. „Eesti Kiviõli“ (10.000).
11. A/S. „Eesti Kiviõli“ (2.370).
12. The New Consolidated Gold Fields Ltd. (20.000).
13. A/S. „Eestimaa Õlikonsortium“ (10.000).
14. J. Aarmann & H. Zeren (invest.) (2.000).
15. J. Toots (invest.) (4.450).
16. Knut Malm (invest.) (10.000).

Joon. 1. Eesti põlevkivi rajoon.

⁷ Tehnika Kõigile nr 8 ja 9, 1937

Praegu töötavad Eestis 4 põlevkiviõilivabrikut, nimelt:

1. A./ü. „Eesti Kiviõli“ Kiviõlis üldlabilaskevõimega kuni 1400 tonni põlevkivi ööba jooksul.
2. A./s. „Esimene Eesti Põlevkivitööstus“ Kohtla-Järvel üldlabilaskevõimega 500 tonni.
3. A./s. „Eestimaa Õlikonsortsium“ Tüsamäel läbilaskevõimega 280 tonni ja
4. „New Consolidated Gold Fields, Ltd“ Kohtlas läbilaskevõimega 200 tonni.



Joon. 2. Põlevkivi, põlevkiviõli ja põlevkivibensiini toodangu liikumine Eestis.

Nende vabrikute üldlabilaskevõime on kuni 2400 tonni põlevkivi ning toodang kuni 480 tonni õli ööbas. Neisse investeeritud kapitali hinnatakse kokku 28.600.000 kroonile.

Peale nende töötavad meil veel kaks suuremat ettevõtet ainult põlevkivi tootmise⁸ alal: A./s. „Küttejõud“ ja A./s. „Tsemendivabrik Port-Kunda“. Esimene annab põlevkivi Põhja Paberi ja Puupapi Vabrikute A./ü-le Tallinnas, teine kasutab seda oma tsemendivabrikus.

Eesti põlevkivitoodangu liikumine näitab järjekindlat tõusu. Läänud aastal toodang ulatus juba 764.650 t. Õlitoodang oli läinud aastal 71.000 t ning arvatavasti tõuseb käesoleval aastal 115.000 t. Sealjuures bensiinitoodang oli 7480 t ja tõuseb käesoleval aastal arvatavasti 15.500 t.

Põlevkivi suuremateks tarvitajateks on peale õlitööstuste - Raudteevalitsus, suurtööstused ja elektrijaamad. Õlist ja õliproduktidest läheb suur osa välismaile: 1936. aastal on eksporditud 11.500 t õli, 3280 t bituumenit ning 3100 t bensiini. Meie õlide peamiseks tarvitajateks on Läti, Leedu, Soome, Rootsi, Norra, Saksa, Bulgaaria ja Belgia.



Joon. 3. Põlevkivi tootlemine lahtisest karjäärist. Paremäl on näha kattekihhist vabastatud põlevkivikihid, keskel - raudtee kohal - sillad paekivi ära vedamiseks kärudega.



Joon. 4. Põlevkivi tootlemine allmaakaevandusest. Tööline vasakul puurib auku dünaamiitpadruni jaoks, keskel on näha allmaakaevanduse põlevkivi-vagonett.

Põlevkivi leidub meil kihtidena. Tootmist tasuvad kihid on keskmiselt 1,8 meetrit paksud; nad koosnevad põlevkivi ja pae kihtidest vaheldumisi. Teda toodelakse meil nii lahtisest karjääridest kui ka allmaakaevandustest. Esimene tootmisviis on küll odavam ja võimaldab suuremat töö mehhaniseerimist, kuid toodang on nii hulgalta kui ka väärtuselt suuresti olenev aastaegadest ning ilmastikuoludest. Joon. 3 näitab põlevkivi tootmist lahtisest kaevandusest. Allmaa-tööviisid on pealmaa-tööviisidest täiesti erinevad. Laiadest maaalustest peakäikudest (veo stollidest) viivad kitsad käigud töökohtadele. Seal toodeldav põlevkivi toimetatakse vagonettidel peastolli ja siit kas hobustega või mootorveduritega kaevanduse sissekäigu juurde, kust ta kas kallakteed mööda või tõstetoolil⁹ tõstetakse maapinnale. Põlevkivieset lõhutakse dünaamiidi abil (joon. 4).

Purustatud kihid sortitakse kohapeal ning kõlbmatu kivi - paas - laotakse tagapool töö kohta (eset¹⁰) (joon. 4 paremal) püsti, kus ta jääb lage kandma. Suureks mureks allmaakaevandustele on alatine võitlus veega. Suurevõimelised pumbad peavad töö-

⁸ Tootlema – kaasaegses keeles väljama (er)

⁹ Skipiga

¹⁰ Autor mõtleb – ett (er)

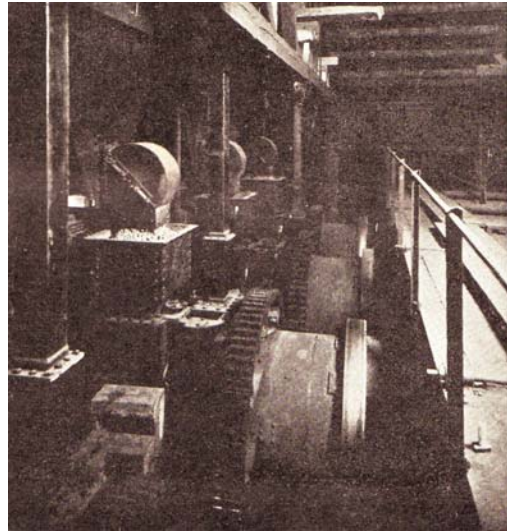
tama ööd ja päevad, et kaevandused hoida veest vabad. Sellest hoolimata valitseb kaevandustes alaline niiskus. Temperatuur allmaakaevandustes on alati konstantne - $7\pm 8^\circ \text{C}$. Õhu uuendamiseks murtakse stollidest teatud vahemaa järele õhuaugud üles, maa peale, kus neid kaitstakse 4-5 meetrit jämedate puitornidega. Neid torne võib näha raudteel sõites Kiviõli jaama ümbruses; nad osutavad peastollide suundi.

Maa alt väljatoodud õliajamiseks määratud põlvkivi rändab koppades, kõisteedel ning kummilintidel läbi purustajate, sortijate ja automaatkaalude õliajamise ahjudesse. Kütteks määratud põlvkivi laetakse peale sortimist vagunitesse ja saadetakse raudteel tarvitajaile.

Meie õlitööstused kasutavad praegu kolme erinevat õliajamise meetodit: tunnelahjusid, püstgeneraatoreid ning pöörlevaid, väljastkõetavaid retorte.

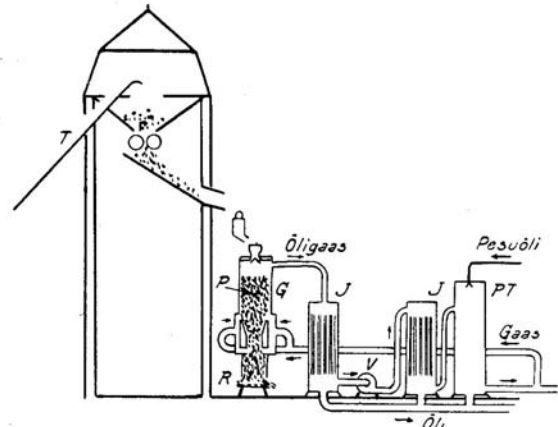
Raskused õliajamisel põlvkivist seisavad selles, et kuumutatult kuni 380°C põlvkivi kaldub kergesti asfaltumisele (hakkab nagu keema ja eraldab endast ohtralt bituumenit). Kuna seda põlvkivi omadust esialgu ei tuntud, äpardusid kõik esimesed õliajamise katsed väljastkõetavate püstretortidega. Nende juures osutus võimatuks utmistemperatuuri hoidmine nõutavais piirides ($500\text{-}550^\circ \text{C}$), nende sisu sulas kompaktselt massiks või paremal juhul ainult seinad kattusid asfaldiga, kuid siis katkes varsti sooja üleminek retordi sisemusse ja seinad põlesid kiiresti läbi. Väljastpoolt kõetavatest retortidest osutus töövõimeliseks ainult Davidson'i retort Gold-Fields'i vabrikus; see on pöörlev horisontaalretort, milles tugevad kraapijad hoiavad ära asfaldikorra tekkimise seintele.

Paremaid tagajärgi on saavutatud töömeetoditega, mis võimaldavad temperatuuri reguleerimist utetavas kivil sel teel, et kuumad gaasid ehk õliaurud juhitakse läbi põlvkivikihi; selles küllastuvad nad õliauruga, kuid kaotavad selle jälle jahutamisel erilistes jahutites. Seda põhimõtet kasutatakse meil kahes variatsioonis: A./s-i „Esimene Eesti Põlvkivitööstus“ (lüh. EEP) püstgeneraatoris juhitakse läbi värsket põlvkivikihi poolkoksi põlemise kuumad gaasid, mis õliaurud endasse imevad ning ühes nendega jahutamisseadmesse lähevad. Eesti Kiviõli ja Eestimaa Õlikonsortsiumi tunnelahjudes aetakse põlvkivi kihist läbi temast eralduvad aurud, neid iga läbi mineku eel kuumendades; igakordsel läbiminekul eraldub põlvkivist õliauru, millest osa juhitakse jahutitesse, kuna ülejäänud osa jätkab ringkäiku ülekuumendisse ja sealt ahju jne. jne



Joon. 5. Davidsoni pöördretort Gold-Fields'i õlivabrikus.. Vasakul on näha täitekolu, paremal üleval gaasi väljalase, paremal all küttekolle resti ja gaasipõletitega.

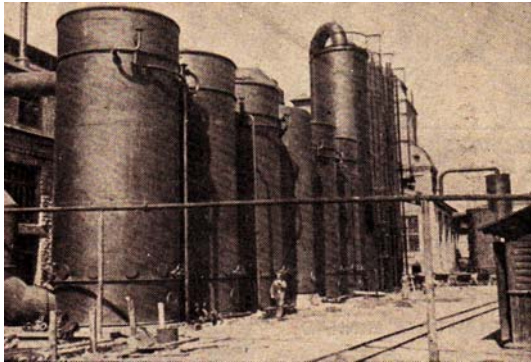
Joon. 6 selgitab lähemalt EEP-i õlivabriku töömeetodit. - Kaevandusest tulev põlvkivi tõstetakse tõstetooli *T* abil punkrisse, kust ta langeb läbi purustite ja sortijate punkritesse ning siit tarvidust mööda toimetatakse generaatorisse *G*. Generaatori alumises osas, pöörleval restil *R* sünnib põlemine, kusjuures tulised põlegaasid tõusevad läbi põlvkivikihi *P* üles ühes õliaurudega ning lahkuvad generaatori ülemises osas asuva toru kaudu sellest. Sääraselt õli kaotades langeb põlvkivi ikka sügavamale kuni pöörleval restil *R* põlevad ära ta viimased põlevad osad (nn. poolkoks); siis ta langeb generaatorist tuhana välja ning toimetatakse sellisena tuhamäele. Utmistemperatuuri reguleerimiseks lisandatakse generaatorisse põlemis- ja utmistsoonide vahel tarvilisel määral külma gaasi. - Generaatorist lahkudes õliaurud lähevad läbi rea õhk- ja vesi jahutite *J* ning vedelduvad neis. Jahutite järele juhitakse õliaurud pesutornidesse *PT*, kus nad peavad minema läbi vihmana sadava nn. pesuõli.



Joon. 6. Esimese Eesti Põlvkivitööstuse õlivabriku skeem.

Sellejuures imeb pesuõli osa õliaurudes veel sisalduvaid kergeõlisid enesesse, kust nad hiljem destilleerimise teel jälle kätte saadakse. Jahutite takistuse ületamiseks on nende vahele lülitatud ventilaator V. Ülal kirjeldatud generaatori läbilaskevõime on kuni 37 tonni põlvkivi 24 tunni jooksul, millest saadakse 18÷20% õli. Säärsed generaatorid seatakse harilikult üles rühmadena; neid toidetakse siis ühisest tõstetornist ning nad töötavad ühisele kondensaatorseadmele.

EEP-i töömeetodi iseäralduseks on see, et siin peale õliaurude ka põlemisgaasid ning niiskes põlvkivis sisalduvad veeaurud tuleb jahutada õlide eraldamiseks. Seega on siin jahutatavate gaaside hulk mitmekordselt suurem kui teistes vabrikutes, kus jahutatakse ainult õliaurusid, ning sellele vastavalt on siin vaja suuremat jahutite jahutuspinna ning suuremat veehulka. Kõige kergemate bensiinide, nn. gaasbensiinide, eraldamine, mis teistes vabrikutes sünnib gaaside jahutamisel alla 00 C, on siin juba ebamajanduslik suurte jahutatavate gaasihulkade tõttu.



Joon. 7. Õlijahutid Esimese Eesti Põlvkivitööstuse Kohtla-Järve õlivabriku õuel.

Põhjalikult erinevalt ülal kirjeldatud generaatorist töötab Gold-Fieldsi Davidsoni retort. See on 75 jala pikkune trummel, mida köetakse väljastpoolt ja mille sees liiguvad erilised kraabitsad, mis takistavad koksi korra tekkimist seintele. Lahkudes retordist lähevad õliaurud kondensatsiooni, mille esimeses astmes vedelduvad raskeõlid (kütteõlid); järgmises kondensatsioonistmes vedelduvad kergemad õlid, nende seas ka bensiin. See kondensaat läheb destilleerimisele, kus ta lahutatakse kütteõliks, pesuõliks ja bensiiniks. Õliaurud aga lähevad edasi kolmandasse kondensatsioonistmesse, kus nad külma soola lahusega jahutatakse allapoole 0°C; siin saadakse kondensaadina nn. gaasbensiini. Edasi lähevad õliaurud pesutornidesse, kus neid pestakse õliga, mis on jahutatud alla 0°C. Pesutornidest läbiläinud gaas on veel kaunis suure põlemisväärtusega; ta kasutatakse ära sel teel, et gaas juhitakse retordi alla selle kütmiseks. – Toorõli ning pesuõli destillatsioonist saadud bensiin juhitakse rafineerimisvabrikusse, kus ta enne müügile saatmist puhastatakse.

Tublisti keerukamad kui ülal kirjeldatud õli-

vabrikud on ehituselt ja töötamiselt tunnel-ahjud, nagu nad on kasutamisel Eestimaa Õlikonsortsiumi ja Eesti Kiviõli vabrikutes; selle eest nad praegu annavad ka kõige parema õlisaagise, kuni 22%.

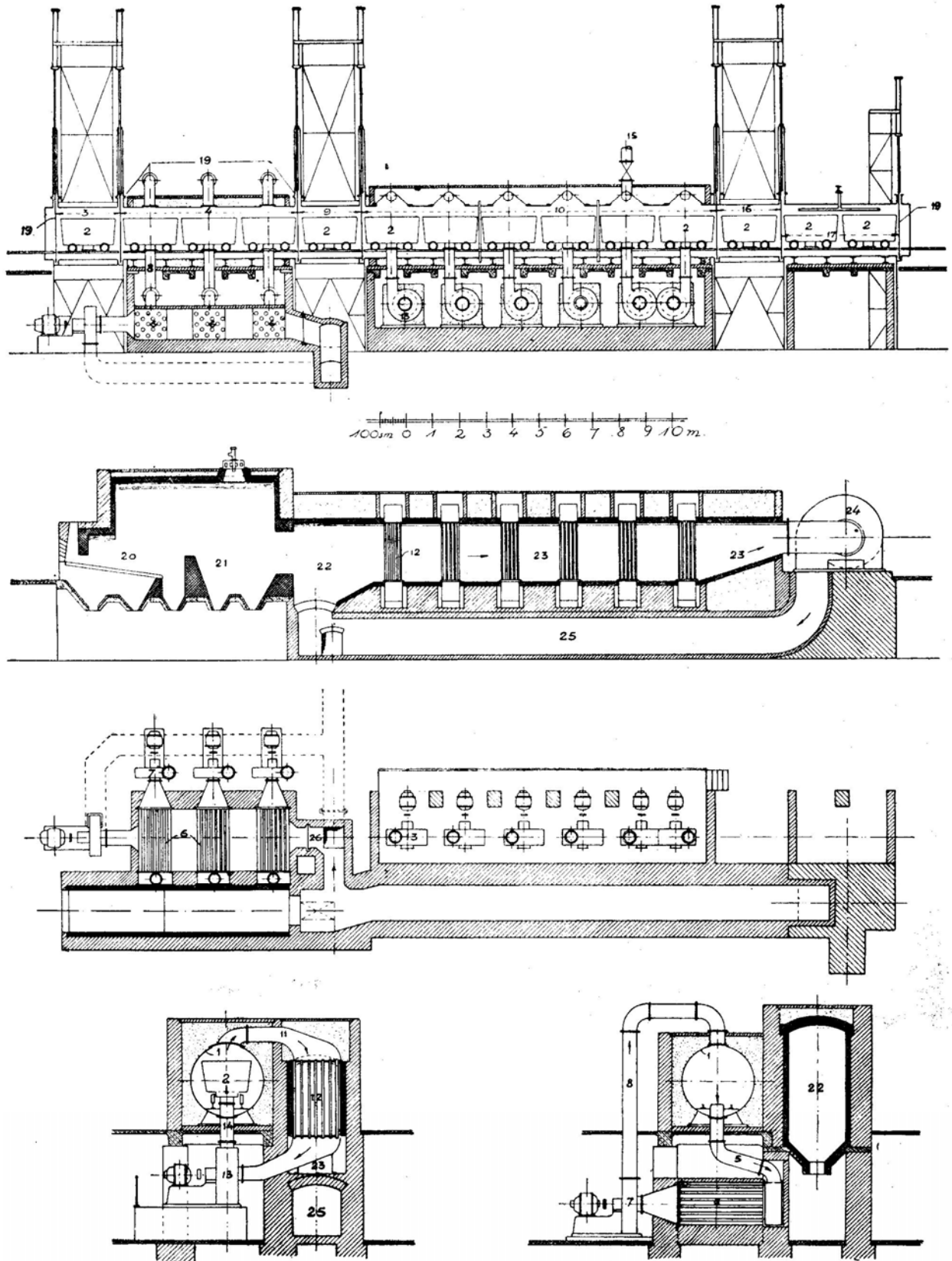
Joon. 8 kujutatud Eesti Kiviõli tunnel-ahi seisab koos mitmest joonisel lõikes näidatud sektsioonist ehk kuumendus-ringist. Need ringid on jaotatud kolme rühma: kuivatusrühm (4), utmisrühm (10) ning kustutusrühm (17); teineteisest ning välisõhust on nad eraldatud lüüsidega ning siibritega. Töötamise ajal on ahju tunnel täidetud põlvkivi vagonetide rongiga, kusjuures igas sektsioonis asub üks vagonett. Sektsioonis on vagonett lülitatud kuumendus-ringi, mis seisab koos ventilaatorist (13), ülekuumendist (12) ning vagonetist endast. Kõikide sektsioonide ülekuumendid asuvad piki tunnelit asetsevas kanalis (23) ning köetakse selle kanali otsas asuvast koldest (21). Ventilaator imeb õliauru utmisruumist (10) läbi ülekuumendi (12) ning surub ta läbi vagoneti utmisruumi tagasi. Ülekuumendist läbi minnes soojenevad aurud ning, minnes läbi vagonetis asuva põlvkivi, sulatavad enesesse ikka uusi ja uusi õliauruhulki. See protsess kestab vahetpidamatult, kuigi vagonetide rong tunnelis liigub iga vagoneti sissetoomisega ühe sektsiooni võrra edasi.

Õliaurud juhitakse utmisruumist läbi toru (15) kondensatsiooni, kus nad vedeldatakse harilikul viisil. Põlvkiviga täidetud vagonett satub läbi lüüsi kuivatusruumi (4), kus põlvkivi kuivatatakse ning kust ta läbi lüüsi (9) juhitakse edasi utmisruumi (10); siin tõstetakse gaaside temperatuur nii kõrgele, et algab õli eraldumine põlvkivist, mis kestab, kuni vagonett on utmisssektsioonides. Jõudes lüüsin (16) on põlvkivi oma õli juba kaotanud ning peale jahutamist veega kustutussektsioonides (17) lahkub ta ahjust poolkoksina.

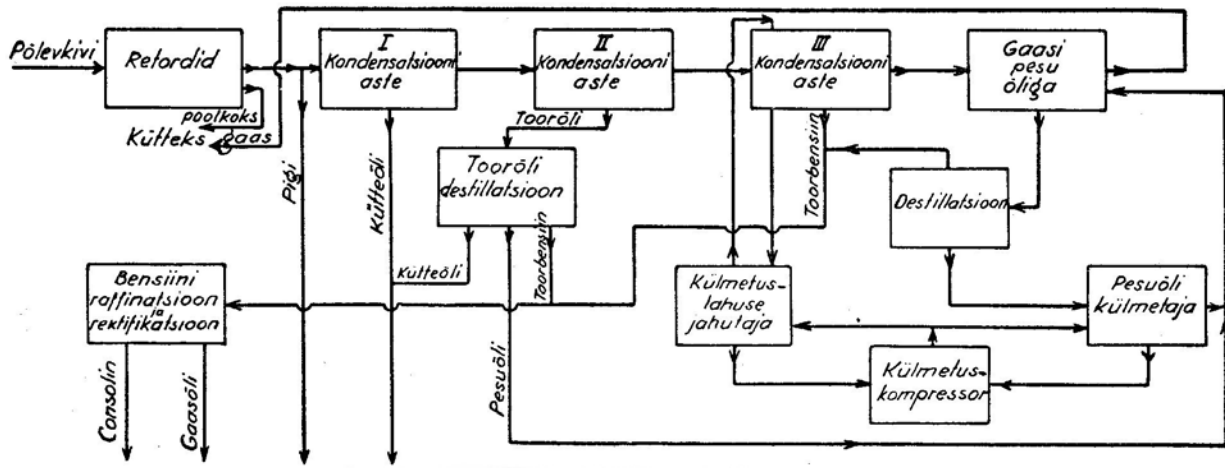
Vagonetide liikumine tunnelis sünnib hüdrauliliste tõukeseadiste toimele, nende liikumise juhtimine on tsentraliseeritud ning kontrollitakse erilise signaalseadise abil. Eesti Kiviõli vanas õlivabrikus antakse iga 12 minuti järele ahju üks vagonett põlvkivi, samal ajal lahkub ahjust üks vagonett poolkoksi; 1937. a. vabrikus on sama suuruselisel ahjul gaaside ning vagonetide kiirust tõstetud ning seega saavutatud ligi 2½ -kordne läbilaskevõime.

Põlvkiviõli on raske (erikaal 1,0), tume pruun, omapärase lõhnaga õli. Algujul tarvitatakse teda kütteõlina. Tähtsamad temast saadavad ained on bensiin, mootorõlid, immutusõlid ning bituumenid. Järjekindlalt töötatakse laboratooriumides põlvkivi uurimise ning tast uute ainete tootmisviiside väljatöötamise kallal - üheks sääraseks hiljuti müügile lastud põlvkivi õli produktiks on näiteks atsetoon.

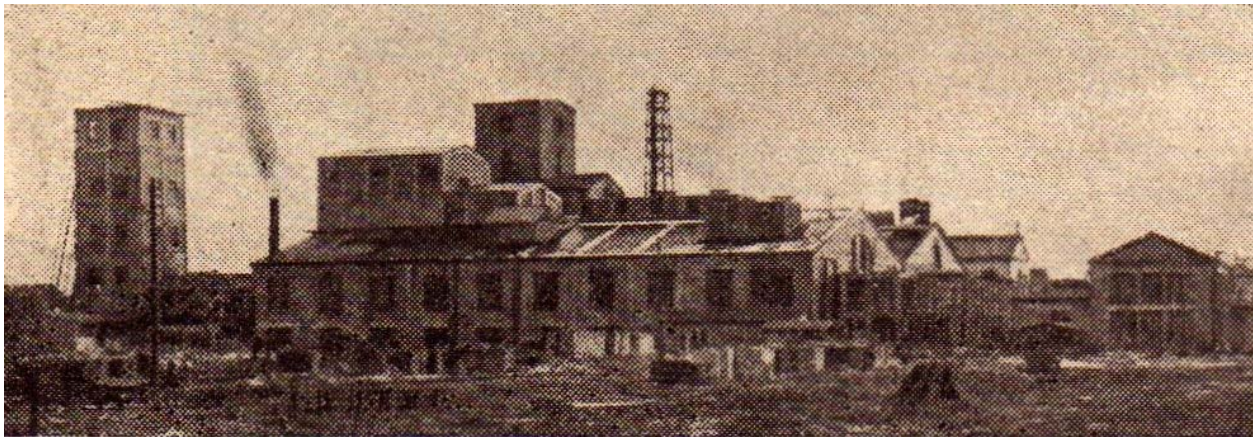
Tähtsamaks põlvkiviõlist toodetavaks aineks on aga kahtlemata bensiin ning seda saadakse õlist praegu umbes 20% .



Joon. 8. A./ü. „Eesti Kiviõli“ tunnelahi. Üleval tunneli pikilõige; selle all ülekuumendi kanali pikilõige; all vasakul utmissesktiooni põiklõige, all paremal kuivatus-sektiooni põiklõige.



Joon. 9. Kohtla Gold-Fieldsi vabriku skeem.



Joon. 10. Vaade Eesti Kiviõli õlivabrikule.