



LÄBI KIVI

ENNO
REINSALU
2020

ENNO REINSALU

LÄBI KIVI
1950 – 2020

e-raamat

22. aprill 2021

Episoode autori elust. Sellest, kuidas uudishimulikust poisikesest kasvas teadlane. Kuidas karjapoisis huvi äratanud savikivile järgnesid põlevkivi, liivakivi, lubjakivi. Fooniks, kuidas poliitika on aegade jooksul väananud maapõueteadust ja üldsuse teadvust. Teaduspõllult toob autor leplikke näiteid plagieerimisest, dekoreerimisest, uuringutoetuste pikaresksest taotlemisest. Ja üritab arvutada, kes on võrdsed ja kes võrdsemad?

2020. ilmunud trükise e-raamatuks mugandatud, laiendatud ja parandatud versioon.

Trükist toetas Eesti mäeselts



Kaane kujundas Kalli Sein

Kaaneloom Ninasarvik, linool, Valev Sein, 1988

© Enno Reinsalu enno.reinsalu@taltech.ee

ISBN 978-9916-4-0526-0 (pdf)

Sisukord

Mul on üks kivi	4
Poisipõli	5
Hulgukivi.....	5
Mustad teemandid.....	6
Mul pole savi	8
Kombinatorika ürje	11
Metapolügoonia	13
Õpiaeg.....	18
Teo tegemine	18
Isekirjutaja	19
Kuidas ma Gaussi astusin	21
Heal lapsel mitu nime ehk jalgratta leiutamine	23
Teemakohane jätkulugu.....	27
Optimist ja/või pessimist	29
Esimene doktoritöö - ohutu lõhkamine	29
Teine doktoritöö - optimaalne tehnoloogia.....	32
Kolmas katse - optimaalne põlevkivimajandus.....	35
Neljas katse - mõistlik põlevkiviarengukava.....	38
Optimistlik kokkuvõte.....	39
Kurjad vaimud need maavarad	40
Liiga palju põlevkivi.....	40
Põlevkivi messias TSK	42
Fosforiidifantoom.....	44
Liikumiste aeg	46
Ikka fosforiidist	47
Konnatahvel - fosforiidi kaitsja	50
Pikareskne hallohton	56
Impeeriumite tõus ja langus	61
Vene impeerium	61
Põlevkivi impeerium	64
Arvude maagia	69

Armsad arvud.....	69
Mugavad arvud.....	72
Ebatäpsed arvud.....	72
Kümme tonni kauritsat.....	74
Kõik loomad on võrdsed, aga mõned loomad on võrdsemad kui teised	77
Leiutajad ja laiutajad.....	80
Plagiaat kui autasu	83
Kui üldse ei saa, siis kuidagi ikka saab	89
Viru kaurits.....	89
Uraani tabu.....	91
Veesamba kõrgus	92

MUL ON ÜKS KIVI

...selline hulgukivi.



Tegelikult on mul neid rohkem, aga alustan temast. Temaga algas mu eri-ala-elu ja ta on kogu mu aeg minuga koos hulkunud.

POISIPÕLI

Hulgukivi

Leidsin ta Lasnamäe alt niidult, kus lehmi valvasime. Olin toona kümnene. Mu kivikogus on ta läbi käinud mitu linna. Kivi ise on kahe sentimeetri paksune, peopesa suurune pärl-hall latakas, hea tasku panna. Kiltjas, ütleksin, kuid kilt ta ei ole. Nüüd tean, toona ei teadnud.

Kivi paelus oma lumehelbeid meenutava pinnamustri ja siidja läikega. Teisi selliseid seal karjamaal ei olnud ja üldse polnud näinud. Leidus küll teistsuguseid, aga neist pärastpoole.

Kümmekond aastat hiljem, TPI-s kiviteadust õppides, võtsin oma lemmiku kaasa ja näitasin õppejõule. Et näete, mis ma Lasnamäe alt leidsin. „See on kips,“ ütles nooruke, äsja õpetama pandud naisisik, „Kipsi Lasnamäe all ei ole“. Loomulikult oli tal õigus - õppinu õigus. Miks kipsitükk Lasnamäe all vedeles, see teda ei puudutanud, see polnud geoloogia.

Mind aga jäi kips huvitama. Aegamisi hakkasin arvama, et mu lemmik-kivi pärineb Ida-Petserimaalt, sõjasaagiks saadud Irboska kipsimaardlast. Oli ju kips ennesõjaaegse Eesti tähtsuselt teine mineraaltoore põlevkivi järel. Majandusväärtuse alusel. Aga see on juba mäemajandus, minu eriala, mitte geoloogia.

Mustad teemandid

Meie toonase karjamaa põhjapiiril oli ja on ka nüüd Varsaallika oja. Ainult, et siis voolas seal allikavesi ja elasid [kirpvähid](#). Oja põhjaks oli hele kivim, Tiskre liivakivi. Nüüd tean seda kivimit, toona ei teadnud.

Vingerdava oja liugveere liiva peale oli settinud pisikesi musti kivikillukesi. Raamatuid lugenud poisikesena kuulutasin nad teemantideks, mida otsida, koguda ja vahetusrahana kasutada. Nii hakkas minus idanema majandussuunaga mäeinsener.

Üliharva oli ojas ka sama suuri, kuid tellispunaseid killukesi. Neid oli vähem, sestap olid nad meie fondis kallimad. Mustade ja punaste vahetuskurssi ei mäleta.

Mõne aja pärast jõudsimme karjatusala lõunapiirile, Lasnamäe veeru alla. Sinna, kus tuleb alla Katleri oja. Kunagi, võib-olla mõisa ajal, oli oja laskumise kohale ehitatud paekivist müüritise ja betoonist mademetega jugade kaskaad. Võimalik, et selle olid teinud Peeter Suure Merekindlustuste ehitajad tööväele, pesemiseks. Pole uurinud.

Kui me lehmadega Katleri alla jõudsimme, oli kaskaad juba varemeis. Nii lagunened, et paljandusid kivimid, millesse ehitis oli rajatud. Suure osa paljandist moodustas mitme meetri paksune musta kivimi lade. Savikivi, graptoliitargilliid, diktüoneemakilt, kuidas iganes seda intrigeerivat kivimit nimetatakse. Nüüd tean, toona ei teadnud. Aga hetkega sai selgeks, kust Varsaallika oja, mis Katleri naabruses Lasnamäelt alla tuleb, mustad kivikillud meile oli toonud. Just sellest lademest. Meie teemantide fond devalveerus.

Katleri kose veerul, argilliidi latakate vahel pesitsesid ja pulmitasid nastikud. Varitsesid ja kugistasid konni. Kas ka hiidnälkjaid, suuri musti seatigusid, keda klindi varjus ikka oli, ei tea. Tollest ajast pärinebki minu tava mustjaspruuni graptoliitargilliiti konnatahvliks nimetada. Võinuks olla ka nälkjatahvel, aga polnuks rahvapärane. Nüüd on konnatahvel, vaat', et ametlik nimetus.

See oli mu esimene kohtumine graptoliitargilliidiga. Elus põrkusin temaga kümneid kordi. Palju juttu tuleb argilliidist ka järgnevas. Viimane kohtumine selle savikiviga oli mul 2019. augustis. Nägin, kuidas Reidi tee ehitamisel konnatahvli tükke Pirita olümpiatee alt välja tuli. Geoloogiliselt on see võimatu, sotsialistlikult võimalik - olümpiaregati eelses rabelemises puistati tee täiteks mida iganes. Muldeks oli veetud Maardu fosforiidikarjääri katendit, milles argilliit sees. Reidi tee ehitajates ei pälvinud selle, vahepeal üsna halva kuulsuse saanud kivim mitte mingit tähelepanu. Ta oli unustatud, ei tekitanud paanikat.

Aga meie tellispunased teemandid? Kust Varsaallika oja oli need meile toonud? Peagi saime selgust. Tõusnud Lasnamäe nõlval vaheplatoole, kus nüüd on linnarahva poolt lagastatud võsa, leidsime ees heinamaa. Niitu, nagu ikka, ilmestasid mutimulla kühmukesed. Neis märkasime punaseid kivikillukesi. Mitte küll palju, kuid see-eest suuremaid kui nood, mida oja meile oli toonud. Meie teemandifond kukkus täiesti kokku. Küllap seepärast pole mu kivikogus mitte ühtegi näidist toonasest varandusest.

Muuseas, olen fantaseerinud, et Katleri-alune platoo on koht, kus kunagi murti ehituskivi Pirta kloostri tarbeks.¹

Tellispunaste kivikildude päritolu jälile jõudsin aastakümneid hiljem, kui nägin Maardu fosforiidikarjääris põlenud savikivi kuhilaid. Savikivi, nagu savigi, küpseb kuumaga tellispunaseks. Aga kes neid Brigitta paemurrus küpsetas, ei oska seni arvata. Pole uurinud.

Mul pole savi

Sealsamas, Lasnamäe jalamil, Katleri ojast veidi lääne poole, nägime sinakasrohelise sitke kraami humnikuid. Et see on savi, seda me teadsime. Aga et just kambriumi sinisavi, seda tean alles nüüd. Need savikünkakesed on isegi ennesõjaaegsel maakaardil. Aga miks seal? Kui enamikul inimestest on ebatavalisest savileiust savi, siis minu loomusega isikul mitte. Lühidalt – kuuskümmend aastat hiljem, Lasnamäel elades, võtsin sihipäraselt ette ja otsisin savihunnikud üles. Ja avastasin, nagu olingi arvanud, märke rajatud militaargaleriide suudmed.² Ka sellest olen kirjutanud Püha Brigitta loos, ära tuues ka suudmete foto ja koordinaadid. Galeriisid otsida pole mõtet, nad on korralikult kinni müüritud, neisse ei pääse. Isegi

¹ Enno Reinsalu, 2008. Püha Brigitta paemurd. Killustiku kaevandamine ja kasutamine. Eesti Mäeselts, TTÜ mäenstituut, lk 66-70

<https://www.google.com/search?client=firefox-b-d&channel=crow&q=p%C3%BCh+brigitta+paemurd>

² Militaargaleriid Lasnamäe paes

<https://register.muinas.ee/public.php?menuID=monument&action=view&id=8721>

nahkhiired mitte. Sealsete laskemoonaladude, või mis nad ka pidid olema, ehitamine katkestati üsna alguses.

Aga punaseks küpsenud savikivi Brigitta paemurru platool? Kust see? Aga võib-olla just Katleri all üritasid vene insenerid I maailmasõja ajal barakke argilliidiga kütta? Kütmise fakt on teada, kuid kohad, kus seda tehti, pole fikseeritud. Arvatakse, et Astangul, kus galeriide, või tunnel-ladude, nagu üldsus neid nimetab, alumised käigud raiuti argilliiti. Savikivi oli ja on seal palju.

2019. suvel, kui Astangu V militaargalerii suudmest tuli suitsu, läksid kohalikud ärevaks – argilliit põleb! Mina nii ei arvanud. Olin Astangu I ja II galerii läbi käinud ja näinud, et seda kivimit neis pole ega saagi olla. Esimesed galeriid olid rajatud argilliidist kõrgemale, paekivisse. Järgmistesse galeriidesse ma ei olnud roninud. Teadjana pidasin neid ohtlikeks. Nii ma siis väitsingi, enda arvates teadja õigusega, et V galeriis miilab hulkuri olmekraam, mitte konnatahvel.

Kuid mu asjatundja õigus teada vankus. Ma ei olnud näinud galeriide mõõdistusi. Neid lihtsalt ei ole. Teadmine põhineb teadusel ja teadus mõõtmisel. Päästjad ja geoloogid, järgides oma töist kohustust, ronisid V galeriisse sisse. Hiljem geoloogid rääkisid, et see, mida nemad galeriis nägid ja päästjad kustutasid, oli siiski hõõguv argilliit. Küllap siis oli, kuigi nad ainult nägid, ei mõõtnud.

Aga siiski, kuidas konnatahvel nii kõrgele sai? Või on V galerii sügavam, rajatud kuivendustasandile? Ilma mõõtmata ei saa teada. Ehk on seal geoloogiline nihe? Ka seda ei tea, pole mõõdistatud. Nii tekitatigi arvamine, et asja tuleb uurida, et teaduslikult põhjendada Astangu argilliidi kahjutustamine.

Ma ei oleks viimasest episoodist juttu teinud, kui mind poleks liiga sageli kutsutud toetama arvamust, et see või teine, väidetavalt keskkonnaohtlik kivimilasu tuleb likvideerida – korrastada, rekultiveerida, ümber tõsta, lammutada, maha matta. Kulused kartmata. Loomulikult eurotoetusega.

Selliseid soovide kuuled ikka neilt, kes elatuvad eurotoetuste hankimisest ja kulutamisest. Hea, kui nad seejuures kutsuvad teadjaid oma projekte teaduslikult (mõõtmistega) kinnitama. Siis saavad ka teadjad tööd ja võid leivale.

Astangu juhtumil osutasid mu teadmised konnatahvlit piiratuks. Nad ei olnud teaduslikud, ei tuginenud mõõtmistele. Aga kõik muu graptoliitargilliidist, millest edasises juttu, põhineb mõõtmistel.

KUI POLE MÕÕTNUD, TOHID AINULT ARVATA

Kombinatorika ürije

Võisin olla 13 aastat vana. Küllap olingi, sest võis olla kuuenda kooliaasta sügis. Koduülesannete jaoks mul aega eriti ei kulunud. Ka kõik kodused raamatud olid ka läbi loetud. Tuba oli hämar. Midagi huvitavat tahtsin teha. Üldkasutatava ümmarguse laua taga, laelambi all. Paber ja pliitsid olid.

Mul oli tekkinud huvi – mitu arvu saab kolmest numbrist.

Ühest numbrist (1) saab ühe arvu, mis on 1. Kahest numbrist (1 ja 2) saab kaks kahekohalist arvu: 12 ja 21. Kui arv tohib olla nii ühe-, kui kahekohaline, saab kahest numbrist neli arvu: 1, 2, 12, 21. Ka kahest korduvkasutatavast numbrist (1, 2) saaks neli kahekohalist arvu: 11, 12, 21, 22. Koos ühekohalistega juba kuus: 1, 11, 12, 2, 21, 22. Kolmest numbrist (1, 2 ja 3) saab kolmekohalisi arvusid kuus: 123, 132, 213, 231, 312 ja 321. Seda juhul, kui iga number esineb arvus üksinda. Aga kui number tohib korduda ja/või kui arv võib olla mitte ainult kolme-, vaid ka ühe- või kahekohaline, saab arvusid rohkem. Aga edasi?

Edasi – proovimise viisil jõudsin numbritest koosnevate arvuhulkade konstrueerimisel üsna kaugele. Sõnastasin isegi mõned reeglid.

Mõni aeg hiljem, kas samas või järgmises klassis, sain matemaatikatunnis teada, et see on kombinatorika, osake diskreetsest matemaatikast. Ja et on olemas arvuhulkade variatsioonid, kombinatsioonid ning permutatsioonid ja valemid, faktoriaal jne. Kui ma siis, edev, nagu olen, julgesin õpetajale vigiseda, et olen sel alal nokitsenud, sain põlastava

vastuse, et pole mõtet tegevusel, mis on nagu jalgratta leiutamine.

Lugupeetud õpetajal oli muidugi õigus. Teadja õigus. Seal, kus teooria ja valemid on valmis, pole mõtet katse-eksituse meetodil rähelda. Aga minus hakkas idanema mõte – kas õppinud isikud, kes teooriat teavad ja valemeid valdavad, üldse hakkavadki uut otsima ja leidma. Pigem, kui midagi jääb ebaselgeks või arusaamatuks, hakkavad juurde õppima. Googeldama, tänases mõistes.

Sinna mu kombinatoorika jäi, kuid tema meenutamisest sain ma tuge siis, kui lõhkesüsteemide töökindlust uurides arvutasin, millise tõenäosusega plahvatavad laengud järjekorras 1.-2.-3., nagu neid initsieeriti. Või kui midagi läheb valesti, siis teevad seda järjekorras: 2.-1.-3. või 1.-3.-2. või hoopis muus kombinatsioonis. Või isegi 2.-3., mis tähendab, et 1. laeng tõrkus, ei plahvatanud. Mis on väga ohtlik.

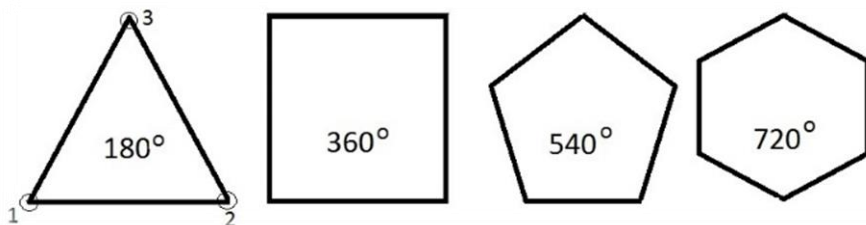
Kombinatoorika lihtmenetlust katsetasin ka siis, kui noorteadurina arutasin ülemusega, mitu lõhkamist teha, et olla tulemuses enam-vähem kindel. „Tehke kolm. Kui kaks on positiivsed, on tulemus käes“, ütles ülemus. Võtsin mündi, tegin kolm viset. Kaks korda tuli peale *kull*, st NSVL vapp, üks kord *kiri*. „Kas see on kindel tulemus?“ Ega see ülemusele ei meeldinud, mulle ka mitte. Hakkasin tegema viieseid seeriaid.

KES OTSIB, SEE LEIAB; LEIAB, KES OTSIB

Metapolügoonia

Umbes samal ajal, kui numbrite kallal nokitsesin, õpetati koolis geomeetriat. Saime teada, et kolmnurgal, ükskõik, kas võrdkülgtsel, võrdhaarsel, täisnurksel või kiivakal on sisenurkade summa 180° . Ja et nelinurgal, kas ruudul, ristkülikul, rööpkülikul, trapetsil või rombil on see 360° . Ja viisnurkadel (välja arvatud kurikuulsal viiskandil ehk pentagrammil ☆) on sisenurkade summa 540° . Kuusnurkadel (aga mitte teada-tuntud heksagrammil ☆) on juba 720° . Ja nii edasi - hulknurgale ehk polügoonile ühe tipu lisamine paneb sisenurkade summale 180° juurde.

Neli tuntumat hulknurka oma sisenurkade summaga on pildil:



Seda tuleb teada maa mõõtmisel, sest kõik tasase maa tükid on hulknurgad. Neid mõõdetakse nurgeti ja polügooni nurkade summa peab klappima. On isegi valem:

$$\begin{aligned} \text{hulknurga sisenurkade summa} &= \\ &= \text{nurkade arv} \times 180^\circ - 360^\circ \end{aligned}$$

Hakkasin targutama. Kui krundil on sada nurka, siis valemi kohaselt

$$\begin{aligned} \text{sadanurga sisenurkade summa} &= \\ &= 100 \times 180^\circ - 360^\circ = 17\,640^\circ. \end{aligned}$$

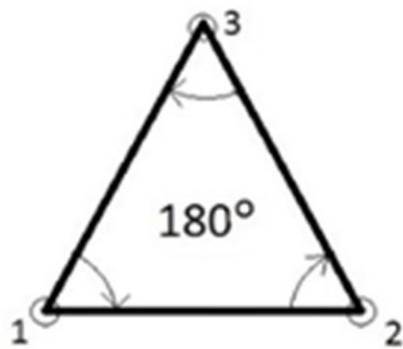
Kui nurki on tuhat, siis sellest sada korda suurem. Aga ringil, millel lõpmatu arv sisenurki, milline on nende summa? Küllap lõpmatult suur.

Kuid mida selle targutusega peale hakata? Sinna lõpmatusesse see mõte kadus.

Igal mõttel, mis venib kui kummipael, on ka teine ots. Ja mõte läks teise otsa poole - võtaks nurki vähemaks. Kui polügooni nurkade arv oleks kaks (2), siis oleks see kaksnurk, mille sisenurkade summa on null (0). Ja veel tagasi - kui nurki oleks üks (1), oleks üksnurk. Sama müstiline kui üksarvik. Üksnurga sisenurkade summa, täpsemalt, nurk ise oleks negatiivne, miinusega: -180° . Kuidas kaksnurk ja üksnurk välja näeksid? Üritasin neid ette kujutada järgmise pildi abil. Hiljem, kui abstraktsioon edenes, üritasin kujutada ka nullnurka, mis on ka pildil.

Kui ma siis õpetajale iitsatsin, et hulknurkade suurendamise vastukaaluks võiks nende nurkade arvu hoopis kahandada, et võiksid olla ka kaksnurgad ja üksnurgad, pidas ta seda lõõpimiseks. Ei kommenteerinud. Mis oli hea, sest ega õpetaja arvamus minu targutamistest poleks mind kaasõppurite silmis kergitanud.

Kolmnurk



Kaksnurk



Üksnurk

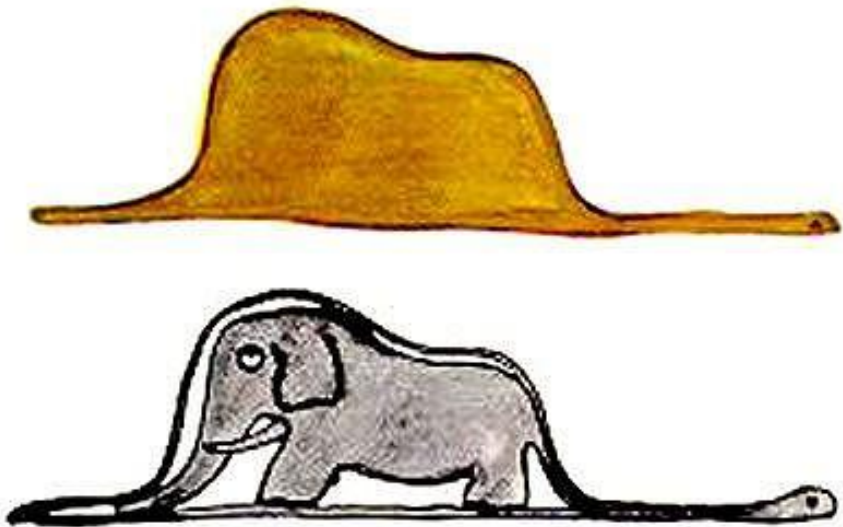


Nullnurk



Olen kasutanud oma nuri-nurgikuid vestluskaaslase mõtte lennukuse mõõtmiseks. Näidanud neid, nagu Antoine de Saint-Exupéry oma skitsi elevanti seedivast boamaost. ³ Kompamaks kaaslane fantaasia piire. Kui too nägi Exupéry pildil kaabut ega hoomanud elevanti, siis edasi vesteldi austritest ja autodest. Sest millest muust rääkida inimesega, kelle mällu ei mahu mõte, et boa seedekulglasse mahub elevant.

RUUMI MÕTTELINE LAIENDAMINE AITAB LAIENDADA MÕTTERUUMI.



³ Antonie Saint- Exupéry https://en.wikipedia.org/wiki/Antoine_de_Saint-Exup%C3%A9ry

Arvan, et tänu poisikese metapolügooniale oli mul hiljem hõlpsam ette kujutada põlevkivimajanduse tõhususe optimaalset vektorit kriteeriumite viiemõõtmelises ruumis. Viis mõõdet, need olid: kaevandamise käidukulu, investeeringute maht, tööväe arvukus, maavara kulu ja kaevandamise mõju keskkonnale. Etteruttavalt – toonases mudelis puudus kuues mõõde – iseseisvus. Sellest hiljem.

Minu metapolügooniasse on suhtunud multivariantse ignorantusega. Välja arvatud üks ja ainus kord, kui tutvustasin nurgikuid kursavend Arvile. Tema võttis lennult ja koos leidsime – miks mitte arendada ideed edasi ja minna nullist tagasi. Tuletada miinus-üksnurk, miinus-kaksnurk jne. See tähendab – minna negatiivsesse geomeetriasse. Piirkonda, kus trigonomeetria kehtib väljaspool kolmnurga piire. Aga see on kaugem teema, millele siin pole ruumi.

TEADLASEL PEAB OLEMA OIDU FANTASEERIMISEKS

Arvil on. Ka temast sai teadlane.⁴

⁴ Arvi Toomik, mäeinsener <https://www.geni.com/people/Arvi-Toomik/6000000008163756601>

ÕPIAEG

Teo tegemine

Rauakoolis, toonase nimega Tallinna Polütehnilises Instituudis õpetati tudengeid masinaid projekteerima. Et insenerid teaksid, mis raudasjadel sees. Nagu meditsiinitudengitele õpetatakse anatoomiat, et arstina teaksid, mis inimesel sees. Ainult, et erinevalt arstihakatistest, kes lahkunuid lahkasid, pidime meie konstrueerima uusi masinaid. Vähemalt nende osi. Jupikaupa.

Ühe kursusetööna pidime projekteerima reduktori. Teraskasti, millel on sisend - kiirelt pöörlev võll ja väljund - aeglaselt pöörlev võll. Sisendi ja väljundi pöörlemiskiirus, moment jt olid ette antud. Minu reduktoril pidi väljund olema eriti aeglane. Seepärast nimetatakse sedalaadi reduktorit teoks (nimetav - tigu). Ja välimuseltki on see reduktor teolaadne - suur ümmargune korpus, all silindriline võll. Nagu viinamäeteol. Ärgu masinainsenerid naergu, see seletus on humanitaaridele ja loodusteadlastele.

Tigureduktor on vähese kasuteguriga ja veidi erandlik. Aga mõnes kohas vägagi kasulik, näiteks auto rooliajamis. Jällegi - ärgu autoinsenerid naergu, ka see seletus pole teie jaoks - ise teate, kuidas asjad autodes on.

Minu jutt on sellest, et kui mu ülesandeks sai erandlik reduktor, siis sellise projekteerimine polnud igapäevane õppeharjutus. Tuli juurde otsida näiteid ja arvutusmetoodikaid. Rehkendasin. Joonistasin suure sirkliga suure teokarbi jne. Lisasin mõõtarmid, tolerantsid, vist ka valatud korpuse terase margi. Teisisõnu - erandlikkuse tõttu tuli rohkem nuputada. Selgemalt öeldes - mul polnud eelmiste kursuste tudengitelt midagi kopeerida. Ja

ega õppejõudki selliseid reduktoreid iga päev näinud. Hindamisel resümeeris - selle võiks kohe töösse anda. Mis oli tudengile erakordne tunnustus.

EBATAVALINE ÜLESANNE VÕIB VIIA ERAKORDSE TULEMUSENI; ERAKORDNE TULEMUS ON EBATAVALINE

Isekirjutaja

Tudengina sain tööle uurimisinstituuti. Diplomieelsele praktikale Põlevkivi Instituuti Kohtla-Järvel. Vargse sooviga sinna jäädagi, sest kuuldavasti jagas Rahvamajanduse Nõukogu vastloodud instituudile kortereid. Praktikandile anti jõukohane töö - saadeti iga päev kaevandusse mõõtma allmaakambrite lae toestuspoltide pingeid.

Allmaakaevanduse käikude ja kambrite lagi on plaatjas lubjakivi. Et vahetu lagi alla ei kukuks, õmmeldakse ta teraspoltidega kõrgemate kihtide külge kinni. Seda nimetatakse lae ankurdamiseks. Kolleegid olid laest välja turritavatele ankrutele pannud survemõõdikud, mis mutrite kinni keeramise ajal olid näidanud, kui hästi poldid laekihte kokku tõmbavad - kui suur on neis pinged. Mul tuli kaevanduses käia ja mõõta, kas pinged langevad või tõusevad. Mõõtsin neid iga päev, küllap kogu praktika vältel. Pärast lõunat tulin kontoris, mida laboratooriumiks nimetati, täppisin punktid millimeeterpaberile. Ühendanud punktid lõikudega, sain katkiste hammastega sae taolise joone. Ei pingete tõusu ega langust, ainult mõõtmishälbed. Nii tegingi tööd, mida tavaliselt teevad isekirjutavad mõõdikud. Olin ise isekirjutaja.

Hakkas tunduma, et iga mõõtmine ei ole teadus. Mõni mõõtmine on lihtsalt kombe täitmine. Igav oli piki strekke käia.

Neli kilomeetrit sinna, neli tagasi. Iga päev. Kõndides jälgisin käigu lage (mäemehe sundus – et kivi pähe ei kukuks) ja mõtlesin, miks need kivikihid ikka seal püsivad?

Hakkas idanema teooria. Kes oskab masinaga õmmelda, sellele selgitan – et õmblus saaks korralik, peavad ülemine ja alumine niit olema võrdse pingega. Nii ka kaevanduskäigu lage õmmeldes – pinged ankrupoltides ja laekivimites olgu võrdsed. Insenerihakatistele õpetatakse, kuidas survestatud anumaid poltidega kokku tõmmatakse. Laiendasingi rauakoolis saadud õpetust kivimite peale. Joonestasin kivikihtides ja teraspoltides kujutletavate jõudude ning deformatsioonide tasakaaludiagramme. Unistasin, et võiks teha elektrilise analoogmudeli: patarei, reostaadid, takistused, volt- ja ampermeeter...

Mu teooria hakkas võrsuma. Kuidas muidu, tuli rääkida ülemusega. Ettevaatlikult, et mitte näida ninatargana, serveerisin oma mõtteid küsimustena. Et ülemus annaks nõu. Teisisõnu – mängisin lolli.

Näis, et vähehaaval jõudis mu teooria talle kohale. Järgmisel päeval kutsus mind enda juurde ja selgitas targalt, kuidas kõik on. Minu teooriahakatis oli leidnud paiga tema teadvuses. Ja jäigi sinna, kinnistus tema teorianana. Mina jäin lolliks. Kuid mitte sedavõrd, et seda teooriahakatist iseseisvalt arendada. See olu on hukatuslik. Minu mõttekäikude hõlvamise otsene tulem oli pöörd-efekt ülemuse teadvuses – need mõttekillud said tema teooriaks. Iga teise isiku arendus olu on tema jaoks loomevargus. Hiljem süvenes see tal allergiaks. Edaspidi leiab mainimist.

Ülemus soovis mind oma käe alla. Selgitas, mida mul kivimite ankurdamise teemal teha ja kuidas teha. Kuid tema ahtad ampluaa ja autoriteet olid piiravad. Niipea, kui tekkis võimalus minna teisele suunale, saada uus teema, haarasin sellest kinni. Uus suund oli lõhketööd. Mäenduse igavene teema.

Ankrute kallal nokitses ülemus edasi ükski: joonistas skeeme; tegi difvõrrandi nii, et kirjutas jagatises x/y nimetajale ja lugejale ette tähe d ; avaldas mitmes keeles artikleid; kaitses kandidaadiväitekirja. Teisisõnu, tegi töö minu eest ära. Tubli mees oli.

SAIN ARU – IGAÜHE EES EI TOHI LOLLI MÄNGIDA

Kuidas ma Gaussi astusin

Niisiis, oma töö-elu esimesel kuul tegutsesin isekirjutajana. Selle tööga sain ka esimese praktilise kogemuse – rikkusin mulle usaldatud mõõdiku. See oli üsna tavaline mehhaaniline [indikaatorkell](#). Praegugi mu inseneri-asjade kollektsioonis alles. Eriline oli ta vaid selle poolest, et indikaatori varrele oli kruvitud muhv, mis fikseeris mõõdiku ankrupoldi dünamomeetris.

Kaevanduse hüljatud koristuskambris, mille lagi oli vaatluse all, ronisin redeliga lae alla. Torkasin indikaatori otsaku laes turritava ankrü dünamomeetri mõõtauaku ja vaatasin „sihverplaadilt“ mitu sajandikmillimeetrit on seis eelmise näiduga võrreldes muutunud. Kirjutasin näidud märkmikku. Mida väiksem number, seda lähemale oli lagi tulnud ja seda rohkem pidi ankur pidama. Laboris oli mul vaatamiseks nomogramm, mille kohaselt jõud ankrus (kg) oli pöördvõrdeline märkmikku kirjutatud arvuga (mm).⁵

⁵Tegelikult olid need dünamomeetrid konstrueeritud mõõtma ainult ankrü paigaldusjõudu. Jõu kahanemist nad ei saanudki näidata, sest mõõtelement oli pehmest rauast – plastne, mitte elastne. Seega, ei olnud kambri laes mitte dünamomeeter vaid paigaldusjõu indikaator. Toestikuankru algpingust fikseeriv vahend, parafrasides – fiktsioonmeeter. Kui see hiljem selgus, kukkus juhendaja renomee üsna mitu pügalat.

Ja siis kukkus indikaator mul käest ning fikseeriv muhv nihkus. Sellest peale olid kõik mõõtardud mitu millimeetrit suuremad. Nagu oleks ankrud lõtkunud. Aga ei nendega polnud midagi juhtunud, olid pinges edasi.

Olin üsna nutune, aga jätkasin mõõtmist. Ent nagu enne õnnetust, nii ka pärast polnud näha mitte mingeid muutusi. Kõigi kümnekonna ankrud näidud, igapähe kolm numbrit, püüsid samad, ainult mõni millimeeter suuremad kui enne põrumist.

Hakkasin tuletama parandustegurit. Tähelelmasin, et kogu minu vaatluste ajal olid näidud olnud üsna püüvad. Nii enne kui pärast indikaatori rikkumist. Arvutasin siis keskmise näidu enne põrumist. Võrdlesin neid samade dünamomeetrite keskmiste näitudega pärast õnnetut sündmust. Nägin, et hällbed on vägagi ühtlased - sajandik millimeetrit sinna-tänna. Joonistasin sagedusgraafikud ja näen - hällbed koonduvad ühe kindla suuruse lähedusse.

Rauakoolis oli õpetatud klassikalist matemaatikat. Sellele toetuses hakkasin tuletama hüperboole, mis kirjeldaksid, kuidas hällbed lähenevad ühelt ja teiselt poolt vertikaalsele asümptoodile - arv-suurusele, mille võrra muhv oli nihkunud.

Minu häda sai alguse sellest, et toonases inseneriõppes ei õpetatud matemaatilist statistikat ega tõenäosusteooriat. Tolleaegne inseneeria oli deterministlik - ei mingit juhuslikkust. Paradigma kohaselt oli kõik täpselt mõõdetav ja arvutatav. See, et mäendus on looduskeskne inseneriala ja loodus on suuresti määramatu, ei pannud õppekavade koostajaid teisiti arvama. Moka otsast räägiti vigade teooriast, kuid mitte sellest, mis rollid nad praktikas mängivad. Vigu lihtsalt ei tohtinud teha...

Näitasin oma hälvete skitsi vanemale ja targemale kolleegile. „See on normaaljaotus, Gaussi kõver“, ütles ta. „Hälbe suurim esinemissagedus on keskväärtuse kohal. Hälvete keskmine, ehk matemaatiline ootus ongi su parandustegur.“

Nii lihtne see oligi. Tänu oma kolleegile, kes tänu enne sõda saadud gümnaasiumiharidusele „saksa matemaatikat“ paremini teadis, ma hälvete koondumise teemal rohkem ei teoretiseerinud. Võtsin aluseks kuulsa matemaatiku loodud normaaljaotuse.

EI ASTUNUD ÄMBRISSE EGA GAUSSI VAID HOOPIS GAUSSI NORMAALSUSE RAJALE

Aga mitte kauaks. Kui hakkasin märkama, et looduse kõige huvitavamad asjad on ebanormaalsused, hakkas jaotusi juurde tulema. Oleksin isegi „oma“ jaotusseaduse teinud, kuid juhtumisi sain teada, et polnud vaja. Aga see on juba järgmine lugu.

Heal lapsel mitu nime ehk jalgratta leiutamine

1962. sai Põlevkivi Instituut Eesti Põlevkivilt ülesande leida moodus põlevkivi kvaliteedi juhtimiseks lõhketööde abil. Kuna kõik meie laboris pidid tegelema ankurtoestikuga, sain ma selle tööotsa üksi teha.

Tuli lõhkuda maavara nii, et õlitehas saaks võimalikult palju suuretükilist põlevkivi. Kusjuures purustatud kivim ei tohtinud olla liiga jäme, mis oleks raskendanud kaevise laadimist

koristuskaemeri ees.⁶ Ja ka lõhkeainet pidi kuluma vähe. Tüüpiline optimeerimisülesanne. Dissertaabel, nagu toona moeks öelda.

Üks, mis mul kohe tuli selgeks saada, oli purustatud kivimi hindamine. Vaatamisest ei piisa, tuli mõõta. Et öelda, kas kivim on purustatud peeneks või jäänud jämedaks, piisaks tükkide keskmisest suuruselt. Keskmise mõõduks võiks võtta sellise ava, millest mahub läbi pool purustatud materjalist. Mida suurema läbimõõduga on „keskmise ava“, seda jämedam on kaevis. Aga kuidas leida selline sõel, millest just pool uuritavat materjali läbi läheb? Ega midagi, tuleb kogu lõhutud kivimihunnik ära sõeluda. Teha seda mitme sõelaga et näha, milliste sõelte vahel oleks keskmine ava.

Selline meetod ei ole piisavalt täpne, sest sõeltest arvestatakse vaid kahte. Informatsioon, mida annavad teisi sõelu läbivad materjalikogused, jääb kasutamata. Aga ka teised sõelad annavad olulist teavet. Kõige peenemat sõela läbinud tolmlas materjal viitab liigsele energiakulule purustamisel. Kõige jämedama sõela peale jäävad kamakad annavad tunnistust lõhkeaine energia ebaühtlasest jaotusest. Tootmise seisukohalt on mõlemad, nii tolm kui suured tükid ebasoovitavad. Mida vähem neid, seda parem. Ehk teisisõnu – hästi lõhutud kivimi tolm, terad, tükid ja kamakad peaksid jaotuma võimalikult

⁶ Täiesti sihipäraselt käänan siin terminid 'esi' just nii, nagu keelekupjad käsivad: esi-ee-ett. 'Ees', see tähendab kohas, kus laadur kaevist laeb. Mäemehed ütlevad 'esis'. Nii on selgem. Näiteks dialoog: „Kus meister on?“ „Esis. Mine sinna, aga ära jää veduri ette.“

ühtlaselt. Kokkuvõtvalt kahe sõnaga: purustatud kivimit iseloomustavad tükisuuruse **keskmine** ja **jaotus**.

Eelmises loos jutuks tulnud Gaussi kõver oli esimene, millega püüdsin kirjeldada põlevkivi tükkide mõõtmete hälvimist keskmisest kaugemale – tolmu ja kamakate suunas. Kohe nägin, et sümmeetriline jaotus ei sobi. Gaussi kõver elab ka negatiivses piirkonnas, allpool nulli, aga nullist väiksemaid kivimitükke, isegi mitte tolmu ei ole olemas. Positiivses piirkonnas, ehk kaevisse reaalsesse maailma paremini sobiv lognormaalne jaotus andis küll parema, kuid ikkagi mitterahuldava tulemuse. Otsisin edasi.

Vene teaduskirjanduses (teisi oli peaaegu võimatu kätte saada) oli näiteid, kuidas kivimi tükisust kirjeldada astmefunktsiooniga. Aga see ei olnud mugav kasvõi seepärast, et graafikut tuli tõkestada, kui suurte tükkide osamäär kasvas üle 100%. Nii leidsingi lognormaalse ja astmejaotuse kombineerimise teel, et purustatud kivimi tükisust saab kirjeldada jaotusseadusega, mille astendaja ei ole täisarv. Murdarvuline astendaja osutuski kaevisse ebahütluse tunnuseks. Mulle tundus, et olen leiutanud uue jaotusseaduse.

NII ASTUSIN MURDARVULISTE ASTENDAJATE MAAILMA

Tagantjärele kiidan oma tagasihoidlikkust, et ei rutanud seda „leiutist“ publitseerima. Ei läinud kaua aega, kui leidsin saksakeelsest erialakirjandusest, et tegemist on mäenduses tuntud Rosini⁷-Rammleri⁸ jaotusseadusega, millega kirjeldatakse mineraalseid puistematerjale ja mis avaldati kütustele pühendatud erialaajakirjas juba 1933. aastal.

SELGUS, ET OLIN LEIUTANUD JALGRATTA

Kui põlevkivi kvaliteedi teema oli ammendatud ja mina kandidaadikraadi⁹ saanud, jäi mind huvitama lõhketööde töökindlus ja ohutus. Siis kohtasingi töökindluse teoorias sedasama jaotust Weibulli¹⁰ seaduse nime all. Selle nime all ongi see paindlik funktsioon üldiselt tuntud.

Aga jalgrattaleiutajaid on harrastusmatemaatikute seas teisigi. Näiteks, nõukogude teaduskirjanduses kasutati „kodumaise“ jalgrattatööstuse tähtsuse rõhutamiseks nimetust Weibulli-Gnedenko¹¹ jaotus. Patriotismist tingituna nimetati

⁷ Paul Otto Rosin (24.07.1890 - 13.03.1967), Freiburgi Mäeakadeemia juudisoost professor

⁸ Erich Rammler, doktor, prof. Paul Rosini kaastöötaja

⁹ Igaks juhuks pean vajalikuks mainida, et jaotusseaduse valik ei mõjutanud minu toonase töö põhitulemusi, sest peene ja ülipeene materjali osas, mille tekitamiseks kulub valdav osa purustamise energiast, on jaotuste lahknemisest tulenev viga minimaalne

¹⁰ Walloddi Weibull, rootsi matemaatik

https://en.wikipedia.org/wiki/Waloddi_Weibull, 1939. publitseeris kõne all oleva jaotusseaduse Rootsi Teaduste Akadeemia Toimetistes. Laiemalt on teada tema 1951. avaldatud samateemaline ingliskeelne üllitis.

¹¹ Ukraina akadeemik B. V. Gnedenko, kes seda jaotust käsitles 1949. (koos akad. Kolmogoroviga)

nõukogude teaduskirjanduses ülal mainitud astmefunktsiooni Andrejevi¹²-Gaudini¹³ jaotuseks.

Kui olin leidnud, et mäeprofessorite Rosini ja Rammleri prioriteeti on riivatud, arvasin, et mäeteaduse auväärse huvides tuleks neist midagi kirjutada. Alustasin kirjanduse otsingust. Ei läinud kaua, kui tehnikaülikooli raamatukogu teabeingel leidis mulle interneti avarustest sellekohase artikli.¹⁴ Kõik! Järjekordset jalgratast polnud mul vaja.

Teemakohane jätkulugu

Tänu headele tuttavatele sain tõmmise väga huvitavast artiklist.¹⁵ Sellest, piiratud leviga allikatest kokku kirjutatud loost selgus, et professor Paul Otto Rosin oli Mendelssohni panga teaduskonsultant, kes enne teist maailmasõda nõustas Kiviõli põlevkivitööstuse finantseerimise käiku. Artiklis oli mainitud, et 1930. mais-juunis, seega kolm aastat enne Rosini-Rammleri jaotusseaduse publitseerimist, osales professor Rosini kolleeg

¹² Pole vaevunud uurima, kes oli see Andrejev ja millal tema oma jalgratta leiutas ning publitseeris

¹³ A. M. Gaudin kasutas astmefunktsiooni jaotusfunktsioonina 1926. aastal. Peale Gaudini ja Andrejevi on teaduskirjanduses astmefunktsiooni kasutajatena nimetatud veel Gates'i, Schuhmanni ja teisi, kes kõik seda mugavat valemit on populariseerinud

¹⁴ Wilbur K. Brown, Susanville; Kenneth H. Wohletz, Los Alamos: Derivation of the Weibull Distribution Based on Physical Principles and its Connection to the Rosin-Rammeler and Lognormal Distributions

<https://permalink.lanl.gov/object/tr?what=info:lanl-repo/lareport/LA-UR-94-3297>

¹⁵ Manfred Rasch: Die Bedeutung des Bankhauses Mendelssohn & Co für die Industrialisierung Estlands. Die Estnische Steinöl AG, Tallin, und der Heizölliefervertrag mit der deutschen Kriegsmarine von 1935. (Mendelssohn Studien. Beiträge zur neueren deutschen Kultur- und Wirtschafts-geschichte, Band 6. Duncker & Humboldt, Berlin 1986; s 183... 227)

dr. Erich Rammler Kiviõlis korraldatud katsetöödel. Hindas muuseas ka lõhkeaine kulu põlevkivi purustamisel. Tänu katsetöödele läks Kiviõlis õli tootmine edukalt käima.

Ma ei arva, et dr. Rammler tegi Kiviõlis midagi sellist, mis oleks minu töö tähtsust vähendanud. Muutnud jalgrattaks. Aga viidata Freiburgi Mäeakadeemia tööle oleksin siiski pidanud. Ent polnud võimalik. Esiteks, professor Rosin muutus natsi-Saksamaal *persona non grataks* ja temaga seotu hajus. Emigreerununa Inglismaale, jäi ta piisava tunnustuseta ka Freiburgis, Ida-Saksamaal. Teiseks, saksa kapitalile kuulunud Kiviõli põlevkivitööstuse tehniline teave jäi meile, eestlastele suletuks, kaotatuks. Kolmandaks, pärast sõjaegsele nõukogulikule mõtlemisviisile oli omane arvata, et väljaspool ja enne meid pole põlevkivi tehnoloogias olnud mitte midagi.

**ALLES HILJEM MÕISTSIME, ET TEABEPUUDUSES
TÄPSUSTASIME VAID KOMATAGUSEID KOHTI**

OPTIMIST JA/VÕI PESSIMIST

Kui pesumasinast tuleb välja paaritu arv sokke, soiub pessimist - üks sokk vähem. Optimist seevastu rõõmustab - üks tagavarasokk juures. Tagapõhi muidugi selles, et optimistil on sokke alati rohkem kui pessimistil. Nii enne kui pärast pesu.

Minul oli nii doktoriväitekirjadega. Pean silmas tõelist doktorikraadi, mitte kandidaadikraadi, mida Eestis nimetatakse PhD-kraadiks. Teaduste kandidaadiks olin saanud maailma ühes vanimas, väga autoriteetses mäeõppeasutuses - Peterburi (toona Leningradi) mäeinstituudis. Põhimõttelise igiõppijana hakkasin taotlema järgmist, NSVL teaduste doktori kraadi.

Esimene doktoritöö - ohutu lõhkamine

Veel enne, kui 1968. märtsis olin kaitsnud kandidaadi väitekirja, jätkasin uuringut allmaa-lõhketöö parandamiseks. Tegin seda inertsist. Pealegi - oli tekkinud vaba aeg, sest kuigi mu kandidaadi väitekiri sai valmis juba 1967. a kevadeks, nõukogu ette ma ei saanud. Leningradis polnud lihtne kaitsmiseks aega saada Kõrge akadeemilise tasemega nõukogu istungite arv on piiratud. Mulle oli küll aeg reserveeritud, kuid õppeprorektorist juhendaja ütles, veidi ebaleval moel, et vara veel. Õppeosakonna daamid ei selgitanud midagi, pöörasid pilgud mujale. Edasilükkamise põhjuse sain teada hiljem, kaudselt. Minule määratud aja sai üks Siberist saabunud tegelane. Mingi ettevõtte tippjuht, mäeinsener loomulikult. Oli toonud kaitsmisele oma väitekirja. Mida ja kellele ta veel midagi tõi, sellest ei räägitud. Minul polnud kombeks kellegi midagi viia. Võimalik, et see oli üks põhjustest, miks mulle ikka ja jälle tõkkeid teele kerkis.

Kui oma kandidaaditöös käsitlesin põlevkivi purustamist, siis edasi uurisin lõhkamise töökindlust, ohutust. Oli olnud paar sündmust, mis seda nõudsid. Minu nääl Valdeko, Jõhvi kaevanduse mäemeister, oli saanud 1963. juulikuus enneaegselt plahvatanud laengust raskelt viga. Selliseid juhtumeid oli olnud varemgi. Enneaegne plahvatus on lõhkesüsteemi tõrge. Tõrkuv süsteem pole töökindel. Probleem on selles, et tõrkuda võib süsteemi iga element lõhkelaengust minööriini. Valdeko puhul põles üks paljudest süütenööridest kiiremini kui ette nähtud.

Hakkasin arutama ja katsetama, kuidas tõsta töökindlust süsteemil, mis koosneb ebakindlatest elementidest: lõhkelaengutest, kapsel-detonaatoritest, süütenööridest ja minööridest. Hakkasin looma sellekohast matemaatilist mudelit. Ebakindlatest elementidest töökindla süsteemi koostamine on kombinatoorika stilis nokitsemine. See mulle sobis. Sai arvutada.

Inseneeria seisukohalt oli see pseudoprobleem. Kindlaim viis tõrgete vähendamiseks oluaks ebakindlate elementide asendamine turvalistega. Või elementide dubleerimine. Seda püüti selgitada mulle Moskvast, ema-instituudis. Aga kohe ma ei loobunud. Nokitsesin edasi. Pealegi – toonases riigis oli häid lõhkematerjale vähe. Või kui oligi, siis provintsiaalsele põlevkivitööstusele olid nad liialt kallid. Ka lõhke-elementide dubleerimine oluaks kallis. Minöörid olid odavamad. Sestap kasutatigi süütenööre, tulega süütamist.

Kasutati lõhkeainet, mille plahvatus võis süütada kuiva põlevkivi tolmu. Selline lõhkeaine oli odav ja tolmuplahvatusohtu ignoreeriti. Lõhkamine oli kui lohe sabast näppimine. Kuna põlevkivikaevandus on märg, oli oht vähene. Ja kui juhtuski, et plahvatanud laengul oli põlevast tolmust tulesaba taga, ei

räägitud sellest avalikult. Ohutum lõhkeaine, mis tolmu ei süütaks, olnuks nõrgem ja sellevõrra ka kulu suurem.

Ent lohe sabast näppimine tuli siiski lõpetada ja midagi saime tehtud. Kuuekümnendate lõpul jätsime süütenööri dega jändamise. Laenguid hakati initsieerima elektrisüütega. Ka lõhkeaine sai võetud madalama plahvatustemperatuuriga - et ei süütaks tolmu.

Uus moodus - tolmuplahvatusohutu lõhkeaine elektriline initsieerimine oli töökindel. Aga mitte lollikindel. 14.08.1974 Sompka kaevanduse tolm plahvatas. Ohutu lõhkeaine oli laos otsa saanud. Juurde tuua polnud, tarnivates tehastes oli suvepuhkus. Kaevanduskivikontserni tehniline juht käskis kasutada „seda millega varem lõhkasime“. Poleks tohtinud. Varem, kui kasutati aeglaselt põlevat süütenööri, plahvatasid laengud suurte vahedega, ükshaaval. Kui mõni neist süütasidki tolmu, siis oma vähese jao määra. Kui initsieeriti elektriliselt, plahvatas hetkega kümneid laenguid, kaeveõõs sai paksult kõigi nende tolmu täis. Leek lõõmas kui elektri jaama katlas. Lõõm levis käigust välja kaevurite varjumispaigani. Raskelt said viga 22 kaevurit, kaks surid.

**VÕID TEHA KUITAHES LOLLIKINDLA SÜSTEEMI -
LOLL SEDA EI TEA.
MATEMAATILISELT - TARKUSEL ON PIIRID,
RUMALUSEL EI OLE**

Teine doktoritöö - optimaalne tehnoloogia

1973. a Araabia-Iisraeli konflikt, tuntud ka kui Yom Kippuri sõda, oli tekitanud maailmas järjekordse naftakriisi. Üsna tõsise. Nafta hind oli tõusnud erakordsesse kõrgusesse. Nõukogude Liit, haistnud suuremat tulu, hakkas forsseerima õli pumpamist. Selgus, ootamatult nagu plaanimajanduses ikka, et napib nafta maapõuevaru. Geoloogid hõiskasid - andke raha nafta otsinguteks. Ka põlevkivitegelased haistsid tulu ja hakkasid üles puhuma põlevkiviõli meemi: nafta asendaja, piiramatu ressursiga maavara, kogu maailmas olemas jne.

Muuseas, midagi taolist toimus ka 2011., kui Araabia kevad Tuneesias ja Marokos tekitas ebakindluse fosfaattoorme turul. Väetiste hinnad kerkisid järsult ja meie mäetöösturid huvitusid otsekohe eestimaisest fosforiidist. Ja astusid ämbrisse, sest neil nappis teadmisi. Nad polnud kursis fosforiidisõja järelnitega ega kuulunud hoiatusi. Sellest hiljem.

Teadusasutus, kus ma kuuekümnendatel töötasin, oli impeeriumi söetööstuse juhtinstitiudi Eesti filiaal. Moskvas arvati, et kus siis mujal, kui just meil, tuleks kokku panna põlevkivitööstuse suuri arengukavasid. Peale selle arvati, ja mitte asjata, et Eestimaa on hea koht konverentside, nõupidamiste ning igat sorti sümposioonide korraldamiseks. Tip-top tööstus, kaunis loodus. Eriti, kui kaevandusalade rekultiveerimiseks raha anda. Sealhulgas ka saunade ning muude lusthoonete ehitamiseks Peipsi äärde. Oma välismaa, mitte lähivälismaa, nagu praegu.

Näinud lõhkesüsteemide arendamise lootusetust, olingi juba piilunud majanduse poole, nõustanud mõningaid

tehnoloogiaprojekte ja katsetanud arenguprognoside mudeleid. Saingi uue suuna kohalikuks koordinaatoriks. Kuna teised põlevkivimaardlad olid veelgi perifeersemad, kui meie oma, tuli koordineerida Moskva soovunelmaid kogu impeeriumi ulatuses. Sain sellega hakkama seni, kuni suutsin põlevkivibojaaridele arengukavasid ette kanda sellistena, nagu oleksid need nende oma originaalsed ideed.

Mis ideed bojaaridel olid? Kolm hiidkaevandust siinpool, kaks sealpool Narva jõge. Kaks suurt õlitehast tahke soojuskandjaga Narvas. Lisaks kolmas tolmpõlevkivi-elektrijaam kuskil sisevee ääres. Kaevandamine käinuks maa all kivisöekombainidega. Igal kaevandusel olnuks oma rikastusvabrik. Sellised soovunelmad olid.

Suures materjalikoguses pahmates tuli mõte, et vormistaks selle najal doktoriväitekirja. Kuulasin maad, kuid hakkasin haistma halba õhku. Küsiti, kord otse, kord kaudselt – kes sa selline seal provintsis oled, et tahad doktoriks saada? Kõigest filiaali asedirektor? Kas su direktor on doktor? Otsesõnu öeldi – sellest materjalist kahte doktoritööd ei saa. Kaudselt anti mõista – kirjuta enne valmis direktori doktoritöö, siis vaata, kuidas ise hakkama saad.

Teadatuntud Suure Peetri ja Väikese Peetri lugu. Kes ei tea: Suur ütles Väikesele – sööme tühjaks enne sinu moonakoti, eks pärast sööb igaüks oma. Mul polnud aega oodata, millal direktor kogu moona ära sööb. Pealegi, see ei sobinud minu põhimõttega, millest olen alati kinni pidanud ja mis on mulle ikka ja jälle tüli tekitanud. Kõik teavad fraasi, mida omistatakse kommunismi ideoloogile Friedrich Engelsile: „Töö tegi ahvist inimese.“ Lisasin omalt poolt laiendi: „... ja inimesest teadlase.“ Lahti seletatuna – teadlaseks saad, kui oled omandanud oma töö kaudu teadusliku mõtteviisi, analüüsimise

ja sünteesimise metodoloogilised alused. Kvalifitseeritud oskuse omandad, kui ise kõik läbi teed. Mitte ainult katsetades ja mõõtes, vaid ka oma koolkonda arendades ja kolleege suunates ning juhendades. Mitte omaette, vaid omadega koos vigu analüüsid, asju arutades, aruandeid ja artikleid kirjutades, tulemusi ette kandes jne. Mitte nii, et tellid mõnelt instituudilt uuringuteema, lased selle kinni maksta ja saad neilt köidetud dissertatsiooni ning etenduse, mille siis ekraanilt maha loed.

Muuseas - nii tehakse seni. Nüüd on etenduse norm-fooniks 30 esitlusslaidi, toona pidi seinal rippuma algarvuline kogus postreid. Vähemalt kolmteist, formaadis *A1*. Selliste dissertantide kohta oli kõnekäänd: teadlaseks ei pruugi sa saada, kuid (teaduste) kandidaat pead sa olema. Tean mitut riigiametnikku, ärimeest ja tööstusjuhti, kes on saanud PhD-klipsu just sellisel moel. Toredad, asjalikud inimesed, kuid mitte teadlased.

Mina oleksin soovinud, et ka direktor, tore ja asjalik inimene olnuks rohkem teadlane. Siis oleks ta vähem lahminud. Ja ma ei hakanudki ta väitekirja koostama. Üritasin ainult teda kirjutamisel nõustada. Ei õnnestunud.

NÕUSTAMINE NÕUAB KAHTE OSAPOOLT – NÕU ANDJAT JA NÕU VÕTJAT

Kolmas katse - optimaalne põlevkivimajandus

Põlevkivi kaevandamise optimaalne tehnoloogiline skeem, millest just oli jutt, oluks parim kombinatsioon kaevandamistehnikast ja -tehnoloogiast. Kombinatsioon masinatest, mis andnuks elektri- ja õlitööstusele soov-ulmelise koguse, 45 mln tonni head kaubapõlevkivi aastas. See oluks äärmiselt keerukas, sest, kordan üht oma varasemat lõiku, tsiteerin seda, ainult üht sõna asendades: „...toonases riigis oli häid **masinaid** vähe. Või kui oligi, siis provintsiaalsele põlevkivitööstusele olid nad liialt kallid.“

See oluks tehnikadoktori väitekirja teema. Aga, nagu öeldud, Moskva meelest oli kaks tehnikadoktorit eestisuguse provintsi jaoks liialt. Võtsin Moskva erudiitide nõu kuulda ja orienteerusin majandusdoktori kraadi peale. Lootsin konstrueerida põhimõtteliselt analoogilise kombinatsiooni põlevkivi kaevandamise ettevõtete ja tehnoloogia majandamisest. Majandava süsteemi, mis tegutseks parimal moel.

Parimal moel, see tähendas, et majandamine mahuks piirangute vahele. Mäng käiks piirangute ruumis. Mängruum oluks ahas: napid investeeringud, limiteeritud tootmishind, vähim maavara kasutamise maht, mõistlik tööjõukulu. Ka keskkonnamõju pidi olema talutav. Samas - tarbijatele väga tähtis toodangu kvaliteet poleks tohtinud langeda! Üritasin sellist süsteemi matemaatiliselt optimeerida.

Optimeerimismenetlusel on kaks võluvad omadust. Esiteks, see töö annab operaatorile, antud juhul siis minule, hea ettekujutuse objektist, st põlevkivi kaevandamise majandusest. Näiteks, kuidas muutuks põlevkivi hind, kui investeeringuid hilisemaks

nihutada. Või kui ruttu häviks Puhatu raba, kui piirata tööväe migratsiooni.

Teiseks, kasutades optimeerimisel simpleksmeetodit, saab teada, mis piirangud maksaksid. Näiteks, kui koormav oleks iga lisanduv tööline (koos perega), mõõtes seda kas rahalisel või kaitseala hävingu ruutmeetrites. Või mis maksab kõrge kvaliteediga põlevkivi megadžaul – mitte selle mass, vaid energia. Mis eriti intrigeeriv – optimaalsed lahendid, mida poleks mitte üks vaid mitu, näitaksid, mis maksavad kaitstavad loodusobjektid ja põlevkivi kadu tervikutes.

Lahendamiseks tuli arendada süsteem-mõistelist mõtlemist. Arvan, et mul oli eeldusi, olin harrastanud metapolügooniat. Toimetatakse ju mõlemal juhul n-mõõtmelise ruumi kumera hulktahuka sees (piirangute ruumis) ja väljaspool seda.

SAIN PÕLEVKIVIMAJANDUSEST PILDI ETTE

Aga mis kasu sest... Põlevkivibojaare huvitas vaid üks – kuidas saada investeeringuteks krediiti, et oma võimsust kasvatada. Hoolimata, et ulmeline põlevkivitoodang ei mahtunud piirangute ruumi. *Нельзя объять необъятное* öelnuks vene satiiriklassik Kozma Prutkov.¹⁶ Aga ei Kozma ega mina polnud autoriteetidid. Peamine – kui ma oma arvutustega oleksin välja tulnud, oleks Moskva oma rahakraanid bojaaride jaoks kinni keeranud.

¹⁶ „Pole võimalik hoomata hoomamatut.“ Kozma Prutkov, Vene satiirikute/humoristide rühmitus, 1859...1860. https://en.wikipedia.org/wiki/Kozma_Prutkov

Hakkasin aru saama, kui lootusetu on otsustajatele seletada majanduse matemaatilise planeerimise tulemit. Toona nõukoguliku naturaalmajanduse võimukatele arendajatele, nüüd loodusressursside idealistlikele haldajatele.

Teine ja olulisem tõrge tekkis samalaadne, nagu ennist jutuks. Kaevanduskontserni tippjuht oli just **omandanud** teaduste kandidaadi kraadi. Moel, mida eelnenus kirjeldasin. Aga ta ihkas enam, doktori, just majandusdoktori kraadi. Esitada töö, mille tulemused mahuksid Moskva määratud raamidesse. Ka tippjuhi tarmukas seltsimees, kes talle esimese teaduskraadi oli fabritseerinud, ihkas tulusat tööotsa. Kogemus oli tol seltsimehel olemas. Oma kandidaativäitekirja olulise osa oli ta saanud ühe sõjast ja alkoholist muserdatud mäematemaatika käest. Mina oma tööga olin neist, tippjuhust ja ta seltsimehest ees, teisisõnu – neil jalus.

Moskvas räägiti – tuleb Kesk-Aasiast doktorant, töö kui kapsas, kuid kaaskirjad on ülistavad. Kaitsmisele saabunud hord, vene keeles *svita*¹⁷, kiidab nõukogu saalis oma venda taevani. Koridoris sagivad sinistes ülikondades tõmmud mehed ja annavad teada, kus ja kellele toimuvad banketid. Tuleb doktorant Eestist, töö kui kompvek, aga teda ootavad ees „signaalid“. Koridorides kohtad tuttava näoga heledates ülikondades heledapäiseid mehi. Ja nõukogu istung, kui sind üldse ette võetakse, lükatakse pidevalt edasi... Ma ei olnud erand.

¹⁷ Svita, vene k., tähtsat isiku, nt kuningat saatev kaaskond

Mul oli impeeriumi vanas ja uues pealinnas häid tuttavaid. Nad näitasid mulle Eestist läkitatud tekste, mida neil oli palutud ümber kirjutada, alla kirjutada, ära saata. Kirjad olid ühesugused: Reinsalu töö ei vasta nõuetele, eeldused on valed, meetodika nõrk, matemaatiline mudel primitiivne (lineaarne). Seitse surmapattu... Loomulikult sain teada, kes kaebekirjade mustandid tegi. Ikka seesama tippjuhi doktorikraadiga üliagar seltsimees. Tähelepanu väärib, et neis kaebekirjades ei olnud ühtegi vihjet, nagu oleks mu töös loomevarguse elemente. Kogenud plagiaatorina mõistis kaebekirjade autor vägagi hästi sellise väite alusetust. Pelgas libedat, millel kirja läkitaja oleks allavett läinud. Küll aga esineb too seltsimees prokuröri rollis hiljem jutuks tulevas plagiaadiloos.

Neljas katse - mõistlik põlevkiviarengukava

Kui Moskvas ei õnnestunud leida institutsiooni, kus poleks kardetud mu väitekirja kaitsmisele võtta, pöördusin Tallinna. Siin ei olnud põlevkivitööstuse laiendamisest vaimustuses. Pigem vastupidi, ränga keskkonnamõju ja migratsiooniohu tõttu seisti suurtele arengukavadele vastu. Tasasel moel.

Muljusin kõik oma mudelid ahendatud piirangute ruumi ja arvutasin uuesti läbi. Tulin Eesti Teaduste Akadeemia Eesti Majanduse Instituuti. Väljundiks oli arengukava, mis parimal moel vastas keskkonna- ja tööjõupiirangutele. Variandi maksimaalseks toodangumahuks olin saanud 25 mln t aastas. See, mis praegu käes. Töö võeti kaalumisele ja suhtumine oli soosiv. Eessõnale pilgu heitnud tunnustatud majandusteadlane lausus talle omasel vaikselt moel, et obligatoorsed viited partei pleenumite ja kongresside otsustele „ei ole meie jaoks olulised“.

Hakkasin käima Tallinnas, nõukogu istungitel mõõtu võtmas. Korra juhtusin kuulama kena blondi leedu daami väitekirja

põllumajandusest. Nimi jäi meelde – Kazimira Prunskienė. Hiljem sai temast taasiseseisvunud Leedu esimene peaminister. Eks selles nõukogus kuulati teisigi väitekirju, mis teadusvälistele jõududele näisid kahtlased. Juhtus, et keegi laomajanduse tegelane oli jäänud oma mahhinatsioonidega vahele, läks kohtu alla ja pandi kinni. Tuli välja, et oma teaduskraadi oli ta kaitsnud just selle nõukogu ees. Poliitorganitele oli see mugav põhjus keelata nõukogul omistada majandusteaduse kraade. Minu töö kaitsmine takerdus.

Optimistlik kokkuvõte

Jäin oma doktoritöödega intriigide hammasrataste vahele. Pärast neljandat katset enam ei üritanud. Aeg oli täis saanud nii kallutatud teaduspoliitikale kui ka minu arengukavadele. Aga ma sain kogemuse. Suure osa sellest panin oma õpikutesse. Nende seas ka graafikud ja valemid, millest näha, kuidas põlevkivi kasutamise maht ressursside nappuses 21. sajandi alguseks kahaneb ja uues majanduses korraks jälle kasvama hakkab. Kasvab, ja hakkab jälle kahanema. Piirangud ju ei kao, pigem tuleb neid juurde. Ja lõpuks nad suretavad põlevkivitööstuse nii-kui-nii.

**OPTIMIST OPTIMEERIB, PESSIMIST PESSIMEERIB.
KUI MINA PESSIMISMIGA VÄLJA TULIN, EI OLNUD PÕXIT
VEEL ALANUD ¹⁸**

¹⁸ PÕXIT - põlevkivienergeetikast loobumine, sega(keel)ne lühend, moodustatud sõnadest põlevkivi ja *exit*

KURJAD VAIMUD NEED MAAVARAD

Liiga palju põlevkivi

Enamjagu aega on põlevkivi toodetud liiga palju. Mitte igasugust, peamiselt kolmanda-sordilist. Aga tuleb teada, et 'sort' ei olnud põlevkivi kvaliteedi kraad, vaid ajalooliselt kujunenud tükisuuruse ehk kauba klassi nimetus.

Kõigepealt, eelmise sajandi algusaastail hakati kukersiiti murdma vedurite kütteks. Väikestele vedurikolletele sobisid kamakad mõõtudega 5 tolli kuni 1 jalg (125...300 mm). Neid murti kaevanduses käsitsi ja pandi ka koldesse käsitsi. See oli esimese sordi põlevkivi.

Teiseks sordiks nimetati 1...5 tolli (25...125 mm) suurused põlevkivi tükid, mis sobisid eelmise sajandi alguses Saksamaalt imporditud õligeneraatoritele. Hiljem sai selle klassi nimeks tükikivi. See põlevkiviklass saadi sorteerides - kaevisest peent puru välja sõeludes ja suuremaid lubjakivi tükke välja noppides. Seda selleks, et generaatorid hästi töotaksid. Teisisõnu - tükikivi pidi olema sõre - ei tohtinud sisaldada peenpõlevkivi, mis oleks generaatorid ummistanud kamakaid, mis köeksid kaua.

Kolmandaks sordiks nimetati alla-tolli kraami, peenest, millega esialgu polnud midagi teha. Jäi lattu seda enam, mida rohkem hakati lõhkamisega kivi murdma.

Anekdootlik vahepala plaanimajanduse ajast. Tallinnast tuli või helistas daam, kas majandusteadlane või -ametnik ja soovis üsna närviliselt teada, miks põlevkivi kvaliteet langeb? Miks ei toodeta enam esimese sordi põlevkivi? Seletage! Mäemehed itsitasid.

Peenpõlevkivi liiasuse lahendas tolmustatud põlevkiviga köetavate hüdelektrijaamade ehitamine eelmise sajandi keskel.

Sellest ajast peale ei jäänud peenest enam üle, tuli puudugi. Puudujääk korvati tükikivi arvelt. See sobis kütta ka elektrijaamades. Õli tootjatele öeldi, et pole teile võimalik tükikivi müüa, pole meile tulus. Hakake õli utma peenkivist, saate odavamalt.

Põlevkivi kaevandajatel oli tõsi. Tükikivi saadakse kaevist rikastades, mis on kulukas. Rikastamisel tekib suur kogus jääki. Ka jäägi kaevandusest väljamiseks on kulutatud raha, materjale ja tööd. Rikastamise maksumus ning kaasneva jäägi käitlemise kulu tulnuks lisada tükikivi hinnale. Aga siis saanuks õlitoorme hind poolteist-kaks korda kõrgem kui elektriyaamade kütusel. Ja ebameeldivuste tipp - rikastamise jääk ei ole puhas lubjakivi. Temas on märgataval määral orgaanilist ainet, kerogeeni, mis sedaviisi raisku läheb, või veel hullem - kuhilates põlema hakkab. On juhtunud küll ja küll. Kokkuvõtvalt - tüki- ehk õlikivi tootmine on kulukas ja ta hind peaks olema hulga kõrgem kui peenel ja sorteerimata põlevkivil.

Nii kaua, kuni põlevkivitööstus oli ühe mütsi all, nii enne teist maailmasõda, kui ka ENSV Rahvamajanduse Nõukogu alluvuses, doteeriti õlitööstust elektriyaamade arvel. Lihtsalt - tükikivi müüdi tootmishinnast odavamalt ja peenkivi kallimalt. Kokkuleppehindadega, omade vahel. Hiljem selline varjatud doteerimine jätkus Moskva ministereeriumite kokkuleppel.

Kui olin arvutustega tõestanud, et õlitööstus elab elektritööstuse arvel ja sellest rääkisin, sain nahutada. Kõige kurjemad olid õlitootjad, keda tükikivi tõeline hind ähvardas pankrotti viia. Viiski, niipea kui plaanimajandus lõppes.

Õlitööstust võinuks päästa õli utmine rikastamata peenpõlevkivist, teha seda tahke soojuskandjaga (TSK) generaatorites. Selliste loomine oli olnud õli-inseneride igavene teema. Kestis enam kui pool aega eelmisest sajandist. Aga kui

plaanimajandus lõppes, ei olnud tehnoloogia valmis. TSK tehnoloogia on nii keeruline, et tehnilistesse üksikasjadesse ma ei lasku.

Põlevkivi messias TSK

Noore teadurina, kuuekümnendate alguses, juhtusin olema Põlevkivi Instituudi nõukogu istungil, kuhu poole peal sisenes tunnustatud põlevkivitehnoloog Vladimir Šeloumov, higinine ja hõiskas: „Saime Kiviõlis TSK tööle!“ Enneaegne hõise. Poole sajandi jooksul neid töökindlaks ei saadud. Pool sajandit hõõrusin asjaosalistele nina alla: „Tahaks lõpuks kuulda seda, mida Šeloumov 1961. ütles“.

Eelmise majanduskorra ajal nimetati TSK viimast modifikatsiooni Galoteri generaatoriks. Kuna see tuletati projekti juhi Israel Galõnkeri nimest, olnuks õigem 'Galõter'. Eelnevas oli mul mainitud ka põlevkivibojaaride unistus - saagu olema „...kaks suurt õlitehast tahke soojuskandjaga Narvas“. Need olnuks Galoter-generaatorid. Aga tehnoloogia ei olnud küps.

Galoteril oli paha maine, mida erilise innuga levitasid tükikivi-generaatorite najal kasvanud ja pensioniikka jõudnud õlitehnoloogid. Suuresti oli neil õigus. TSK protsess ei olnud tõesti töökindel. Esimesed seadmed ei suutnud üle kuu aja töötada ilma, et oleks umbe läinud. Umbe, see tähendab, seiskusid, täis kuumuses pehmenenud peenpõlevkivi massi.

Populaarne paralleel - kui keedate mannaputru ja manna on tolmune ning terakesed pehmed, kipub puder klimpi jääma. Jääb poti seinte ja kulbi külge kinni. Sest selline manna ei ole sõre. Olen kogenud, et mu sageli korduv termin 'sõre' on noortele võõras. Nad ei tea, et vaaremud tegid klimbisuppi

püülist, mis on tolmjas jahu, ja keetsid jahukastet sõredast, mis on nagu peen manna. Püülist saavad sitked klimbid, sõre jahu paisub ühtlaseks kastmeks. Seni, kuni TSK generaatorid jaokaupa töötasid ja seiskusid, kogu see aeg, kui neid puhtaks roogiti ja uuesti käivitati, olid nad üpris keskkonnavaenulikud. Sest, nii nagu taiglane leib soodustab gastriiti ja kõrbenud koorik on kantserogeenne, nii saastasid ka TSK pooltoored jäätmed keskkonda.

See oli trump eestimeelse akadeemilise seltskonna pokkeris põlevkivibojaaride vastu. Otsustav mäng toimus 29. aprillil 1981. Oli Dimitri Kuznetsovi doktoriväitekirja arutelu Eesti TA Eesti Majanduse Instituudis. Õnnetu doktorandi väitekirja käsitles kasu, mida TSK majandusele toob. Tema õnnetus seisnes selles, et põlevkivitööstuse forsseeritud arendamine oleks kaasa toonud enneolematu tööväe migratsiooni.

Akadeemiline rühmitus, keda dirigeeris Endel Lippmaa¹⁹, andis Kuznetsovi väitekirjale hävitava hinnangu. Tampis maa sisse. Loomulikult oli põhjuseks migratsioon. Aga migrante ei tohtinud mainida. Seepärast argumenteeriti vastuväiteid TSK mürgise saastega ja viletsate majandusnäitajatega, võrreldes vanade tükikivigeneraatoritega. Saaste tunnustermiiniks olid 'sulfiidid'. Etteruttavalt – need pole need süütud sulfaadid, mida kaevandamisvastased nüüd ohuna fetišeerivad.

Mainida, et vanu generaatoreid doteeritakse, olnuks suitsiidne. Samuti TSK saastes kahtlemine. Avaliku mõnituse osaliseks sai tuntud keemiateadlane, kelle mõõtmised näitasid, et TSK

¹⁹ Endel Lippmaa, akadeemik, https://et.wikipedia.org/wiki/Endel_Lippmaa

sulfiidid kaovad tuhapanilais kiirasti. Laiema silmaringiga põlevkivitehnoloogid olid vait või koogutasid Lippmaale.

Hävitav hinnang tõrjus Kuznetsovi Eestist, ta kaitses Moskvast.

Nüüd TSK seadmed töötavad, kus Petroteri, kus Enefiti nime all. Ja pole neil häda midagi. Saaste on kontrolli all, kasumlikkus sõltub nafta hinnast, tööväge juurde tuua pole vaja, pigem vastupidi.

SEE OLI NÄIDE, KUIDAS POLIITIKA VÄÄNAS TEADUST JÄRGNEB NÄIDE, KUIDAS POLIITIKA VÄÄNAS TEADVUST

Fosforiidifantoom

Ürgses meres elasid karploomakesed, oobolused, kes olid oma koja ehitanud apatiidist. Loomakeste säilmed kuhjas meri rannavalli ja kattis liivaga. Rannamoodustised mattusid setete alla, varjusid maapõue ja ilmusid 500 miljoni aasta pärast meie silme ette liivakivina. Ooboluste karbikeses on 35% sümboolset ühendit P_2O_5 , fosfori tooret. See ühend määrab karbikesete kasulikkuse inimeste maailmas. Liivakivi, milles karbikesi on üle 20%, huvitab tööstureid kui maare. Kui karbikesed liivast puhastada, saaks neid müüa.

Viiskümmend aastat nõukogude võimu oli ajanud Venemaa ekstensiivse põllumajanduse ummikusse. Intensiivseks majandamiseks vajati mineraalväetisi. Balti provintsis teati olevat fosforiiti. Maardus olid teise maailmasõja ajast pisikene fosforiidikarjäär ja väetisetehas. Pärast sõda rajati Narva jõe taha Kingisseppa veidi suuremad, aga nende karjäär ammendas oma maavara kiiresti. Siis otsustatigi Moskvast, et Balti provintsi tuleb ehitada veel vähemalt kaks kaevandust või karjääri. Ja varuda nende jaoks mineraalressurs - võtta arvele fosforiidi varu maapõues.

HEA TEADA JA MEELDE JÄTTA – FOSFORIITI OLI VAJA KINGISSEPA VÄETISETEHASELE, MIDA ENAM EI OLE

Kaevanduse tavapärase tootmismahd oli 10 mln t kaevist aastas. Kaks kaevandust tähendaks toodangut 20 mln t aastas. Kaevanduse eluiga on 40 aastat. 40 aastat, 20 mln t aastas tähendab, et maapõuest tuli saada 800 mln t kaevist, fosforiiti. Teada on, et kaevandus saab kätte vähem kui poole maavarast. Ülejäänu on kadu, jääb maapõue. Miks, selle seletamine raiskaks aega ja võtaks ruumi. Seega, kadu arvestavalt tuli kaevandamiseks varuda poole rohkem – vähemalt poolteist miljardit tonni ooboluskarbikesi sisaldavat liivakivi. See tehti kohustuseks eestimaistele maavarageoloogidele, kes ülesande edukalt lahendasid ja plaani ületasid. Nii oli kombeks. Geoloogid tegid oma suuri tegusid vähemalt 300 ruutkilomeetrit. Nõnda tekkis Eesti maapõue fantoom nimega fosforiit.

Tihti päritakse, kui palju fosforiiti tegelikult on? Kingissepa tehas vajanuks poolteist miljardit tonni, aga räägitakse kolmest. Kolm miljardit tonni on tõesti Eesti maavarade registris kirjas. Seda seepärast, et rusikareegli kohaselt peab maardlas olema maavara reservis vähemalt kaks korda rohkem, kui tööstus tarbiks. See mida tööstus tarbiks, on tarbevaru, ülejäänu on reservvaru. Plaan tuli ju ületada õhkkonnas, kus hõisati: „Võtame kasutusele kõik reservid!“

**SEE OLI RAHVUSLIKU RIKKUSE RIISUMINE
RAHVAS AKTIVEERUS LIKUMISEKS**

Liikumiste aeg

Hästi kirjeldab fosforiidisõda selle apologeet Juhan Aare.²⁰ Pole mul vaja tema lugu ümber jutustada ega peegleid puhastada. Kuigi oskaksin, sest 1988. tõi vääramatu pühendumus mäemajandusele mind Tallinna, fosforiidifantoomi ilmutama.

Oli suur liikumiste aeg: Rahvarinne, Roheline Liikumine... Kõik liikusid. Majas, kus töötasin, oli mitmeid instituute. Koridorides, liftides, treppidel, parklas ja kohvikus liikus kümneid tuntud isikuid ja oli kuulda nende tegudest. Juhan Aaret kohtasin Endel Lippmaa kabineti juures söögi alla ja söögi peale. Sõna otseses mõttes – minu tee kohvikusse ja tagasi viis läbi koridori, kuhu avanes Lippmaa avaliku kabineti uks. Sealt sai ajakirjanik peamised juhised ja materjalid, mida akadeemik oli temale avaldamiseks hoolikalt valinud. Aluseks olid Lippmaal Machiavelli²¹ **Eesmärk pühitseb abinõu** ja minimax strateegia – **Minimeerida maksimaalne kaotus**²². Kõik üldsuse mobiliseerimiseks, migratsioonipumba saboteerimiseks.

Ja siis ma enam Juhan Aaret enam ei kohanud. Akadeemiku uks oli kinni. Lippmaa oli oma eesmärgi saavutanud. Tema 27.05.1988. Moskvast tehtud ettekanne fosforiidi kaevandamise kahjulikkusest oli NSVL Plaanikomitee jaoks sobiv **ajend** fosforiidiuuringute rahastamise lõpetamiseks. Teadjad teadsid, et **põhjus** oli nõukogude riigi pankrotis. Raha ei olnud.

²⁰ Juhan Aare, ajakirjanik, https://et.wikipedia.org/wiki/Juhan_Aare

²¹ Niccolò Machiavelli, poliitiline mõtleja
https://et.wikipedia.org/wiki/Niccol%C3%B2_Machiavelli

²² Minimax strateegia <https://en.wikipedia.org/wiki/Minimax>

Migratsioonipump sai välja lülitatud. Tõde ja valet fosforiidist polnud vaja enam levitada ning marioneti võis nagisse riputada. Fosforiidiliikumisest võis Lippmaa mõelda nagu Tarass Bulba²³ oma poega hukates – mina olen sind sünnitanud, mina su ka tapan.

FOSFORIIDISÕDALASED PEAVAD SEDA VÕIDUKS. PIGEM OLI SEE VAHERAHU

Ikka fosforiidist

Inimeste teadvusse süstitud fosforiidivastasust ei ole võimalik välja juurida. Vähemalt mitte seni, kuni elavad revanšistid.

Maarahval oli tekkinud kinnisidee, et fosforiit on rahvuslik rikkus. Nagu süütus, mida tuleb hoolega hoida. Kuid asjatundjatel tekkis küsimus – mis rikkus see ikkagi on? Ega ometi sama laadi kui süütus, et kui ei kasuta, siis ükskord pole seda kellelegi vaja. Ega ole ka järglasi, kellele jätta.

1989. oli Eestis juba uuem aeg. Mõtlevad inimesed hakkasid aru saama, et poliitiline iseseisvus toob kaasa kohustuse riiki majandada. Kust saada raha? Millised on ressursid? Minu eriala on mineraalressursid. Sellel suunal tekkis ülesandeid.

Jaanuaris andis Eesti TA asepresident Mihkel Veiderma²⁴ korralduse TSK seadmete keskkonnakahjulikkuse ekspertiisiks. Varjatud eesmärgiga: „Kas see on ikka nii?“ Ehk

²³ Tarass Bulba, legendaarne Zaporozžje kasakas
https://et.wikipedia.org/wiki/Tarass_Bulba

²⁴ Mihkel Veiderma, akadeemik https://et.wikipedia.org/wiki/Mihkel_Veiderma

saab TSK-delt kütusekriisi leevendamiseks kütteõli? Ekspertiisi koordinaatoriks sai Endel Lippmaa, kes muu...

Veebruaris palus toonane valitsus Indrek Toome²⁵ isikus, et Eesti teaduste akadeemia, Mihkel Veiderma isikus, koostaks analüütilise ettekande Rakvere fosforiidimaardla hõlvamise võimalusest ja efektiivsusest. Raha ettekande koostamiseks andis riiklik plaanikomitee Edgar Savisaare²⁶ isikus. Ettekande pidid koostama tunnustatud spetsialistid. Analüüs pidi olema poliitikavaba ja toetuma ainult usaldusväärsetele uuringutele.

Selle projekti juht ja juhendaja oli Mihkel Veiderma. Koordinaator ning peamine koostaja olin mina. Kaasasime poolsada kaastöölist. Suurem osa osutus asjalikeks. Oli ka erandeid. Näiteks Savisaarelt tuli kohe töö alguses suunis, et ettekande tasuliste koostajate nimekirjas olgu tema kandidaaditöö juhendaja. Tasutud too sai, ettekandesse ridagi ei kirjutanud. Ega me oodanudki. Teadsime, et see „komisjonitasu“ on kandidaaditöö eest.

Meie komisjoni töö oli sõeluda teradest välja aganad ja tolmu. Oli olnud nii, et rahvusmeelne ajakirjandus andis sõna igapähele, kes astus fosforiidi vastu. Polnud oluline, kas väitleja kasutas geoloogiat, keemiat, bioloogiat, mulla- või veemajandust, mereökoloogiat, majandust või mõne muu teadusharu termineid. Peaasi, et jättis spetsialisti mulje, isegi kui mõisteid väärtalt kasutas. Ajakirjandus doseeris valet üle ja kammitseis tõde. Seda pidasidki silmas ülesande andjad, kui rõhutasid

²⁵ Indrek Toome, ENSV poliitik https://et.wikipedia.org/wiki/Indrek_Toome

²⁶ Edgar Savisaar, Eesti poliitik https://et.wikipedia.org/wiki/Edgar_Savisaar

ettekande usaldusväarsust. Teadjad teadsid, et paljud uuringud olid vaegtöesed. Tunnustus iga hinna eest oli devalveerinud nii mõnegi uuringu.

Ettekanne sai valmis suvel. Otsustati teha ka venekeelne versioon, tõlge Moskva ametkondadele. Mihkel Veiderma kirjutab oma memuaarides "Kas see ka Moskvasse saadeti, seda ma pole teada saanud." Ei saanud, polnud mõtet. Moskvat kui sellist enam ei olnud. Ettekanne jäi minu valdusesse. Arvan, et tõlge sai mõneti ausam kui omadele, eesti keeles kirjutatu. Ma ei soovinud kahjustada meie provintsi renomeed. Olin piisavalt kogenud vene teadlaste eruditsiooni. Ei tahtnud nende ees meie mõõdukat teadusvõimekust üles näidata. Sestap saigi tõlkes nii mõnigi napi usaldusväarsusega tulemus vene kantseliidi abil vähem haavatavamaks silutud.

Nii fikseeriti objektiivne teave fosforiidist. Aga mis kasu sest. Mäetöösturid, kellel raha rohkem kui teadmisi, arvavad ikka, et „venelased tahtsid meie fosforiiti, järelikult on see väärtus“. Kaevandamisvastased seevastu, räägi-mis-sa-räägid, teavad, et „see pole nii“, Endel Lippmaa ju ütles!

Minult on alailma küsitud, kas fosforiiti on mõtet kaevandada? Vastan – küsi ostjalt, palju ta on nõus maksma. Kui ostjat ei ole, siis pole mõtet.

Need, kes räägivad, et uurime, teeme projekte, hakkame kaevandama, nemad üritavad müüa mitte fosforiiti, vaid ennast, oma tööd ja teadmisi. Eriti need, kellel napib teadmisi maavaramajandusest. Soovivad saada teadmisi juurde. Mis selles halba?

**LAS UURIVAD – UUED TEADMISED KULUVAD ÄRA;
MINU OMAD ON ÜSNA KULUNUD**

Konnatahvel - fosforiidi kaitsja

Kui konnatahvel kuulsaks sai, oli ta veel diktüoneemakilt, külakeeli „diktüoneema“. Kuulsaks sai seetõttu, et läks Maardu fosforiidikarjääri puistangutes ise-põlema. Mitte just leegiga, pigem hõõgus, miilas. Teadjatele oli see ootuspärane. Teadsid, et see kivim sisaldab hõõgumiseks kerogeeni ja selle sütitamiseks püriidi väävlit. Fosforiiditööstuses teadjaid ei olnud, seal polnud nad oodatud.

Paljud puistematerjalid on isesüttivad. Freesturba aunad ärgitavad ikka põlema minna, puiduhakke hunnikud samuti. Virumaal oli püriit ja kukersiit küttnud kuumaks kõik need aherainepuistangud, kus rikastusjääk polnud küllalt aher. Need, kuhu oli palju põlevkivi ära visatud. Ka töökoja nurka loobitud õlised puhastuslapid on isesüttivad. Kvalifitseeritud insenerid seda kõike teavad. Aga Maardu insenerid mitte. Polnud kuulnud või kuulanud, et diktüoneemakilda kuhilad olid miilanud nii Pakri panga all kui ka Astangul, Peeter Suure merekindluse miinigaleriide jalamil. Ei teadnud, ja lasid seda kivimit puistata kõrgetesse vaaludesse, lagedale, otse tuule kätte.

Sündis pahandus ning tõusis palju kära. Õigusega – kuumuses kilt lagunes ja temas peituvate metallide ühendid muutusid lahustuvateks. Need metallid on üsna ohtlikud: uraan, molübdeen, vanaadium jt, üldnimetusega rasked metallid. Raskemetallide kandumine põhja- ja pinnavette on üldmürgitav.

Nii oligi diktüoneemakilt kui fosforiidi kilp. Kuna ta on kaanena fosforiidi peal, ei saa karjääris teisiti, kui tuleb kaant kergitada. Ja nii kui seda teed, kilda purustad, tekib isesüttimise oht. Mäeinsenerid kinnitasid küll, et kui lõhutud diktüoneema otsekohe õhu- ja veekindlalt tagasi panna, pole hullu. Aga see ei

veennud kedagi, isegi mitte insenere endeid. Maardus oli püütud nii teha, kuid tehnoloogia ei olnud lollikindel.

Kilp osutus kindlaks. Isesüttimisohule viidates suruti Moskvast läbi kaval kava – kui karjäärkaevandamine Toolses pole ohutu, siis teeme Kabalasse allmaakaevanduse. Seal diktüoneemakilt pole ja lasund on ka kaks-kolm korda tüsedam. Pealegi – avakaevandamine Toolses hävitab viljaka põllumaa, allmaakaevandamine Kabalas ainult liigutab maad, veidi, mitte palju. Kavalus oli selles, et allmaakaevandamine oluiks mitu korda kallim. Kavalus läks läbi ja fosforiidi kaevandamine osutus nii kalliks, et projekt seiskus.

Isesüttiv diktüoneemakilt oli fosforiidivastase propaganda üks tõsisematest argumentidest. Et asi veelgi hullem näiks, hakati rahvast hirmutama kivimis leiduva uraani radioaktiivsusega. See argument läks eriti hästi peale pärast Tšornobõli tuumajaama avariid 1986. Kõik pelgasid radioaktiivsust. Radioaktiivsuse meem on võimas, sest kiirgus ei ole tunnetatav ega lihtmoel mõõdetav. Eriti tol ajal, kui polnud mõõdikuid.

Esimene kõrvalepõige – tean otseallikast, kuidas ühe Tšornobõli-lähedase Valgevene klaasitehase töölisnaised, tulnud hommikul tööle, kaebasid lämbuse üle: „Õhk oli täna öösel nii radioaktiivne!“

Teine kõrvalepõige – Endel Lippmaa, kes nüpea, kui oli hankinud usaldusväärse kiirgusmõõdiku ja testinud seda TV kaamerate ees Tallinna turul, ei seadnud diktüoneemakilda radioaktiivsust kunagi esmaohuks. Ta oli teadja, valedega üle ei pingutanud. Seda tegid teised.

Kolmas kõrvalepõige – kunagi hiljem lasin tudengite välitöö käigus ühel rohe-ideoloogilisel rebasel gammakiirgust mõõta – esmalt klindi jalamil paljanduval diktüoneemakildal, seejärel

Miku Raudkivil.²⁷ Mõõtmiskohaks oli klindialune Muuga heinamaa, kuhu eelmise sajandi kaheksakümnendatel oli kavandatud ehitada motoringrada. Saulusest sai Paulus – tudeng nägi mõõteriistalt oma silmaga, et Soome päritolu graniit kiirgab rohkem kui meie paharet. Või vastupidi – Eesti diktüoneemapuiste on vähem radioaktiivne kui Soome aluspõhi.

Ei tea, kas see oleks mõjutanud Muuga ringraja vastaseid, kes väitsid, et ringrada on diktüoneema radioaktiivsuse tsoonis. Seda ütles üks teada-tuntud mäeinsener otse televisioonikaamerasse. Ta oli aus mees – uskus, mida valetas. Aga ta ei olnud teadja.

USKLIKUD USUVAD, TEADJAD TEAVAD

Neljas ja viimane kõrvalepõige selles loos. Analoogiline saatus on olnud ka ühel teisel tööstusmineraalil, asbestil. Kui tuvastati, et selle maavara ühel erimil, krokidoliidil on kopse kahjustav ja kantserogeenne mõju, demoniseeriti kõik asbesti sisaldavad tooted, eesotsas eterniidiga. Linnalegend pajatab, kuidas ükskord kuskil hülgasid paanikas inimesed büroohoone, mille seina vahelt hakkas pudenema valget puru. Asbest – arvas keegi. Büroo tühjenes kiiremini kui see oli toimunud õppehäire ajal.

Pole mõtet kahelda, et eterniidi ohtlikkusest rääkisid kõige agaramalt uute ehitusmaterjalide tootjad.

Samal moel oli demoniseeritud diktüoneema. Kui selle kivimi isesüttimine oli fosforiidivastaste kilp, siis uraani radioaktiivsus

²⁷ Kaitsealune rändrahn Muuga aedlinnast lõunas

https://infocht.keskkonmainfo.ee/default.aspx?state=4:1047347660:est:eclisand:&comp=objresult=ala&obj_id=2205

oli mõök. Mõni pelglik hakkas diktüoneemat lausa paaniliselt kartma. Ei julgenud killukest kätte võtta, veel vähem tuppa tuua. Ainult tänu sellele, et ei teatud, kus ta paljandub ja kuidas lade välja näeb, julgeti Lauluväljaku juures mööda Narva maanteed Lasnamäele tõusta ja Rahvarindega Rahvusraamatukogule kaablikraavi kaevata.²⁸ Kuigi nendes kohtades oldi lausa lademe sees.

Tänu sellisele pahale mainele kuulutati ehitussüvendist väljatud diktüoneemakilt ohtlikuks jäätmeiks. Lõik minu õpikust Eesti Mäendus, 2011²⁹:

„Kunstimuuseumi ehitamisel Tallinnas 2003. a tuli süvendist väljata mitmesuguseid kivimeid, nende seas paekivi ja graptoliitargilliiti. Sisuliselt ja õiguslikult oli tegu ehitusjäägiga. Paekivi kasutamisega probleeme ei tekkinud – see töödeldi lähedase karjääri purusteis ehituskillustikuks. Raskem oli graptoliitargilliidiga, mida isesüttimisohu tõttu loetakse ohtlikuks jätteks. Teatakse ka, et see kivim sisaldab raskmetalle. Vähem teatakse, et raskmetallide ohtlik sisaldus on omane selle savikivi levila idaosas, mitte Tallinnas. Seepärast nõuti Kumu ehitajatelt, et seda tülikat kivimit tuleb käidelda kui ohtlikku jäädet. See tõstis ehituskulu. Kumu süvendit rajava ettevõtte tehniline juht, mäeinsener Heini Viilup üritas savikivi käidelda põlevkivina – müüa see põletamiseks Narva elektrijaamadesse. Arvutused

²⁸ Rahvarinde aktsioon 28.06.1988. <https://novaator.err.ee/852073/lugu-sellest-kuidas-rahvas-30-aastat-tagasi-rahvusraamatukogu-paastis>

²⁹ Enno Reinsalu, 2011, Eesti mäendus: maapõueinseneri õpik, lk 206

näitasid, et põletamisest saadav soojushulk oleks korvanud veokulu ja andnud isegi veidi kasu. Kaevise kogus oleks olnud tühine elektrijaama põhikütuse – kukersiitpõlevkivi massiga võrreldes, mistõttu põletamisel probleeme ei oleks tekkinud. Ka savikivis leiduvad metallid poleks tekitanud ohtu, sest oleksid kivilinenud tuhapanilas. Kuid mäeinseneri ratsionaalne plaan jäi teostamata, sest elektrijaama juhtkond ei riskinud äratada üldsuse tähelepanu, millega oleks kaasnenud pikk ja kulukas protseduur, et tõestada kahe põlevkivi koospõletamise ohutust. Kuid kindlasti osutus määravaks ka asjaolu, et keskkonnatundlike inimeste reaktsiooni oleksid hakanud suunama need isikud, kelle käes on ohtlike jäätmete matmise äri ja kellele savikivi matmine oleks kasu toonud.“

Osutan tsitaadi viimasele lausele: selle „ohtliku“ kivimi matmine Tallinnas Paljassaarel tõi jäätmekäitlejaile kenasti sisse. Kumu ehitushinna arvelt. Selles oli asja uba.

Tänaseks on asi pöördes. Järgmisel pildil (suvi 2015) on näha sadu tonne savikivi, mis Viimsi vallas, Laiakülas, Pärnamäe Keskuse (Pärnamäe tee 4a) ehitamisel maa seest välja tuli ja Tallinnas, Lasnamäe asumis, Linnamäe tee 95 ehitusplatsil maha maeti. Aeti seal laiali ja kaeti pinnasega. Jäätmeid täis krunt pandi müüki.



Sellised kombed on tavalised kogu maailma prügimaffia praktikas, mitte ainult meil.

Diktüoneemakilt oli muutunud nii hirmuäratavaks, et peeti paremaks talle uus nimi panna. Ja põhjendatult. Esiteks selgus, et nimikivistis polnud mitte graptoliit *Dictyonema flabelliforme* vaid hoopis *Rhabdinopora flabelliformis*. Teiseks - see kivim pole sadade miljonite aastate jooksul jõudnud veel nii kõvaks küpseda, et teda kildaks nimetada. Ta on alles argilliit - poolel teel savist kilda poole. Võib öelda isegi, et on savikivi. Sellisena on ta omal kohal meie maa kivide rivis: raudkivi, paekivi, liivakivi, savikivi. Konnatahvel? Seda oli ta mu karjapoisipõlves. Olgu nüüdki. Heal lapsel mitu nime. Sest ta ongi heaks arvatud. On projekte, milles uuritakse, kuidas koolitatud bakterid võiksid savikivi metalliühendeid lahustuvaks muuta. Et siis lahus välja pumbata ja metallid kätte saada. Sestap ta metallide toormeks ristitigi. Sellest hiljem.

Pikareskne hallohtoon

1968. ilmus eesti keeles raamatukene nimega *Literatron*. Alapealkiri – pikareskne romaan. Autor, prantsuse kirjandusteadlane Robert Escarpit³⁰ oli stiililt satiirik ja hingelt marksist. Küllap ta maailmavaade oligi, miks meil raamatukest trükiti 36 tuhat eksemplari. Toetamaks Prantsuse komparteid.

Escarpit irvitas tollaegse Prantsusmaa teadusuuringute rahastamise üle. Satiir oli tasemel, ent eeldas lugejalt intellekti, mida ei jagunud enamale kui sajandikule raamatu trükiarvust. Tolmas teine kaua raamatupoodides.

Sõna 'Literatron' oli romaani peategelase leiutatud võluvõti, mis avas uksi ja rahakraane. Sisult oli Literatron projekt – arvutisüsteem ja programmid, mille abil analüüsitaks tekste, et sünteesida uusi. See oli aeg, kui lööksõnades vohas liide '*...tron*': *sünkrotron*, *neutron*, *alfatron*, *beetatron*, *gammatron*, *multitron*, kuni *megatronini* välja. Sõna töötas, tagas rahastuse. Samast sahtlist tundub olevat ka literatroniga unisoonis *allohtoon* (sellest hiljem). Viimasel ajal ajab asja eesliide '*öko-*': *ökomaja*, *ökotoit*, *ökoseisund*, *ökojuuksur*...

Tänu arvutiasjandust teadvale noorele kolleegile ostsin ja lugesin Literatroni kohe läbi. Teen seda aeg ajalt ikka ja jälle ning hoian raamatukest oma teatmeteoste rivis, koos Murphy ja Parkinsoni seadustega.

³⁰ Robert Escarpit, prantsuse akadeemik, kirjanik ja ajakirjanik
https://en.wikipedia.org/wiki/Robert_Escarpit

Mida Escarpit teksti sünteesimisest oma irvitaval moel kirjutas, selle toona ka teoks tegime. Näiteks genereerisime „heade teemade“ nimetusi. Teadusfolklooris ringles mitmeid reegleid, millele teema nimetus pidi vastama, et läbi lööks. Üks soovitus oli, et sõnu ei oleks rohkem kui kolmteist (algarv!). Side- ja eessõnad ei tulnud arvesse. Analüüsisides oma Moskva instituudi teemaplaani, lõime sõnade esinemissageduse alusel algoritmi hea teema koostamiseks. See koosnes sõnade gruppidest, millest igatühte panime teema esimese, teise, kolmanda jne sõna. Väärrikamad sõnad olid grupis eespool. Sõnade mõte ei olnud oluline. Sõnade grupe valiti ja järjestati tsükliliselt. Mida üksikasjalikumalt teemat sooviti, seda rohkem tsükleid tehti. Algoritm programmeeriti.

Näide - nelja tsükliga genereeritud 13-sõnaline teema:

Protsessi otstarbekuse uurimine
Belomori maardla tingimustes
tööviljakuse suurendamise eesmärgil
vastavalt kompartei X pleenumi suunistele.

See siin on tõlge vene keelest, sestap on sõnagruppide järjekord pöördes - esimese grupi sõna on igas reas kolmas ja vastupidi. Seda nüansi tuleb teada, kui teema nimetusi genereerida inglise, mitte eesti keeles.

Ei ütleks, et genereeritud teemad toorkujul pealkirjadeks oleksid saanud, aga häid mõtteid tekitasid nad igal juhul.

Aeg läheb, teadusbürokratia jääb. Näiteks eelmainitud 'allohtoon'³¹. Et mind ei süüdistataks, kopeerin siia Tiit Kändlerilt tsitaadi Endel Lippmaalt:³²

„Mul on ju vanad kaastöötajad, ega ma ei saa neid minema ajada, ma pean ikkagi palgaraha hankima, Risto Tanner ja Pihlak ja Maremäe ja meie kvantkeemia grupike ka, pool tosinat inimest, ja ainuke koht, kust raha oli võimalik saada, oli kütuste tehnoloogia. Uus töö sai tehtud musta värvi põlevkivi baasil, mis meil Eestis on. Selgus, et meil on kaks musta põlevkivi. Üks on kiltkivi, ja tema on diktüoneemakilt. Selle omadused on tuntud. Teine on mudakivi, samuti must, ei purune kunagi kihtidena, vaid nagu graniiti katki lüües. Ja selle keemiline koostis on täiesti erinev nii orgaanilise aine poolest kui mineraalse koosseisu poolest. See on raskete metallide poolest üsna rikas, selles on umbes kümme korda rohkem uraani kui tavalises argilliidis, isegi rohkem kui kümme korda rohkem molübdeeni ja nii edasi. Ühesõnaga, see on metallide poolest rikas maak ja selle uurimisele ma olen nüüd natuke aega pühendunud, et saada uurimisraha, kuna nad kategooriliselt keeldusid andmast raha tõelisele teadusele, näiteks CERN-is töötamiseks või füüsikaprobleemide uurimiseks raha me ei saanud.“

Julgen arvata, et Lippmaa jutt oli püriidi suletisest konnatahveli (mudakivi) kihis, mis neile juhuslikult kätte sattus.

³¹ Allohtoon = tulnukas, anonüüm - autohtoon, pärismaalane

³² Tiit Kändler, 2012. Endel Lippmaa, mees parima ninaga. - Ajakirjade kirjastus AS, 336 lk. Tsitaadid lk 224 ja 303

Aga veel Tiit Kändlerilt:

„Lippmaa väidab, et arvestades energia hinnatõusu, tuleb põlevkivi otsa saades kaevandada allohtooni, tulnukat Põhja-Rootsist, suurte üleujutustega siia ujunud mudakivi, mis ei ole kihiline nagu paekivi või pruun põlevkivi või diktüoneemakilt, mis kasvasid kohapeal, vaid settekivim, mis ei ole kihte moodustanud. Seda kivimit leidub Läänemere põhjas, maa peal aga Narva ja Toolse vahelisel alal. Haruldasi muldmetalle on mudakivis vähevõitu, küll aga uraani, molübdeeni, vanaadiumit, reenumit. Lippmaa ja tema KBFI kolleegid Pihlak, Maremäe ja Reet Aguraiuja on viimase paari aasta jooksul mudakivi koostist keemiliselt analüüsinud.“

Tsitaatides allohtoonseks mudakiviks nimetatud kivimi uurimiseks taotleti raha. Allohtoon oli taotluse võlusõna. Ükski juhtiv geoloog polnud temast midagi kuulnud. Millel põhinesid väärrika mäeteadlase Arno-Toomas Pihlaku³³ oletused ja akadeemik Lippmaa väited, jäävad meil teadmata. Sest, kuigi toetuse selle imekivimi uurimiseks nad said, jäid tulemused olemata ja teadmata.

Viimasel ajal uuritakse teadusrahastuse toel graptoliitargilliiti, mis on eelnevas mainitud mudakivi täpsem nimetus. Uuritakse kui võimalikku metallitooret. Metall esineb uuringute rahastamise taotlustes mitmel kujul: raskemetall, haruldane metall, metallitoore, leelismuldmetall jne. Kui teadusraha jagavad ametnikud ei tea, mis rolli on mänginud võlusõnad

³³ Arno-Toomas Pihlak, teadlane, mäeinsener https://et.wikipedia.org/wiki/Arno-Toomas_Pihlak

literatron ja *allohtoon* ning lasevad enda mõjutada võlusõnast *metall*, siis soovitan neil lugeda klassikat:

Arno: «Mis see tähendab: metallist?»

Joosep: «Ah metallist? Õige narr, sa ei teagi, mis metallist tähendab! Kas sa «Punanahkade küüsis» ei ole lugenud?»

Arno: «Ei.»

Joosep: «Metallist - see on must puu. Niisugune puu, mida noaga ei saa lõigata. Kui indiaanlased sellest omale vibusid teevad, siis panevad nad metalli vormi sisse ja põletavad takud ümberringi ära. Saad aru - põletavad; noaga lõigata ei saa.»

Konnatahvli, kui lademest värskena võtta, saab noaga, kui mitte just lõigata, siis krõhvitseda küll. Karjapoisina voolisin temast bareljeefe ja siluette. Lakkisin piimohaka mahlaga - kivi sai ilusa musta läike. Nii et Joosep Tootsi tsiteerides - must küll, aga saab lõigata, järelikult ei ole metall. Aga ehk on metallitoore? Uuritaksegi.

LAS UURIVAD - TEKIB TEADJAJD

IMPEERIUMITE TÕUS JA LANGUS

Vene impeerium

22. detsembril 1988. juhtusin Teaduste Akadeemias kuulama Rein Taagepera³⁴ loengut impeeriumite kasvust ja kahanemisest. Näidetega, kuidas suured riigid kasvavad, õitsevad, hääbuvad ja kaovad. Huviga kuulati, sest loodeti saada Vene impeeriumi lõpu tunnistajaks. Kindel, et suuremale osale publikust ei meeldinud Taagepera suust kuulda, et Venemaa lõpp on veel kaugel. Impeerium olla alles languse künnisel. Ja kui eestlastel õnnestubki impeeriumi serva alt välja pugeda, tuleb veel kuus sajandit oma naabriga koos elada. Panin kuuldu kirja. Veel uskumatum tundus lektori väide (mis mul on ka üles märgitud), et USA-l on ees ainult 150 aastat. Nüüd, kolmkümmend aastat hiljem see enam nii uskumatu ei tunduks.

Minu jaoks oli Taagepera loeng huvitav eelkõige seetõttu, et tema metoodika oli kvantitatiivne, toetus matemaatikale. Olin samal moel uurinud meie mikro-impeeriumi, põlevkivitööstust, selle tõusu ja langust ning prognoosinud talle lõppu lähiajal. Sellest edasises.

Mind Taagepera prognoos Venemaa suhtes eriti ei üllatanud. Tänu venekeelsetele isemõtlevatele kolleegidele olin oma eelmise instituudi raamatukogusse hankinud haardeka vene teadlase Lev Gumiljovi³⁵ käsikirjalise teose etnogeneesist.

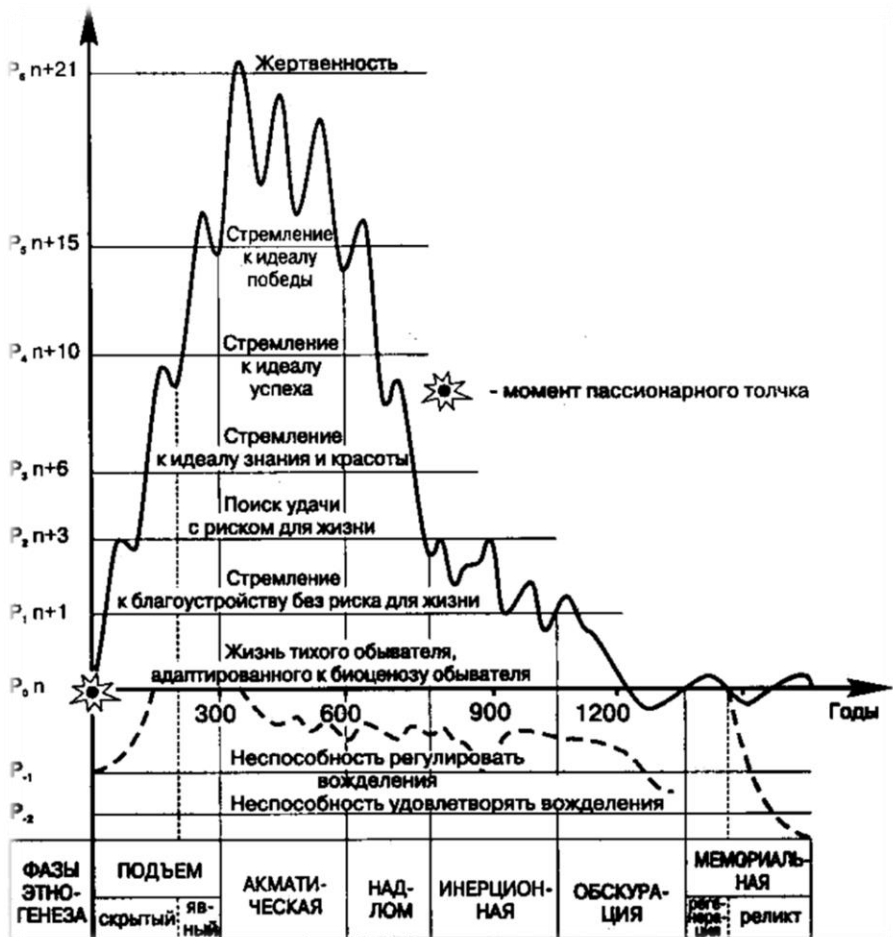
³⁴ Rein Taagepera, Eesti poliitik https://et.wikipedia.org/wiki/Rein_Taagepera

³⁵ Lev Gumiljov, vene ajaloolane-etnoloog, filosoof
https://et.wikipedia.org/wiki/Lev_Gumiljov

Teatavasti on etnos inimeste kogum, mida iseloomustab ajalooliselt kujunenud ühine kultuur. Ülekantud mõttes võib etnosena käsitleda ka riiki, impeeriumi, territooriumi haldajat. Etnogenees on ühe etnose elulugu, millel on neli faasi: teke, tõus, langus ja surm.

Gumiljovi käsitluses võib etnogenees kesta kuni 15 sajandit, läbides mitmeid faase. Loomulikult vältis Gumiljov oma kirjutistes vene etnost. Ei maininud, poleks saanud, ei tohtinud. Teda oli juba korduvalt arreteeritud, vangis hoitud. Tema uuringuid oli ahistatud, doktorikraad kinnitamata jäetud. Seepärast olidki tema avalikud objektid ajaloolised rahvad, näiteks kasaarid ja nende riik. Aga analoogia Venemaaga oli siiski nii ilmne, et Gumiljov oli impeeriumis põlu all. Kas Taagepera Gumiljovi peidus hoitud uuringuteni jõudis, ei tea. Aga minul ja mu mõtlevatel kolleegidel oli juba Gumiljovi lugedes tekkinud selge pilt, et vene etnos on hävimas.

Täpsemalt. Homogeense Vene etnose sünniks võib lugeda Juhan Julma valitsemist 16. sajandil. Tõeline impeerium sai alguse Peeter Suure reformidest ja vallutustest 300 aastat tagasi. Vene Keisririigi ekspansioon läände sai teoks Poola idaosa lõpliku hõlvamisega 1815. Kesk-Aasias jõuti võimaluste piirini pool sajandit hiljem. Seega, pärast 300 Romanovite aastat muutus edasine tunglemine tõmblemiseks. Gumiljov illustreerib seda pildil, mille tõmbasin vene vikipeediast.



Gumil'ov oli humanitaar, tema metoodikas ei olnud palju matemaatikat. Statistiku silm näeb siinsel joonisel asümmeetriat ja analüütiku kogemus soovib horisontaalteljel kasutada skaalat, mis arvestaks aja tihenemist, protsesside kiirenemist aja kulgedes. Milline see (aja)skaala oleks, on uurimise tehnika, mitte käesoleva loo küsimus. Küll aga annaks „tiheneva aja“ ehk - elutempo kiirenemise rakendamine etnoste mudelis matemaatilisema vastuse küsimusele: „Miks kõik kasvab aeglaselt, aga variseb kokku kiiresti?“ Teisisõnu - saaks

lisaseletuse Ugo Bardi **Seneca efekti** käsitlusele isearenevate süsteemide kasvust ja hukust.³⁶

Sõltumata, kui palju on aega läinud Juhan Julma ja Peeter Suure ajast tänaseni, iseloomustavad praegu Vene impeeriumi jätket (vt Gumiljovi pilti): ohvrid ja killustumine (NSVL lagunemine), hääbunud püüdlus saavutada illusoorseid eesmärke (kõigi maade proletaarlased, ühinege), kodusõjad (Georgia, Ukraina).

Aga edasi, põlevkiviimpeeriumi juurde!

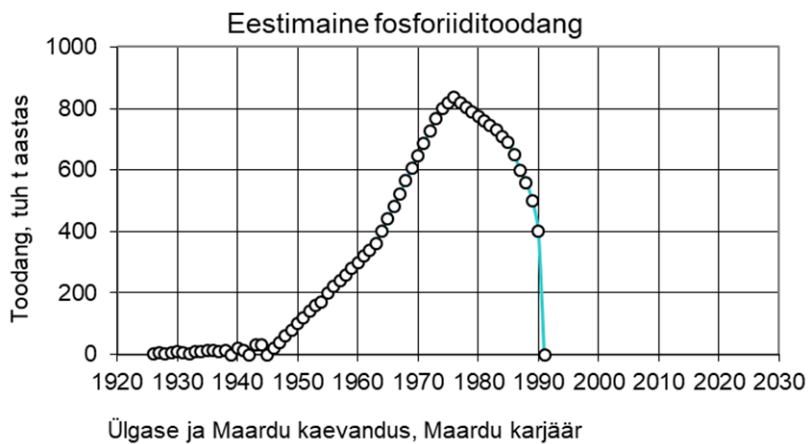
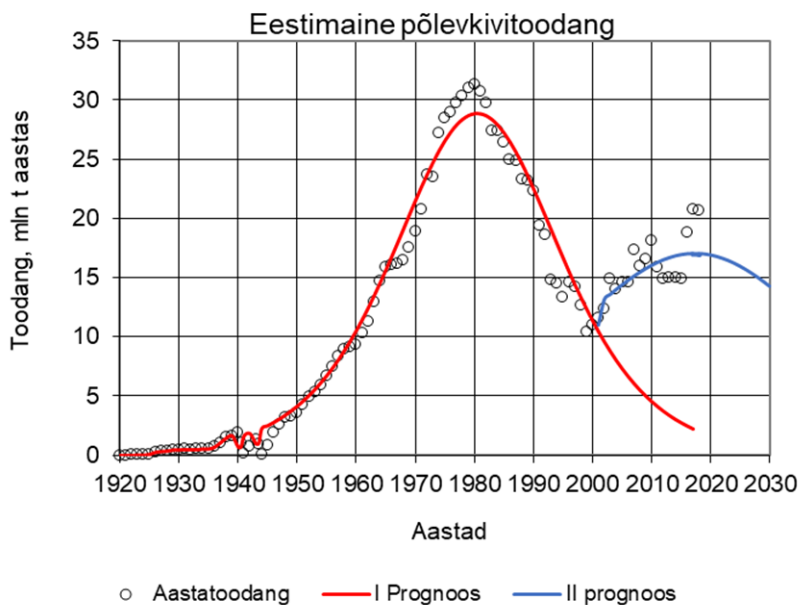
Põlevkivi impeerium

Minu koostatud põlevkivitööstuse kasvu ja kõdunemise graafik on järgmisel pildil. Üsna sarnane Lev Gumiljovi graafikuga. Aga erinev eestimaise fosforiiditööstuse elu ja surma diagrammist, mille võrdluseks panen.

Selleks ajaks, kui ma juhtusin Rein Taagepera loengut kuulama, oli mul põlevkivi I prognoos (pildil) juba tehtud. Toodang oli tugevas languses ja matemaatilise ennustuse kohaselt pidi kaevandamine lõppema 2020. Nüüd teame, et päris nii ei läinud. Miks? Et paremini mõista, jätkan juttu prognoosimisest.

Nõukogude impeeriumis kehtis kaanon, ja praegugi näeme, kuidas mõni algaja ärimees arvab ja loodab, et tootmist võib kasvatada piiranguid kartmata, nende mõju hindamata. Selline on **piiramatu kasvu mudel**.

³⁶ Ugo Bardi, 2018. Seneca efekt, Raport Rooma Klubile. - Hea Lugu, 198 lk



Piiramatu kasvu võimalikkusele tuginesid majandusprognoosid, mida nõukogude plaanimajanduses viljeldi eelmise sajandi kuuekümnendatel. Hüpotees on matemaatiliselt lihtne - arengu kiirus, st toodangu maht ja/või müük aastas (kuus, nädalas, päevas) on võrdeline toodangu ja/või müügi (kogu)mahuga, milleni ollakse jõutud. Lihtmoel - mida võimsam, seda kiiremini kasvab; mida kaugemale oled jõudnud, seda kiirem minek... See on eksponentsiaalne kasv: mitte ainult võimsusel, toodangul ja teistel suutlikkuse tunnustel pole piire, ka juurdekasv, areng on piiritu. Piiramatu kasvu teooriale tuginesid majandusprognoosid, mida eelmise sajandi kuuekümnendatel arendasid seniilne vene akadeemik Stanislav Strumilin (Strumillo-Petrashkevich)³⁷ ja ta koolkond. Need prognoosid muutusid toonase riigipealiku Nikita Hruštšovi apologetiliste plaanide ja tema kõnede läbi anekdootideks.

Piiramatu kasvu teooriale astus vastu Rooma Klubi³⁸ ja lõi arengukontseptsiooni, mille kohaselt kasvul on piirid. Lähtusin just sellest, kui koostas in maavarade jaoks lihtsa **piiratud kasvu matemaatilise mudeli**. Selle kohaselt on maardla ammendamise tempo (toodang aastas) võrdeline kaevandaja tootmisvõimsuse (aastatoodangu) ja objekti arengu piirideni jäänud tee pikkuse (aja) koosmõjuga. Arengu piirideks, kasvu tüüriivateks mõjuriteks on ressursid: maavara varu, turg (tarbijad), investeeringud, töötajate arv, keskkonna taluvus. Mida vähemaks jääb ressursse, seda aeglasemaks muutub maavara

³⁷ Stanislav Gustavovich Strumilin (Strumillo-Petrashkevich), akadeemik

<https://en.wikipedia.org/wiki/Stani%20slav%20Strumilin>

³⁸ Rooma Klubi, 1968. aastal Roomas asutatud mõttekoda

https://et.wikipedia.org/wiki/Rooma_Klubi

ammendamise tempo. Selline kasvufunktsioon kirjeldab arengut, mis algul on aeglane, siis kiireneb, saavutab maksimumi, seejärel hakkab kasv aeglustuma ja muutub lõpuks nulliks. Siis on objekt ennast ammendanud. Meie juhul tähendab see, et kaevandamisväärne varu on otsas, maardla või mäeeraldis on tühi.

Tegin lihtsa matemaatilise mudeli, milles kasvu kiiruse määrab piiridest eemaldumise ja piiridele lähenemise multiplikatsioon. Piltlikult - stardis on kiirendus suur, lähtest eemal kiirus stabiliseerub, finišile lähenedes muutub kiirendus negatiivseks ehk pidurdumiseks, hoog hakkab langema ja lõpuks areng peatub. Veel piltlikumalt - jooksuraja lõpus pole mitte finišilint vaid betoonsein.

HÄDA SELLELE, KES ARENGU PIIRANGUID IGNOREERIB

Just nii juhtus fosforiidi kaevandamisega, mille kollapsi illustreerimiseks oli mul sellekohane pilt. Kuid fosforiiditööstuse lõpp ei olnud fosforiidisõja tulem, arvaku kaevandamisvastased, mida tahavad. Fosforiiti kaevandaval tööstusel kadus kõige olulisem ressurss - tarbija. Meie kaevist tarbiv venemaine väetisetööstus oli pankrotis. Müügist ei tulnud enam raha kaevandamiskulu katmiseks.

Fosforiiditööstuse graafik sobib neile, kelle nägemuse kohaselt isearenevad süsteemid hakkavad lõpu eel eriti kiiresti kõduma ja kukuvad kokku. Surmaeelne langus on kiirem kui sünnijärgne tõus. Teisisõnu - elukõver ei ole sümmeetriline, statistikute keeles - on negatiivse asümmeetriaga. Filosoofide käsitluses - avaldub **Seneca efekt**. Gumiljovi diagramm, seevastu on positiivselt asümmeetriline, mis kirjeldab etnose jäänuki pikka virelemist. Arvata, et Gumiljovi illustratsioon oli illustratiivne, ei tuginenud ei statistikale ega matemaatikale.

Nüüd küsimus, mis toimus põlevkiviga sajandivahetusel, et toodang uuesti kasvama hakkas? Mis tingis toodanguhüppe? Vastus ressursside seisukohalt – aeglustati ressursside piirile lähenemist. Piltlikult – märgati betoonseina. Tänu tänapäevase maailma- ja majandusvaatega juhtkonna ümberkorraldustele paranes maavara varu kättesaadavus ja vähenesid protsesside töömahukus ning keskkonnamõju. Leiti võimalusi õli-, elektri- ja rahaturul. Tehnoloogia alalt – arendati lõpuni peenpõlevkivi kasutamise tehnoloogiad (TSK), kaevandamiseks osteti uusi ja võimsamaid masinaid.

Uutes tingimustes uuendasin oma piiratud kasvu hüpoteesil põhineva arengumudeli. Tekkis pildil nähtav II prognoos. Aga piirid jäid. Uue sajandi kahekümne aasta jooksul hakkasid arengu ruumi igast kandist piirama lausa raudbetoonseinad: kaevandamisväärse varu lõppemine, inseneride võimetus tehnoloogilistest protsessidest veel enamat välja pigistada, CO₂ õhus ja väävliühendid õlis, naaberrükkide odav elekter. Mis tähendab, et piiratud arengu kontseptsioon kehtib. Põxitist sõltumata, arvaku kaevandamisvastased, mida tahavad.

PÕLEVKIVITÖÖSTUS HÄÄBUB NII-KUI-NII.

KUI KAUA VENE IMPEERIUM KESTAB, EI TEA.

ARVUDE MAAGIA

Armsad arvud

Mu lemmik on algarv 17. Üldse, mulle meeldivad algarvud. Ei pea neid jagama. Ka valetamise üldtuntud reegel – kui võtad arvu „laest“, võta algarv. Väitekirja kaitsmise kaanonite kohaselt pidi fooniks olema algarv plakateid. Soovitavalt 13, kuid ka 17 polnud palju. Peale selle, et 17 on algarv, on tal teisi võimalikke omadusi. Näiteks turul arvutamisel võib võtta, et 3×17 on viiskümmend, ehk pool sada. Ja 6×17 on ligikaudu sada. Ja vastupidi. Mõõtemääramatuse piires.

Minust sümpaatiast sõltumata sai EEK /€ üsna 17.

Mu teine lemmikarv on astendaja 0,6, ligilähedane kuldlõike³⁹ suhtarvu pöördväärtusele. Kooliaritmeetikast teame täisarvulisi astendajaid. Tavalised on 2 ehk 'ruut' ja 3 ehk 'kuup'. Need kaks olid kaua empiirikute A ja O, lükati-inseneride arvutusoskuste Algas ja Ots. Alles taskukalkulaatorite teine põlvkond avas murdarvuliste astendajate maa.

Esimest korda nägin astendajat 0,6 majandusmatemaatika reeglis, mis pakkus, et kui tehase (seadme, agregaadi) võimsust tõsta kaks korda, peaks investering olema mitte kaks, vaid $2^{0,6} \approx 1,5$ korda suurem. Seda on võimalik seletada nii, et kui argument (tehase võimsus) suureneb ühe protsendi (1%) võrra, siis funktsioon (investering) kasvab astendaja (0,6%) võrra.

³⁹ Kuldlõige ehk jumalik proportsioon, <https://et.wikipedia.org/wiki/Kuldl%C3%B5ige>

Ka minu poolt tuletatud põlevkivi väljamise kulu ja kihindi tuseduse vahelises seoses on astendaja $-0,68$. Mis tähendab, et väljatava lasundi paksuse kasvades 1% võrra alaneb käidukulu 0,68% võrra. Mida on kasulik teada, kui juurelda, miks mäemehed lasundi pealt või liivaaugu põhjast toodangut juurde võtavad.

Andku matemaatikud mulle andeks nende mäemajanduse seletuste lihtsakoelisuus.

Murdarvulisi astendajaid esineb valemities tihti, eriti purdmaterjali (liiva, kruusa, kaevise) lõimise kirjeldamisel. Purdmaterjal on purustatud materjal, tahkete osade ja osakeste, tükide ja tolmu, kämpude ning kamakate alamhulk. See oleks vihje *fraktalite* teooria suunas, aga sel teemal ma siin ei teoretiseeri.⁴⁰

Terade ja tükide loomuliku jaotuse oluline parameeter on sõredus, tähisega n . Esineb astendajana. Sorteerimata materjalil on sõredus enamasti $0,5 < n < 0,7$. Mis tähendab, et tükke, mille mõõde on teistest 1% suurem, on 0,6% rohkem. Mõned materjalid, näiteks mereranda loksutatud kruusal ja õli tootjatele müüdav rikastatud tükikivi on „sõredad“, nende sõredustunus, kui seda üldse annab arvutada, on mitu korda suurem.

Murdarvulisi astendajaid tuli mul ette ka mujal. Meenutamist vääriv sündmus tekkis, kui lõhkesüsteemi tõrke tõenäosuse

⁴⁰ Fraktal on mittetäisarvulise dimensionaalsusega geomeetiline kujund <https://en.wikipedia.org/wiki/Fractal>

arvutamiseks pidin lahendama integraalvõrrandi, mille tuumaks oli astmejaotus. Astendaja oli n . Ma ei saanud hakkama.

Otsisin abi lähedalt. Jõhvis, kus elasin, oli minu-ealine matemaatik Mati Abel⁴¹. Palusin temalt abi. Küsis ülesannet vaadata ja vastas kiiresti. E-posti toona ei olnud, telefon oli vähestel. Enamasti toimetati kiri-posti abil. Mati vastus oli lakooniline – tee teisendus: võta uus astendaja $k = n - 1$, tekib teist liiki Abeli diferentsiaalvõrrand, mis on lihtmoel lahendatav.⁴² Kes soovib puänti: võrrandi nimi tuleb Norra matemaatiku⁴³, mitte Mati nimest.

Mul oli häbi, et ma ise nii lihtsat teed ei leidnud. Hakkasin lahendama ja tekkis uuesti häbi – miks ma ei taibanud abi paludes öelda, et minu võrrandi **astendaja ei ole täisarvuline!** Klassikaline matemaatika, mis piirdub täisarvuliste astendajatega, osutus abituks. Murdarvulised astendajad on klassikute meelest inseneride vulgaarmatemaatika. Õige matemaatik, kui vaja, esitab murdarvulise astendaja täisarvude kaudu. Näiteks $0,6 = 3/5$. Aga empiirikas polnud sellest kasu, minu astendajad on enamasti vahemikus $0,5...0,7$. Nende keskväärtus on naturaalarvude hulka mittekuuluv gargarv $0,61$.

⁴¹ Mati Abel, eesti matemaatik https://et.wikipedia.org/wiki/Mati_Abel

⁴² Teist liiki Abeli diferentsiaalvõrrand
https://et.wikipedia.org/wiki/Abeli_diferentsiaalv%C3%B5rrand

⁴³ Niels Henrik Abel, norra matemaatik
https://en.wikipedia.org/wiki/Niels_Henrik_Abel

Mugavad arvud

Mugavad arvud on idiomaatilised: 1 (ainus), 2 (paar), 3 (Isa, Poeg ja püha vaim), 5 (ühe käe sõrmed), 7 (seitse penikoormat), 10 (kahe käe sõrmed), 12 (tosin), 13 (õnnetu arv) ja 20 (sõrmed + varbad). Tähelepanuväärne – esimesed viis on algarvud.

Mugavaid arve kohtab reeglites ja pahatihti ka seadustes ning normatiivdokumentides. Nad teevad pahandust, kui hakata mugava-arvulist normi järgima või seaduse täitmist kontrollima. Tavaliselt tekib kaks küsitavust: 1) miks just nii palju ja 2) kui täpselt?

Konkreetne näide. Riigikogu sätestas põlevkivi kaevandamise mahuks 20 miljonit tonni aastas. Küsitavused:

1) miks just kakskümmend? Ei mingit analüüsipõhist selgitust! Arvatav põhjus – mugav arv. On ju enamikul riigikogulastest 20 sõrme + varvast.

2) kui täpselt? Kas 20 miljonit tonni on põlevkivi varu või toodang? Kas koos aktsepteeritava kaoga või ilma? Kas kuivalt või niiskelt? Üksikasjadesse laskumata – küsitavustest tingitud mõõtemääramatus ehk erinevus sätestatust on suurem kui kaks miljonit tonni.

MÄEINSENERID ITSITASID

Ebatäpsed arvud

Üks minu sarkasmidest on – täpseid arve (andmeid, konstante, koefitsiente) pole olemas. Viisakamalt – igal mõõtel on mõõtemääramatus, viga, usalduspiir...

Kui suur on mugava arvu mõõtemääramatus, tema plussmiinus? Tunde järgi oleks see **miinus** pool vahest eelmise

mugava arvuni, **pluss** pool vahet järgmiseni. Näitlikult - öeldakse kümme, aga võiks olla, no-nii 9...11. Matemaatiliselt 10 ± 1 ja teaduskeeles:

$$10 \approx [(10 + 7)/2 = 8,5 \approx 9] \dots [(10 + 13)/2 = 11,5 \approx 11].$$

Näide. Kui karjäär on kaevandamise lõpetatud, tuleb ala korrastada. Rekultiveerida, öeldi vanasti. Metsamaaks korrastatav maa ei tohi olla väga laineline, et metsatöö masinad saaksid hõlpsalt tegutseda. Mis tähendab „väga“? Kõige esimesse rekultiveerimise juhendisse kirjutasi mäemehed, et lainelise maa nõlvnurk peab olema alla 10° . Miks? Mugav arv, ütleb teadja. Mulle ka meeldis: tõus saja meetri kohta 17 m. Metsamehed olid ka nõus - hea, et mitte 30° , nagu ekskavaator oli jätnud.

Aeg läks edasi. Metsamehed hakkasid saama metsaistutamise masinaid. Neile viidates tegid ettepaneku teha juhendi järgmises versioonis lubatav nõlvnurk kaks korda väiksemaks, kirjutada 5° . Mäemeestele tähendas see tasandamistööst suurt kasvu. Saja meetri pealt veel 8 m vähemaks koorida. Ja hakkasid vastu: „ 5° , seda pole silmagagi näha, kuidas veel mõõta? Mis masinad need teil on, mis nii pisikest nõlva kardavad? Näidake ametlikke numbreid masina kasutamise juhendist!“

Neid vist polnud võtta. Mäemehed nõudsid endiselt, et ka uude juhendisse jääks 10° . Kaua vaieldi. Kummalgi poolel polnud ei teadus- ega mõõtmispõhiseid argumente. Lõpuks tuli valida kahe mugava arvu, 5 ja 10 vahel. Olin vahekohtunik, pakkusin 7. Ka mugav arv. Pika vaidluse peale käratas otsustav isik: „Olgu kaheksa!“ Kahtlustan, et ta teadis reeglilt 'kui võtad laest, võta algarv'. Sestap minu pakutud 7° kui algarv ei sobinud, tundus laearvuna. Pealegi, kaheksa on ikka suurem kui seitse ja otsustav isik oli mäemees.

Sellist teadust tehti metsa ja mäe vahel. Et asi veel teaduslikum oleks, koostasin metoodika, kuidas tekitada metsamaale statistiliselt usaldatav valim juhuslike punke. Kohti, kus nõlvnurka mõõta. Et tulem oleks kindel 95%. See võte aitas – metoodiline mõõtmine käis kõigil üle jõu. Järgmistes juhendites mugavatest norm-arvudest loobuti. Nüüd paneb nurgad ja kalded paika projekteerija, vastavalt metsa ja maa omadustele. Teeb seda graafiliselt, arvutiprogrammide abil, sest,

KUI MUIDU EI SAA, SIIS KUIDAGI IKKA SAAB

Kümme tonni kauritsat

Tsiteerin ennast veel kord:

„Nõukogude riigis oli häid **masinaid** vähe. Või kui oligi, siis provintsiaalsele põlevkivitööstusele olid nad liialt kallid.“

Riigikord muutus, häid masinaid võis hakata ise ostma. Ei pidanud enam Moskvat klanima, et „eraldataks“. Aga head asjad on kallid. Mäeinsenerid hakkasid otsima pruugitud mäemasinaid. Õigemini, hakkasid tulema nende pakkujad. Soomes oli majanduskriis pidurdanud ehitust ja mäetööstust. Masinaid jäi üle. Kuna suuri masinaid oli Eestisse näitamiseks üle mere raske tuua, hakati meie otsustavaid isikuid Soome ja Rootsi vedama. Otsustajad võtsid kaasa keeli oskavaid asjatundjaid, kelleks sobisid mäeprofessorid. Tihti sai olla põlevkivikuninga Väino Viilupi *svitas*, aga aidatud sai ka ehitusmaterjalide tootjaid. See töö toitis nii ihu kui hinge. Hinge? Just, andis professorile keelekogemust, laiendas silmaringi ja lisas kõige uuemat teavet.

Vähehaaval sai Soomes, Rootsis ja Saksas igasuguseid kopplaadureid, karjääriautosid, liigendkallureid, ekskavaatoreid

ja teisi kauritsaid katsutud, nende võimsust, vanust, kütusekulu jm uuritud ning seepeale ka hinda küsitud. Selle põhjal arenes mul **hinnataju**. See on eri(ala)oskus. Vaatad masinat nagu hobuseparisnik suksut: hindad massi (kogukust), vaatad rehve (kapju), uurid kauritsa löiketerade (hammaste) kulumist (vaatad hobusele suhu) ja ütled hinna. Mille peale pakkujad pilke vahetavad. Eesti poole otsustav isik nohiseb, sest teab, et suudab osta vaid kümme tonni kauritsat. Mitte rohkem...

Kogu selle tarkuse taga on mugav arv **kümme**, mis on/oli masina kilogrammi hind USA dollarites (10 USD/kg). Allmaamasinatel võib see olla suurem, saksa omadel kohe palju. Aga nende erandite arvestamine käib peas nn turuarvutuse tehete abil.

Mäemajanduse reegel, et masina hind on võrdeline tema massiga, on vana. Mulle ja mu kursavendadele õpetasid ennesõjaaegsed dotsendid – kui maksumus pole teada, võta see teadaolevate masinate hindade ja masside suhte alusel. Hiljem nägin seda reeglit Austria mäeprofessori Hans Höferi⁴⁴ käsiraamatus, mis ilmunud veel enne esimest maailmasõda. Küllap minu õpetajadki sealt selle tarkuse said, sest nõukogude plaanimajanduses hinnad olid meelevaldsed. Oma ministeeriumi masinatehaste massi hind oli madalam, doteeritud ja põllumajandustraktoritel eriti. Kui neid viimaseid üldse sai.

⁴⁴ Hans Höfer von Heimhalt, Austria mäeprofessor
https://de.wikipedia.org/wiki/Hans_H%C3%B6fer_von_Heimhalt

See reegel kehtib uue masina puhul. Roostes raua hinda tuleb diskonteerida. Kulunud rehvid ja tehtud töötunnid toovad hinna veelgi alla. Aga ka see on peast arvutatav.

Kui olin kogutud teabe statistiliselt käidelnud, saingi 10 dollari reegli. Näiteks, kui masin kaalub 20 tonni ehk 20 tuhat kilogrammi, olnuks ta hind 200 tuh USD. Toonase kursi järgi enam kui 2 miljonit EEK. Mõõtemääramatusega, mis oli ostjate ja müüjate omavahelise tingimise maa. Aga summa oli igatahes üle otsustava isiku ostuvõime. Midagi ikka osteti ka.

Exceldasin need reeglid mäemajanduse õpikusse ja nii on mäeinsenerid veerand sajandit masinate hindu arvutatud. Üks mu õpilastest, kui juba ise mäemajandust õpetas, sõnastas reegli populistlikuks -

**KILOGRAMM MÄEMASINAT MAKSAB SAMA PALJU,
KUI KILOGRAMM VALGET VIINA**

See pole hea reegel - aktsiis muudab viina hinda kiiremini kui Hiina kaubandus USA dollari kurssi.

KÕIK LOOMAD ON VÕRDSSED, AGA MÕNED LOOMAD ON VÕRDSEMAD KUI TEISED ⁴⁵

Teame, kuuleme ja kasutame seda teesi sageli, aga kuidas seda ütlust asjakohaselt argumenteerida? Et ei jääks sõnakõlksuks? Või - mis on võrdsuse teaduslik alus, kuidas võrdsust mõõta?

Heitkem pilk pildile, kus on kaks mündikogumit. Kaks **mittejuhuslikku** valimit. On nad võrdsed?

Võite üle lugeda - kummaski valimis on **võrdselt** 33 münti. Kogumite nominaalväärtused on **võrdsed** = 99 kopikat. **Võrdsed** on ka keskväärtused = 3 kopikat. Isegi kaalult on kogumid võrdsed, sest number nõukogude vene vaskmündi aversil näitab tema massi grammides. Nimme sai valitud raha, mille ainukene püsiväärtus on mündi kaal.

⁴⁵ Orwellil on: "*All animals are equal, but some animals are more equal than others.*" Eestis tuli käibe: „Kõik loomad on võrdsed, mõned loomad on võrdsemad, sead on kõige võrdsemad.“ Õigem olnuks „... sead on ülivõrdsed“, kuid nii ei öeldud. Sigade ülima staatuse rõhutamine eestikeelses käibeversioonis oli seletamatagi selge - kehtis ju tol ajal Vene liiduvabariigi kohta ametlik tunnuslause: „esimene võrdsete seas“.



Kuid näete - kogumid ei ole sarnased, samased ega võrdsed. Miks? Sest on olemas üks mõõde, mis neil erineb. See on isendite (müntide) jaotus. **Kogumite jaotused erinevad.** Kogumid erinevad, sest isendid kogumi sees ei jaotu samaselt. Ja võibki väänata küsimuse - kui kogumid (seltskonnad, ühiskonnad, kogukonnad, perekonnad) ei ole võrdsed, siis milline neist on võrdsem?

Toodud näite puhul väidan, et pildil alumine, kolmekopikaliste kogum on ülemisest võrdsem, sest ta on sõre (hõre; harv; jäme; diskreetne, mittepidev, pidevusetu). Toodud näite alusel võib luua (töö)hüpoteesi, et sõre seltskond on võrdsem kui teised.

Võib isegi öelda - **ülivõrdne**. Sõredas seltskonnas on kõik **eriti võrdsed**. Sellises pole ei idioote ega geeniusi. Ülivõrdsete hulka ei mahu ei geisi ega teisi, seal pole teisitimõtlejaid, isemõtlejaid.

See oli kõrvalepõige. Ma ei laienda seda teemat ühiskonnale, inimeste kooselu vormidele ega neist sugenevate sotsiaalsete suhete ja institutsioonide kogumile. Pole minu võimete piires. Selgitan vaid, et mõte sõreduse mõõtmisest tekkis mul, kui oma eriala raames käsitlesin dispersete materjalide kaubastamist. Näiteks sõre ehitusliiv on tolmusest parem. Aga ka kulukam toota ja sedavõrd kallim. Samuti põlevkivigeneraatorite toore ehk tükikivi, klass 25...125 mm, on kvaliteetsem ja kallim, sest on sõre. Sellest oli juttu eelneus.

Kui dispersete materjalide jaotusi uurida, siis näib, et loomulik (= looduslikul) moel jaotuna saab neid kirjeldada võrrandiga, mille astmenäitaja olen nimetanud sõredustunnuseks, sõreduseks. Mitte just juhuslikult on loomulikult/looduslikult jaotunud materjali sõredustunnus 0,6, mis, nagu varem mul mainitud, on kuldlõike suhtarvu pöördväärtus. Selline materjal on loomulik, kuid ta pole sõre.

Sõre = võrdsem on selline materjal, keskkond, ühiskond, seltskond või mistahes kogum, millel sõredustunnus on suurem või palju suurem kui 0,6. Pildil oli kaks mündikogumit. Esimeste, 1-2-3-5 kopikaliste sõredus on loomulikust kolm korda suurem. Olnuks veel paarisarvulise nominaaliga münte (4 kop, mida ei vermitud), saanuks kogum mitte nii sõre. Teine, 3-kopikaliste valim on loomulikust jaotusest koguni kümme korda sõredam, teisisõnu - **võrdsem, kõige võrdsem**.

Milleni on viinud mind dispersete materjalide jaotuse uurimine? Arvan, et

VÕRDSEMAID ON HÕLPSAM KÄIDELDA

LEIUTAJAD JA LAIUTAJAD

Rujal on laul Leiutaja ja Laiutaja. Leiutaja on tark ja hea, laiutaja loll ja alp. Laulus on kõik lihtne ja selge, elus mitte.

Juba poisikesena huvitusin maakaartidest. Öppisin neid lugema, nende kohal rändama. Nii, nagu nüüd tehakse *Google Map'i* ja *Street View* abil. Isegi projekteerima hakkasin kaartide peal. Teadsin muistendit Eestit läbinud veeteest Pärnust Pihkvasse, mööda jõgesid – läbi Viljandi, Võrtsjärve ja Tartu. See oli minu unistustega võrreldes tühiasi. Visandasin märksa võimsama kanali – Kaspiast Musta merre läbi Taga-Kaukaasia. Kuidas seda teostada, selle üle ma oma lapsemeelset pead ei murdnud. Taga-Kaukaasia kanal kaotas mõtte, kui 1951. sai valmis Volga-Doni kanal. Siis lõpuks teostasidki stalinistid projekti, millega sultan Selim II 1569. alustas ja mida tsaar Peeter Suur 1697. rajada üritas. Kulus nelisada aastat ja unistus Kaspiat ning Musta merd ühendavast veeteest teostus märksa hõlpsamal moel. Minul kadus võimalus oma leiutisega – Taga-Kaukaasia kanaliga laiutada.

Pikkisin selle tobeduse siia, et näidata, kuivõrd vähe teab lapsemeelne, milline on keskkonnarajatiste tööde maht ja negatiivne sünergia. Nii on kõigi maarajatistega: Narva maantee süvistamisega Jõelähtme vallas, energiat akumuleerivate allmaaveekambritega Maardus ja/või Pakril jne.

Ka Soome lahe tunnel on üsna lapsemeelne. Ka sellel on mitte ainult suur positiivne, vaid ka vähemalt sama suur negatiivne sünergia. Osalesin projektis selle algatamisel. Idee tekkis 1994. talvel. Laht jäätus, laevad olid kinni, õlu sai otsa. Juurde polnud võimalik tuua. Soomlastel läks mõte tunneli peale. Kaasasid ka meie mäemehi, ainsaid allmaahitajaid Eestis. Vaatasime koos üle mitmete allveetunnelite projektid ja kavad La Manche'ist Beringi väinani, rääkimata Botnia lahe ja Neeva jõe alustest.

Huvitav ja kasulik oli, rohkem Eesti, vähem Soome poolele. 1996., lõpetanud oma majandusarvutused tunneli kulust ja tulust, eemaldusin projektist. Sain asja selgeks ja enam ma sellega ei ole tegelenud. Minu ajal see projekt ei teostu. Isegi ei alustata. Aga idee tunnelist pakub võimalusi nõutada uuringutoetusi, mis on paljudele elatishaha allikas. Seepärast pole ma ka kippunud tunneli kavandamist maha tegema. Mõnele, näiteks Peter Westerbackale⁴⁶, võib see kujuneda isegi elutööks. Tunneliprojektist elatumine, mitte tunneli ehitamine.

Lapsena geograafia teemal uudishimutsedes oli üheks mu toredaks mõtteks saada kaart, millel punase täpiga oleks näha koht, kus ma parajasti olen. Läks viiskümmend aastat ja ameeriklased tegid selle GPS-i abil ära. Mul ei tulnud mõttessegi pidada end autoriks.

Mul oli lapsena veel toredaid mõtteid – kuidas ma teen või saan traadita telefoni, või pisikese lennumasina jne. Need on unistused, lausus isa. Aga nüüd on need vidinad maailmas olemas. Ilma, et mina oleks nad leiutanud ja oma ideega laiutaks.

Ei oleks lapsepõlve leiutiste peale faili mahtu kulutanud, kui hilisemas elus poleks tulnud sõdida infantilsete projektidega. On olnud kolleege, kes oma sõnutsi olid teinud (koostanud, joonistanud, projekteerinud) mitmeid (kaevandamise) tehnoloogiaid. Mõni teinud tehnoloogia või mitu kohe ühe aastaga. Näitasid mulle oma skitse, eskiise, jooniseid, kaustu. Neid ei mõjutanud minu jutt, et tehnoloogia on alles siis valmis,

⁴⁶ Peter Westerbacka, soome visionäär https://fi.wikipedia.org/wiki/Peter_Westerbacka

kui see, mille nad on välja mõelnud, on end paar-kolm aastat tõestanud töökindlana, produktiivsena, kasumlikuna. Siis võib seda pidada leiutiseks. Manitsus, et joonised ja seletuskiri ei ole veel tehnoloogia, ei sobi kõrvadele, millel puudub otseside ajuga.

Poleks ju paha, kui leiutaja sellega piirduks. Kuid tuleb ette, et tema mõlgutus või selle analoog osutub siiski rakendatuks. Keegi, keda võis olla mitu või mitukümmend, on jõudnud läbi laborite, stendide, pilootseadmete ja -tsehhide eduka lõpuni. Siis õnnetu leiutaja raevub ning hakkab laiutama: „Plagiaat! Minu idee! Minu leiutis! Minu tehnoloogia...“ Selle teadmine on põhjus, miks pean vajalikuks oma õpikutes lisada igale tehnoloogiat kirjeldavale illustratsioonile viite kolleegile kui leiutajale.

Oleksin ise ka võinud mõnikord laiutada. Näiteks, kui Käva põlevkivikaevanduses evitati sammastervikutega kamberkaevandamise tehnoloogia. Moodus, mille oma diplomiprojektis Ahtme kaevanduse tarbeks olin joonistanud. Kävas juurutati see kolm aastat pärast minu mäeinseneriks diplomeerimist. Evitajate seas oli mitu rivaalitsevat grupeeringut ja isikut, ka minu ülemust, kes kõik nõutasid tehnoloogiale autoriõigust. Mina sekka ei tikkunud. Mitte seepärast, et olin nende jaoks poisike, noorteadur, vaid seepärast, et ma ei ole loomult ei leiutaja ega laiutaja. Pigem nokitseja. Olin näinud ja aru saanud, et

**TEHNOLOOGIA LEIUTAMINE ON RASKE TÖÖ.
MÕOTMATULT RASKEM, KUI ARVUTUSTE, JOONISTE JA
SELETUSKIRJAGA LAIUTAMINE**

PLAGIAAT KUI AUTASU

Igal eestlasel heliseb peas „Kui Arno isaga kooli jõudis, olid tunnid juba alanud.“ Olen eelnenus mõnigi kord alustanud samas stiilis, sama rütmiga: „Kui ... , oli ...“. Sihipäraselt, intrigeerivalt, eelmänguna plagiaditeemale – kas imiteerimine on plagieerimine või kas mõtteviisi ülevõtja on plagiaator? Ja tekstid, kui palju ning mil määral peaksid nad sarnanema, et võtta jutuks loomevarguse küsimus? Mille alusel seda nähtust mõõta, otsustada? Sõnade samasuse? Lausete sarnasuse? Määratluse kopeerimise? Sõnumi esitamise viisi? Kujundi jäljendamise? Mõtteviisi matkimise?

Plagieerimisega, selle teadus- ja õppetöö igavese nuhtlusega tuli mul tõsiselt tegeleda kaheksakümnendate alguses. Eksperti ja lepitajana. Siis tulingi välja näitega, et Oskar Lutsu Kevade tunnuslauset kohtab isegi Lion Feuchtwagneri Juudi Sõja tekstis: „Kui Josef Justusega Rooma jõudis, oli ilm külm, pilves ja tuuline.“ Kas Feuchtwagner plagieeris? Või sündis see tõlkija, August Sanga sulest?

Minu lugu oli selline: kollektiiv A oli kirjutanud brošüüri tehnika progressist põlevkivi kaevandamisel. Veidi hiljem oli kollektiiv B ilmutanud raamatu ENSV maavaradest ja nende kaevandamisest. B-mehed olid lohakad, ei vaevunud põlevkivist kirjutades tehnoloogiat seletama oma lausetega. Just nimelt – oma lausetega, sest sõnad, mõisted ja terminid pole ju kellegi „omad“, need on üldised ja ühised.

Ja siis tuli kolmas pool, grupeering C väitega, et B plagieeris A-d. Plagieerimissüüdistus toetus tekstide sarnasusele ja viidete puudumisele. B-meeste peamine vastuväide oli, et ei olnud „maha kirjutamine“, oli „lausete rändamine“.

Lausete rändamine on täiesti olemas. Näiteks - algaja kirjamehena konstrueerisin vägeva definitsiooni: «*Пласт горючего сланца сложного строения состоит из пачек сланца, чередующихся прослоями известняка*» („Keeruka ehitusega põlevkivikiht koosneb põlevkivi kihtidest, vaheldumisi lubjakivi vahekihtidega“). Venekeelne lause sai sedavõrd täpne, et muutus mõisteks ja kulus paljudele pähe. Nii mõnigi hakkas selle abil oma uurimisobjekti määratlema, jättes viitamata minule, nagu ei viidata ka aabitsale. Mul ei jäänud muud, kui iga kord mühatada.

Eelmainitud plagiaadiprotsessis üritasin olla lepitaja, sest tülist ei saanuks kasu ei A ega B. Huvitatud oli üksnes vaenu õhutav kolmas osapool, grupeering C, sest ihaldas B-grupi ametikohti ülikoolis. Tüli summutamiseks näitasin ühele mõistlikule A-mehele, et vaadaku ühes oma artiklis eelmainitud põlevkivikihtide määratlust - sõnasõnalt minu lause. Ta oli kirjutanud selle minule viitamata. Veidi mõjus. Rohkem mõjus A-kollektiivile see, kui ma neile ette kandsin, et nende, plagieeritava raamatu üks osake oli minu kirjutatud. Ametiülesande korras, mitte teenustööna. Teenuse eest tulnuks maksta, mida ei tehtud. „Ei amet raha küsi“, arvati toona. Sestap polnud mind ka plagieeritava raamatu autorina kirjastanud. Aga vastav käsikiri oli mul ette näidata. Küsisin: „Keda või mida siin plagieeritakse?“ See mõjus, sest aja jooksul olin ma A-kollektiivi alluva staatusest kõrgemale tõusnud. Protsess vaibus. B-mehi kohalt lahti kangutada ei õnnestunud. See polnud ka A-rühma huvides.

Veel üks näide. Kui aafriklaste äsja ilmunud artiklis on kirjas: „*Oil shale is an organic-rich, fine-grained sedimentary rock, containing kerogen, from which liquid hydrocarbons (called shale oil) can be produced*“, siis võiksin sellele fraasile kui

vanale tuttavale noogutada. Aga tegu pole minu teksti plagieerimisega. Viidatakse hoopis minu kolleegide artiklile, kus see, arvan, et minu lause, täitsa olemas. Kes siis keda plagieerib või jäljendab? Või on tegu koolkonnaga/keelkonnaga?

Üks minu õpilane, soliidsele ametipostile jõudnud mäeinsener avaldas artikli, milles on terve lõik minu teksti. Heidan pilgu tema allikmaterjalide loetelule ja näen - ta viitab, täpsemalt, tsiteerib ühe odav-firma fabritseeritud keskkonnamõju hinnangut. Aga see oli *copy-paste* ühest minu uuringuaruandest. Sellest ajast peale olen tudengitele rääkinud - otsige üles originaalid, viidake neile. Sama räägin ka kolleegidele, kes teevad teenus-uuringuid, millest punguvad ettevõtjate ja riigimeeste doktoritööd: olge originaalsed, ärge pange klienti plagiadisilmusesse.

Ka mind on süüdistatud plagieerimises. Sobib lahti seletada, et mõista, kuivõrd keeruline võib olla ideede rännutee.

17...21. mail 1982. toimus maapõueressursside valdkonna tippspetsialistide väljasõit fosforiidi- ja põlevkivimaardlasse. Ürituse ametlik nimi oli ENSV Plaanikomitee komplekse sihtprogrammi „Kirde-Eesti loodusressursside optimaalne kasutamine ja taastootmine ning keskkonnakaitse“ alamprogrammi „mäetööde mõju minimeerimine“ väljasõiduistung. Meeleolukal sümposioonil geoloogide välibaasis Arbaveres tutvustasin ma fosforiidi ja põlevkivi kooskaevandamise ideed. Et, kuna meie kaks tähtsaimat maavara lasuvad pealekuti ja ühe väljamine kahjustab teist, tuleks neid kaevandada koos. Minule sekundeeris teine mäemajanduse spetsialist, maakide kaevandamise erialaga mäeinsener Teaduste Akadeemiast. Ta käsitles samade maavarade - põlevkivi ja fosforiidi töötlemist ning kompleksset

kasutamist. Istung kujunes ajurünnakuks. Koostöös kolleegiga sündis kaksikkaevanduse idee. Avaldasime selle mõni kuu hiljem venekeelses ametkondlikus infobülletäänis.

Idee ise on paeluv. Rakvere lähedal, Kabalas, allmaakaevanduse alumisel, 100 m sügavusel korrusel väljatakse fosforiiti ja tõstetak üles. Teisel allmaa-korrusel, 35 m kõrgemal, väljatakse põlevkivi ja tõstetak samuti üles. Maa peal olnuks fosforiidi rikastusvabrik, kus ooboluskarbikesed floteeritaks liivast välja. Karbikestest saanuks peamine müügiprodukt. Rikastusjääk, liiv, olnuks vaheprodukt.

Põlevkivi rikastusvabrikus eraldataks põlevkivi ja lubjakivi. Põlevkiviga oleks koetud kaevanduskombinaadi elektri jaama. Kaevanduse, rikastusvabriku(te) ja elektri jaama kõrval olnuks veel killustiku- ja tsemenditehas. Killustikutehas kasutanuks ära põlevkivi kaeviseist separeeritud lubjakivi. Selle kõige tugevam fraktsioon läinuks müüki ehituskillustikuna, kõige nõrgemast, savikast ollusest saanuks tsemendi toore ettevõtte oma vabrikus. Keskmise fraktsioon sobinuks maa all fosforiidikorruse täitmiseks. Mitte niisama, vaid segatuna fosforiidi rikastamise jääkliiva ning elektri jaamast saadud põlevkivituhaga. Segu oleks pumbatud tühjendatud allmaa-kaeveõontesse. Oleks seal tardunud. Kaeveõõned poleks varisenud ja maapind oleks püsinud. Pealegi – elektrit ja soojust jagunuks ka linnale.

Selline imeline idee – ei mingeid keskkonda risustavaid jääke, ei maapinna vajumist. Aga teostamatu. Eriti toona. Sest põlevkivi haldas söetööstuse ministeerium, fosforiiti väetisetööstuse ministeerium, tsemendi ja killustiku tootmist ehitusmaterjalide ministeerium ning elektri genereerimist energeetikaministeerium. Kõik Moskvast. Neil igal oma plaanid täita ja ületada. Perifeerne kimäär polnuks nende ratsu. ENSV Rahvamajanduse nõukogu, hiljem korraks vilksatanud

Isemajandava Eesti (IME) prototüüp, oleks ehk võinud midagi sellist ette võtta, kuid teatavasti oli see likvideeritud juba 1965.

Meie koostöö kolleegiga pöördus ära. Minu tööpöld oli Kirde-Eesti põlevkivi ja keskkond. Neli aastat pärast Arbavere väljasõitu ilmutasin oma doktoriuuringu tutvustamiseks infobülletääni, kus muu hulgas kirjeldasin põgusalt ka eelmainitud kaevandust, ettevõtet, mis lahendaks mitmeid põlevkivi tootmisega seotud probleeme. Ja veidi suurstavalt kiitsin võimalust sealt väljatavad kivimid igati ära kasutada. Aga siis selgus, et kolleeg Tallinnast oli kogu see aeg sama kaevandusvälja maavarade ja kaaskivimite komplekse kasutamise majandust uurinud.

Üksikasjadesse laskumata - sain ametliku etteheite, et ehin end võõraste sulgedega. Et omastan teiste töö vilja.

Minu, kui tööstusharu instituudi perifeerse filiaali sulase positsioon oli olümposliku Teaduste Akadeemia töötajaga võrreldes habras. Pealegi - mul oli plaan doktoritööd Tallinnas kaitsta. Või vähemalt neilt heakskiit saada. Valisin ainuvõimaliku tee - hakkasin vabandama, kahetsust avaldama. Eelkõige puuduliku teabe üle - polnud nad oma tulemusi avaldatud, polnud mul millelegi viidata ja muud taolist. Akadeemilised juhtfiguurid võtsid mu seletuse teadmiseks. Ja ühtlasi said teada, et Kukrusel on keegi Reinsalu, kes ka maavarade kompleksse kasutamise asju uurib. See sillutas mu teadusteed Tallinna, Akadeemia poole.

Kuid kolmandaid osapooli mu vabandused ei rahuldanud. Igas minu kriitilises kirjutises või sõnavõtus, ükskõik, kelle pihta see käis, arvasid nad ennast ära tundvat.

Väärrib tähelepanu, et kõik plagiaadisüüdistusi õhutanud isikud, keda eelnenus olen riivamisi maininud, surid enneaegselt kõrge

vererõhu tüsistustesse. Mis oli neil primaarne, kas loomusunniline tung sõdida „tõe ja õiguse“ eest, või pidev kadeduspõhine pinge, aeg arutust ei anna.

Nii avaldus seaduspära – kõige rohkem teeb plagieerimine tuska kolmandale osapoolle. Ei plagieerijale ega plagieeritavale. Plagieeritav on tavaliselt loovisik. Kui tema tööd kurjalt kasutatakse, ega ta väga ei põe. Enamasti on ta, kui plagiaat avalikuks saab, juba uue teose kallal. Edev isik võib loominguvargust võtta isegi kui tunnustust, autasu.

Samuti on seaduspärane, et plagieerija, kui ta paljastatakse, ka eriti ei kannata. Ta sai kätte oma kasu – honorari, väitekirja või ametikoha. Kui ta siiral moel vabandab, jäävad need alles. Au plagiaat talle küll ei tee, aga ära ka ei võta. Eriti, kui seda pole olnudki. Küll aga tekib tal *publicity*, mis tihtipeale on kasulikum kui au.

**ÄRA MURETSE KUI SIND PLAGIEERITAKSE –
PAHNA EI PLAGIEERITA**

KUI ÜLDSE EI SAA, SIIS KUIDAGI IKKA SAAB

Selline oli elamise/olemise põhireegel totalitaarses riigis. Kogu aeg tuli kombineerida (optimeerida), et hakkama saada, kui sind pidevalt keelatakse ja kästakse. Liberaalses riigis ei keelata ega kästa, ainult suunatakse ja ohjatakse. Aga optimeerida (kombineerida) tuleb ikka.

Viru kaurits

Eelmise sajandi kaheksakümnendatel oli Viru põlevkivikaevanduses ülisalajane katsejaoskond. Impeeriumi sõjatööstuse insenerid vajasisid kivimeid läbiva masina katsetamiseks allmaaruumi. Nõutasid selleks koha Viru põlevkivikaevanduses ja lasid sinna rajada katsekambrid maa alla ja laborimaja maa peale. Viru kaevandus oli hea koht, oma „välismaa“ impeeriumi vana pealinna lähedal.

Masin ise oli üsna tavaline tunnelipuur, kaurits, kaljuürask. Masinal oli ees näritsatega tööorgan. Sellega ta jüras kaljusse toruja augu, milles ise edasi roomas. Purustatud kivimi toimetas kaurits läbi oma sisemise kulgla taha, kust toimekad abilised selle ära koristasisid.

Roomamiseks oli masinal all, kõrval ja peal kaks komplekti jalgu. Esimesed ja tagumised. Surunud tagumised jalad vastu tunneli seinu, lükkas ta kaljut näriivat esiosa edasi. Närinud endale ees piisava ruumi, surus esimesed jalad vastu seinu ja tõmbas taguotsa järele. Sammhaaval edasi roomates ilastas ta erilise seguga tunneli värsket seinu. Segu tardus ruttu, kivimid kleepusid kokku, ei varisenud. Nii jäi kauritsast maha siledade seintega toru. Selliste masinate tüüpe on palju, see on vaid ühe kirjeldus.

Masinat, mida Virus katsetati, tehti peamiselt Leningradis. Seal olid ta prototüübid rajanud metrootunneleid. Aga asja uba oli selles, et Viru masin ei teinud tunneleid, vaid rajas šahti, alt üles. Kaurits viidi osade kaupa maa alla, pandi seal kokku, aeti püsti ja saadeti üles minema. Miks seda tehti, on huvitav teada. Tol ajal üldsus seda muudugi ei teadnud. Kõigil, kes asjaga vähegi seotud, oli allkirja vastu antud vaikumislubadus. Isegi minul, kes ma katsetööga otseselt seotud ei olnud ega masinatki näinud. Aga töö toimus meie instituudi kaasabil.

Kord küsis minult üks rajooni (tollase maakonna) juhtivametnik:

„Kuule, Reinsalu, sa tead kõike. Räägi, mis seal Virus tehakse.“

„Tean, aga ei räägi. Aga ma võin sulle rääkida, mida lugesin ajalehest, vist Rahva Häälest. Ehk lugesid sinagi?“ Ja kõnelesin nii: „Ajalehes kirjutati USA tuumapõrgust. Nimelt on neil Kaljumäestikus sügaval maa all vertikaalsed šahtid ja neis püsti kontinentidevahelised raketid tuuma-lõhkepeadega. Mis kõik meile sihitud. Või Hiinale, vahet pole. Et kui sõda puhkeb, saaksid ameeriklased raketid lendu panna. Loomulikult teab meie (nõukogude) luure, kus need šahtid on. Ja loomulikult, et mitte langeda USA imperialistide ootamatu rünnaku ohvriks, antakse nende pihta ennetav tuumalöök, mis tuumapõrgu kohal kõik maapealse purustab ja šahtide suudmed koos rakettidega kinni keevitab. Seda ameeriklased muudugi teavad ja kardavad ning on sellega arvestanud. Neil on maa all varuks võimsad üraskid, kes on suutelised maa alt, läbi kalju, olgu see monoliitne, purustatud või sulanud, üles ronima ja uued šahtid rajama. Uutesse šahtidesse pannakse püsti säilinud tuumaraketid ja läkitatakse meie kallale. Vaat' nii on USA-s. Seda ma tean. Aga mis on Virus, seda ma ei räägi.“

VÕITE KÜSIDA, KELLEL MIS TEADMATA JÄI

Uraani tabu

Vene impeeriumis oli uraanist kirjutamine tabu. See raskemetall on tuumatoore ja igasugused andmed selle leidumise, eriti koguste ja kontsentratsiooni kohta olid rangelt salastatud. Geoloogias ja mäenduses tekitas see probleeme, sest mõnes kivimis, eriti meie graptoliitargilliidis on uraan sees. Teadlasele on see murekoht – võid teada, kuid teada anda ei tohi. Mis viis teadjad selleni, et parem oli mitte teada. Või teha nägu, et ei tea. Mis teadlasele ei sobi.

Üritasin ühes monograafias, kus valgustasin oma väitekirja põhiseisukohti, kirjeldada Eesti maapõue potentsiaali veidi laiemalt. Panin tabelisse kukersiidi kõrvale ka graptoliitargilliidi kui potentsiaalse energeetilise maavara. Seda ta on, sest sisaldab nii põlevat orgaanilist ainet kui ka tuumkütuse tooret, uraani. Mõlemad on kütused. Mis sellest, et graptoliitargilliidis pole kumbagi kaevandamisväärsel määral.

Eestimaise argilliidi varu olid geoloogid uurinud 6 miljardi tonni suuruseks. Sama suureks kui kukersiitpõlevkivi ja fosforiidi varu kokku. Kuus miljardit tonni oli avalik, kõigile teada olev arv. Kuid mitte uraani sisaldus kivimis.

Üritasin tsensurid üle kavaldada. Kirjutasin kaude, et graptoliitargilliidiga sarnane Rootsi *Ahnskiffer (Alum Shale, maarjaskilt)* sisaldab mitmeid olulisi metalle. Lisasin tabeli metallide, sh uraani sisaldusega. Olin tabeli kopeerinud täiesti avalikust ingliskeelsest ajakirjast. Andsin ka selle artikli täisviite.

Tühi töö! Mutike, kes Moskva instituudis mu käsikirja toimetas, sattus paanikasse: „Ei tohi! GLAVLIT (tsensur) ei luba! Kogu lõik välja!“ Mis mul üle jäi. Eemaldasin lõigu ja tabeli. Ainuke, mis suutsin, jätsin kirjanduse loetellu artikli nimetuse uraani sisaldusega Rootsi savikivis. Artikkel oli inglise keeles ja selle pealkiri andis selge suunise sisule. Viide oli peidus teiste

numbrite seas, lõigus, kus kirjeldasin kapitalistlikku põlevkivimajandust – et näete mis teevad.

Nii sain kuidagiviisi näidatud, mida tean ja teadjaile näidatud, kust teadmist juurde saab. Aga endal jäi tunne, nagu avalikus kohas urineerinud pätil, kellele miilits oli käratanud: „Lõpeta ja pane ära!“ Pätt täitis käsu osaliselt – pani ära, kuid ei lõpetanud.

VABANDUST – MÄENALI

Veesamba kõrgus

Oli selline laul: „Ühel seikleval priiuserüütli olgu pistoda alati vööl. Või peitku ennast hoopis ta põues, sest nii on kindlamgi veel.“ Seikleja oli Juhan Julma maakuulaja, vürst Gabriel menufilmist Viimne Reliikvia. Välitöole, või muidu maad kuulama minnes meeldis mul meeldetuletuseks ümiseda: „Igal matkaval teaduse jüngril olgu alati mõõteriist peos. Või ehk kandku seda ta kotis, sest nii on kindlamgi veel.“

Teadus ja mõõtmine on nagu muna ja kana. Pole võimalik jagada, mis toimub enne, mis pärast. Kas tõe selgitamiseks tuleb nähtust mõõta (fikseerida) või selgub mõõtmisest uus nähtus? Kozma Prutkovi parafraseerides – ei saa lahutada lahutamatu.

Pahatihti, just looduses juhtub, et on vaja mõõta, kuid pole, millega. Suur abi on nutitelefoni, millega saab väga palju teavet fikseerida. Eriti, kui asukoha määramine on sisse lülitatud. Nutikas oskab nutikaga mitte ainult pildistada ja filmida, vaid ka märkmeid häälsalvestada, nõlva kaldenurka määrata ja palju muudki. Kuid mitte alati ega igal pool, näiteks maa ja vee all.

Jõhvist lõunasse jäävaid altkaevandatud alasid vaadeldes jõudsimme, sugugi mitte juhuslikult, ülevoolava vaatluskaevu juurde. Et teataks – põhjavee taseme vaatluskaev on maast välja turritav raudtoru, puurkaevu manteloru, mille põhjas on näha

vett. Aga alati ei näe - auk on pime. Loodusvaatlejal on ikka kaasas peeglike, mitte ainult selleks, et vaadata, kas põsed on punased, vaid pigem, et piiluda puuõnsusesse või urgu, kuhu otse ei näe. Vaatluskaevu juures on peeglike hea selleks, et suunata päikesehelk puuraugu põhja - kas helgib vastu? Aga kui päike ei paista? Siis võib patustada ja kukutada kaevu kivike. Kas teeb sulpsu, ja mitme sekundi pärast?

See pole mõõtmine vaid vaatlus. Mõõtmiseks on vee-mõõdistajal alt õõnes pommike, mille ta mõõdulindi otsas kaevu laseb. Kerge hooga, et kuuleks plumpsu, mis kaevus kajab. Ja siis fikseerib vee sügavuse toru otsast. Kuna toru kõrgus merepinnast on teada - muidu poleks see vaatluskaev - saab arvutada vee taseme absoluutkõrguse. Muuseas - sedalaadi mõõdiku hüüdnimi on plumpsutaja ja mõõtmine on plumpsutamine.

Aga meie toru jooksis üle. Oli tekkinud arteesiakaev. Mis tähendas, et vee tase Ahtme suletud põlevkivikaevanduses, mille saatust uuriti, oli tõusnud kõrgemale kui maapind vaatluskaevu juures. Vähemalt meetri võrra, sest sedavõrd ulatus toru maast välja. Tuli saada vastus küsimusele - kui kõrgel on vee tase Ahtme kaevanduses?

Palgaline mõõdistaja polnud osanud muud, kui märkida vee tasemeks toru ülemise otsa kõrgus, pluss 5 cm. Sest umbes nii kõrgele arteesiavesi pulbitses. Selge, et see oli vale. Vesi tõusnuks kõrgemale, kui toru olnuks pikem. Aga kui palju? Mida teha? Pikendada toru? Kui palju? Ja kuidas siis sinna otsa mõõtma ronida? Pealegi - metallivargad oleksid järgmisel päeval pikenduse varastanud ja kaevuotsa mantli ka...

Leiutasin käigu pealt mõõtmismeetodi. Otsisin auto pakiruumist tüki vahtpolüstürooli tihendiks toru otsa peale ja tööriistakasti selle koormuseks. Täis kast sulges väljavoolu.

Mutrivõtmeid ükshaaval välja võttes määrasime hetke, mil vee surve ületas kasti rõhumise ja vesi hakkas tihendi alt välja nirisema. Siis panin kasti kaane kinni. Välja võetud tööriistad jäid kastist välja. Tihendisse surutud jäljelt mõõtsime toru sisemise diameetri.



Linna tagasi jõudnuna oli esimeseks asjaks tööriistakasti kaalumine. Kasti massi (kg) jagamine kaevutoru otsa sisepindalaga (cm²) andis vee rõhuks 0,63 m veesammast. On

teada, et 10 m veesammast tekitab rõhu 1 kg/cm^2 . Seega, kui vaatluskaevu toru ülemine ots oli 46 m üle merepinna, siis kaevanduses oli vee taseme absoluutkõrgus 46,63 m. Mitte 46,05 m, nagu oli märkinud palgaline mõõdistaja.

Rääkisin laboris oma nutikusest. Misperale hüdrogeoloogi haridusega doktorant, kes oli leidnud järjekordse põhjuse välitööle mitte tulla, mängis teadjat ja ütles, et on olemas valem, mille abil saab ja tuleb vaatluskaevust välja pulbitseva vee taset arvutada. Palusin see üles otsida, tuua ja näidata, et saaksime tulemust kontrollida. Doktorant ei näidanud ei valemit ega nägu.

Nii ma ei saanudki oma tulemit kontrollida. Aga võisin sõnastada liberaalses ühiskonnas olemise reegli

KUI MITMETI SAAB, SIIS KUIDAGI IKKA EI SAA

See on kaevandamisvastaste reegel.