

# **Põlevkivi põhiparameetrite modelleerimine ja tulemuste analüüs Carlsoni tarkvara abil**

**Energeetikateaduskond**

**Mäeinstituut**

**Magistritöö**

Juhendaja PhD

dotsent J.-R. Pastarus

Kaasjuhendaja

emeriitprofessor E. Reinsalu

Lõpetaja

J.Ljaš

**Tallinn 2015**

## **Autori deklaratsioon**

Deklareerin, et käesolev lõputöö, mis on minu iseseisva töö tulemus, on esitatud Tallinna Tehnikaülikooli mäeinstituudile haridusastme lõpudiplomi taotlemiseks geotehnoloogia erialal. Lõputöö alusel ei ole varem kutse- või teaduskraadi ega inseneridiplomit taotletud. Käesolevas töös on kasutatud andmeid, mis olid saadud 1959.-1983. aastate geoloogiliste uuringutel. Algandmed andis tööks Eesti Energia AS. Töölepingu seaduse järgi autoril ei ole õigust jagada intellektuaalset omandit, see tõttu puuraukude number ja geograafilised koordinaadid on muudetud tinglikeks. Töös kasutatakse tarkvara Carlson 2015, mis töötab AutoCAD programmi baasil (versioon J.210.0.0).

Lõpetaja (allkiri ja kuupäev) \_\_\_\_\_

## Lõputöö kokkuvõte

<i>Autor:</i> Julia Ljaš	<i>Lõputöö liik:</i> Magistritöö
<i>Töö pealkiri:</i> Põlevkivi põhiparameetrite modelleerimine ja tulemuste analüüs Carlsoni tarkvara abil	
<i>Kuupäev:</i> 01.06.2015	42 lk
<i>Ülikool:</i> Tallinna Tehnikaülikool <i>Teaduskond:</i> Energeetika teaduskond <i>Instituut:</i> Mäeinstituut	
<i>Töö juhendaja(d):</i> Jüri-Rivaldo Pastarus <i>Töö konsultant (konsultandid):</i> Enno Reinsalu	
<i>Sisu kirjeldus:</i> <p>Geoloogilisel modelleerimisel suur tähtsust mängib interpoleerimismeetodi valik. Antud töös püstitati eesmärgiks leida kõige sobiv modelleerimismeetod Eesti põlevkivimaardla modelleerimiseks sõltuvalt geoloogilise uuringu varu kategooriast (puuraugu võrgutihedusest) ja modelleeritava parameetri mõõtemääramatusest.</p> <p>Töös käsitletakse maailma ja Eesti praktikat paksuste ja keemiliste parameetrite interpoleerimismeetodi valimisel ning tarkvara arendajate poolt pakutavat interpoleerimismeetodite valikut. Carlsoni tarkvara võimaldab modelleerida triangulatsiooni, polünoomse, kaugus-kaalutud, vähim-ruutude ja Krigingu meetoditega. Kriging, vähim-ruutude ja kaugus-kaalutud meetodid jaotuvad omakorda erinevateks alameetoditeks.</p> <p>Töös kasutatakse kahte uuringuvälja erinevate usaldusväarsusega (tarbevaru ja reservvaru kriteeriumid), algandmed on töödeldud ja viidud mudelisse. Modelleerimismeetodit võrreldi modelleerimise jääkväärtuse ja mudeli standarthälve abil. Töö tulemused ei anna ühemõttelist vastust – modelleerimise jääkväärtused ei erine suuresti. Parima tulemuse andis polünoomne meetod.</p>	
<i>Märksõnad:</i> Modelleerimine, interpoleerimine, põlevkivi, kütvus, mahumass, statistika, modelleerimise jääkväärtus	

## Summary of the diploma work

<i>Author: Julia Ljaš</i>	<i>Kind of the work: Master</i>
<i>Title: Modeling of oil shale parameters and analysis using Carlson software</i>	
<i>Date: 01.06.2015</i>	<i>42 pages</i>
<i>University: Tallinn University of Technology</i>	
<i>Faculty: Power Engineering</i>	
<i>Department: Mining</i>	
<i>Tutor(s) of the work: Jüri-Rivaldo Pastarus</i>	
<i>Consultant(s): Enno Reinsalu</i>	
<i>Abstract:</i>  Choosing an interpolation method is the most important part of geological modeling. The aim of this work is to analyse the best suitable modeling method for Estonian oil shale deposit. Modeling method criteria is geological mineable reserve type (proved or probable mineral resources) and modeling parameter's measurement accuracy.  Estonian, geological softwares' developers and world practise of strata thickness and soil chemistry modeling were analysed. Carlson software has 5 different modelling methods: triangulation, polynomial, inverse distance weighting, least square and Kriging. Kriging, least square and inverse distance weighting methods have their own subdivisions.  Two different geological fields were analysed – proved and probable criteria of mineral resources. Geological raw data was verified, statistically analysed and imported to Carlson software. Modeling methods were compared by residuals and models' standard deviation. The work does not give an unequivocal answer - residual value does not differ greatly. Good results were created by polynomial method.	
<i>Key words: modeling, interpolation, oil shale, heat value, specific weight, geostatistics, residual</i>	

## Sisukord

<b>Lõputöö ülesanne.....</b>	<b>8</b>
<b>Lühendite ja sümbolite loetelu .....</b>	<b>9</b>
<b>Sissejuhatus.....</b>	<b>11</b>
<b>1. Teoreetiline taust.....</b>	<b>12</b>
1.1 Geoloogilised ja mäendustingimused .....	12
1.2 Mäenduslik modelleerimine.....	14
<b>2. Metoodika .....</b>	<b>15</b>
2.1 Modelleerimise meetodite põhimõtted.....	16
2.1.1 Triangulatsioon.....	16
2.1.2 Polünoomne interpoleerimine .....	16
2.1.3 Kaugus-kaalutud meetod.....	17
2.1.4 Kriging .....	20
2.1.5 Vähimruutude meetod .....	22
2.2 Meetodi valik parameetri lähtuvalt teoriast.....	23
<b>3. Geoloogiliste algandmete sisestamine ja töötlus .....</b>	<b>24</b>
3.1 Paksus .....	25
3.2 Kütvus.....	26
3.3 Mahumass .....	27
3.4 Põlevkivikihi põhiparameetrite (paksus, kütvus) interpoleerimine .....	29
<b>4. Tulemused .....</b>	<b>32</b>
4.1 Kihindi paksuse interpoleerimismudelite analüüs .....	32
4.2 Kihindi kütvuse interpoleerimismudelite analüüs.....	35
<b>5. Kokkuvõte ja diskussioon .....</b>	<b>38</b>
<b>6. Kasutatud kirjandus .....</b>	<b>40</b>
<b>7. Lisad .....</b>	<b>43</b>

## **Jooniste loetelu**

Joonis 1 Eesti põlevkivimaardla tootsakihindi (F1-A) paksus, autor: Eduard Pukkonen, Eesti Energia AS [9].....	12	
Joonis 2 Tootuskihindi läbilõige Estonia kaevanduses, lati kõrgus – 2 meetrit [12, 31].....	13	
Joonis 3 Triangulatsiooni näidis.....	16	
Joonis 4 3D võrk kauguskaalutud meetodi erinevate kaaludega (1 ja 10), algandmed on samad (võrk on koostatud töötlemata andmetega)	18	
Joonis 5 Kauguskaalutud meetodi erinevate kaalu p võrdlus (võrk on koostatud töötlemata andmetega); IDW- kaugus-kaalutud meetod	19	
Joonis 6 Tüüpiline variogramm [16].....	21	
Joonis 7 Vähimruutude meetodi erinevate astmete võrdlus	23	
Joonis 8 I uuringuvälja puuraukude paigutus	Joonis 9 II uuringuvälja puuraukude paigutus	25
Joonis 10 Erinevate meetodikate kütvuse ja mahumassi korrelatsiooni võrdlus	28	
Joonis 11“ Residual ehk modelleerimise jäägi“ käsu väljavõte interpoleerimismeetodi lõikes [2].....	30	
Joonis 12 I uuringuvälja kihindi paksuse mudelite võrdlus standarthälve ja keskmise mudeli jäägi abil .....	33	
Joonis 13 II uuringuvälja paksuse mudelite võrdlus standarthälve ja keskmise modelleerimise jäägi põhjal .....	34	
Joonis 14 I uuringuvälja kihindi paksuse interpoleerimismeetodite histogrammid. Püsttelg näitab puuraukude arvu, radiaaltelg- modelleerimise jääkväärtust	34	
Joonis 15 II uuringuvälja kihindi paksuse interpoleerimismeetodite histogrammid. Püsttelg näitab puuraukude arvu, radiaaltelg- modelleerimise jääkväärtust	35	
Joonis 16 I uuringuvälja kütvuse mudelite võrdlus standarthälve ja keskmise modelleerimise jäägi abil .....	36	
Joonis 17 II uuringuvälja kütvuse mudelite võrdlus standarthälve ja keskmise modelleerimise jäägi abil .....	36	
Joonis 18 II uuringuvälja kütvuse mudelite võrdlus standarthälve ja keskmise modelleerimise jäägi abil .....	37	

Joonis 19 I uuringuvälja kihindi kütvuse mudelite modelleerimise jäägi histogramm. Püsttelg näitab puuraukude arvu, radiaaltelg- modelleerimise jääkväärtust..... 37

Joonis 20 II uuringuvälja kihindi kütvuse mudelite modelleerimise jäägi histogramm. Püsttelg näitab puuraukude arvu, radiaaltelg- modelleerimise jääkväärtust..... 37

### **Tabelite loetelu**

Tabel 1. Krigingu valemid [29]:..... 21

Tabel 2 I uuringuvälja paksuste maatriks..... 26

Tabel 3. II uuringuvälja kütvuse maatriks, kollasega on märgitud kihtide kütvused, mis on asendatud uuringuvälja kihi keskmise kütvusega 27

Tabel 4 Sitsi meetodika tegurid mahumassi määramiseks [30] 29

Tabel 5 Andmebaas Carlsoni tarkvarasse sisse viimiseks 30

## **Lühendite ja sümbolite loetelu**

*Energiatootlus – maavara energia maapinna pindalaühiku kohta, ühik  $GJ/m^2$ . Kihi kütvus ja kaalu korrutis. [6]*

*Interpoleerimine - arvutusmatemaatika meetod funktsiooni vahepealsete väärtuste arvutamiseks selleks antud väärtuste alusel[24]*

*Kütvus – (kütuse eripõlemissoojus) on ühiku kütuse põlemisel etteantud tingimusel eralduv soojushulk[23].*

*Lamam – tootsa kihindi alumise kihi piir.*

*Mahumass - kivimi mahuühiku mass ehk kivimi mass koos pooridega ruumala suhtes [6, 30]*

*Põlevkivi tootuskihindi mäemassi energiatootlus – kõikide A-F1 põlevkivikihtide ja nende vahel olevate paekihtide paksuse, kütteväärtuse ja kuiva aine mahumassi korrutiste summa ( $GJ/m^2$ ).[4]*

*Modelleerimise jääkväärtus (inglise keeles „residual“) – interpoleeritud väärtuse ja algandmete väärtuse vahe vaadeldavas punktis [2].*

*Uuringuväli – geoloogiliste tööde käigus määratud maardla ala, mille piirid on määratud erinevate geoloogiliste, majanduslikele, ajaloolistele, geograafiliste või teistele asjaoludele mõjul [11].*

### **Tabelite ja jooniste tähised :**

*Bed name – sisestatud puuraugu stratigraafiline üksus. Käesolevas töös tootuskihind F1-A ja kattedkivimid tootuskihindi peal.*

*D – kihi parameetri standardhälbe ruudus.*

*Drillhole hame – puuraugu unikaalne number, on muudetud tinglikeks*

*IDW (Inv Dist) - kaugus-kaalutud interpoleerimismeetod*

*HeatValue, MJ/kg – tootuskihindi kütvus, ühikud MJ/kg. Tootsa kihindi kütvus on arvutatud energiatootluse ja massitootluse jagatisena [30].*

*Keskm –kihi parameetri kõikide valimite keskmine.*



*Põlevkivi põhiparameetrite modelleerimine ja tulemuste analüüs Carlsoni tarkvara abil  
ID 2560*

*Key/Nonkey – Carlsoni tarkvara jaoks stratigraafilise üksuse tüüp. Käesolevas töös tootuskihindi puhul– key, kattekivimite jaoks– nonkey.*

*LeastSq – vähim ruutude interpoleerimismeetod.*

*MAX- kihi parameetri väiksem väärtus.*

*MIN- kihi parameetri väiksem väärtus.*

*p (Pwr) – kaugus-kaaludu meetodi kaal.*

*S – kihi parameetri standarthälve.*

*Strata – Carlsoni tarkvara stratigraafilise üksuse liik. Antud töös tootuskihindi puhul coal ja kattekivimite overburden.*

*Strata bottom depth – sisestatud puuraugu stratigraafilise üksuse lamami lasumussügavus.*

*Strata thickness – stratigraafilise üksuse paksus.*

*Strata top depth – sisestatud puuraugu stratigraafilise üksuse lae lasumussügavus.*

*Surface elev – puuraugu Z koordinaat ehk maapinna kõrgus. Puuraukude koordinaat on muudetud tinglikeks.*

*t– Studenti tegur.*

*X, Easting – puuraugu X koordinaat ida-lääne mediaani suunas. Puuraukude koordinaat on muudetud tinglikeks.*

*Xmax– statistiliselt lubatud kihi parameetri minimaalne väärtus.*

*Xmin – statistiliselt lubatud kihi parameetri minimaalne väärtus.*

*Y, Northing – puuraugu Y koordinaat põhja-lõuna mediaani suunaline. Puuraukude koordinaat on muudetud tinglikeks.*

## **Sissejuhatus**

*Tänapäeval kasutatakse laialdaselt erinevaid tarkvarasid ja interpoleerimisemeetodeid. Geoloogiliste andmete interpoleerimiseks ning geoloogilise mudeli koostamiseks on võimalik kasutada palju erinevaid meetodeid ja tarkvarasid. Interpoleerimise meetod sõltub geoloogilise mudeli eesmärgist, milleks võib olla alus tehnilis-majanduslikuks arvutuseks, varu arvutuseks, projekteerimiseks, rajoneerimiseks, teadusuuringuteks jne [11]. Mudeli usaldatavuse määrab interpoleerimismeetod, millega mudel koostakse.*

*Käesolevas töös leitakse parim interpoleerimismeetod põlevkivi uuringuvälja kütvuse ja paksuse muutuse iseloomustamiseks. Muutusi vaadeldakse kahe erineva puuraugu võrgu tiheduse korral – 2000 x 2000 m ja 500 x 500 m. Interpoleerimismeetodi valikul lähtutakse modelleerimise jäägist. Mudel iseloomustab põlevkivi primaarset settimiskeskonda (ei arvesta sekundaarsed settimistingimusi nt karst). Töö eesmärk on uurida maailmas ja Eestis kasutatavaid interpoleerimise tehnikaid ja valida põlevkivi jaoks sobivaimad meetodid. Valmistada algandmed modelleerimiseks ja lähtudes valitud modelleerimise meetoditest leida sobivaim meetod modelleerimisjäägi põhjal.*

*Seatud tööhüpotees: mudel tuleb valida sõltuvalt geoloogilise uuringu varu kategooriast (puuraugu võrgutihedusest) ja modelleeritava parameetri mõõtemääramatusest.*

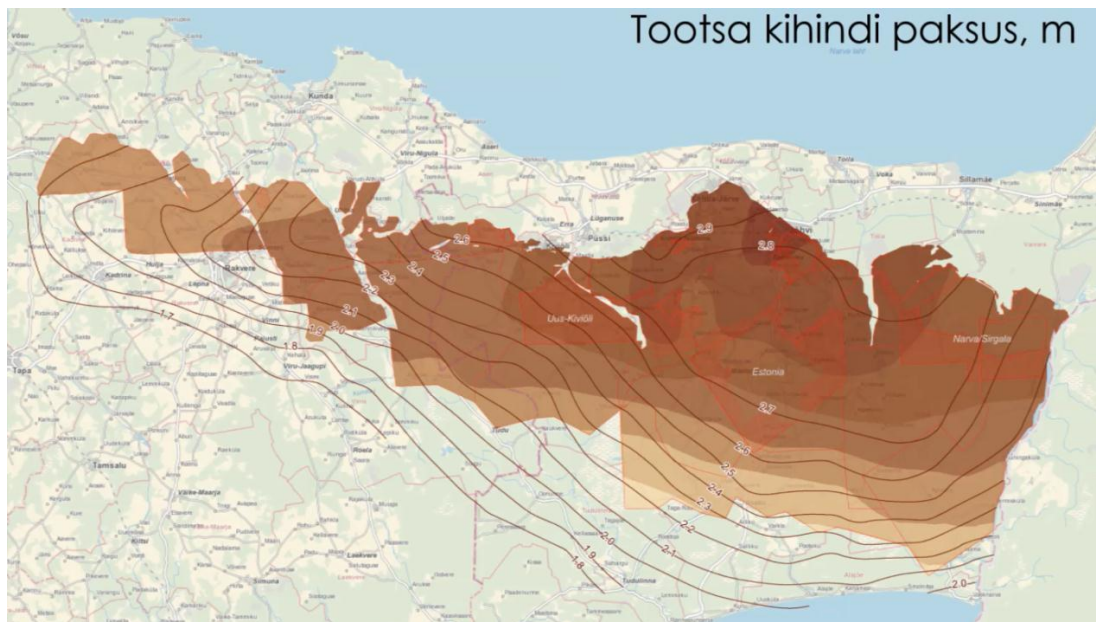
- 1. Hästi uuritud uuringuvälja (tarbevaru kriteeriumile vastav puuraugu võrk) interpoleerimise tulemus on usaldusväärsem kui vähem uuritud uuringuväljadel (reservvaru kriteeriumile vastav puuraukude võrk).*
- 2. Väiksema mõõtemääramatusega parameetri (nagu kihtide paksus) puhul sobib paremini triangulatsioon ja suure mõõtemääramatusega tunnuse (kütvuse) jaoks on soovitatav kasutada kaugus-kaalutud meetodit.*
- 3. Modelleerimise jääkväärtuse analüüs annab iga interpoleerimismeetodi kohta hinnangu, mille põhjal võib teha interpoleerimismeetodi valiku.*

# 1. Teoreetiline taust

## 1.1 Geoloogilised ja mäendustingimused

Balti põlevkivibasseini pindala on ligi 50 tuhat km<sup>2</sup>, millest suurima ja kvaliteetseima osa moodustab Eesti põlevkivimaardla. Eesti põlevkivileiukoha põhjapiiriks on avamusjoon, loodes ja lõunas 1,4- meetri samapaksusjoon ning idas Narva jõgi (Joonis 1). Selliselt piiritletud leiukoha pindala on ligikaudu 3000 km<sup>2</sup>. [10]

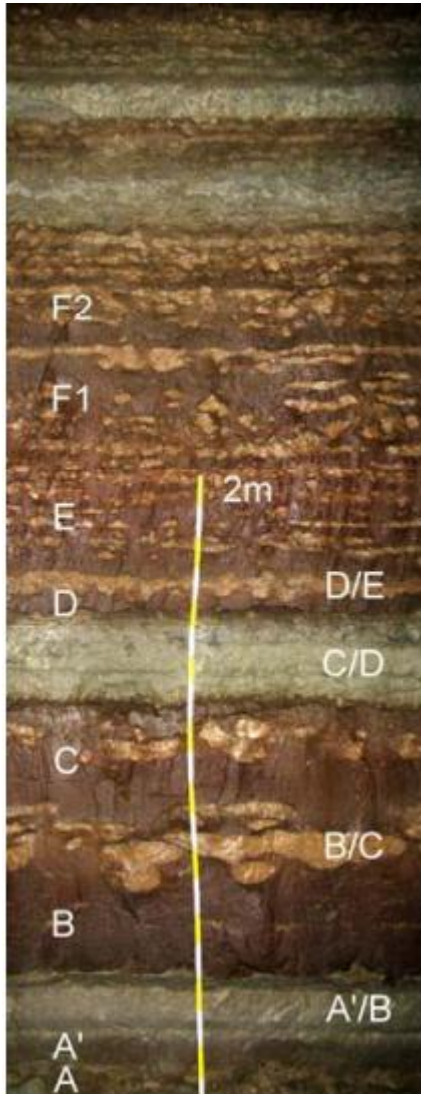
Eesti põlevkivileiukohale on iseloomulik kirde-edelasuunalised rikkevööndid. Rikkevööndite iseloomulikud jooned – kivimid on lõhelised, karstunud, kavernoossed, murenenud, dolomiidistunud. [8, 10]



**Joonis 1 Eesti põlevkivimaardla tootsakihindi (F1-A) paksus, autor: Eduard Pukkonen, Eesti Energia AS [9]**

Eesti põlevkivimaardla kukersiitpõlevkivi stratigraafiliselt lasub Ülem-Ordoviitsiumi ladestiku alumise kihtidena, kus kivimite vanus jääb vahemikku 458...460 mln aastat [7, 10].

Joonis 2 näitab, et põlevkivimaardla tootsa kihindi ehk kaevandamiseväärseks loetakse Kukruse lademe alumise osa 7 põlevkivi kihti kukersiidi (A, A1, B, C, D, E, F<sub>1</sub>) ja 6 lubjakivi vahekihti (A/A1, A1/B, B/C, C/D, D/E, E/F<sub>1</sub>) [31]. Allpool on toodud põlevkivi ja vahekihtide kirjeldused Kattai jt alusel [10].



**Joonis 2**

**Tootuskihindi läbilõige Estonia kaevanduses, lati kõrgus – 2 meetrit [12, 31]**

**Kiht A** on alumine tootsa kihindi kiht. Kiht on helepruuni värvi ja üldpaksusega 10...15 cm. Orgaanilise aine sisaldus on 40% juures.

**Lubjakivi vahekiht A/A1** kujutab endast lubjakivimugulaid, mille paksus ei ületa 5 cm.

**Põlevkivikiht A1** on tumehall ja rohekashalli värvi väikse paksusega 4...12 cm.

**Lubjakivikiht A1/B** ehk sinine paas on esindatud savika lubjakiviga. Kihi paksus on 6...10 cm.

**Põlevkivikiht B** on peamiseks kihiks tootsas kihindis, millel on kihipaksus 0,4...0,6 m. Kiht on helepruuni värvi, orgaanilise osa sisaldus jääb enamasti vahemiku 30..55%.

**Lubjakivi vahekiht B/C** ehk rusikas on esindatud kollakashalli lubjakiviga. Antud kihi paksus valdavalt on 10 sentimeetrit.

**Põlevkivikiht C** on paks helepruuni värvi põlevkivi kiht. Kihi suurim paksus on 0,5 m.

**Lubjakivi vahekiht C/D** ehk kaksikpaas on tootsas kihindis paks ja hästi välja peetud. Enamasti kihi paksus jääb 0,2..0,3 m vahele.

**Põlevkivikiht D** on õhuke helepruun põlevkivi kiht paksusega 7...12 cm.

**Lubjakivi D/E** vahekiht nimetatakse roosaks paeks, tema paksus jääb 6...8 cm piiridesse. Lubjakivi on beežikat, helehalli värvi.

**Põlevkivikiht E** on üks väärtuslikumaid põlevkivikihte tootsas kihindis oma paksuse ja põlevkivi kõrge kvaliteedi poolest. Antud kihi paksus on üldiselt 0,5...0,6 m. Ehituse poolest võib E kihi jaotatakse kaheks. Alumine osa on kõrge orgaanilise aine sisaldusega. Kihi ülemises osas on palju lubjakivimugulad, seega on selle osa kvaliteet madalam.

**Põlevkivikiht F<sub>1</sub>** on esindatud hallikaspruuni ja paljude lubjakivimugulatega põlevkiviga. Mugulaid paiknevad kihis 3...4. Kihi paksus keskmiselt varieerub vahemikus 0,3...0,4

meetrit. Joonisel on näha, et  $F_1$  ja  $F_2$  vahel lubjakivi vahekihte ei esine ja selle määramine on keeruline. Selle tõttu esineb  $F_1$  ja  $F_2$  piiri määramisel tihti ebakõlasid, mille tõttu varieerub kihtide paksuste vaheline suhe tugevalt kuigi peaks olema stabiilne.

## **1.2 Mäenduslik modelleerimine**

Tänapäeval on väga levinud geoloogiline ja mäenduslik modelleerimine, mis lihtsustab mäeinseneride ja geoloogide tööd. Eesti põlevkivi tingimustes modelleerimiseks tarkvaradest on sobivad Gemcom Minex, MapInfo Professional, Vertical Mapper, AutoCad Civil 3D, FLAC, PLAXIS [1]. Maailma mäendustarkvarasid on erinevaid (üle 100), mis sobivad geoloogilise info modelleerimiseks, nt Encom, Gemcom, Geobank, Carlson, GoCAD jt [5]. Üheks sobivaks tarkvaraks settekivimite modelleerimiseks on ka Carlson, mis töötab AutoCad tarkvara platvormil.

Mäenduses kasutatakse matemaatilist modelleerimist [28]. Matemaatiline modelleerimine kujutab endast parameetri, struktuuri ja/või kvaliteedi käitumist analüütilises vormis [28]. Maardlate lasund ja selle parameetri levik on kirjeldatav sõltuvusega ehk funktsiooniga. Funktsioon võib olla nn lihtne mudel nagu lineaarne, eksponent- ja astmemudel [26]. Sellised funktsioonid on aluseks tarkvarades kasutatud interpoleerimismeetodites.

Eesti põlevkivimaardla settekivimite maardla ja geoloogilise ehituse poolest sarnaneb söe maardlatega. Settekivimite eripäraks on kihtide kindel kontaktpind, kihi ja vahekihtide piirid. See asjaolu lihtsustab geoloogilist mudeldamist. Settekeskkond viitab ka sellele, et parameetrite levik on lateraalselt ühtlane, mis võimaldab opereerida keskmiste väärtustega. [28]. Eesti põlevkivi maardlal on oma eripära - põlevkivi kihid on õhukesed, lubjakivi vahekihtide ja suletistega. Suletiste tõttu on kihtide kontaktpinna määramine raskendatud. See teeb Eesti põlevkivi maardla haruldaseks.

Üks tähtsamaid probleeme, mis vajab lahendust, on interpoleerimise meetodi valimine modelleerimisel. Meetod määrab, millist teavet peab andma mudel, et interpoleerimine saaks aset leida [29]. Igal meetodil on omad unikaalsed omadused ja mudeli väljundid võivad olla väga erinevad kui ka väga sarnased [29]. Meetodi valimist raskendab järgmine asjaolu: põlevkivimaardla on kihtmaardla. Paksus on mitu suurusjärku väiksem kui maardla pikkus ja laius, mis teeb modelleerimist keeruliseks.

## **2. Metoodika**

Ideaalset interpoleerimismeetodit ei ole olemas. Meetodi valikul lähtutakse kindlate interpoleerimisparameetri määramisest ja tarkvarast, mida on võimalik kasutada.[11] Käesolevas töös kasutatakse Carlsoni tarkvara. Meetodi valimine sõltub erinevatest parameetritest: modelleerimisparameetrist ja tema omadustest, puuraugu võrgu tihedusest, puuraugu võrgu ühtlusest, keskkonna eripärast, keskkonna muutlikkusest, andmete varieerumisest, andmete usaldusväärsusest.

Maailmas kasutatavad mäendustarkvarad soovivad oma juhendites oma kasutajatele interpoleerimismeetodit. Carlsoni tarkvara geoloogiline moodul kasutab järgmisi interpoleerimismeetodit: triangulatsioon (inglise keeles „Triangulation“), kaugus-kaalutud meetod (inglise keeles „Inverse Distance Weighting“), Kriging, polünoomne interpoleerimine (inglise keeles „Polynomial“), vähim ruutude meetod (inglise keeles „Linear least squares“). Keemiliste parameetrite jaoks Carlsoni arendajad soovivad kaugus-kaalutud meetodid. Maapinna modelleerimiseks sobivad kõige paremini triangulatsioon ja polünoome meetodid. Antud loogika kehtis selle tõttu, et maapinna kõrguspunktid on võetud punktidest, mis paremini iseloomustavad reljeefi, mis üldiselt pärivad topo- ja markšeiderimõõdistamiselt, kuid ka kauguskaalutud meetod. Polünoom ja triangulatsioon on väga kiired meetodid, mida on hea kasutada väga tiheda andmevõrgu puhul (nagu näiteks topo, kihindite ülemised ja alumised piirid). Nad ei arvesta andmete tihedust - pind tekitatakse lihtsalt kõrval seisvate punktide vahele, interpoleerides vaid ühte parameetrit (näiteks Z). Kihtide paksuste jaoks kasutatakse tihti kaugus-kaalutud või vähimruutude meetodid. Kriging on oma ette teadus, kunst, sest väga sügavad teadmised on nõutud geostatistikas, kus on vaja määrata mitmeid parameetreid. [2]

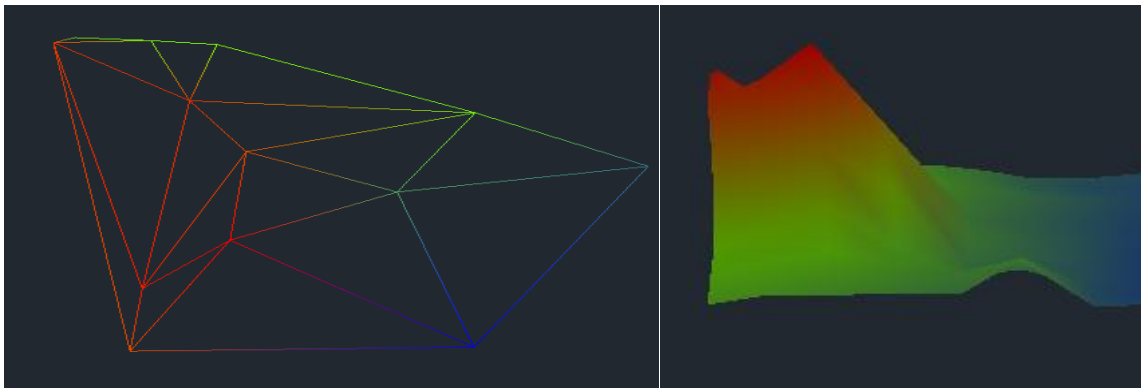
Eesti põlevkivimaardla praktikas kasutatakse järgmised interpoleerimismeetodid: maapinna kõrguste ja kihtide (kui ka kihindi) paksuste puhul soovitatakse kasutada triangulatsiooni ja Voronoi diagrammi. Kütvuse ja pinnasekeemia modelleerimiseks kasutatakse kauguskaalutud interpoleerimist ja Krigingi meetodit. [11, 27]

## **2.1 Modelleerimise meetodite põhimõtted**

Allpool on toodud Carlson tarkvaras kasutatav interpoleerimistehnika.

### **2.1.1 Triangulatsioon**

Triangulatsioon on üks levinuim ja lihtsaim modelleerimismeetod. Antud meetod seisneb sellest, et algpunktid omavahel kolmnurkadega (Joonis 3), kus algpunktid on kolmnurkade tipud. Kolmnurkade servadel ühtlaselt lineaarselt jagatakse proportsionaalselt kahe tipu vahelist väärtust. Kolmnurgad moodustatakse lähimatest punktidest, kus interpoleeritavad väärtused ei ületa algandmete ehk kolmnurkade tippude miinimum- ja maksimumväärtused. [2]



**Joonis 3 Triangulatsiooni näidis.**

Triangulatsioon moodustab kuvandi, mis koosneb kolmnurkadest, mille tippudeks on algandmed. Triangulatsioon on üks lihtsamaist modelleerimismeetodist lineaarse interpolatsioon, mida soovitatakse kasutada paksuste ja kõrguste modelleerimiseks [4, 9, 10]. Triangulatsioon on eelkõige mõeldud korrapäratule võrgule, mille punktid on kohalikud ekstreemumid [10]. Antud tingimused ei osutu sobilikuks, kuna puuraugud ei iseloomusta settimiskeskkonda muutust, vaid on juhuslikud. Ekstrapoleerimisvõimalus puudub ehk interpolatsioon toimub ainult puuraugu võrgu sees.

### **2.1.2 Polünoomne interpoleerimine**

Polünoomne interpoleerimine põhineb triangulatsioonil. Triangulatsiooni polünoom erineb selles, et igas interpoleerimiskolmnurgas luuakse sujuvad üleminekud viienda astme polünoomiga (Valem 1), mida arvutatakse naaberolevatest kolmnurkadest. [2] MapInfo tarkvara nimetab antud meetodit tasandamisega triangulatsiooniks [3]. Polünoomi jaoks on vajalikud külgnevad kolmnurgad ning juhul kui on vähem kui viis kõrvalolevat mõõdetud

punkti, kasutab polünoome meetod triangulatsiooni. Sama loogika kehtib ka ekstrapoleerimise puhul [2]. Antud meetod võimaldab algandmete ekstreemumite miinimum- ja maksimumväärtuste ületamist [3].

$$f(x) = ax^5 + bx^4 + cx^3 + dx^2 + ex + f,$$

a,b,c,d,e,f- Carlsoni tarkvara poolt määratud tegurid.

### ***Valem 1 [13]***

Polünoomse interpolatsiooni ehk tasandatud triangulatsiooni puhul võrgul võivad olla suuremad ekstreemumid, kui algandmetel. Antud tingimus on meie jaoks sobivam, kuna anomaalsed kohad on statistiliselt eemaldatud ja reaalsed ekstreemumid võivad esineda puuraukude vahel. Võrk võib olla nii ühtlane kui ka ebaühtlane, mis on ka hea tingimus kuna mõned uuringuväljad ei ole ühtlaselt uuritud. Kütvuse jaoks triangulatsioon ja polünoomne meetod võivad mitte sobida selle tõttu, et võrk ei kajasta uuringuvälja trende ja kütvuse varieeruvus on väga suur, isegi  $\pm 2$  MJ/kg, mis on põhjustatud suletistest, kihtide piiri valesti määramisest ja alla 100% südamikku väljatulekust. Põlevkivimaardlal on olemas trend, mida võib ka nimetada uuringuvälja trendiks. Rakendusgeoloogias on trend parameetri süstemaatiline muutus mingis suunas [30]. Üheks põlevkivimaardla trendiks on tootuskihindi sidumine maardla piiride suunas [30].

### **2.1.3 Kaugus-kaalutud meetod**

Kauguskaalutud interpoleerimine töötab eeldusel, et lähedalt olevad objektid iseloomustavad kohta kõige paremini. Kõige lähemal olevad algandmed mõjutavad prognoositud väärtust rohkem, kui kaugel olevad andmed. [29] Kaugus-kaalutud meetod võtab lisaks arvesse järgmise punkti kaugust, muutes lähemad punktid mõjuvõimsamaks kui kauged punktid. Tänu sellele on võimalik interpoleerida küllaltki rahuldavalt ka muid väärtuseid nagu näiteks kütvus ja paksus. Interpoleeritud väärtused ei ületa ekstreemset algandmete väärtust. Samuti interpoleeritud väärtus ei ole madalam kui algandmete madalaim väärtust. [2] Kaugus-kaalutud meetod põhineb Valem 2[2]:

$$X = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{x_i}{d_i^p}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{d_i^p}}, \text{ kus}$$

### ***Valem 2***

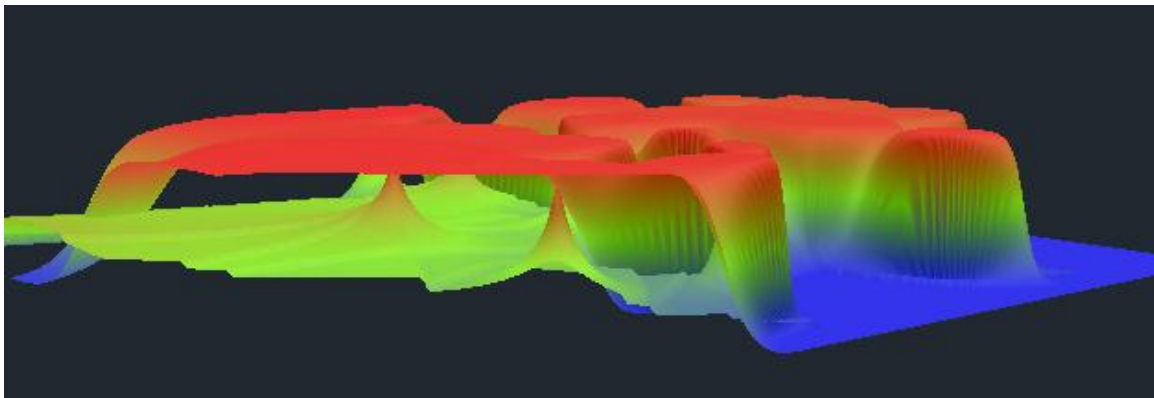
$X$  – kauguskaalutud interpoleerimise punkti väärtus;



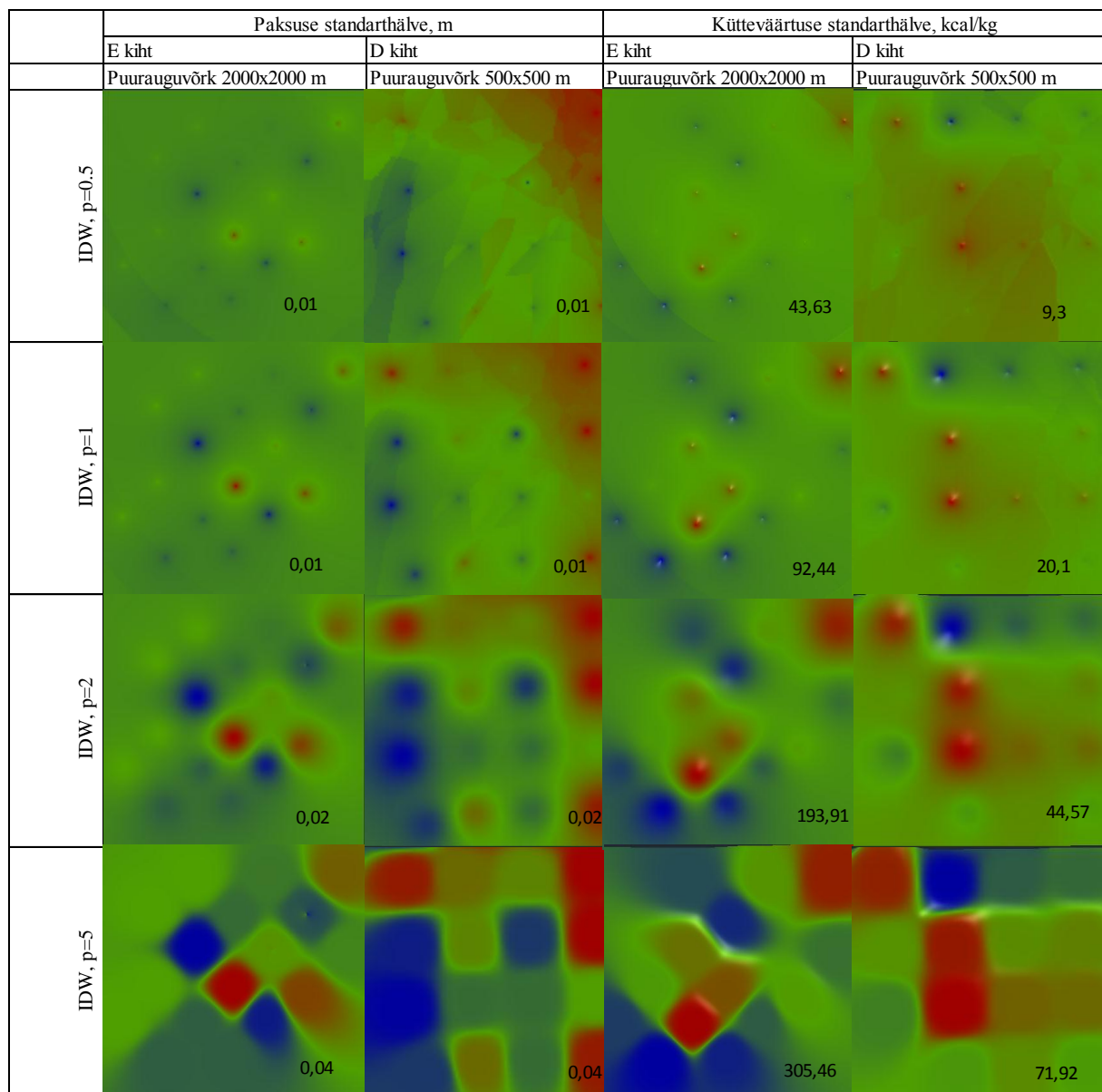
$x_i$  – mõõdetud väärtus punktis  $i$ ;

$d_i^p \dots d_n^p$  – kaugus kaaluga  $p$  mõõdetud punktist  $n$  interpoleeritud punktideni. [2]

Käesoleva meetodi kasutusel suurt rolli mängib kaal  $p$ . Kaal  $p$  on pöördvõrdeline väärtus mõõdetud ja interpoleeritud punktide vahelisest kaugusest. Lähimolev punkt annab suurema kaalu, seega interpoleeritav pind on detailsem (vähem silutud). Kaalu suurenemisel interpoleeritav punkt hakkab lähenema väärtuse poolest lähima algandmete punktiga. Väike kaal annab suurema kaalu kaugel olevate punktidele, mis teeb interpoleeritud pinda siledamaks. Kaaluks tavaliselt võetakse positiivne täisarv. Käesolev meetod ei ole seotud reaalse füüsilise protsessiga, seega puudub kaalu määramise tehnika. Väga üldistatud kujul võib öelda kaal 10 on väga suur interpoleerimisaste ning selle kasutamine on suuresti küsitav. Interpoleerimise tulemus on küsitav ka suurte punktide vahemaade puhul. Optimaalne kaal on väärtus, mille puhul mudeli standarthälve on minimaalne. [2]



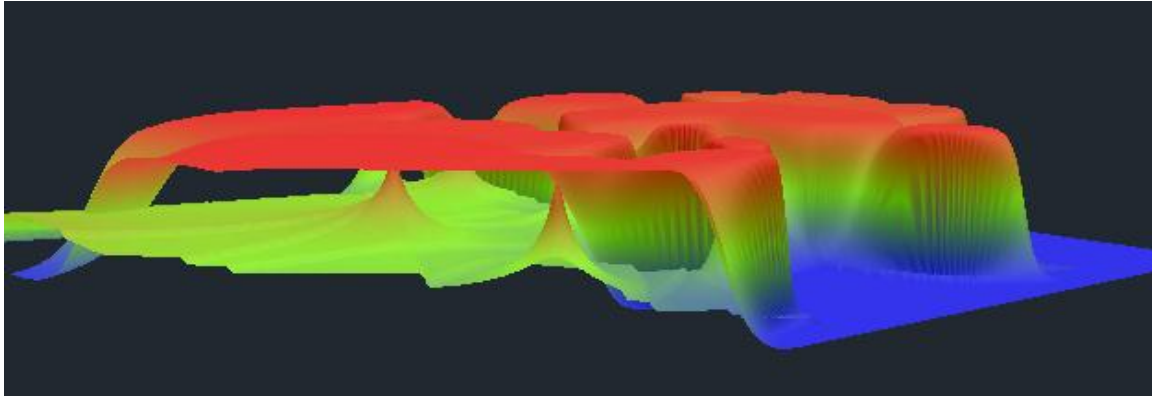
***Joonis 4 3D võrk kauguskaalutud meetodi erinevate kaaludega (1 ja 10), algandmed on samad (võrk on koostatud töötlemata andmetega)***



**Joonis 5 Kauguskaalutud meetodi erinevate kaalu  $p$  võrdlus (võrk on koostatud töötlemata andmetega); IDW- kaugus-kaalutud meetod**

Võrreldi kõige paksema põlevkivi kihi (E) ja õhema kihi (D) kütvuse võrkusid, mis on tehtud erinevate kaaludega  $p$ . Vahekihte ei vaadelda, kuna vahekihtide kütvus on madalam ja

kütvuse kõikumine on väiksem.



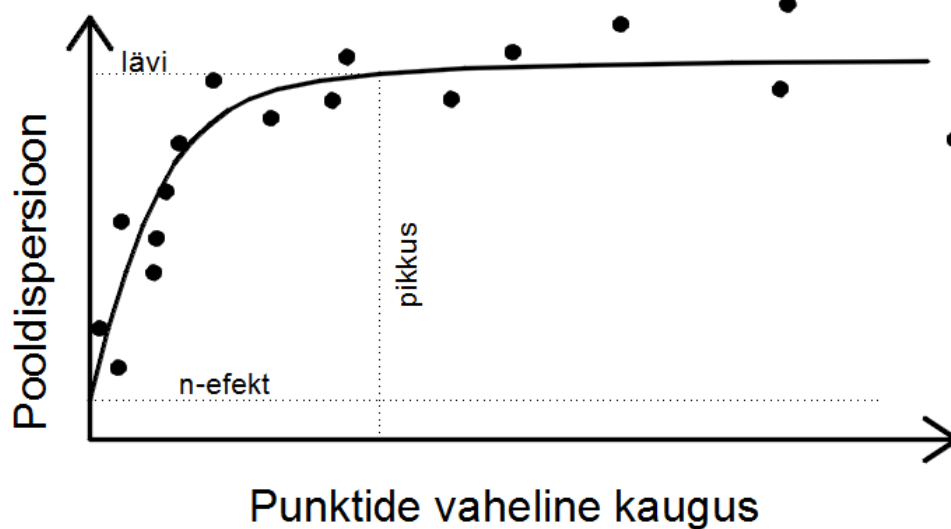
Joonis 4 ja Joonis 5 näitavad, et kaal  $p$  väga mõjutab nii mudeli kuju kui võrgu standarthälvet. Kõige väiksem standarthälve on väiksema kaalu ( $p=0,5$ ) juures. Kaalu 0,5 ja 1 juures mõlema võrgu standarthälbed ei ületa lubatava kütvuse mõõtmistäpsust (EVS 670-1998). Suure kaalu puhul (üle 3.0) on suur oht, et anomaalsed väärtus mõjutab väga suurt ala. Mis viitab sellele, et nende kahe kaalu võrkude vahe on marginaalne. Visuaalselt õigem olevam pilt on jääb kaalu 1...2 vahele. Järeldati, et käesolevas töös on mõttekam modelleerida kütvuste võrgud kaaluga 0,5; 1 ja 1,5.

Kaugus-kaalutud meetodit kasutatakse kivisöe kihindi modelleerimisel paksuse ja keemilise parameetrite (üldjuhul tuhasuse) jaoks [15, 16, 17, 28]. Mõned analüüsid ja allikad väidavad, et kõige sobilikumaks osutub kaal 2,0 [15]. Eesti põlevkivimaardla kogemus ütleb, et kaugus-kaalutud meetod sobib ainult kütvuse modelleerimiseks [4]. Kaugus-kaalutud meetod sobivus paksuse ja kütvuse interpoleerimiseks tõestati järgmiselt : maailmas laiali kasutatav, universaalne, ümbritseva ala trendi levimine, sobilik mitteusaldusväärsete andmete jaoks, suudab ekstrapoleerida.

#### **2.1.4 Kriging**

Krigingi on geostatistiline interpoleerimismeetod, mis arvestab algandmete omavahelist kaugust, andmete variatsiooni ja suunda. Kriging eeldab, et mõõdetud punktide vaheline suund või vahe esindab ruumilist korrelatsiooni, mis selgitab andme muutuseid. Kriging loob interpoleeritud väärtuse punktile määrates mõõdetud punktide suhted ning nende kaalu. Meetod modelleerib optimaalse sobiliku väärtuse. Meetod koosneb mitmest sammust. Esimeseks sammuks on andmete kontroll ja töötlus. Sellele järgneb variogrammi arvutus, mis vastab algandmejaotusele. Krigingu alus on variaogramm, mis põhineb punktide vaheliste kauguste ja pooldispersiooni sõltuvusest, mis iseloomustab andmete muutlikust (Joonis 6

Tüüpiline variogramm [16] (Joonis 6). Pooldispersioon,  $\lambda$  on defineeritud kui  $\frac{1}{2}$  punktide vahe ruudus. [15] Joonisel on toodud tüüpiline variogramm. Koht, kus sõltuvuse joon saavutab horisontaalse koha x teljel nimetatakse pikkuseks  $a$  (inglise keeles „range“). Antud punktile vastav y –telje väärtus nimetatakse läveks (inglise keeles „sill“). Kolmas parameeter on n-efekt (inglise keeles „nugget“). Punktide vahekaugusel 0 on teoreetiliselt väärtused samad ehk pooldispersioon on 0. Kui punktide vahekaugus läheneb nullile, siis dispersioon aga võib olla positiivne arv. Tegur võib viidata andmete mõõtmisveale või andme muutusele, mida ei ole võimalik ennustada. [29]



**Joonis 6 Tüüpiline variogramm [16]**

Peale variogrammi koostamist ja kohandamist saadi lävi, n-efekt ja pikkus. Nende parameetrite abil koostatakse iga algandme punkti mõjuala (ellipsoid) suurima andme korrelatsiooni suunas. [25]

**Tabel 1. Krigingu valemid [29]:**

Krigingu tüüp	Valem
Sfääriline	$r(h) = c_0 + c(1 - e^{-r^h}); h > 0$
Eksponentsiaalne	$r(h) = c_0 + c; h > a$ $r(h) = c_0 + c \left( \frac{3h}{2a} - \frac{1}{2} \left( \frac{h}{a} \right)^3 \right); 0 < h \leq a$
Gaussi jaotusega	$r(h) = c_0 + c(1 - e^{-\frac{h^2}{r^2}}); h > 0$

, kus

h- vektor;

c- lävi (inglise keeles „sill“);

c<sub>0</sub>- n-efekt (inglise keeles „nugget“);

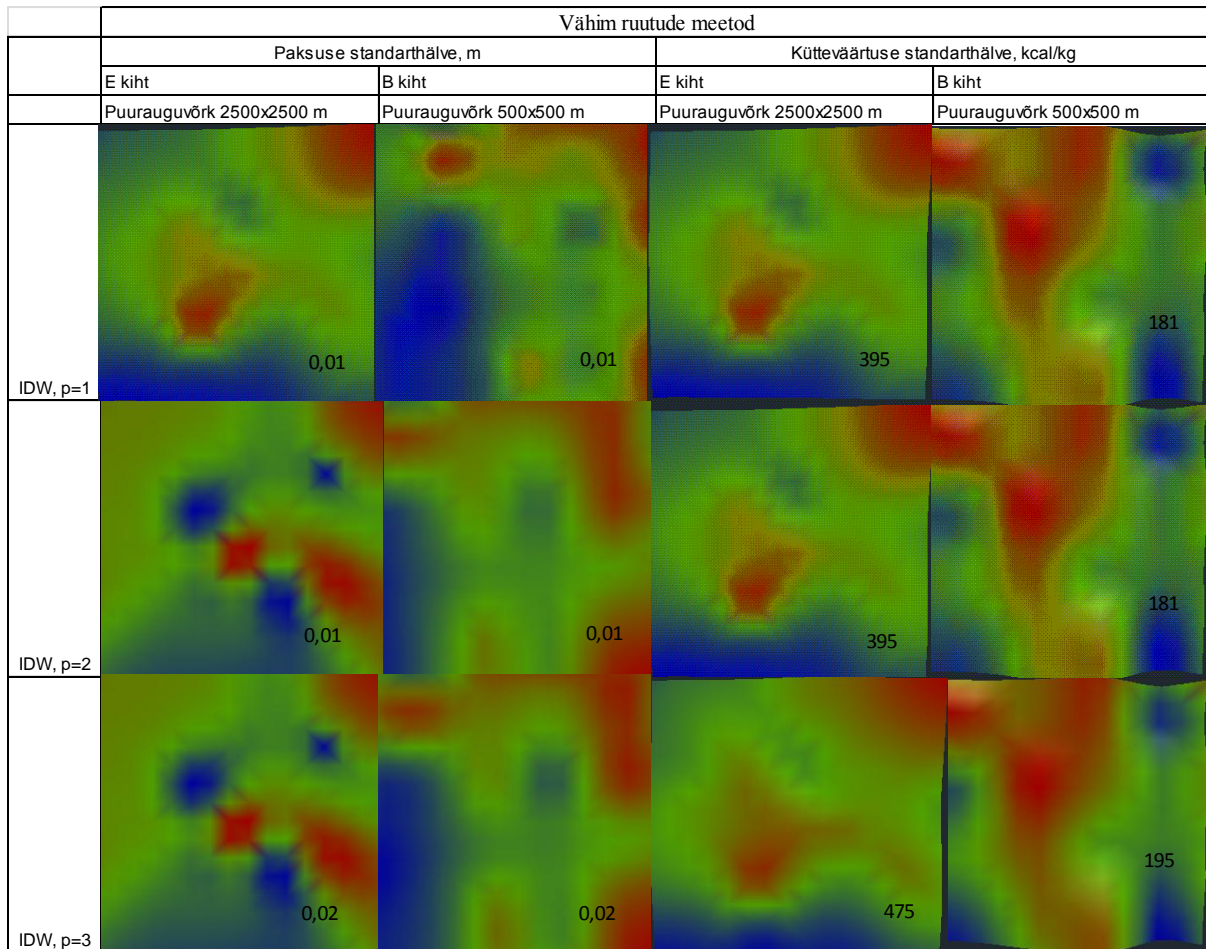
a- pikkus (inglise keeles „range“).

Kriging suudab üle viia trende nii mõõdetud punktide vahel kui väljapoole ning võib leida uut kõrgemat või madalamat väärtust. Meetod on arvutiressurssi nõudev. Kriging on väga paindlik interpoleerimismeetod [20, 22]. Kriging sobib eelkõige ruumiliste korreleeritud vahemaade või suunatud andmete nihkele, mis esinevad geoloogias ja mullateadustes. [29] Kriging loetakse sobilikumaks kütteväärtuse modelleerimiseks [3, 10, 16], kuid ka paksuste jaoks [17]. Tuleb meeles pidada, et antud interpoleerimismeetod on keeruline ja mitmel interpoleerimisparameetril põhinev meetod, mis raskendab selle meetodi kasutamist [29]. Antud töös tegu on tavapärase Kriginguga (inglise keeles „ordinary kriging“). Tavapärase kriging kasutab lokaalseid trende, mis on piiritletud eelnevalt määratud kohalikku alasse (ehk interpoleeritava ala raadiusse) [29]. Interpoleerimisel ei lisata manuaalselt trendi (süsteemiline muutlikus) vaid trend lisandub automaatselt iga punkti interpoleerimisel, sest kalkuleerimisel lähtutakse "mõjuala ellipsoidist" ning vastavalt sellele saavad trendi joones olevad punktid tugevama mõju kui teised punktid. [25]

### **2.1.5 Vähimruutude meetod**

Vähimruutude meetod sarnaneb väga kaugus-kaalutud meetodile [2]. Vähimruutude meetod leiab kõige väiksema ruudu suuruse igale võrgu nurgale. Antud meetod meenutab Exceli Solver menetlust. Vähimruutude aste on pöördvõrdeline mõõdetud ja interpoleeritud punktide vahelise kaugusega (samamoodi kui kaugus-kaalutud meetodi kaal). Aste varieerub 1...3 ja tavaliselt on täisarv. Madalaim aste ehk 1.0 annab kaalu võrdseks kogu alale, mille tulemuseks on homogeniseeritud pinna, mis kannab andmete keskmist trendi. Suurima aste ehk 3.0 annab suurema kaalu lähedamal olevatele punktidele, mis tulemusena moodustab lokaalseid trende. See loob ühtlase pinna ja silub kontuure. [2] Joonis 7 näitab erinevate astmete võrdlust paksuse ja kütvuse põlevkivi paksema (E kihi) ja õhema (D kihi) puhul.

Vähim ruutude meetod näitas, et paksuse võrkude standardhälve on kõigi kolme astmega väga väike (0,01...0,02), kui kütvuse puhul on suur (181...495 kcal/kg). Kütvuse võrkude suur standarthalve määras antud meetodi mitte kasutamist. Samuti Eesti ja maailma teatmeteosed ei viita vähim ruutude meetodi kasutamist.



**Joonis 7 Vähimruutude meetodi erinevate astmete võrdlus**

## 2.2 Meetodi valik parameetri lähtuvalt teooriast

Selgelt eristub, et keemiliste parameetrite ja paksuste modelleerimiseks soovitatakse ja kasutatakse erinevad interpoleerimismeetodid. Lähtudes maailma praktikast, tarkvarade juhenditest, Carlsoni tarkvara võimalustest ja soovitustest, Eesti põlevkivi kasutatavast interpoleerimismeetoditest paksuse paremaks modelleerimiseks osutub polünoomne interpoleerimine, mis on soovitatav paksuste modelleerimiseks nii Eestis kasutatavatest meetoditest kui ka Vertical Mapper juhendis. Polünoomne meetod on väga kiire ja lihtne meetod, mille suurim puudus on, et ta ei arvesta trende ning ei võimalda ekstrapoleerimist. Antud puudused seavad piirangu modelleerimisel - ei ole võimalik inkorporeerida teadaolevat informatsiooni parameetri süstemaatiliste muutuste kohta ning modelleerida väärtusi väljaspool puuraugu võrku.

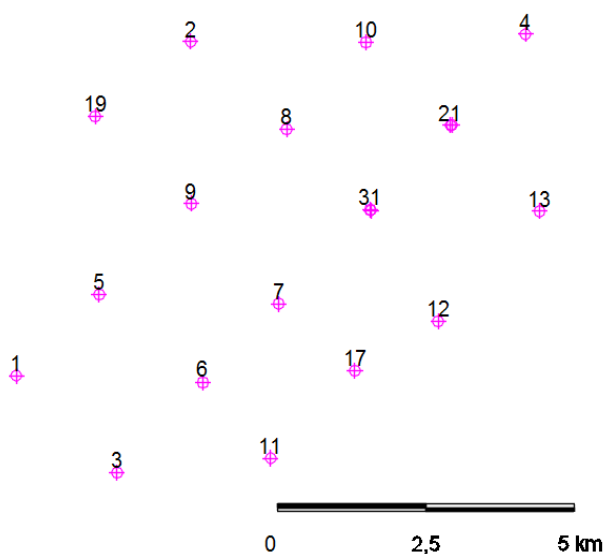


Kütvuse interpoleerimiseks sobilikumaks osutub kaugus-kaalutud meetod väikse kaaluga kuna on kasutatud subjektiivseid lähteandmed. Väiksema kaalu juures interpoleerimisvõrgu standarthälve on väga väike (alla 50 kcal/kg). Väike standarthälve viitab andmete paremale korreleeruvusele ja võrgu suuremale ühtlustamisele, mis on sobilik põlevkivimaardla tingimustel, kuna kütvuse väärtused reaalsuses ei kõigu tugevasti. Võib ka kaalutleda Krigingut kuna uuringuväljade kohta on genereeritud korrapärase tihedusega andmevõrk. Teiseks põhjuseks Krigingu kasutamiseks on andmed vähene esinduslikus – puuraukude info. See tähendab, et puuraugud on puuritud nõ suvalisse kohta ning see tõttu ei kajasta kõike kohalikke trende.

### **3. Geoloogiliste algandmete sisestamine ja töötlus**

Põlevkivi põhiparameetrid, mida kasutatakse modelleerimisel on paksus, kihindi lasumissügavus, kütvus ja mahumass.

Käesolev töö käsitleb kahte, mis paiknevad Eesti põlevkivimaardlas ning ei ole üks teisega seotud. Mõlema uuringuvälja puuraugud paiknevad korrapäraselt. Esimese uuringuvälja (edaspidi I uuringuväli) puuraukude võrgustik on hõre – 2,0x2,0 km (Joonis 8), mille tihedus vastab ainult reservvaru tingimusele. Teise uuringuvälja (edaspidi II uuringuväli) puuraukude võrgustik on suhteliselt tihe – 0,5x0,5 km (Joonis 8) ja vastab tarbevaru kriteeriumile.



*Joonis 8 I uuringuvälja puuraukude paigutus*



*Joonis 9 II uuringuvälja puuraukude paigutus*

### 3.1 Paksus

Paksuse all mõeldakse ühte parameetrit, mitte lasum-lamam. Paksus on kõige olulisem informatsioon modelleerimiseks. Paksuse võrgu järgi arvutatakse põlevkivi mahud, tonnaaz ehk kaevandamismaht. Paksuse parameeter on energiatootluse ja massitootluse arvutuse alus, mis määrab kihindi kütvuse. Interpoleerimismeetodite valimisel (2.1.1-2.1.5) võrkude koostamisel visuaalselt on näha, kui suuresti varieeruvad uuringult saadud algandmed. Algandmed suuresti varieeruvad kihtide piires. Suletiste tõttu kihtide kontaktpinna määramine on raskendatud, mille tõttu geoloogiliste uuringute mõõtmisviga on suur. Andmete usaldusväärsuse hindamiseks kasutan statistilist maatriksit põlevkivi jaoks loodud meetodikast [26, Näide 7]. Põlevkivi varuplokkide usaldatavuse analüüs. Moodustasin iga uuringuvälja ja iga parameetri kohta (paksuse, kütvuse, massitootluse, energiatootluse) maatriksid.

Paksused on sisestatud järgmiste kihtide kaupa : F<sub>2</sub>, F<sub>1</sub>, E, D/E; D; C/C,B/C, B, A1/B, A1, A1/A, A. E/F vahekiht ei olnud puuraukudes välja eristatud. Käesolevas töös interpoleeritakse tootsa kihindi A-F<sub>1</sub> parameetrid. F<sub>2</sub> ja F<sub>1</sub> paksused on enamik puuraukudes on uuesti määratud (vt. p. 1.1 Geoloogilised ja mäendustingimused). Puudu olevate väärtuste ehk lahtilöömata kihtide puhul on lahtrisse jäetud tühik. Algandmetest kalkuleeriti mõlema uuringuvälja kihtide keskmised (Tabel 2) ning paksuse 95% usaldatavusega miinimum ja maksimum väärtused. Kihi minimaalset või maksimaalset ületavad väärtused viitavad sellele, et kihi piir



on valesti määratud. Mis tähendab, et külgnev kiht või kihid on valesti määratud. Üldjuhul on see on tingitud südamiku kaost või suletisest, mis raskendab nende kihtide piirkonna korrektset määramist. Selliseid andmeid on vaja interpreteerida ehk muuta. Anomaalsete ehk minimaalset või maksimaalset ületavad väärtused asendati kihi interpoleerimisvõrgu kaudu, mis on koostati triangulatsiooni meetodil. Triangulatsiooni valiku kriteeriumiks on varem kasutatud põlevkivi paksuse modelleerimise meetod [27]. Interpoleerimisvõrk, mille kaudu saadi kihtide uued tinglikud väärtused, on tehtud statistilise piirkonda mahtuvatest puuraukudest. Uute väärtuste sisestamisel või muutmisel lähtuti järgmisest reeglist: algandmete kihtide paksus peab olema võrdne uute interpoleeritud väärtustega va erandjuhtudel. Erandjuhtum võib olla puurauk, mille A-F<sub>1</sub> kihindi paksus on keskmisest madalam ning alumise osa ja O<sub>2</sub>uh lademe (ehk enamasti A1-A pakki) puursüdamiku väljatulek on madal. Nende puuraukude puhul eeldati, et kihindi piir on valesti määratud ja asendati mudeli väljundi (võrgu) eeldatava väärtusega. Juhul kui interpoleeritud paksused ei korreleeru puuraugu andmete paksuste summaga, siis tuletatud paksused interpreteeritakse proportsionaalseks.

**Tabel 2 I uuringuvälja paksuste maatriks**

		II uuringuväli (puuraugu võrk 2000x2000 m)											
Paksuste maatriks	Indeks	163	164	165	166	keskm	S	D	t	Xmin	Xmax	MIN	MAX
	F2	0.31	0.31	0.28	0.32	0.29	0.05	0.003	1.98	0.18	0.40	0.18	0.45
	F1	0.36	0.3	0.25	0.38	0.32	0.05	0.003	1.98	0.22	0.43	0.20	0.46
	E	0.5	0.5	0.53	0.48	0.54	0.06	0.003	1.98	0.42	0.66	0.40	0.67
	D_E	0.05	0.06	0.05	0.05	0.05	0.02	0.000	1.98	0.02	0.08	0.02	0.10
	D	0.09	0.07	0.06	0.1	0.07	0.03	0.001	1.98	0.02	0.13	0.04	0.33
	C_D	0.21	0.25	0.24	0.23	0.26	0.04	0.001	1.98	0.19	0.34	0.19	0.43
	C	0.52	0.42	0.45	0.33	0.46	0.08	0.006	1.98	0.30	0.61	0.20	0.70
	B_C	0.21	0.13	0.25	0.24	0.19	0.06	0.003	1.98	0.08	0.31	0.05	0.35
	B	0.31	0.32	0.38	0.3	0.36	0.05	0.003	1.98	0.26	0.47	0.21	0.48
	A1_B	0.18	0.17	0.16	0.19	0.20	0.02	0.001	1.98	0.15	0.24	0.08	0.25
	A-A1	0.24	0.23	0.27	0.26	0.24	0.03	0.001	1.98	0.19	0.29	0.16	0.31
	A1	0.09	0.08	0.12	0.11	0.10	0.03	0.001	1.98	0.04	0.15	0.03	0.22
	A/A1	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.01	0.000	1.98	0.02	0.06	0.01	0.07
	A	0.12	0.11	0.11	0.11	0.12	0.02	0.000	1.98	0.08	0.15	0.07	0.17
F1-A	2.67	2.45	2.64	2.56	2.70								

### 3.2 Kütvus

Kütvus on ühiku kütuse põlemisel etteantud tingimusel eralduv soojushulk [23]. Selle ühikuks on MJ/kg või vanasti kasutatud ühik- kcal/kg. Töös käsitletakse kütust kuival baasil, mis on määratud kalorimeetrilises pommis (tähistus  $Q_b^d$ ), mis on mõõdetud GOST 164-74 järgi. Algandmete kütvuse ühikuks on kasutatud kcal/kg, seega kütvuse puhul jätkan nende ühikute kasutamist. Kütvuste maatriksis (Tabel 3) ei kasutata kütvuseid, mis on mõõdetud täpse pakki

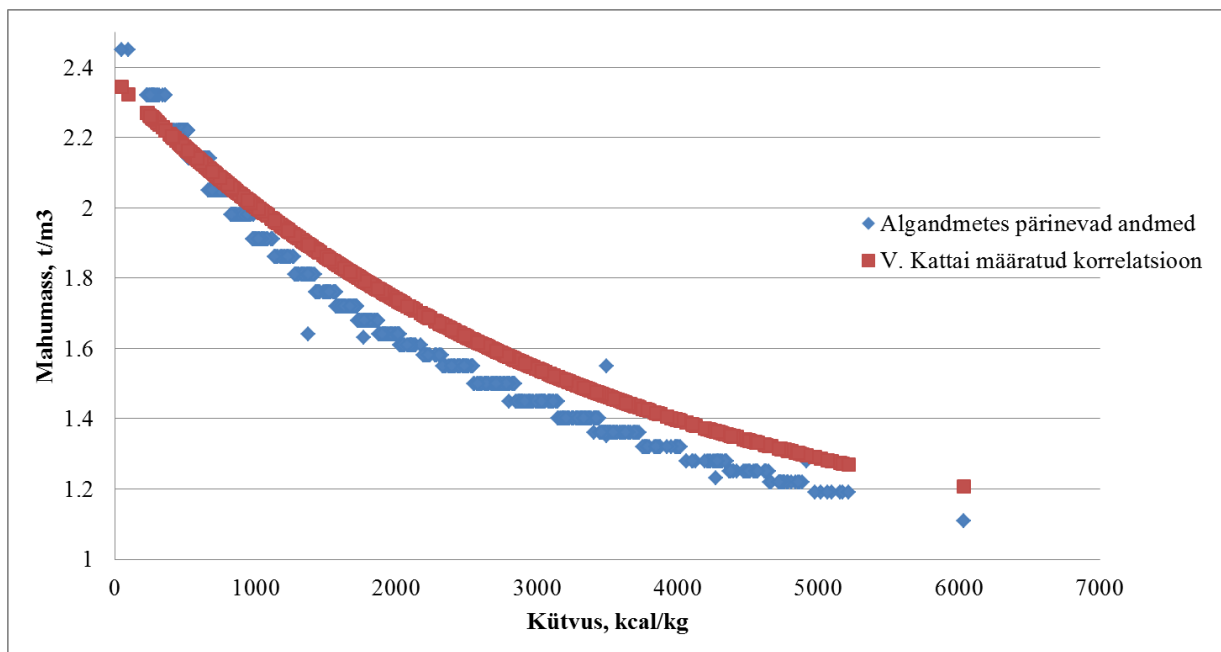
või kihindi kohta selle tõttu, et need mõjutaks massitootlust ja energiatootlust. Puudu olevad kihtide kütused on asendatud kihi keskmiste kütusega ja lahter märgistatud kollase värviga. Anomaalsed väärtused, mis ületasid staatilise usaldusväärsuse piiri (Xmin-Xmax) on samuti asendatud kihi keskmistega. Puuraukudes, millel enamuse kihtidel pole määratud, on põlevkivikihi kütuse lahtresse jäetud tühimik. Põlevkivikihi kütus ei ole asendatud keskmistega, kuna uuringuvälja erinevates osas kütus ei ole sama. Eeldades, et mudel loob kohta kaalutud keskmist.

**Tabel 3. II uuringuvälja kütuse maatriks, kollasega on märgitud kihtide kütused, mis on asendatud uuringuvälja kihi keskmise kütusega**

	II uuringuvälja (500x500 m) kütuse maatriks											
	1	2	3	keskm	S	D	t	Xmin	Xmax	MIN	MAX	
<b>F2</b>	1159	1159	1000	1140	203	41157	1.98	738	1542	820	1512	
<b>F1</b>	1882	1882	1412	1864	319	101966	1.98	1232	2496	1412	2393	
<b>E</b>	2317	2066	3262	2686	427	182509	1.98	1840	3532	2066	3422	
<b>D_E</b>	616	616	616									
<b>D</b>	1399	1787	1437	1787	424	179388	1.98	948	2626	1260	2909	
<b>C_D</b>	0	0	0	0	0	0	1.98	0	0	0	0	
<b>C</b>	2315	2406	2544	2593	514	264284	1.98	1575	3611	1610	3651	
<b>B_C</b>	50	50	50									
<b>B</b>	3443	3999	4088	4211	465	216088	1.98	3291	5132	3161	4759	
<b>A1_B</b>	0	0	0	10	42	1800	1.98	-74	94	0	180	
<b>A1</b>	1000	1000	1488	1495	241	58055	1.98	1018	1972	1000	1750	
<b>A/A1</b>	633	633	633									
<b>A</b>	1285	2642	2703	3059	675	455308	1.98	1723	4395	1285	3802	
<b>A-A1</b>	1095	1550	1819	1889	303	91945	2	1288	2489	1095	2305	
<b>F1-A</b>	6.21	6.30	6.78									

### 3.3 Mahumass

Analüüsides uuringuvälja I kütuse ja tiheduse korrelatsiooni, tuleb välja, et ühele kütuse vahemikule vastab kindel mahumassi väärtus (Joonis 10). See viitab sellele, et tihedus on ei ole arvutatud vaid võetud korrelatsiooni tabelist, kus igale kütuse vahemikule vastas konkreetne mahumass.



**Joonis 10 Erinevate meetodikate kütvuse ja mahumassi korrelatsiooni võrdlus**

Kaaludes kas kasutada algandmetest pärit mahumassi väärtust või mitte, arutasin Solvermenetlusel (Reinsalu, Eesti mäendus I, 2011, p.2.3. Põlevkivi, lk. 96) oma valemile uued parameetrid. Nende parameetrite kaudu on võimalik hinnata olevat kütvuse ja mahumassi korrelatsiooni. Saadud on Valem 3:

$$d = 1,35 \exp(-0,0005 * Q) + 1,13; \text{ kus}$$

**Valem 3**

d- materjali mahumass;

Q - kütvus.

Valem lähtub sellest, et materjal koosneb mittepõleva ja põleva ainest. Seega paekivi mahumass ehk mittepõleva aine mahumass on  $1,35+1,13=2,48 \text{ t/m}^3$  ja kerogeeni -  $1,13 \text{ t/m}^3$ . Mõlemad on ebanormaalselt suured. Ilmselt see, mis viitab sellele, et tegu on ilmselt niiske kivimi tihedusega, mida ei tohi kasutada keskmise kütvuse ja energiatootluse arvutamisel. Võrreldes Kattai valemiga ja Sitsi meetodikaga (Joonis 10) siis on selgelt näha, et algandmetes pärinev mahumass on väiksem Kattai ja Sitsi meetodikaga arvutatud mahumassist. Suurem mahumass võib viidata sellele, et mahumass on määratud niiskel baasil. Põlevkivimaardla varud on geoloogi V. Kattai välja töötatud korrelatsiooni põhiselt arvutatud. Mäeinseneride arvutustel H. Sitsi meetodika alusel arvutatud põlevkivivaru ühes plokis erineb keskmiselt ~3% Kattai meetodika tulemusest [21]. See viga kandub edasi ka põlevkivikihindi

kütvuse väärtustesse, tekitades üle 3% erinevuse [21]. Järeldub, et geoloogide tootluse arvutamise meetodika annab reaalsusest suurema massi [14].

Sitsi meetodika lähtub sellest, et *põlevkivikihi komponentide – põlevkivikihtide ja pae vahekihtide mahumass on individuaalne ja sõltub orgaanilise aine (kerogeeni), ning savi- ja lubimineraalide suhtest kivimis [26]* (Tabel 4). Heino Sitsi meetodika aluseks on nii Eesti põlevkivi maardla kui ka Leningradi maardla puuraukude andmed [1941].

**Tabel 4 Sitsi meetodika tegurid mahumassi määramiseks [30]**

Kihi indeks	Lüttegur $c$ , kg/Mcal	Mittepõleva aine mahumass $d_m$ , t/m <sup>3</sup>
F1	0.223	2.43
E	0.209	2.41
D/E	0.191	2.38
D	0.163	2.16
C/D	0.211	2.53
C	0.219	2.42
B/C	0.191	2.38
B	0.206	2.4
A/B	0.191	2.38
A1	0.105	1.7
A/A1	0.191	2.38
A	0.163	2.16

Lähtudes nendest kolmest mahumassi määramise meetodist valiti H. Sitsi meetodika, sest see on täpsem ja põhjalikum ning annab konservatiivsema tulemuse võrreldes V. Kattai valemiga. Mahumassi maatriksis kasutan kütvusest tuletatavaid mahumasse. Mahumassi maatriks on alus energiatootluse, massitootluse maatriksite ja põlevkivikihi kütvuse arvutamiseks.

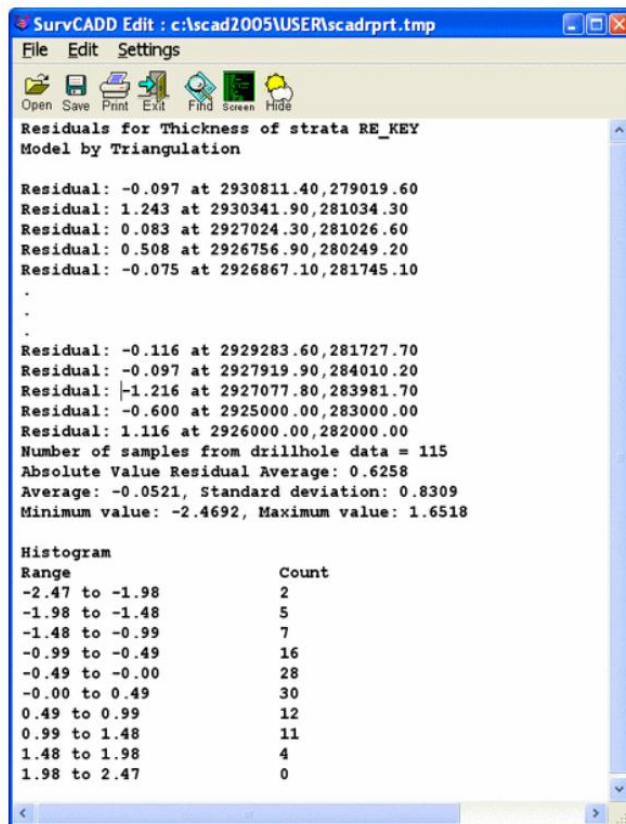
### **3.4 Põlevkivikihi põhiparameetrite (paksus, kütvus) interpoleerimine**

Maatriksis saadud iga kihindi paksus ja kütvus on üleviidud Carlsoni süsteemi andmebaasi kujule. Tabel 5 on toodud sisestatud andmete struktuur: puuraugu number (drillhole name), X, Y- koordinaadid, stratigraafilise üksuse lae ja põhja lasumussügavus (strata top/bottom elevation), puuraukude stratigraafilise üksuse indeks (kattekivim, põlevkivikihihind), stratigraafilise üksuse liik (overburden, coal ehk tootuskihihind), stratigraafilise üksuse tüüp key, nonkey), stratigraafilise üksuse paksus, mahumass ja kütvus.

**Tabel 5 Andmebaas Carlsoni tarkvarasse sisse viimiseks**

Drillhole name	X, EASTHING	Y, NORTHING	SURFACE ELEV	STRATA TOP DEPTH	STRATA BOTTOM DEPTH	BED NAME	STRATA	KEY/ NONKEY	STRATA THICKNESS	HEATVALUE, MJ/KG
1	1577865.388	631679.448	48.92	57.44	59.91	F1-A	COAL	KEY	2.47	7.18
3	1576259.005	633381.125	53.42	64.02	66.53	F1-A	COAL	KEY	2.51	6.99
4	1583523.355	640284.295	57.46	49.77	52.4	F1-A	COAL	KEY	2.63	7.36
5	1579206.895	633076.365	50.64	56.27	58.74	F1-A	COAL	KEY	2.47	7.08

Lähtudes ja eeldades uuringuploki paksuse ja kütuse trende (teiste sõnadega süstemaatiline muutlikkus), võrreldi erinevad interpoleerimistehnikaid modelleerimise jääkvaru kaudu. Carlson tarkvara käsuga residuals (eesti keeles „modelleerimise jääkväärtus“) kontrollitakse kui täpselt valitud meetod interpoleeris võrgu. Seda kontrollimise meetodika nimetatakse ka ristvalideerimiseks (inglise keeles „cross-validation“)[25]. See tähendab, et tarkvara instrument leiab iga algandme punktile reaalse ja interpoleeritud väärtuste vahe. Arvutamise põhimõtte seisneb algandmete punkti asendamisel modelleerimise käigus saadud tulemusega ning järgnevalt nende erinevuse hindamisel. Antud käsk võimaldab erinevate interpoleerimismeetoditega töödelda erinevaid algandmed nagu paksus, lasumus ja keemilised parameetrid. [2]



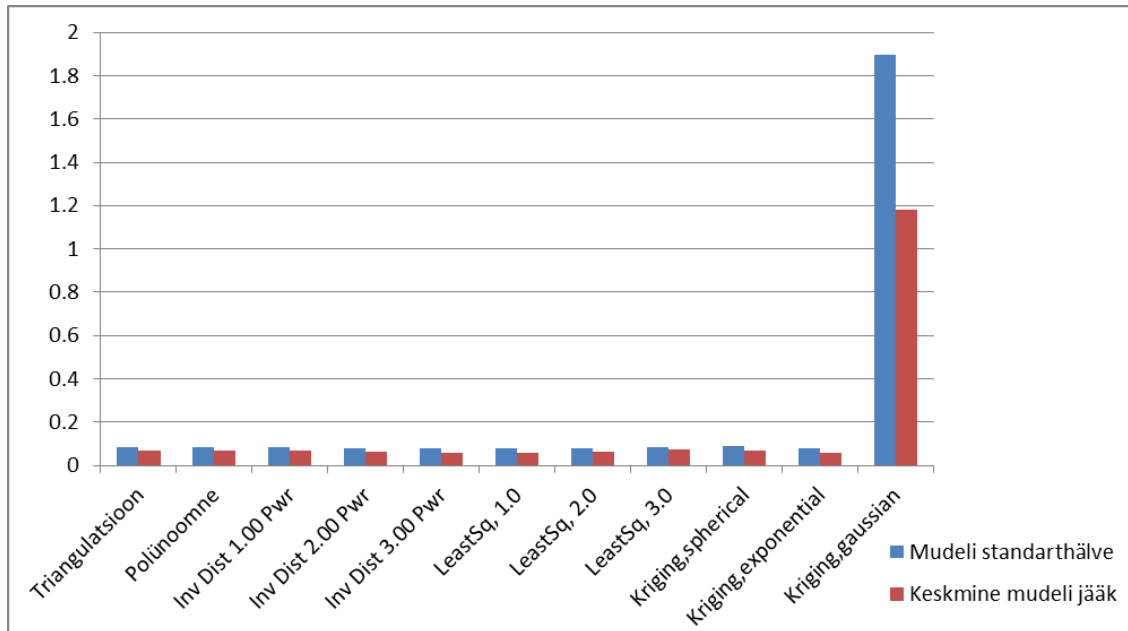
**Joonis 11** “Residual ehk modelleerimise jäägi” käsu väljavõtte interpoleerimismeetodi lõikes [2]

Carlsoni instrumendi „residual“ kaudu saadi iga uuringuvälja ja parameetri kohta väljavõte valitud interpoleerimismeetodite lõikes ja toodi välja meetodi histogrammi. Instrument arvutab ka mudeli standarthälve ja modelleerimise jäägi keskmise. Mudeli standarthälve näitab, kui ühtlaselt on tehtud interpoleerimisvõrk. Keskmise modelleerimise jääkväärtus näitab, kui suurt kõrvalekallet omab meetod võrreldes reaalse andmetega. Väike keskmine modelleerimise jääkväärtus ja standarthälbe viitavad sellele, et andmed hästi korreleeruvad omavahel ja uuringuvälja trend on selgelt määratav.

## **4. Tulemused**

### **4.1 Kihindi paksuse interpoleerimismudelite analüüs**

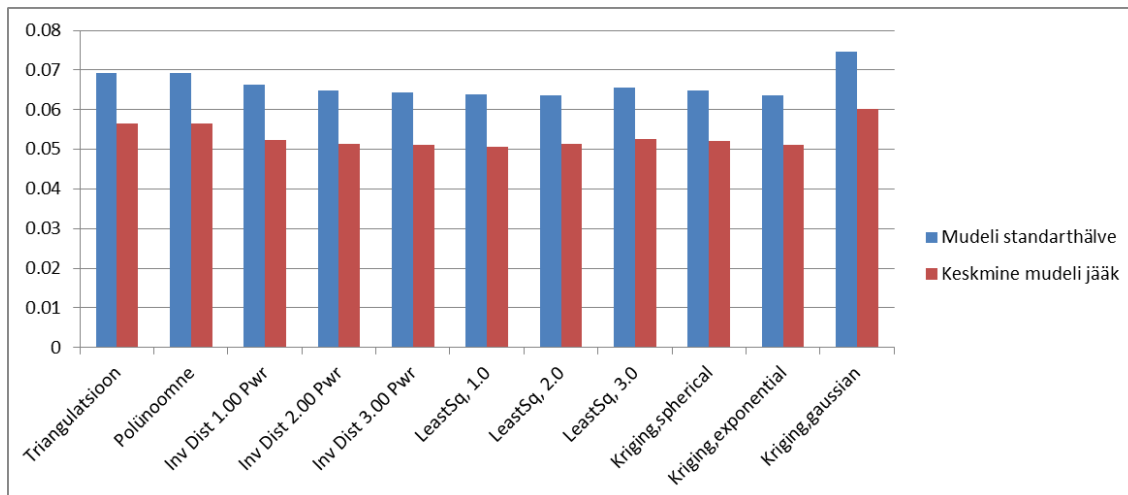
Tulemusi analüüsidest tuleb meele pidada, et töös opereeriti mõõdetud paksuse ja kütvusega, mille mõõtemääramatus on suur. Kihtide mõõdetud paksuse varieerumus on väga suur (üle 30% kihi keskmisest paksusest õhemate kihtide puhul veel suurem – kuni 90%), mille tõttu on modelleerimis jääk kohati üle 20 cm, kuigi ideaalolukorras peaks jääma  $\pm 3$  cm. Esimese uuringuvälja kihindi keskmine paksus on 2,71 m mõõtemääramatusega 0,11 m. Teise uuringuvälja keskmine paksus – 2,69 m mõõtemääramatusega 0,13 m. I uuringuvälja paksuse mudeli standarthälve varieerub 0.08...0.09 vahel ja keskmine modelleerimise jääk 0.06...0.07, ainulaadselt eristub Krigingi meetodi Gaussi jaotuse mudel, mille standarthälve ja keskmine modelleerimise jääkväärtus on väga suur – 1.9 ja 1.18 vastavalt (Joonis 12). Selline suur standarthälve viitab sellele, et mudel on loonud palju anomaalset kohti, kus andmed ei korreleeru omavahel. Võrreldes omavahel triangulatsiooni ja polünoomset meetodit tuleb välja, et nende tulemused on identsed – mis viitab sellele, et modelleerimise jääkväärtuse vahemikule ei avalda mõju (nt antud juhul histogrammi vahemik on 0,05 m). Kuid see ei tähenda, et konkreetsetes kohas nende kahe meetodite jääkväärtused on erinevad. Seda tuleks tulevikus kontrollida. Kaugus-kaalutud meetodi erinevate kaalude võrdlus näitas, et kaalu kasvades standarthälve ja keskmine modelleerimise jääkväärtus vähenes. Vähim ruutude meetodi astme võrdlus tõi ette vastupidised tulemused kui kaugus-kaalutud meetodiga – astme suurenemisel suureneb ka standarthälve ja keskmine modelleerimise jääkväärtus. Krigingu erinevate meetodite võrdlus tõi väga suure standarthälbe Gaussi jaotuse meetodil. Suur standarthälve viitab sellele, et algandmetejaotus ei ole Gaussi jaotusega, mille tõttu antud interpoleerimismeetodi tüüp ei ole sobilik. Eksponent- ja sfäärilise jaotuse meetodist väiksema standarthälve ja keskmise modelleerimise jäägi andis eksponent jaotuse valem



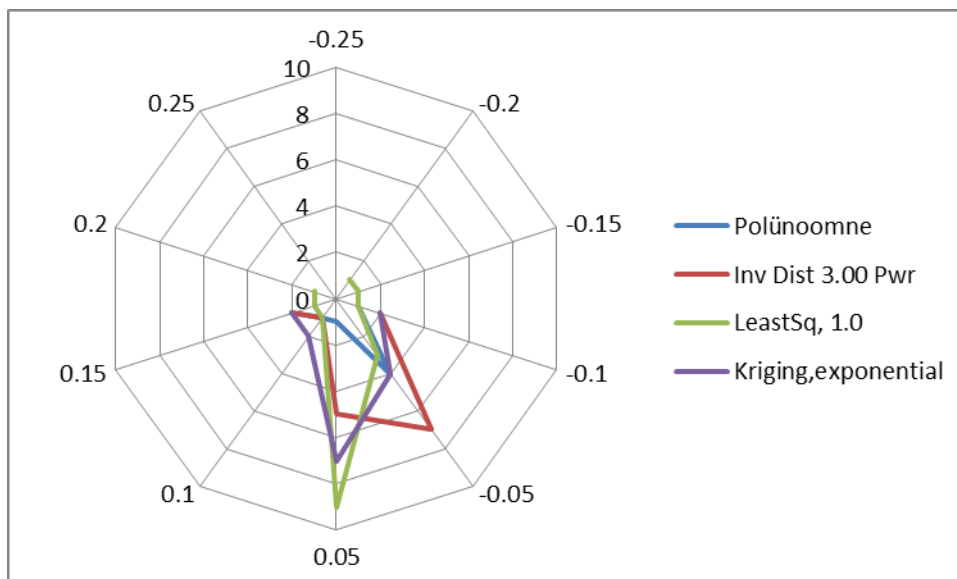
**Joonis 12 I uuringuvälja kihindi paksuse mudelite võrdlus standarthälve ja keskmise mudeli jäägi abil**

Joonis 14 näitab, et kõikide modelleerimise jääkväärtused on normaaljaotusega. See viitab sellele, et andmete töötlus tegi oma tööd. Vähima varieeruvuse (-0.17...0.1) andsid lineaarsed mudelid. Tuleb meeles pidada, et triangulatsiooni ja polünoom-meetodi juures jääkväärtuse arvutamisel on kasutatud vähem puurauke (10 tk.) kui teiste meetodi juures (18 tk). Lineaarsed mudelid ja kaugus-kaalutud mudelid on negatiivse suunaga jaotus ehk enamasti interpoleeritud väärtused on väiksem reaalsematest andmetest. Teiseks parimaks meetodiks antud andmete valimi puhul osutus eksponent jaotusega Kriging. Krigingu jaotuste modelleerimise jääkväärtused on positiivse kaldega, mis loob suuremaid paksusi, järelikult suuremaid mahtusid.

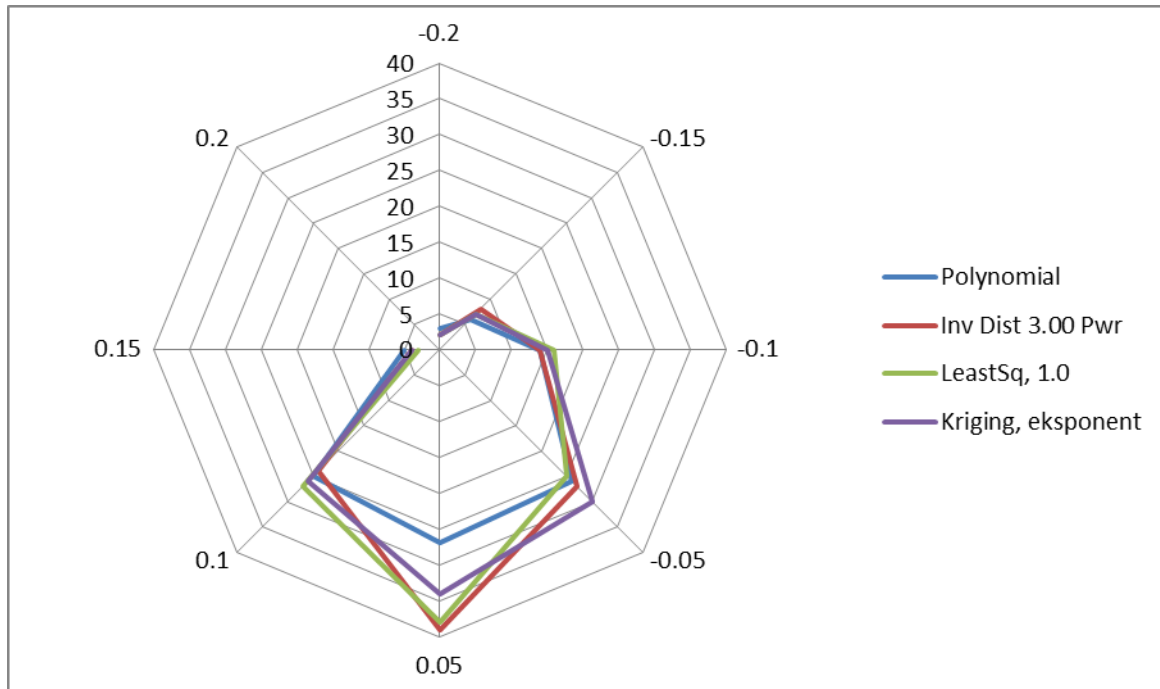




Joonis 13 II uuringuvälja paksuse mudelite võrdlus standarthälve ja keskmise modelleerimise jäägi põhjal



Joonis 14 I uuringuvälja kihindi paksuse interpoleerimismeetodite histogrammid. Püstitelg näitab puuraukude arvu, radiaaltelg- modelleerimise jääkväärtust

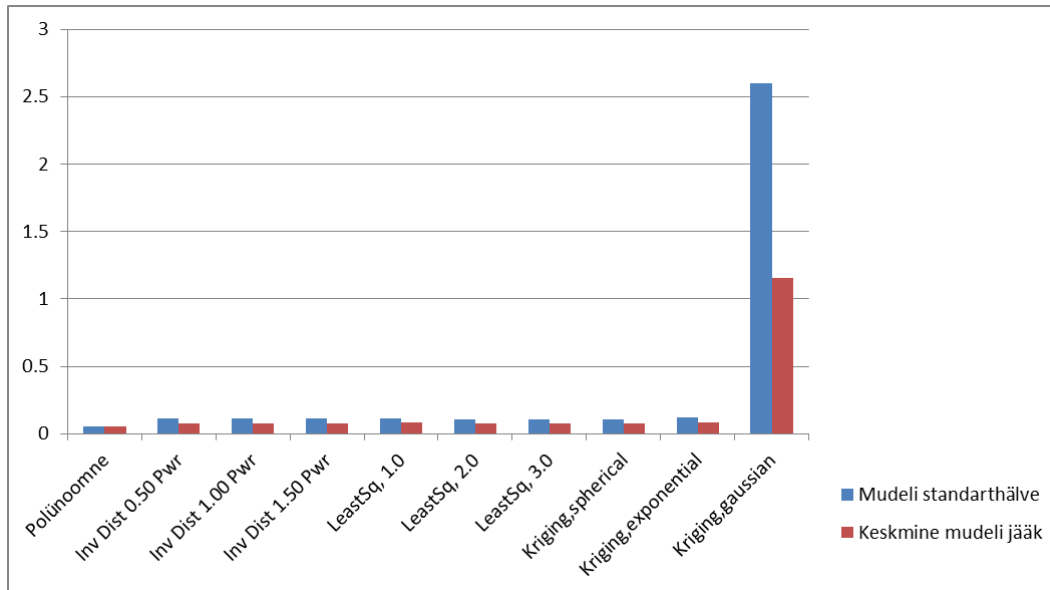


**Joonis 15 II uuringuvälja kihindi paksuse interpoleerimismeetodite histogrammid. Püsttelg näitab puuraukude arvu, radiaaltelg- modelleerimise jääkväärtust**

Paksuse interpoleerimiseks statistiliste arvutuse põhjal sobilikumaks osutub eksponent jaotusega Kriging ja polünoomne meetod, mida olen järeldanud punktis 2 interpoleerimismeetodi valik lähtudes teooriast. Krigingu meetodi kasutamisel mudeli tulem võib ületada reaalse olukorda. Antud probleemi lahendamiseks oleks mõistlikum koostada mahu mudelit ja võrrelda erinevate meetodite mahtusid.

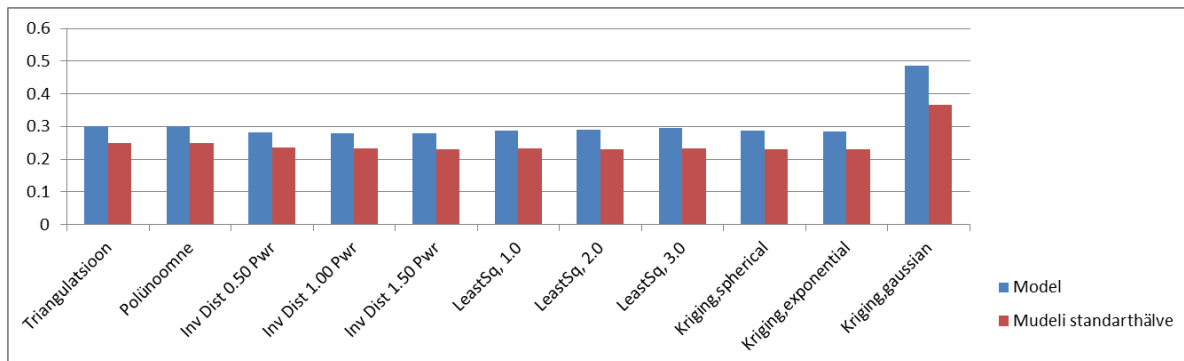
## 4.2 Kihindi kütvuse interpoleerimismudelite analüüs

Esimese uuringuvälja kihindi keskmine kütvus on 2,71 m mõõtemääramatusega 0,11 m. Teise uuringuvälja keskmine kütvus – 2,69 m mõõtemääramatusega 0,13 m. Hõredama puuraugu võrgu puhul kütvuse võrkude analüüs näitas, et meetodi standarthälbe on 0.11...0.12 MJ/kg ja keskmine modelleerimise jääkväärtus 0.07...0.08 MJ/kg, välja arvatud polünoomne meetod, mille puhul standarthälbe on kaks korda väiksem – 0.06 MJ/kg (Joonis 16) ja keskmine modelleerimise jääkväärtus 0.05 MJ/kg, mis teeb antud meetodi liidriks (Joonis 19). Polünoomse meetodi jäägi varieerub vahemikus -0,14...0.03 MJ/kg, võrreldes teiste meetoditega (-0.16...0.27 MJ/kg) on polünoomne meetod annab konservatiivsemad tulemused tänu negatiivsele jaotusele. Väga suure hälbe andis Gaussi jaotuse Krigingu meetodiga.



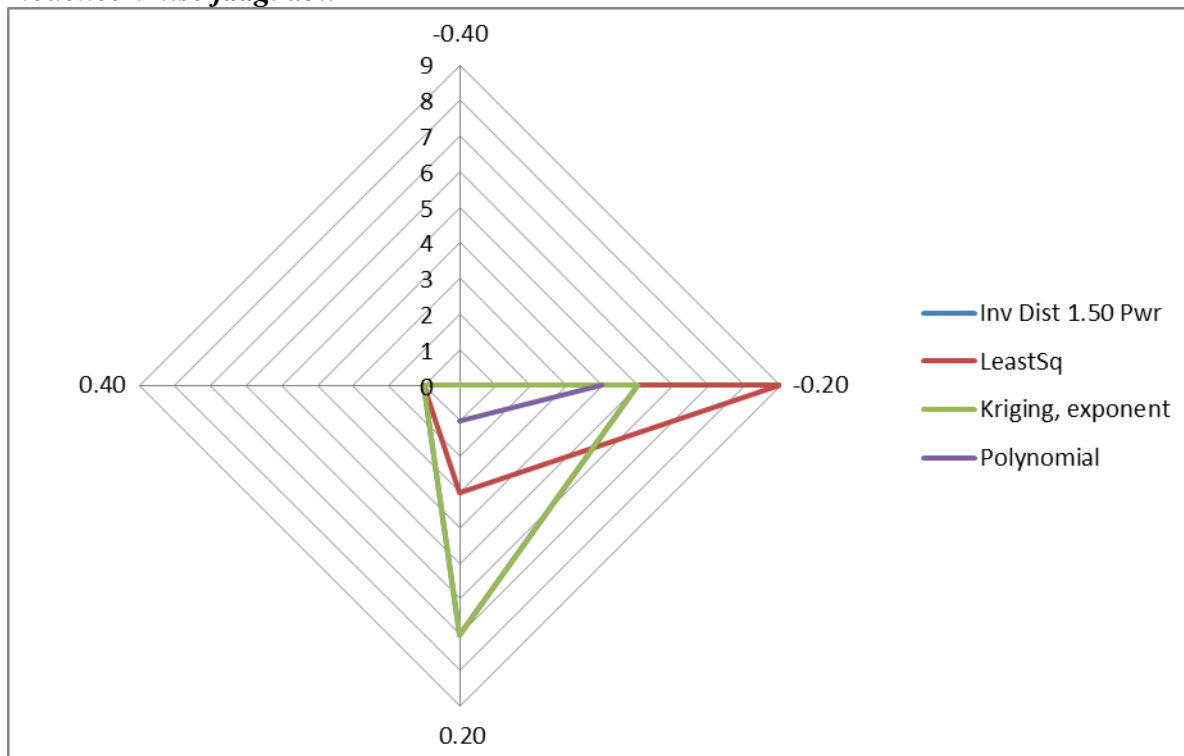
**Joonis 16 I uuringuvälja kütvuse mudelite võrdlus standarthälve ja keskmise modelleerimise jäägi abil**

Tihedama võrgu puhul (II uuringuväli) mudeli on ebaühtlasem ja väga suure standarthälbega 0.28...0.49 MJ/kg (Joonis 18) ja keskmise modelleerimise jääkväärtusi 0.23...0.37 MJ/kg (Joonis 20), mis on ilmselt tingitud mõõtmisveast. Väikse standarthälve ja keskmise modelleerimise jääkväärtus on kahel meetodil – kaugus-kaalutud ja eksponent jaotusega Kriging. Kuid väiksema modelleerimise jäägi varieerumust annab polünoomne meetod.

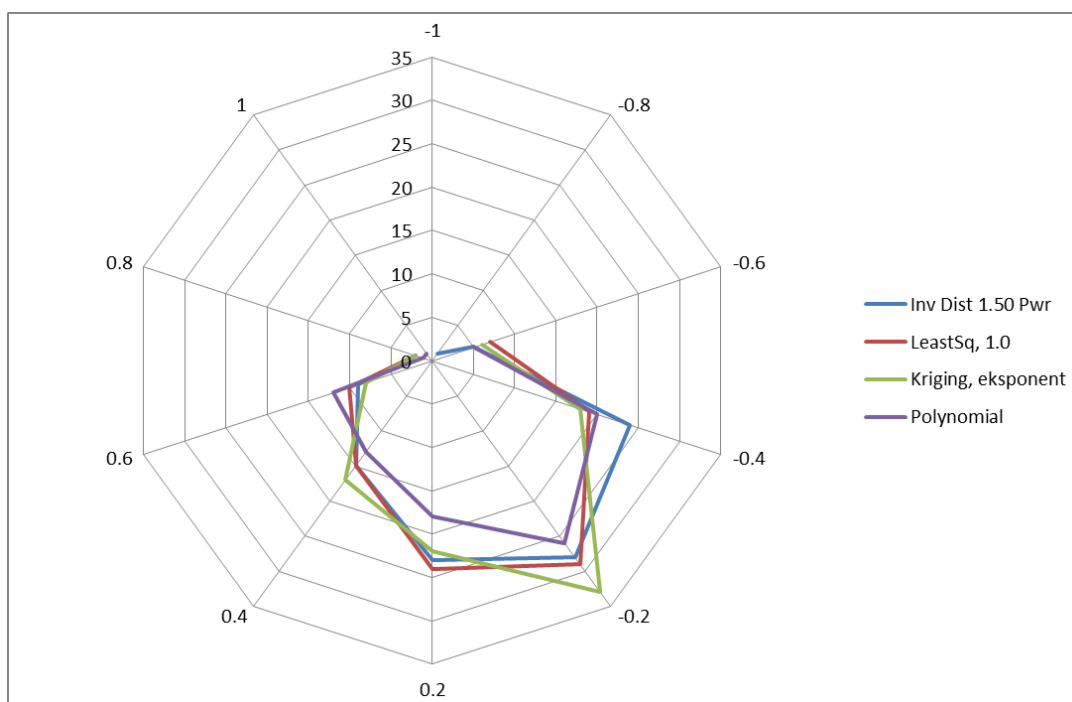


**Joonis 17 II uuringuvälja kütvuse mudelite võrdlus standarthälve ja keskmise modelleerimise jäägi abil**

**Joonis 18 II uuringuvälja kütvuse mudelite võrdlus standarthälve ja keskmise modelleerimise jäägi abil**



**Joonis 19 I uuringuvälja kihindi kütvuse mudelite modelleerimise jäägi histogramm. Püsttelg näitab puuraukude arvu, radiaaltelg- modelleerimise jääkväärtust**



**Joonis 20 II uuringuvälja kihindi kütvuse mudelite modelleerimise jäägi histogramm. Püsttelg näitab puuraukude arvu, radiaaltelg- modelleerimise jääkväärtust**

## 5. Kokkuvõte ja diskussioon

Käesoleva töö eesmärgiks oli leida parim interpoleerimismeetod põlevkivimaardla modelleerimiseks. Töö tulemused näitasid, et suurt erinevust meetodite kasutamisel modelleerimise jäägi kaudu ei saa täheldada. Tuleb meeles pidada, et eelkõige kõik sõltub algandmete usaldusväärsusest ja mõõtmistäpsusest. Töö tulemustest saadi järgmised järeldused:

- Põlevkivimaardla andmete kasutusel interpoleerimismeetodid ei avalda modelleerimise jääkväärtuste statistikale olulist mõju mudeli representatiivsusele. Sellest võib järeldada kahte asja – kas iga interpoleerimismeetodid sellise mõõtemääramatuse juures ei mõjuta modelleeritud väärtusi (va Gaussi jaotuse Kriging). Või modelleerimise jääkväärtus ei ole hea hinnang modelleerimismeetodi valimisel. Kaks järeldus on vastuolus üksteisega. Selleks, et selgitada õige järeldus, tuleb jätkata analüüsi – võrrelda modelleerimismeetodite kaudu saadud uuringuväljade geoloogilisi varusid. Sama hinnangu võib teha mitte ainult tootuskihi kohta, vaid ka eraldi kihtide kaupa. Tulevikus tuleks võrrelda mudelit ja reaalseid kaevandustingimusi. Modelleerimise jääkväärtuse hinnangut võiks jätkata – võrrelda igat puurauku interpoleerimise teel saadud väärtusega.
- Geostatistiline meetod Kriging, mis suudab arvestada ruumilist trendi ja statistika abil modelleerida tulemusi, ei eristunud teistest interpoleerimismeetoditest. See võib tähendada, et algandmed ei korreleeru ruumiliselt omavahel. See võib tuleneda andmete mõõtemääramatusest ja ebatäpsusest või halvasti määratud variogrammist.
- Punktis 2.1 “Modelleerimise meetodite põhimõtted“ on interpoleerimismeetodid välja toodud ka visuaalselt, mis võimaldab pädeval ja kogenenud inseneril hinnata interpoleerimise tulemuse usaldusväärsust. Visuaalse hinnanguga saab leida anomaalseid kohti, uuringuväljade trende ja mõõtemääramatust.
- Paksuse paremaks modelleerimiseks sobib eksponent jaotusega Kriging ja polünoomne meetod. Polünoomse meetodi valimisel tuleb meeles pidada, et antud interpoleerimismeetodid ei arvesta trende ja ei interpoleeri puuraugu võrgu välja poole.
- Kütvuse modelleerimiseks kõige konservatiivsema tulemuse annab polünoomne meetod, eksponent jaotusega Kriging ja kaugus-kaalutud meetod kaaluga 1.5.
- Kütvuse suure kõikumise ja suure mõõtmismääramatuse tõttu on sobilikum hõredam ja ühtlasem võrgu pind; tihedama puurauguvõrgu puhul kõrvalasuvate puuraukude

kihindi kütvus varieeruvad üle 0,4 MJ/kg kohta, mille tõttu tekib väga kirju võrk. Kuna kütvuse varieeruvus tuleneb pigem problemaatilisest määramisest ja ei kattu tegelikkusega, siis sujuvama pinnaga mudel korreleerub reaalsusega rohkem.

- Paksuse modelleerimisel hästi uuritud uuringuvälja puhul moodustavad töödeldud andmed usaldusväärsema võrgu. Andmete omavaheline korrelatsioon on tugevam tihedama puurauguvõrgu puhul, millele viitab ka väiksem andmete mõõtemääramatus. Järeltööna oleks aga kasumlik teha lisa kontroll ja võrrelda ühe uuringuvälja erineva puuraugu tihedusega võrkude tulemusi.

Töös seatud hüpotees uuringuvälja uuritavuse kohta leidis osaliselt tõestust - hästi uuritud uuringuvälja (tarbevaru kriteeriumile vastav puuraugu võrk) põlevkivikihi paksuse interpoleerimise tulemus on usaldusväärsem kui vähem uuritud uuringuväljadel (reservvaru kriteeriumile vastav puuraukude võrk). Kütvuse interpoleerimise poolest on aga antud hüpotees ümber lükatud.

Mõõtemääramatuse hüpotees ei leidnud tõestust, sest erineva mõõtemääramatusega parameetritele võib sobida ka üks ja sama meetod (antud juhul polünoomne meetod ja eksponent jaotusega Kriging). Suure mõõtemääramatuse puhul võib kasutada nt kaugus-kaalutud meetodit kaaluga 1.5. Väiksema mõõtemääramatusega parameetri puhul (nt paksus) võib ka kaalutleda kaugus-kaalutud meetodi rakendamist, küll aga kaaluga 3.0.

Modelleerimise jääkväärtuse analüüs annab iga interpoleerimismeetodi kohta hinnangu, mille põhjal võib teha interpoleerimismeetodi valiku – antud hüpotees on ümber lükatud, sest valikul tuleb võtta arvesse erinevaid eelnevalt kirjeldatud aspekte.

## 6. Kasutatud kirjandus

1. Karu V., Västriku A., Valgma I. (2008) *Application of modelling tools in Estonian oil shale mining area*, Oil Shale v.25 n 2S, Tallinn 208, lk 135-144
2. Carlson 2013 tarkvara juhend, 2012.
3. [MapInfo Vertical Mapper juhend](http://reference.mapinfo.com/software/vertical_mapper/english/3_5/VerticalMapperUserGuide.pdf), 2008. Versioon 3.5  
[http://reference.mapinfo.com/software/vertical\\_mapper/english/3\\_5/VerticalMapperUserGuide.pdf](http://reference.mapinfo.com/software/vertical_mapper/english/3_5/VerticalMapperUserGuide.pdf) (27.05.2015)
4. Üldgeoloogilise uurimistöö ja maavara geoloogilise uuringu tegemise kord *RTL 2005*, 60, 866. <https://www.riigiteataja.ee/akt/905848>
5. Geotechpedia, geoloogilise tarkvarade nimekiri  
<http://geotechpedia.com/Software/Category/159/Geology-Software?page=1> (13.05.2015)
6. Eesti keele seletav sõnaraamat, [www.eki.ee](http://www.eki.ee) (27.05.2015)
7. Eesti stratigraafia komisjon [www.statigraafia.info](http://www.statigraafia.info) (16.04.2015)
8. Бауков С. (1973). Формации горючих сланцев. Всесоюзный научно-исследовательский геологический институт (ВСЕГЕИ) МГ СССР, Валгус, Таллин
9. Pukkonen E. (2015) *Kaua jätkaks põlevkivi?:* Geoloogiakeskuse XXVIII Aprillikonverents: 2.aprill 2015, Tallinn, Eesti
10. Kattai V., Saadre T., Savitski L. (2000). Eesti põlevkivi geoloogia, ressursid, kaevandamistingimused. Tallinn,
11. Mäeinstituut (2004). Eesti põlevkivimaardla tehnoloogiline, majanduslik ja keskkonnakaitseline rajoneerimine. Tallinn.
12. Jürs E., Reinsalu E. (2015) Eesti põlevkivi töötlemine: õppematerjal. TTÜ Mäeinstituut, Tallinn <http://digi.lib.ttu.ee/i/?1918> (27.05.2015)
13. Southern state community college  
<http://www.sccc.edu/home/jdavidso/Math/Catalog/Polynomials/Fifth/Fifth.html> (27.05.2015)
14. Koitme K., Reinsalu E., Valgma I. (2003) *Precision of oil shale energy rating and oil shale resources*. Tallinn, Oil Shale, 20(1), 15 - 24
15. Westman E.C. (1999) *A characterization and determination of the coal reserves and resources of Southwest Virginia*: dissertation, Blacksburg, Virginia, (Scholar, artiklite kogum <http://scholar.lib.vt.edu/theses/available/etd-040899-151628/unrestricted/WESTMAN.PDF>,

- [03.05.2015](#)(27.05.2015)
16. Reza S., Dipak Sarkar, Utpal Baruah, Das T.H. (2010) *Evaluation and comparison of ordinary kriging and inverse distance weighting methods for prediction of spatial variability of some chemical parameters of Dhalai distrikt*, Tripura Agropedology, , 20(1), 38-48  
[www.issslup.org](http://www.issslup.org) (27.05.2015)
  17. Youkuo C., Yongguo Y., Wangen W. (2015) [Coal seam thickness prediction vased on least squares support vector machines and kriging method](http://www.ejge.com/2015/Ppr2015.0019mb.pdf)  
<http://www.ejge.com/2015/Ppr2015.0019mb.pdf> (28.05.2015)
  18. Рейнсалю Э., Кальювее Э., Фрайман Я.(1983). Экономико-математические модели прогнозирования развития добычи горючих сланцев. Наука, Москва, стр. 28-29
  19. Sits H. (1977). Variability of calorific value of kukersiite oil shale layers, specific weight and thickness. Problem of Oil Shale Mine Survey and Geology. Valgus, Tallinn, p. 52-57
  20. Isaaks E.H., Srivastava R.(1989). Applied Geostatistics. New York, Oxford: Oxford University Press.
  21. Surfer programmi abifail versioonist 8.08.2167.
  22. Mäekivi E., (2008) Raskuskiirenduse andmete võrgustamine ja interpoleerimine Eesti kõrgusvõrgu reeperitele: magistritöö, Tallinna Tehnikaülikool, Tallinn
  23. Ots A., (2004) Põlevkivi põletustehnika, Tallinna raamatutrükikoda, Tallinn
  24. Majak J. (2005) [Interpoleerimine](http://www.staff.ttu.ee/~jmajak/Interpoleerimine.doc) : loengumaterjalid.  
[www.staff.ttu.ee/~jmajak/Interpoleerimine.doc](http://www.staff.ttu.ee/~jmajak/Interpoleerimine.doc) (28.05.2015)
  25. Bohling G. (2005) Kriging: loengumaterjalid, The University of Kansas publikatsioon  
<http://people.ku.edu/~gbohling/cpe940/Kriging.pdf> (28.05.2015)
  26. Reinsalu E. (2013). [Eesti Mäendus II](http://digi.lib.ttu.ee/i/?163), Tallinna raamatutrükikoda, Tallinn  
<http://digi.lib.ttu.ee/i/?163>
  27. Valgma I. (2002). Geographical Information System for Oil Shale Mining - MGIS" : doktoritöö, Tallinna Tehnikaülikool, Tallinn
  28. Кузнецов Ю.Н., Стадник Д.А., Стадник Н.М. (2010) *Повышение качества 3D моделирования угольных месторождений на основе использования теории сплайнов*. Журнал "Горная Промышленность" №6 (94) 2010, стр.60
  29. [Online ArcGiSi juhend](http://resources.arcgis.com/ru/help/main/10.1/index.html#/0031000002m000000S), 2014. Versioon 10.1  
<http://resources.arcgis.com/ru/help/main/10.1/index.html#/0031000002m000000S>.  
(26.05.2015)



30. Reinsalu E. (1999). [Infotöötlus mäenduses](#). TTÜ kirjastus, Tallinn; <http://digi.lib.ttu.ee/i/?154>  
(27.05.2015)
31. Reinsalu E. (2011). Eesti Mäendus , TTÜ kirjastus, Tallinn

## 7. Lisad

LISA 1. I UURINGUVÄLJA PAKSUSE MAATRIKS

PA_nr	F2	F1	E	D_E	D	C_D	C	B_C	B	A1_B	A1	A/A1	A	F1-A
34	0.32	0.31	0.53	0.07	0.06	0.24	0.45	0.08	0.4	0.22	0.06		0.08	2.54
35	0.24	0.33	0.49	0.06	0.06	0.2	0.4	0.2	0.4	0.18	0.15		0.08	2.54
37	0.32	0.34	0.6	0.07	0.07	0.26	0.42	0.22	0.36	0.19	0.07		0.08	2.71
38	0.22	0.46	0.45	0.05	0.06	0.31	0.38	0.09	0.24	0.22	0.07		0.13	2.46
39	0.2	0.44	0.56	0.07	0.06	0.3	0.43	0.21	0.38	0.21	0.14		0.13	2.93
40	0.3	0.3	0.45	0.07	0.05	0.23	0.47	0.24	0.38	0.21	0.08	0.05	0.11	2.64
41	0.23	0.4	0.4	0.05	0.06	0.21	0.35	0.14	0.35	0.19	0.05		0.07	2.39
42	0.35	0.4	0.5	0.05	0.06	0.2	0.5	0.24	0.33	0.17	0.08	0.03	0.14	2.7
43	0.3	0.3	0.6	0.07	0.06	0.26	0.55	0.23	0.35	0.2	0.12		0.11	2.85
45	0.3	0.35	0.5	0.05	0.07	0.24	0.47	0.21	0.32	0.21	0.05	0.05	0.13	2.65
46	0.3	0.3	0.55	0.08	0.06	0.26	0.45	0.17	0.4	0.15	0.13		0.1	2.65
49	0.19	0.4	0.60	0.04	0.08	0.35	0.4	0.28	0.3	0.21	0.07	0.04	0.11	2.88
52	0.27	0.44	0.6	0.04	0.05	0.27	0.6	0.12	0.3	0.21	0.07	0.05	0.08	2.83
53	0.3	0.22	0.61	0.06	0.09	0.26	0.44	0.27	0.3	0.19	0.08	0.05	0.08	2.65
55	0.18	0.34	0.62	0.04	0.1	0.26	0.45	0.16	0.29	0.14	0.08	0.04	0.11	2.63
56	0.27	0.25	0.62	0.05	0.07	0.25	0.54	0.22	0.36	0.17	0.09	0.04	0.12	2.78
57	0.27	0.33	0.6	0.06	0.08	0.3	0.43	0.25	0.31	0.19	0.08	0.03	0.13	2.79
58	0.22	0.28	0.6	0.04	0.13	0.2	0.41	0.3	0.41	0.2	0.09	0.02	0.12	2.8
59	0.2	0.3	0.59	0.04	0.08	0.28	0.4	0.18	0.4	0.18	0.12		0.12	2.69
60	0.22	0.35	0.63	0.03	0.09	0.25	0.41	0.26	0.35	0.2	0.06		0.13	2.76

*Põlevkivi põhiparameetrite modelleerimine ja tulemuste analüüs Carlsoni tarkvara abil ID 2560*

PA_nr	F2	F1	E	D_E	D	C_D	C	B_C	B	A1_B	A1	A/A1	A	F1-A
61	0.36	0.21	0.66	0.05	0.06	0.28	0.46	0.17	0.42	0.2	0.12		0.12	2.75
62	0.34	0.36	0.48	0.07	0.08	0.28	0.41	0.23	0.35	0.19	0.13		0.1	2.68
63	0.29	0.31	0.53	0.03	0.07	0.3	0.5	0.09	0.3	0.2	0.08	0.06	0.09	2.56
64	0.3	0.31	0.58	0.04	0.09	0.29	0.36	0.18	0.32	0.19	0.09	0.03	0.12	2.6
65	0.37	0.31	0.5	0.07	0.08	0.29	0.39	0.19	0.32	0.21	0.09	0.06	0.09	2.6
66	0.21	0.34	0.59	0.03	0.09	0.3	0.46	0.23	0.37	0.19	0.07	0.05	0.14	2.86
67	0.31	0.34	0.6	0.04	0.1	0.22	0.51	0.16	0.43	0.2	0.12		0.1	2.82
68	0.35	0.35	0.45	0.07	0.06	0.26	0.4	0.25	0.47	0.23	0.09		0.12	2.75
69	0.32	0.3	0.5	0.06	0.07	0.22	0.35	0.25	0.44	0.18	0.05	0.02	0.12	2.56
70	0.3	0.35	0.55	0.07	0.06	0.28	0.45	0.18	0.41	0.21	0.08	0.06	0.12	2.82
71	0.29	0.29	0.55	0.08	0.07	0.29	0.43	0.21	0.38	0.18	0.09	0.06	0.12	2.75
72	0.34	0.32	0.56	0.03	0.05	0.29	0.46	0.14	0.4	0.21	0.09	0.04	0.1	2.69
73	0.35	0.38	0.53	0.04	0.09	0.27	0.47	0.13	0.4	0.2	0.1	0.04	0.1	2.75
74	0.23	0.27	0.58	0.04	0.06	0.31	0.35	0.21	0.34	0.18	0.07	0.06	0.1	2.57
75	0.23	0.28	0.59	0.04	0.06	0.31	0.39	0.19	0.39	0.18	0.1	0.04	0.12	2.69
76	0.22	0.33	0.59	0.03	0.06	0.31	0.4	0.19	0.36	0.21	0.08	0.04	0.1	2.7
77	0.29	0.3	0.55	0.05	0.07	0.22	0.54	0.22	0.32	0.2	0.1	0.01	0.12	2.7
78	0.23	0.31	0.58	0.04	0.06	0.23	0.58	0.19	0.4	0.2	0.09	0.05	0.12	2.85
79	0.3	0.29	0.49	0.04	0.04	0.25	0.48	0.2	0.3	0.16	0.12		0.16	2.53
80	0.37	0.21	0.6	0.05	0.09	0.27	0.45	0.23	0.3	0.2	0.07	0.03	0.15	2.65
81	0.22	0.26	0.52	0.05	0.06	0.27	0.52	0.19	0.39	0.21	0.05	0.03	0.15	2.7
82	0.32	0.38	0.58	0.05	0.06	0.28	0.44	0.21	0.38	0.21	0.06	0.05	0.1	2.8
83	0.29	0.36	0.53	0.05	0.09	0.26	0.41	0.17	0.3	0.19	0.11	0.04	0.1	2.61
84	0.21	0.39	0.6	0.06	0.08	0.27	0.36	0.18	0.35	0.18	0.1	0.04	0.12	2.73
85	0.23	0.25	0.63	0.06	0.08	0.30	0.45	0.24	0.32	0.22	0.08	0.06	0.11	2.8
87	0.32	0.28	0.5	0.03	0.09	0.23	0.4	0.22	0.33	0.2	0.12		0.13	2.53
89	0.34	0.21	0.54	0.05	0.04	0.27	0.55	0.22	0.36	0.19	0.1	0.07	0.12	2.72

*Põlevkivi põhiparameetrite modelleerimine ja tulemuste analüüs Carlsoni tarkvara abil ID 2560*

PA_nr	F2	F1	E	D_E	D	C_D	C	B_C	B	A1_B	A1	A/A1	A	F1-A
90	0.25	0.32	0.5	0.02	0.04	0.29	0.7	0.21	0.26	0.19	0.14		0.12	2.79
91	0.2	0.2	0.55	0.03	0.09	0.23	0.48	0.22	0.33	0.2	0.1		0.17	2.6
92	0.35	0.3	0.56	0.06	0.04	0.26	0.51	0.27	0.37	0.18	0.09	0.03	0.13	2.8
93	0.23	0.44	0.6	0.04	0.05	0.24	0.54	0.25	0.3	0.19	0.11	0.02	0.11	2.89
94	0.26	0.29	0.55	0.08	0.06	0.27	0.55	0.18	0.32	0.19	0.08	0.04	0.15	2.76
95	0.32	0.3	0.51	0.09	0.04	0.3	0.38	0.22	0.44	0.18	0.13		0.09	2.68
96	0.29	0.31	0.6	0.04	0.06	0.27	0.53	0.24	0.34	0.19	0.08	0.05	0.1	2.81
97	0.23	0.36	0.59	0.09	0.07	0.28	0.39	0.09	0.38	0.2	0.08	0.03	0.12	2.68
98	0.3	0.28	0.58	0.03	0.06	0.33	0.39	0.24	0.36	0.2	0.1	0.03	0.12	2.72
99	0.26	0.27	0.58	0.07	0.08	0.29	0.32	0.22	0.3	0.2	0.09	0.05	0.1	2.57
100	0.34	0.43	0.5	0.05	0.09	0.28	0.43	0.13	0.4	0.18	0.09	0.03	0.12	2.73
101	0.32	0.3	0.6	0.04	0.06	0.34	0.5	0.13	0.28	0.21	0.09	0.04	0.11	2.7
102	0.35	0.24	0.66	0.04	0.07	0.26	0.48	0.24	0.38	0.25	0.08	0.03	0.14	2.87
103	0.25	0.3	0.55	0.04	0.07	0.21	0.7	0.1	0.35	0.2	0.1	0.04	0.14	2.8
104	0.31	0.3	0.6	0.04	0.05	0.25	0.52	0.18	0.4	0.25	0.1	0.04	0.16	2.89
105	0.24	0.31	0.62	0.05	0.04	0.3	0.48	0.1	0.41	0.22	0.07	0.04	0.13	2.77
106	0.26	0.35	0.55	0.04	0.08	0.3	0.43	0.21	0.4	0.17	0.08	0.04	0.13	2.78
107	0.36	0.3	0.57	0.04	0.1	0.3	0.49	0.08	0.43	0.22	0.08	0.04	0.11	2.76
109	0.24	0.3	0.58	0.04	0.06	0.33	0.5	0.12	0.34	0.2	0.06	0.04	0.12	2.69
110	0.27	0.36	0.58	0.04	0.07	0.3	0.36	0.16	0.38	0.21	0.1		0.1	2.66
111	0.22	0.33	0.67	0.04	0.08	0.32	0.29	0.2	0.27	0.2	0.1	0.03	0.11	2.64
112	0.32	0.22	0.58	0.05	0.06	0.23	0.54	0.22	0.45	0.22	0.03	0.04	0.15	2.79
113	0.26	0.29	0.58	0.05	0.05	0.25	0.53	0.1	0.39	0.19	0.09	0.05	0.12	2.69
114	0.25	0.33	0.59	0.06	0.05	0.26	0.47	0.22	0.44	0.22	0.12	0.04	0.13	2.93
115	0.38	0.3	0.62	0.04	0.06	0.31	0.47	0.2	0.43	0.2	0.1	0.04	0.12	2.89
116	0.32	0.31	0.55	0.04	0.09	0.28	0.43	0.21	0.35	0.19	0.14		0.11	2.7
117	0.23	0.27	0.58	0.06	0.07	0.27	0.45	0.28	0.3	0.19	0.09	0.04	0.12	2.72

*Põlevkivi põhiparameetrite modelleerimine ja tulemuste analüüs Carlsoni tarkvara abil ID 2560*

PA_nr	F2	F1	E	D_E	D	C_D	C	B_C	B	A1_B	A1	A/A1	A	F1-A
118	0.3	0.3	0.5	0.03	0.09	0.28	0.45	0.22	0.35	0.2	0.08	0.03	0.11	2.64
119	0.26	0.3	0.44	0.06	0.07	0.26	0.49	0.25	0.41	0.2	0.09	0.04	0.13	2.74
120	0.33	0.28	0.44	0.07	0.06	0.23	0.45	0.25	0.37	0.18	0.1	0.06	0.08	2.57
121	0.34	0.35	0.54	0.06	0.07	0.26	0.48	0.25	0.42	0.19	0.11		0.14	2.87
122	0.33	0.34	0.49	0.07	0.05	0.2	0.51	0.28	0.31	0.18	0.08		0.13	2.64
123	0.4	0.25	0.5	0.06	0.09	0.27	0.48	0.06	0.46	0.18	0.12		0.13	2.6
124	0.34	0.33	0.55	0.06	0.08	0.23	0.46	0.24	0.34	0.24	0.08	0.05	0.12	2.78
125	0.35	0.3	0.57	0.05	0.06	0.26	0.34	0.21	0.36	0.2	0.12		0.12	2.59
126	0.27	0.33	0.53	0.04	0.08	0.25	0.58	0.07	0.38	0.2	0.09	0.03	0.13	2.71
127	0.33	0.3	0.58	0.06	0.08	0.25	0.3	0.25	0.46	0.25	0.09	0.05	0.1	2.77
128	0.32	0.34	0.54	0.05	0.07	0.23	0.5	0.19	0.32	0.18	0.1		0.13	2.65
129	0.39	0.38	0.42	0.06	0.06	0.22	0.49	0.19	0.31	0.17	0.14		0.12	2.56
130	0.4	0.3	0.47	0.07	0.07	0.21	0.43	0.27	0.37	0.19	0.13		0.12	2.63
131	0.3	0.43	0.53	0.06	0.09	0.2	0.5	0.12	0.46	0.2	0.11		0.12	2.82
132	0.34	0.3	0.54	0.06	0.07	0.22	0.43	0.24	0.4	0.17	0.13		0.12	2.68
133	0.32	0.34	0.51	0.06	0.06	0.21	0.48	0.24	0.37	0.21	0.12		0.13	2.73
134	0.27	0.33	0.5	0.05	0.07	0.23	0.5	0.19	0.46	0.19	0.12		0.12	2.76
135	0.32	0.35	0.45	0.06	0.06	0.22	0.44	0.13	0.33	0.18	0.07	0.03	0.12	2.44
136	0.45	0.35	0.45	0.04	0.05	0.26	0.44	0.24	0.35	0.22	0.1		0.11	2.61
137	0.28	0.31	0.52	0.05	0.08	0.23	0.46	0.08	0.48	0.22	0.1		0.12	2.65
138	0.32	0.34	0.48	0.07	0.08	0.27	0.43	0.12	0.32	0.2	0.14		0.13	2.58
139	0.3	0.32	0.51	0.09	0.09	0.24	0.42	0.26	0.35	0.23	0.12		0.12	2.75
140	0.2	0.43	0.53	0.05	0.07	0.27	0.43	0.26	0.31	0.21	0.09	0.03	0.12	2.8
141	0.29	0.42	0.45	0.05	0.07	0.22	0.46	0.27	0.3	0.22	0.13		0.15	2.74
142	0.38	0.33	0.55	0.06	0.08	0.26	0.46	0.18	0.42	0.22	0.11		0.11	2.78
143	0.23	0.42	0.52	0.07	0.06	0.21	0.49	0.21	0.4	0.19	0.1	0.03	0.12	2.82
144	0.32	0.32	0.48	0.05	0.07	0.31	0.6	0.1	0.4	0.2	0.11		0.08	2.72

*Põlevkivi põhiparameetrite modelleerimine ja tulemuste analüüs Carlsoni tarkvara abil ID 2560*

PA_nr	F2	F1	E	D_E	D	C_D	C	B_C	B	A1_B	A1	A/A1	A	F1-A
145	0.27	0.3	0.53	0.06	0.07	0.27	0.6	0.1	0.35	0.18	0.06	0.05	0.1	2.67
146	0.29	0.31	0.62	0.04	0.08	0.28	0.43	0.25	0.39	0.16	0.1	0.03	0.12	2.81
147	0.28	0.36	0.53	0.06	0.07	0.26	0.45	0.19	0.4	0.19	0.14	0.03	0.12	2.8
148	0.23	0.26	0.56	0.04	0.06	0.29	0.41	0.21	0.36	0.18	0.08	0.04	0.12	2.61
149	0.21	0.33	0.53	0.08	0.09	0.28	0.39	0.2	0.35	0.2	0.11		0.11	2.67
150	0.26	0.39	0.6	0.08	0.07	0.31	0.5	0.12	0.32	0.17	0.1	0.04	0.12	2.82
151	0.25	0.31	0.58	0.05	0.06	0.29	0.52	0.07	0.36	0.21	0.09	0.05	0.11	2.7
153	0.35	0.28	0.65	0.05	0.05	0.22	0.38	0.2	0.25	0.2	0.22	0.06	0.07	2.52
154	0.31	0.45	0.45	0.05	0.07	0.24	0.53	0.27	0.4	0.2	0.04		0.09	2.9
155	0.3	0.29	0.59	0.04	0.06	0.26	0.52	0.24	0.32	0.2	0.13	0.03	0.17	2.83
156	0.21	0.34	0.58	0.07	0.1	0.3	0.45	0.26	0.4	0.21	0.08	0.05	0.15	2.99
157	0.4	0.28	0.49	0.09	0.09	0.19	0.37	0.18	0.4	0.18	0.1		0.12	2.49
158	0.36	0.32	0.49	0.06	0.06	0.28	0.47	0.24	0.35	0.2	0.12		0.12	2.71
159	0.31	0.37	0.48	0.05	0.06	0.28	0.48	0.19	0.36	0.21	0.12		0.13	2.73
160	0.27	0.38	0.49	0.05	0.05	0.29	0.26	0.05	0.4	0.25	0.13		0.12	2.470
166	0.32	0.38	0.48	0.05	0.1	0.23	0.33	0.24	0.3	0.19	0.11	0.04	0.11	2.56
keskm	0.29	0.32	0.55	0.05	0.07	0.26	0.46	0.19	0.36	0.20	0.10	0.04	0.12	2.71
S	0.05	0.05	0.06	0.01	0.02	0.03	0.07	0.06	0.05	0.02	0.03	0.01	0.02	0.11
D	0.003	0.003	0.003	0.000	0.000	0.001	0.005	0.003	0.003	0.000	0.001	0.000	0.000	0.013
t	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98
Xmin	0.18	0.22	0.43	0.02	0.04	0.20	0.31	0.08	0.26	0.16	0.04	0.02	0.08	2.48
Xmax	0.40	0.43	0.66	0.08	0.10	0.33	0.60	0.31	0.46	0.24	0.15	0.06	0.16	2.93
MIN	0.18	0.20	0.40	0.02	0.04	0.19	0.26	0.05	0.24	0.14	0.03	0.01	0.07	2.39
MAX	0.45	0.46	0.67	0.09	0.13	0.35	0.70	0.30	0.48	0.25	0.22	0.07	0.17	2.99

	Parameeter on asendatud gridi väärtusega. Asendatud väärtuste summa võrdub esiagsete andmete summana
	Anomaalselt suur paksus
	Parameeter on asendatud gridi väärtusega, mille tõttu muutus põlevkivikihi paksus muutub
	Kütteväärtus on asendatud kihi keskmisega

LISA 2. I UURINGUVÄLJA KÜTVUSE MAATRIKS

Kütvuse maatriks														
PA_nr	F2	F1	E	D_E	D	C_D	C	B_C	B	A1_B	A1	A/A1	A	F1-A
34														
35														
37	960	1882	3066		1543	0	3780	0	5110	0	1653	0	3617	7.70
38	780	2376	2531		1684	0	3235	0	5115	0	2026	0	4279	7.20
39	780	2243	3230		1895	0	3148	0	3540	0	1716	0	3787	7.08
40	934	1993	3329		2006	0	3520	0	4345	0	2415	0	4552	7.30
41	1622	1993	2674		1824	0	4087	0	4260	0	1257	0	3442	7.56
42	1308	2026	2639		1913	0	2598	0	3811	0	1759	0	3114	6.68
43	1081	1560	2026		2414	0	3048	0	2679	0	2262	0	3534	6.08
45	1415	1968	2681		2093	0	3547	0	4324	0	1668	595	3067	6.94
46	934	1728	2806		1929	0	2720	0	4284	0	2717	0	3048	7.18
49	729	1286	2382		1613	0	2952	0	3741	0	1948	0	3182	6.71
52	760	1765	2599	840	1880	0	2812	670	4890	0	1920	490	3442	7.32
53	934	2025	2706	571	1400	0	2503	837	3480	0	1206	595	3442	6.49
55	760	1867	2409	610	1560	0	2962	985	4393	0	1590	460	3340	7.21
56	1028	2090	3035	668	1865	0	3319	741	4872	306	1802	686	3520	8.32
57	757	1708	2324	460	1911	0	3263	1088	5160	50	1820	460	3550	7.11
58	1200	2044	2417	480	1730	0	3037	790	3630	0	1640	860	2830	7.09

*Põlevkivi põhiparameetrite modelleerimine ja tulemuste analüüs Carlsoni tarkvara abil ID 2560*

PA_nr	F2	F1	E	D_E	D	C_D	C	B_C	B	A1_B	A1	A/A1	A	F1-A
59	629	1462	2974	616	1327	0	2537	957	4382	0	1775	633	3664	7.35
60	826	2217	2680	669	1141	0	2841	1054	4785	0	1668	633	3152	7.69
61	714	2033	2952	476	1797	0	2596	865	4566	0	1668	633	3408	7.74
62	934	1993	2876	519	1360	0	3115	818	3803	0	1674	633	3280	7.03
63	934	1993	2746	617	1595	0	3115	498	4736	272	1620	550	2826	7.31
64	814	1732	2495	666	1600	0	3425	857	4212	0	1774	633	3442	6.97
65	988	1376	2739	619	1573	0	3194	787	4393	0	1390	444	3252	6.46
66	834	1975	2475	706	1586	0	3184	753	5018	0	1722	728	3319	7.31
67	671	2031	2415	648	1607	0	3525	721	4730	273	1300	633	3321	8.22
68	771	1923	2553	646	1621	0	3591	781	4393	0	1330	633	3378	7.44
69	720	1980	2050	560	1430	0	2480	760	4760	0	1643	633	3520	7.05
70	690	1539	2473	533	1801	0	3685	724	4541	0	1679	490	3485	7.17
71	770	1960	2640	640	1660	0	2630	1120	4380	0	1700	690	3700	7.05
72	863	2105	2218	532	1851	0	2768	608	4393	0	1351	360	3253	6.90
73	746	1832	2445	631	1368	0	2835	745	3997	0	1292	633	3442	6.96
74	776	1993	2438	657	1688	0	3082	775	3878	0	1881	486	3442	6.63
75	1063	1973	2213	588	1757	0	2544	785	3574	0	1536	582	3442	6.42
76	822	2013	2831	796	1634	0	3280	1113	3776	0	1754	587	3770	7.32
77	1160	1993	2663	460	1927	0	3650	990	4750	230	1770	633	3520	8.21
78	1087	2137	2706	850	1730	0	2884	990	4520	50	1910	770	3730	7.95
79	724	1963	3415	616	2042	0	3290	857	4393	50	1721	633	3783	8.11
80	838	2357	2460	596	1511	0	3088	865	4401	50	1668	633	3442	7.16
81	697	1578	2482	477	1628	0	3006	547	4656	50	1720	745	3548	7.24
82	750	2284	2640	519	1528	0	3045	576	3996	50	1840	480	3340	7.18
83														
84	934	1993	2706	508	1374	0	3115	857	4808	0	1513	625	3404	7.33
85	934	1993	2857	543	1433	0	2348	862	4847	0	1532	463	3100	6.70



*Põlevkivi põhiparameetrite modelleerimine ja tulemuste analüüs Carlsoni tarkvara abil ID 2560*

PA_nr	F2	F1	E	D_E	D	C_D	C	B_C	B	A1_B	A1	A/A1	A	F1-A
87	843	1916	2106	633	2052	0	3115	633	5100	277	1873	633	3709	7.31
89	1043	1993	2679	616	1735	0	2893	710	4627	0	1633	507	4065	7.20
90	1000	1990	2770	616	1450	0	3110	810	4980	0	1740	633	3330	7.61
91	934	1993	3232	709	1252	0	2893	657	4778	0	1668	633	3848	7.84
92														
93														
94	934	1993	2062	645	1560	0	3557	754	3460	0	1610	633	3355	6.90
95	860	1500	2640	616	1607	0	2840	760	4620	0	1510	633	3380	6.98
96	934	1993	2706	682	1607	0	3115	670	4255	0	1677	613	3625	7.33
97	711	2018	2455	477	1442	0	3096	857	4279	0	1703	696	3314	7.21
98	1027	1667	2583	616	1964	0	2811	912	4397	0	1788	633	3442	6.79
99	852	1850	2350	553	1456	0	2241	1120	4322	0	1525	457	3420	6.18
100	782	1882	2316	514	1773	0	3088	854	3867	0	1578	570	3260	7.06
101	824	1739	2520	558	1808	0	3083	629	4021	0	1720	455	3370	6.69
102	711	2030	1991	526	1681	0	3191	889	5175	0	1067	522	3509	7.06
103	1030	2398	2774	690	1340	0	3056	680	4630	0	1620	620	3410	8.21
104	1050	1934	2721	599	1580	0	3115	1020	4311	0	1690	633	3590	7.57
105	702	2109	2688	577	1509	0	2999	680	4385	0	1718	616	3467	7.55
106	1001	1928	2791	596	1267	0	3419	669	4289	0	1515	495	3419	7.39
107	907	2027	2848	650	1343	0	3063	700	4393	0	1642	478	3492	7.64
109	984	2277	3187	551	1734	0	3031	557	4274	0	1914	706	3699	7.71
110	706	1574	2656	537	1576	0	2705	1050	4369	0	1668	633	3492	7.04
111	746	1224	2727	527	1337	0	3115	548	4228	0	1641	424	3202	6.22
112	946	2385	2424	571	1791	0	2878	907	4493	0	1817	850	3503	7.80
113														
114	816	2020	2560	616	1830	0	3150	760	4290	0	1580	570	3520	7.34
115	930	2020	2950	690	1520	0	3060	857	4420	0	1150	710	3220	7.53

*Põlevkivi põhiparameetrite modelleerimine ja tulemuste analüüs Carlsoni tarkvara abil ID 2560*

PA_nr	F2	F1	E	D_E	D	C_D	C	B_C	B	A1_B	A1	A/A1	A	F1-A
116	958	2218	2798	616	1326	0	3388	1308	4788	0	1434	633	3260	7.79
117	562	1383	2693	560	1294	0	2371	1061	4628	0	1788	633	3487	6.62
118	940	1863	2441	523	1304	0	3060	596	4811	263	1740	633	3442	7.12
119	935	1075	2706	576	1607	555	3018	1007	4763	0	1773	559	3695	7.44
120	896	1773	3020	535	1665	456	3281	1004	4236	0	1634	494	2692	7.52
121	822	1905	3167	581	1579	0	2629	1119	4397	0	1785	633	3297	7.74
122	1052	2474	2861	567	1833	0	3541	789	4919	100	1612	633	3838	8.37
123	920	2150	2706	817	1424	0	3115	615	4347	249	1275	633	3442	8.06
124	877	1851	2836	530	1540	0	3154	847	4667	0	955	392	3605	7.17
125	1118	1390	2765	468	1554	0	2897	996	4113	0	1594	633	3494	6.96
126	786	2227	2611	586	1570	0	3451	676	4198	0	1719	591	3227	8.04
127	900	1900	2700	600	1500	0	2900	800	4300	0	1600	600	3400	6.95
128	1119	1993	2286	648	1285	230	3475	845	4725	234	1595	633	3431	7.92
129	809	2048	2900	477	1327	0	3768	857	5214	0	1240	633	3445	8.00
130	915	1778	2717	668	1879	0	3175	598	4856	0	1967	633	2807	7.35
131	1083	2049	3095	608	1457	0	3509	910	4305	284	1180	633	3187	8.66
132	997	2453	2546	518	1433	0	2737	849	4650	0	1565	633	3283	7.62
133	962	2329	2745	616	1209	0	3492	819	4505	0	1738	633	3618	7.97
134	972	2221	2236	605	1733	0	3031	686	4735	0	1330	633	4065	7.83
135	870	1900	2120	548	1827	0	3115	480	5070	50	1270	558	3650	7.25
136	1046	2014	2842	454	1592	0	3385	814	4742	0	1235	633	3572	7.49
137	899	2174	2661	625	1334	0	3570	979	3610	0	1412	633	3567	8.02
138	767	2507	3294	616	1313	0	3261	1162	4341	50	1515	633	3473	7.91
139	738	1701	3057	490	1343	0	3363	688	4634	0	1431	633	3122	7.15
140	983	1993	2706	475	1873	0	3115	857	4268	0	1920	466	3442	7.10
141	1135	2197	2400	658	1504	0	3755	1269	4513	263	1230	633	3634	7.75
142	1023	2003	2310	665	1778	0	3291	394	4385	50	1642	633	3877	7.40
143	744	1804	3139	363	1282	0	2755	771	4557	50	1633	599	3490	7.64

Põlevkivi põhiparameetrite modelleerimine ja tulemuste analüüs Carlsoni tarkvara abil ID 2560

PA_nr	F2	F1	E	D_E	D	C_D	C	B_C	B	A1_B	A1	A/A1	A	F1-A
144	969	2193	2574	616	1447	0	3211	641	4570	50	1583	633	3546	7.86
145	884	2233	2643	751	1508	0	2978	514	4722	50	1668	513	3442	7.75
146	1025	2015	2932	735	1653	0	2806	750	4284	267	1607	633	3459	7.58
147	915	2103	2721	538	1675	0	3040	846	4009	50	1561	482	3443	7.33
148	983	2484	2706	417	1607	0	3053	966	3860	256	1853	754	3337	7.42
149	675	1903	2995	746	1750	0	3115	833	4378	50	1636	633	2789	7.32
150	769	1821	2788	773	1527	0	2920	802	4104	50	1777	407	3787	7.24
151	945	2084	2712	584	1368	0	3038	587	3850	48	1704	615	3123	7.28
154	1009	1797	2272	547	1667	0	3115	957	4426	50	1668	633	3893	7.59
155														
156														
157	869	1488	3043	637	1498	0	3115	624	4180	50	1856	633	3756	7.64
158	875	1834	1912	657	1642	0	3408	1140	4762	50	1620	633	3405	7.09
159	1058	2079	2896	775	1749	0	3527	1040	4764	50	1925	633	3124	7.94
160														
166														
keskm	934	1951	2663	598	1608	12	3103	741	4410	40	1643	549	3453	7
S	161	271	303	92	224	73	333	295	431	83	252	189	283	0.49
D	25990	73454	91779	8416	50314	5279	111166	87226	185786	6971	63735	35540	79901	147869
t	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	2
Xmin	615	1415	2063	417	1164	-132	2443	156	3557	-125	1143	176	2893	1482
Xmax	1253	2488	3263	780	2053	156	3763	1326	5264	206	2143	922	4012	3005
MIN	562	1075	1912	363	1141	0	2241	0	2679	0	955	0	2692	926
MAX	1622	2507	3415	850	2414	555	4087	1308	5214	306	2717	860	4552	3230.18

Kütvus on asendatud kihi keskmisega

LISA 3. I UURINGUVÄLJA MAHUMASSI MAATRIKS

Mahumassi maatriks														
PA_NR	F2	F1	E	D_E	D	C_D	C	B_C	B	A1_B	A1	A/A1	A	A-F1
34														
35														
37	1.97	1.71	1.47	2.38	1.73	2.53	1.32	2.38	1.17	2.38	1.45	2.38	1.36	1.76
38	2.06	1.59	1.58	2.38	1.69	2.53	1.42	2.38	1.17	2.38	1.40	2.38	1.27	1.84
39	2.06	1.62	1.44	2.38	1.65	2.53	1.43	2.38	1.39	2.38	1.44	2.38	1.34	1.86
40	1.99	1.68	1.42	2.38	1.63	2.53	1.37	2.38	1.27	2.38	1.36	2.38	1.24	1.85
41	1.71	1.68	1.55	2.38	1.66	2.53	1.28	2.38	1.28	2.38	1.50	2.38	1.38	1.70
42	1.82	1.67	1.55	2.38	1.65	2.53	1.54	2.38	1.34	2.38	1.43	2.38	1.43	1.90
43	1.92	1.80	1.69	2.38	1.55	2.53	1.45	2.38	1.55	2.38	1.37	2.38	1.37	1.92
45	1.78	1.69	1.54	2.38	1.61	2.53	1.36	2.38	1.27	2.38	1.45	2.14	1.44	1.88
46	1.99	1.75	1.52	2.38	1.64	2.53	1.52	2.38	1.27	2.38	1.32	2.38	1.44	1.85
49	2.09	1.89	1.61	2.38	1.71	2.53	1.47	2.38	1.36	2.38	1.41	2.38	1.42	1.98
52	2.08	1.74	1.56	2.05	1.65	2.53	1.50	2.11	1.20	2.38	1.41	2.18	1.38	1.84
53	1.99	1.67	1.54	2.15	1.76	2.53	1.56	2.05	1.40	2.38	1.51	2.14	1.38	1.90
55	2.08	1.72	1.60	2.13	1.72	2.53	1.47	2.00	1.26	2.38	1.46	2.19	1.40	1.86
56	1.95	1.66	1.47	2.11	1.66	2.53	1.40	2.08	1.20	2.25	1.43	2.10	1.37	1.79
57	2.08	1.76	1.62	2.19	1.65	2.53	1.41	1.97	1.16	2.36	1.43	2.19	1.37	1.86
58	1.88	1.67	1.60	2.18	1.68	2.53	1.45	2.07	1.37	2.38	1.45	2.04	1.48	1.85
59	2.15	1.83	1.49	2.13	1.78	2.53	1.56	2.01	1.26	2.38	1.43	2.12	1.35	1.84
60	2.04	1.63	1.54	2.11	1.82	2.53	1.49	1.98	1.21	2.38	1.45	2.12	1.43	1.80
61	2.10	1.67	1.49	2.18	1.67	2.53	1.54	2.04	1.24	2.38	1.45	2.12	1.39	1.81
62	1.99	1.68	1.51	2.17	1.77	2.53	1.44	2.06	1.35	2.38	1.45	2.12	1.41	1.86
63	1.99	1.68	1.53	2.13	1.71	2.53	1.44	2.17	1.21	2.26	1.45	2.15	1.48	1.86

*Põlevkivi põhiparameetrite modelleerimine ja tulemuste analüüs Carlsoni tarkvara abil ID 2560*

PA_NR	F2	F1	E	D_E	D	C_D	C	B_C	B	A1_B	A1	A/A1	A	A-F1
64	2.05	1.75	1.58	2.11	1.71	2.53	1.38	2.05	1.29	2.38	1.43	2.12	1.38	1.88
65	1.97	1.86	1.53	2.13	1.72	2.53	1.42	2.07	1.26	2.38	1.48	2.19	1.41	1.92
66	2.04	1.69	1.59	2.10	1.72	2.53	1.43	2.08	1.18	2.38	1.44	2.09	1.40	1.86
67	2.12	1.67	1.60	2.12	1.71	2.53	1.37	2.09	1.22	2.26	1.50	2.12	1.40	1.77
68	2.07	1.70	1.57	2.12	1.71	2.53	1.35	2.07	1.26	2.38	1.49	2.12	1.39	1.82
69	2.10	1.69	1.69	2.15	1.75	2.53	1.57	2.08	1.21	2.38	1.45	2.12	1.37	1.85
70	2.11	1.81	1.59	2.16	1.67	2.53	1.34	2.09	1.24	2.38	1.45	2.18	1.38	1.87
71	2.07	1.69	1.55	2.12	1.70	2.53	1.54	1.96	1.26	2.38	1.44	2.10	1.35	1.88
72	2.03	1.65	1.65	2.16	1.66	2.53	1.51	2.13	1.26	2.38	1.49	2.23	1.41	1.88
73	2.08	1.73	1.59	2.12	1.77	2.53	1.49	2.08	1.32	2.38	1.50	2.12	1.38	1.87
74	2.07	1.68	1.60	2.11	1.69	2.53	1.44	2.07	1.33	2.38	1.42	2.18	1.38	1.91
75	1.93	1.69	1.65	2.14	1.68	2.53	1.55	2.07	1.38	2.38	1.46	2.14	1.38	1.93
76	2.05	1.68	1.51	2.07	1.71	2.53	1.41	1.96	1.35	2.38	1.44	2.14	1.34	1.85
77	1.89	1.68	1.55	2.19	1.64	2.53	1.34	2.00	1.21	2.28	1.43	2.12	1.37	1.78
78	1.92	1.65	1.54	2.05	1.68	2.53	1.48	2.00	1.24	2.36	1.42	2.07	1.34	1.81
79	2.09	1.69	1.41	2.13	1.62	2.53	1.41	2.05	1.26	2.36	1.44	2.12	1.34	1.81
80	2.04	1.59	1.59	2.14	1.73	2.53	1.44	2.04	1.26	2.36	1.45	2.12	1.38	1.87
81	2.11	1.80	1.59	2.18	1.71	2.53	1.46	2.15	1.23	2.36	1.44	2.08	1.37	1.85
82	2.08	1.61	1.55	2.17	1.73	2.53	1.45	2.14	1.32	2.36	1.42	2.18	1.40	1.85
83														
84	1.99	1.68	1.54	2.17	1.76	2.53	1.44	2.05	1.21	2.38	1.47	2.13	1.39	1.86
85	1.99	1.68	1.51	2.16	1.75	2.53	1.60	2.04	1.20	2.38	1.46	2.19	1.43	1.90
87	2.04	1.70	1.67	2.12	1.62	2.53	1.44	2.12	1.17	2.26	1.42	2.12	1.35	1.85
89	1.94	1.68	1.54	2.13	1.68	2.53	1.48	2.10	1.23	2.38	1.45	2.17	1.30	1.88
90	1.96	1.68	1.53	2.13	1.75	2.53	1.44	2.06	1.18	2.38	1.44	2.12	1.40	1.82
91	1.99	1.68	1.44	2.10	1.79	2.53	1.48	2.11	1.21	2.38	1.45	2.12	1.33	1.82
93														

*Põlevkivi põhiparameetrite modelleerimine ja tulemuste analüüs Carlsoni tarkvara abil ID 2560*

PA_NR	F2	F1	E	D_E	D	C_D	C	B_C	B	A1_B	A1	A/A1	A	A-F1
94	1.99	1.68	1.68	2.12	1.72	2.53	1.36	2.08	1.40	2.38	1.45	2.12	1.40	1.89
95	2.03	1.82	1.55	2.13	1.71	2.53	1.49	2.08	1.23	2.38	1.47	2.12	1.39	1.86
96	1.99	1.68	1.54	2.11	1.71	2.53	1.44	2.11	1.28	2.38	1.45	2.13	1.36	1.85
97	2.10	1.68	1.59	2.18	1.75	2.53	1.44	2.05	1.28	2.38	1.44	2.10	1.40	1.85
98	1.95	1.77	1.57	2.13	1.64	2.53	1.50	2.03	1.26	2.38	1.43	2.12	1.38	1.89
99	2.03	1.72	1.62	2.15	1.75	2.53	1.62	1.96	1.27	2.38	1.47	2.19	1.39	1.94
100	2.07	1.71	1.62	2.17	1.68	2.53	1.44	2.05	1.34	2.38	1.46	2.15	1.41	1.87
101	2.04	1.75	1.58	2.15	1.67	2.53	1.44	2.12	1.31	2.38	1.44	2.19	1.39	1.90
102	2.10	1.67	1.70	2.16	1.70	2.53	1.42	2.03	1.16	2.38	1.53	2.16	1.37	1.87
103	1.95	1.58	1.53	2.10	1.77	2.53	1.45	2.11	1.23	2.38	1.45	2.13	1.39	1.80
104	1.94	1.70	1.54	2.14	1.72	2.53	1.44	1.99	1.27	2.38	1.44	2.12	1.36	1.85
105	2.11	1.65	1.54	2.14	1.73	2.53	1.46	2.11	1.26	2.38	1.44	2.13	1.38	1.84
106	1.96	1.70	1.52	2.14	1.79	2.53	1.38	2.11	1.27	2.38	1.47	2.17	1.39	1.85
107	2.00	1.67	1.51	2.12	1.77	2.53	1.45	2.10	1.26	2.38	1.45	2.18	1.38	1.82
109	1.97	1.61	1.45	2.15	1.68	2.53	1.45	2.15	1.28	2.38	1.42	2.10	1.35	1.82
110	2.10	1.80	1.55	2.16	1.72	2.53	1.52	1.98	1.26	2.38	1.45	2.12	1.38	1.85
111	2.08	1.91	1.54	2.16	1.77	2.53	1.44	2.15	1.28	2.38	1.45	2.20	1.42	1.93
112	1.99	1.59	1.60	2.15	1.67	2.53	1.48	2.03	1.25	2.38	1.43	2.05	1.37	1.81
113	2.55	2.43	2.41	2.38	2.16	2.53	2.42	2.38	2.40	2.38	1.70	2.38	2.16	2.58
114	2.05	1.68	1.57	2.13	1.66	2.53	1.43	2.08	1.27	2.38	1.46	2.15	1.37	1.86
115	1.99	1.68	1.49	2.10	1.73	2.53	1.45	2.05	1.26	2.38	1.52	2.10	1.42	1.84
116	1.98	1.63	1.52	2.13	1.78	2.53	1.39	1.90	1.21	2.38	1.48	2.12	1.41	1.81
117	2.18	1.86	1.54	2.15	1.78	2.53	1.59	1.98	1.23	2.38	1.43	2.12	1.38	1.91
118	1.99	1.72	1.60	2.16	1.78	2.53	1.45	2.14	1.21	2.27	1.44	2.12	1.38	1.86
119	1.99	1.96	1.54	2.14	1.71	2.26	1.46	2.00	1.21	2.38	1.43	2.15	1.35	1.85
120	2.01	1.74	1.48	2.16	1.70	2.31	1.41	2.00	1.28	2.38	1.45	2.17	1.50	1.85
121	2.05	1.71	1.45	2.14	1.72	2.53	1.54	1.96	1.26	2.38	1.43	2.12	1.40	1.81

*Põlevkivi põhiparameetrite modelleerimine ja tulemuste analüüs Carlsoni tarkvara abil ID 2560*

PA_NR	F2	F1	E	D_E	D	C_D	C	B_C	B	A1_B	A1	A/A1	A	A-F1
122	1.94	1.57	1.51	2.15	1.66	2.53	1.36	2.07	1.19	2.34	1.45	2.12	1.33	1.76
123	2.00	1.64	1.54	2.06	1.75	2.53	1.44	2.13	1.27	2.27	1.50	2.12	1.38	1.80
124	2.02	1.72	1.51	2.16	1.73	2.53	1.43	2.05	1.22	2.38	1.55	2.21	1.36	1.86
125	1.91	1.86	1.53	2.18	1.72	2.53	1.48	2.00	1.30	2.38	1.46	2.12	1.38	1.87
126	2.06	1.62	1.56	2.14	1.72	2.53	1.38	2.11	1.29	2.38	1.44	2.14	1.42	1.80
127	2.01	1.71	1.54	2.14	1.74	2.53	1.48	2.06	1.27	2.38	1.46	2.14	1.39	1.88
128	1.91	1.68	1.63	2.12	1.79	2.41	1.37	2.05	1.22	2.28	1.46	2.12	1.39	1.80
129	2.05	1.67	1.50	2.18	1.78	2.53	1.33	2.05	1.16	2.38	1.50	2.12	1.38	1.80
130	2.00	1.74	1.54	2.11	1.65	2.53	1.43	2.14	1.20	2.38	1.41	2.12	1.48	1.84
131	1.92	1.67	1.46	2.13	1.75	2.53	1.37	2.03	1.27	2.26	1.51	2.12	1.42	1.75
132	1.96	1.57	1.57	2.17	1.75	2.53	1.51	2.05	1.23	2.38	1.46	2.12	1.41	1.82
133	1.98	1.60	1.53	2.13	1.80	2.53	1.37	2.06	1.24	2.38	1.44	2.12	1.36	1.80
134	1.97	1.63	1.64	2.13	1.68	2.53	1.45	2.10	1.21	2.38	1.49	2.12	1.30	1.80
135	2.02	1.71	1.67	2.15	1.66	2.53	1.44	2.18	1.17	2.36	1.50	2.15	1.35	1.86
136	1.94	1.68	1.51	2.19	1.71	2.53	1.39	2.06	1.21	2.38	1.50	2.12	1.37	1.82
137	2.01	1.64	1.55	2.13	1.77	2.53	1.36	2.01	1.38	2.38	1.48	2.12	1.37	1.79
138	2.07	1.56	1.43	2.13	1.78	2.53	1.41	1.95	1.27	2.36	1.47	2.12	1.38	1.81
139	2.09	1.76	1.47	2.18	1.77	2.53	1.39	2.10	1.23	2.38	1.48	2.12	1.43	1.85
140	1.97	1.68	1.54	2.18	1.65	2.53	1.44	2.05	1.28	2.38	1.41	2.19	1.38	1.86
141	1.90	1.63	1.60	2.11	1.73	2.53	1.33	1.92	1.24	2.27	1.51	2.12	1.36	1.82
142	1.95	1.68	1.63	2.11	1.67	2.53	1.41	2.21	1.26	2.36	1.45	2.12	1.32	1.82
143	2.08	1.73	1.46	2.23	1.79	2.53	1.51	2.07	1.24	2.36	1.45	2.14	1.38	1.82
144	1.98	1.63	1.57	2.13	1.75	2.53	1.42	2.12	1.24	2.36	1.46	2.12	1.37	1.79
145	2.02	1.62	1.55	2.08	1.73	2.53	1.46	2.17	1.22	2.36	1.45	2.17	1.38	1.82
146	1.95	1.68	1.49	2.09	1.70	2.53	1.50	2.08	1.27	2.26	1.45	2.12	1.38	1.83
147	2.00	1.65	1.54	2.16	1.70	2.53	1.45	2.05	1.31	2.36	1.46	2.18	1.38	1.86
148	1.97	1.56	1.54	2.20	1.71	2.53	1.45	2.01	1.34	2.27	1.42	2.08	1.40	1.85

*Põlevkivi põhiparameetrite modelleerimine ja tulemuste analüüs Carlsoni tarkvara abil ID 2560*

<b>PA_NR</b>	<b>F2</b>	<b>F1</b>	<b>E</b>	<b>D_E</b>	<b>D</b>	<b>C_D</b>	<b>C</b>	<b>B_C</b>	<b>B</b>	<b>A1_B</b>	<b>A1</b>	<b>A/A1</b>	<b>A</b>	<b>A-F1</b>
<b>149</b>	2.12	1.71	1.48	2.08	1.68	2.53	1.44	2.05	1.26	2.36	1.45	2.12	1.48	1.84
<b>150</b>	2.07	1.73	1.52	2.07	1.73	2.53	1.48	2.06	1.30	2.36	1.43	2.21	1.34	1.86
<b>151</b>	1.99	1.66	1.54	2.14	1.77	2.53	1.45	2.14	1.34	2.36	1.44	2.13	1.43	1.86
<b>153</b>														
<b>154</b>	1.96	1.73	1.63	2.15	1.70	2.53	1.44	2.01	1.26	2.36	1.45	2.12	1.32	1.72
<b>155</b>														
<b>156</b>														
<b>157</b>	2.02	1.82	1.47	2.12	1.74	2.53	1.44	2.13	1.29	2.36	1.42	2.12	1.34	1.82
<b>158</b>	2.02	1.72	1.72	2.11	1.70	2.53	1.39	1.95	1.21	2.36	1.45	2.12	1.39	1.86
<b>159</b>	1.94	1.66	1.50	2.07	1.68	2.53	1.37	1.99	1.21	2.36	1.41	2.12	1.43	1.80
<b>160</b>														
<b>166</b>														
<b>keskm</b>	2.01	1.70	1.56	2.16	1.72	2.52	1.45	2.09	1.27	2.36	1.45	2.16	1.39	
<b>S</b>	0.09	0.10	0.10	0.08	0.07	0.04	0.11	0.11	0.13	0.04	0.04	0.08	0.09	
<b>D</b>	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.00	0.00	0.01	0.01	
<b>t</b>	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	
<b>Xmin</b>	1.83	1.50	1.35	2.00	1.59	2.46	1.23	1.87	1.02	2.29	1.37	2.00	1.22	
<b>Xmax</b>	2.19	1.91	1.77	2.32	1.85	2.59	1.68	2.32	1.52	2.43	1.53	2.31	1.56	
<b>MIN</b>	1.71	1.56	1.41	2.05	1.55	2.26	1.28	1.90	1.16	2.25	1.32	2.04	1.24	
<b>MAX</b>	2.55	2.43	2.41	2.38	2.16	2.53	2.42	2.38	2.40	2.38	1.70	2.38	2.16	



LISA 4. I UURINGUVÄLJA MAHUMASSI MAATRIKS

Massitootluse maatriks														
PA_NR	F2	F1	E	D_E	D	C_D	C	B_C	B	A1_B	A1	A/A1	A	A-F1
35														
37	0.63	0.58	0.88	0.17	0.12	0.66	0.56	0.52	0.42	0.45	0.10	0.00	0.11	4.78
38	0.45	0.73	0.71	0.12	0.10	0.78	0.54	0.21	0.28	0.52	0.10	0.00	0.17	4.53
39	0.41	0.71	0.81	0.17	0.10	0.76	0.62	0.50	0.53	0.50	0.20	0.00	0.17	5.44
40	0.60	0.50	0.64	0.17	0.08	0.58	0.64	0.57	0.48	0.50	0.11	0.12	0.14	4.90
41	0.39	0.67	0.62	0.12	0.10	0.53	0.45	0.33	0.45	0.45	0.08	0.00	0.10	4.07
42	0.64	0.67	0.78	0.12	0.10	0.51	0.77	0.57	0.44	0.40	0.11	0.07	0.20	5.13
43	0.58	0.54	1.02	0.17	0.09	0.66	0.80	0.55	0.54	0.48	0.16	0.00	0.15	5.47
45	0.53	0.59	0.77	0.12	0.11	0.61	0.64	0.50	0.41	0.50	0.07	0.11	0.19	4.98
46	0.60	0.53	0.84	0.19	0.10	0.66	0.68	0.40	0.51	0.36	0.17	0.00	0.14	4.90
49	0.40	0.76	0.97	0.10	0.14	0.89	0.59	0.67	0.41	0.50	0.10	0.10	0.16	5.70
52	0.56	0.77	0.94	0.08	0.08	0.68	0.90	0.25	0.36	0.50	0.10	0.11	0.11	5.20
53	0.60	0.37	0.94	0.13	0.16	0.66	0.69	0.55	0.42	0.45	0.12	0.11	0.11	5.04
55	0.37	0.58	0.99	0.09	0.17	0.66	0.66	0.32	0.37	0.33	0.12	0.09	0.15	4.89
56	0.53	0.41	0.91	0.11	0.12	0.63	0.76	0.46	0.43	0.38	0.13	0.08	0.16	4.97
57	0.56	0.58	0.97	0.13	0.13	0.76	0.61	0.49	0.36	0.45	0.11	0.07	0.18	5.20
58	0.41	0.47	0.96	0.09	0.22	0.51	0.60	0.62	0.56	0.48	0.13	0.04	0.18	5.19
59	0.43	0.55	0.88	0.09	0.14	0.71	0.62	0.36	0.50	0.43	0.17	0.00	0.16	4.95
60	0.45	0.57	0.97	0.06	0.16	0.63	0.61	0.52	0.42	0.48	0.09	0.00	0.19	4.97
61	0.76	0.35	0.98	0.11	0.10	0.71	0.71	0.35	0.52	0.48	0.17	0.00	0.17	4.99
62	0.68	0.61	0.72	0.15	0.14	0.71	0.59	0.47	0.47	0.45	0.19	0.00	0.14	4.97
63	0.58	0.52	0.81	0.06	0.12	0.76	0.72	0.20	0.36	0.45	0.12	0.13	0.13	4.76
64	0.61	0.54	0.92	0.08	0.15	0.73	0.50	0.37	0.41	0.45	0.13	0.06	0.17	4.88
65	0.73	0.58	0.77	0.15	0.14	0.73	0.56	0.39	0.40	0.50	0.13	0.13	0.13	5.00

*Põlevkivi põhiparameetrite modelleerimine ja tulemuste analüüs Carlsoni tarkvara abil ID 2560*

PA_NR	F2	F1	E	D_E	D	C_D	C	B_C	B	A1_B	A1	A/A1	A	A-F1
66	0.43	0.57	0.94	0.06	0.15	0.76	0.66	0.48	0.44	0.45	0.10	0.10	0.20	5.31
67	0.66	0.57	0.96	0.08	0.17	0.56	0.70	0.33	0.52	0.45	0.18	0.00	0.14	4.99
68	0.72	0.60	0.71	0.15	0.10	0.66	0.54	0.52	0.59	0.55	0.13	0.00	0.17	5.01
69	0.67	0.51	0.84	0.13	0.12	0.56	0.55	0.52	0.53	0.43	0.07	0.04	0.16	4.75
70	0.63	0.63	0.87	0.15	0.10	0.71	0.60	0.38	0.51	0.50	0.12	0.13	0.17	5.28
71	0.60	0.49	0.85	0.17	0.12	0.73	0.66	0.41	0.48	0.43	0.13	0.13	0.16	5.18
72	0.69	0.53	0.92	0.06	0.08	0.73	0.69	0.30	0.50	0.50	0.13	0.09	0.14	5.06
73	0.73	0.66	0.85	0.08	0.16	0.68	0.70	0.27	0.53	0.48	0.15	0.08	0.14	5.15
74	0.48	0.45	0.93	0.08	0.10	0.78	0.51	0.44	0.45	0.43	0.10	0.13	0.14	4.91
75	0.44	0.47	0.97	0.09	0.10	0.78	0.61	0.39	0.54	0.43	0.15	0.09	0.17	5.18
76	0.45	0.55	0.89	0.06	0.10	0.78	0.56	0.37	0.49	0.50	0.11	0.09	0.13	4.99
77	0.55	0.50	0.85	0.11	0.12	0.56	0.73	0.44	0.39	0.46	0.14	0.02	0.16	4.81
78	0.44	0.51	0.89	0.08	0.10	0.58	0.86	0.38	0.50	0.47	0.13	0.10	0.16	5.16
79	0.63	0.49	0.69	0.09	0.06	0.63	0.68	0.41	0.38	0.38	0.17	0.00	0.21	4.57
80	0.75	0.33	0.95	0.11	0.16	0.68	0.65	0.47	0.38	0.47	0.10	0.06	0.21	4.95
81	0.46	0.47	0.83	0.11	0.10	0.68	0.76	0.41	0.48	0.50	0.07	0.06	0.21	5.01
82	0.67	0.61	0.90	0.11	0.10	0.71	0.64	0.45	0.50	0.50	0.09	0.11	0.14	5.19
84	0.42	0.66	0.92	0.13	0.14	0.68	0.52	0.37	0.42	0.43	0.15	0.09	0.17	5.07
85	0.46	0.42	0.95	0.13	0.14	0.76	0.72	0.49	0.38	0.52	0.12	0.13	0.16	5.33
87	0.65	0.48	0.84	0.06	0.15	0.58	0.58	0.47	0.39	0.45	0.17	0.00	0.18	4.68
89	0.66	0.35	0.83	0.11	0.07	0.68	0.81	0.46	0.44	0.45	0.15	0.15	0.16	5.12
90	0.49	0.54	0.76	0.04	0.07	0.73	1.01	0.43	0.31	0.45	0.20	0.00	0.17	5.09
91	0.40	0.34	0.79	0.06	0.16	0.58	0.71	0.47	0.40	0.48	0.14	0.00	0.23	4.73
92														
93														
94	0.52	0.49	0.93	0.17	0.10	0.68	0.75	0.37	0.45	0.45	0.12	0.08	0.21	5.21
95	0.65	0.55	0.79	0.19	0.07	0.76	0.57	0.46	0.54	0.43	0.19	0.00	0.13	4.98

*Põlevkivi põhiparameetrite modelleerimine ja tulemuste analüüs Carlsoni tarkvara abil ID 2560*

PA_NR	F2	F1	E	D_E	D	C_D	C	B_C	B	A1_B	A1	A/A1	A	A-F1
96	0.58	0.52	0.92	0.08	0.10	0.68	0.76	0.51	0.43	0.45	0.12	0.11	0.14	5.19
97	0.48	0.60	0.94	0.20	0.12	0.71	0.56	0.18	0.48	0.48	0.12	0.06	0.17	4.97
98	0.58	0.50	0.91	0.06	0.10	0.83	0.58	0.49	0.45	0.48	0.14	0.06	0.17	5.15
99	0.53	0.46	0.94	0.15	0.14	0.73	0.52	0.43	0.38	0.48	0.13	0.11	0.14	4.99
100	0.70	0.74	0.81	0.11	0.15	0.71	0.62	0.27	0.53	0.43	0.13	0.06	0.17	5.09
101	0.65	0.53	0.95	0.09	0.10	0.86	0.72	0.28	0.37	0.50	0.13	0.09	0.15	5.13
102	0.74	0.40	1.12	0.09	0.12	0.66	0.68	0.49	0.44	0.60	0.12	0.06	0.19	5.36
103	0.49	0.47	0.84	0.08	0.12	0.53	1.01	0.21	0.43	0.48	0.15	0.09	0.19	5.03
104	0.60	0.51	0.92	0.09	0.09	0.63	0.75	0.36	0.51	0.60	0.14	0.08	0.22	5.34
105	0.51	0.51	0.96	0.11	0.07	0.76	0.70	0.21	0.52	0.52	0.10	0.09	0.18	5.09
106	0.51	0.59	0.84	0.09	0.14	0.76	0.60	0.44	0.51	0.40	0.12	0.09	0.18	5.14
107	0.72	0.50	0.86	0.08	0.18	0.76	0.71	0.17	0.54	0.52	0.12	0.09	0.15	5.04
109	0.47	0.48	0.84	0.09	0.10	0.83	0.73	0.26	0.43	0.48	0.08	0.08	0.16	4.90
110	0.57	0.65	0.90	0.09	0.12	0.76	0.55	0.32	0.48	0.50	0.14	0.00	0.14	4.92
111	0.46	0.63	1.03	0.09	0.14	0.81	0.42	0.43	0.35	0.48	0.15	0.07	0.16	5.10
112	0.64	0.35	0.93	0.11	0.10	0.58	0.80	0.45	0.56	0.52	0.04	0.08	0.21	5.06
113	0.66	0.70	1.40	0.12	0.11	0.63	1.28	0.24	0.94	0.45	0.15	0.12	0.26	6.93
114	0.51	0.55	0.93	0.13	0.08	0.66	0.67	0.46	0.56	0.52	0.17	0.09	0.18	5.44
115	0.76	0.50	0.92	0.08	0.10	0.78	0.68	0.41	0.54	0.48	0.15	0.08	0.17	5.32
116	0.63	0.50	0.84	0.09	0.16	0.71	0.60	0.40	0.42	0.45	0.21	0.00	0.16	4.89
117	0.50	0.50	0.89	0.13	0.12	0.68	0.72	0.55	0.37	0.45	0.13	0.08	0.17	5.18
118	0.60	0.52	0.80	0.06	0.16	0.71	0.65	0.47	0.42	0.45	0.11	0.06	0.15	4.91
119	0.52	0.59	0.68	0.13	0.12	0.59	0.71	0.50	0.50	0.48	0.13	0.09	0.18	5.07
120	0.66	0.49	0.65	0.15	0.10	0.53	0.63	0.50	0.47	0.43	0.15	0.13	0.12	4.75
121	0.70	0.60	0.78	0.13	0.12	0.66	0.74	0.49	0.53	0.45	0.16	0.00	0.20	5.20
122	0.64	0.53	0.74	0.15	0.08	0.51	0.70	0.58	0.37	0.42	0.12	0.00	0.17	4.65
123	0.80	0.41	0.77	0.12	0.16	0.68	0.69	0.13	0.58	0.41	0.18	0.00	0.18	4.67

*Põlevkivi põhiparameetrite modelleerimine ja tulemuste analüüs Carlsoni tarkvara abil ID 2560*

PA_NR	F2	F1	E	D_E	D	C_D	C	B_C	B	A1_B	A1	A/A1	A	A-F1
124	0.69	0.57	0.83	0.13	0.14	0.58	0.66	0.49	0.42	0.57	0.12	0.11	0.16	5.18
125	0.67	0.56	0.87	0.11	0.10	0.66	0.50	0.42	0.47	0.48	0.17	0.00	0.17	4.84
126	0.56	0.54	0.83	0.09	0.14	0.63	0.80	0.15	0.49	0.48	0.13	0.06	0.18	4.89
127	0.66	0.51	0.89	0.13	0.14	0.63	0.44	0.52	0.59	0.60	0.13	0.11	0.14	5.20
128	0.61	0.57	0.88	0.11	0.13	0.55	0.69	0.39	0.39	0.41	0.15	0.00	0.18	4.77
129	0.80	0.63	0.63	0.13	0.11	0.56	0.65	0.39	0.36	0.40	0.21	0.00	0.17	4.61
130	0.80	0.52	0.72	0.15	0.12	0.53	0.61	0.58	0.44	0.45	0.18	0.00	0.18	4.85
131	0.58	0.72	0.78	0.13	0.16	0.51	0.68	0.24	0.59	0.45	0.17	0.00	0.17	4.92
132	0.67	0.47	0.85	0.13	0.12	0.56	0.65	0.49	0.49	0.40	0.19	0.00	0.17	4.88
133	0.63	0.54	0.78	0.13	0.11	0.53	0.66	0.49	0.46	0.50	0.17	0.00	0.18	4.90
134	0.53	0.54	0.82	0.11	0.12	0.58	0.73	0.40	0.56	0.45	0.18	0.00	0.16	4.97
135	0.65	0.60	0.75	0.13	0.10	0.56	0.63	0.28	0.39	0.42	0.10	0.06	0.16	4.53
136	0.87	0.59	0.68	0.09	0.09	0.66	0.61	0.49	0.42	0.52	0.15	0.00	0.15	4.75
137	0.56	0.51	0.81	0.11	0.14	0.58	0.62	0.16	0.66	0.52	0.15	0.00	0.16	4.74
138	0.66	0.53	0.69	0.15	0.14	0.68	0.61	0.23	0.41	0.47	0.21	0.00	0.18	4.68
139	0.63	0.56	0.75	0.20	0.16	0.61	0.59	0.55	0.43	0.55	0.18	0.00	0.17	5.08
140	0.39	0.72	0.82	0.11	0.12	0.68	0.62	0.53	0.40	0.50	0.13	0.07	0.17	5.21
141	0.55	0.68	0.72	0.11	0.12	0.56	0.61	0.52	0.37	0.50	0.20	0.00	0.20	4.99
142	0.74	0.55	0.89	0.13	0.13	0.66	0.65	0.40	0.53	0.52	0.16	0.00	0.15	5.07
143	0.48	0.73	0.76	0.16	0.11	0.53	0.74	0.44	0.50	0.45	0.15	0.06	0.17	5.15
144	0.63	0.52	0.75	0.11	0.12	0.78	0.85	0.21	0.49	0.47	0.16	0.00	0.11	4.86
145	0.54	0.49	0.82	0.12	0.12	0.68	0.88	0.22	0.43	0.42	0.09	0.11	0.14	4.85
146	0.57	0.52	0.93	0.08	0.14	0.71	0.64	0.52	0.50	0.36	0.15	0.06	0.17	5.15
147	0.56	0.60	0.81	0.13	0.12	0.66	0.65	0.39	0.53	0.45	0.20	0.07	0.17	5.20
148	0.45	0.41	0.86	0.09	0.10	0.73	0.59	0.42	0.48	0.41	0.11	0.08	0.17	4.83
149	0.45	0.56	0.79	0.17	0.15	0.71	0.56	0.41	0.44	0.47	0.16	0.00	0.16	4.91
PA_NR	F2	F1	E	D_E	D	C_D	C	B_C	B	A1_B	A1	A/A1	A	A-F1

*Põlevkivi põhiparameetrite modelleerimine ja tulemuste analüüs Carlsoni tarkvara abil ID 2560*

<b>150</b>	0.54	0.67	0.91	0.17	0.12	0.78	0.74	0.25	0.42	0.40	0.14	0.09	0.16	5.25
<b>151</b>	0.50	0.51	0.89	0.11	0.11	0.73	0.76	0.15	0.48	0.50	0.13	0.11	0.16	5.02
<b>153</b>														0.00
<b>154</b>	0.61	0.78	0.74	0.11	0.12	0.61	0.76	0.54	0.50	0.47	0.06	0.00	0.12	4.98
<b>155</b>														
<b>156</b>														
<b>157</b>	0.81	0.51	0.72	0.19	0.16	0.48	0.53	0.38	0.52	0.42	0.14	0.00	0.16	4.52
<b>158</b>	0.73	0.55	0.84	0.13	0.10	0.71	0.65	0.47	0.42	0.47	0.17	0.00	0.17	5.03
<b>159</b>	0.60	0.61	0.72	0.10	0.10	0.71	0.66	0.38	0.44	0.50	0.17	0.00	0.19	4.92
<b>160</b>														
<b>166</b>														
<b>keskm</b>	0.59	0.55	0.85	0.11	0.12	0.67	0.67	0.41	0.46	0.47	0.14	0.05	0.16	
<b>S</b>	0.11	0.09	0.11	0.03	0.03	0.09	0.12	0.12	0.08	0.05	0.04	0.05	0.03	
<b>D</b>	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	
<b>t</b>	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	
<b>Xmin</b>	0.37	0.36	0.63	0.05	0.07	0.49	0.43	0.17	0.30	0.37	0.07	-0.04	0.11	
<b>Xmax</b>	0.80	0.74	1.07	0.18	0.18	0.84	0.90	0.64	0.63	0.56	0.21	0.15	0.22	
<b>MIN</b>	0.37	0.33	0.62	0.04	0.06	0.48	0.42	0.13	0.28	0.33	0.04	0.00	0.10	
<b>MAX</b>	0.87	0.78	1.40	0.20	0.22	0.89	1.28	0.67	0.94	0.60	0.21	0.15	0.26	

LISA 5. I UURINGUVÄLJA ENERGIATOOTLUSE MAATRIKS

Energiatootluse maatriks														
PA_NR	F2	F1	E	D_E	D	C_D	C	B_C	B	A1_B	A1	A/A1	A	A-F1
35														
37	2.54	4.59	11.31	0.00	0.78	0.00	8.80	0.00	9.01	0.00	0.70	0.00	1.65	36.83
38	1.48	7.27	7.52	0.00	0.72	0.00	7.29	0.00	6.01	0.00	0.83	0.00	2.96	32.59
39	1.35	6.69	10.90	0.00	0.79	0.00	8.12	0.00	7.82	0.00	1.45	0.00	2.75	38.51
40	2.33	4.21	8.91	0.00	0.68	0.00	9.47	0.00	8.75	0.00	1.10	0.00	2.60	35.73
41	2.67	5.62	6.92	0.00	0.76	0.00	7.65	0.00	7.98	0.00	0.40	0.00	1.40	30.72
42	3.50	5.68	8.58	0.00	0.79	0.00	8.39	0.00	7.08	0.00	0.85	0.00	2.62	33.98
43	2.61	3.53	8.62	0.00	0.94	0.00	10.19	0.00	6.07	0.00	1.56	0.00	2.23	33.14
45	3.17	4.87	8.67	0.00	0.99	0.00	9.51	0.00	7.35	0.00	0.51	0.27	2.40	34.56
46	2.33	3.81	9.82	0.00	0.80	0.00	7.77	0.00	9.15	0.00	1.96	0.00	1.84	35.14
49	1.21	4.07	9.63	0.00	0.92	0.00	7.27	0.00	6.37	0.00	0.81	0.00	2.08	31.14
52	1.78	5.67	10.20	0.29	0.65	0.00	10.58	0.71	7.34	0.00	0.80	0.22	1.60	38.05
53	2.34	3.12	10.64	0.31	0.93	0.00	7.21	1.94	6.11	0.00	0.61	0.27	1.60	32.73
55	1.19	4.56	10.02	0.22	1.12	0.00	8.19	1.32	6.72	0.00	0.78	0.17	2.15	35.25
56	2.26	3.63	11.62	0.30	0.91	0.00	10.52	1.42	8.80	0.49	0.97	0.24	2.43	41.31
57	1.78	4.15	9.47	0.25	1.05	0.00	8.29	2.24	7.79	0.09	0.87	0.13	2.64	36.99
58	2.07	4.00	9.72	0.18	1.59	0.00	7.58	2.05	8.56	0.00	0.90	0.15	2.10	36.81
59	1.13	3.37	10.92	0.22	0.79	0.00	6.61	1.45	9.26	0.00	1.28	0.00	2.49	36.38
60	1.55	5.28	10.92	0.18	0.78	0.00	7.28	2.27	8.47	0.00	0.61	0.00	2.45	38.24
61	2.26	2.99	12.16	0.22	0.75	0.00	7.71	1.26	9.93	0.00	1.21	0.00	2.38	38.61
62	2.65	5.05	8.70	0.33	0.81	0.00	7.69	1.62	7.50	0.00	1.32	0.00	1.93	34.95
63	2.26	4.35	9.33	0.16	0.80	0.00	9.38	0.41	7.23	0.52	0.79	0.30	1.57	34.84
64	2.10	3.94	9.60	0.24	1.03	0.00	7.14	1.32	7.25	0.00	0.96	0.17	2.39	34.04
65	3.01	3.32	8.79	0.39	0.91	0.00	7.43	1.30	7.42	0.00	0.78	0.24	1.73	32.29

*Põlevkivi põhiparameetrite modelleerimine ja tulemuste analüüs Carlsoni tarkvara abil ID 2560*

PA_NR	F2	F1	E	D_E	D	C_D	C	B_C	B	A1_B	A1	A/A1	A	A-F1
66	1.50	4.74	9.71	0.19	1.03	0.00	8.74	1.51	9.17	0.00	0.73	0.32	2.73	38.86
67	1.85	4.84	9.72	0.23	1.15	0.00	10.28	1.01	10.35	0.52	0.98	0.00	1.95	41.02
68	2.34	4.79	7.56	0.40	0.70	0.00	8.15	1.69	10.89	0.00	0.75	0.00	2.36	37.29
69	2.02	4.19	7.24	0.30	0.73	0.00	5.70	1.65	10.63	0.00	0.50	0.11	2.43	33.49
70	1.83	4.08	9.05	0.34	0.76	0.00	9.30	1.14	9.67	0.00	0.81	0.27	2.41	37.82
71	1.94	4.02	9.44	0.45	0.83	0.00	7.27	1.93	8.79	0.00	0.92	0.36	2.50	36.53
72	2.49	4.66	8.56	0.14	0.64	0.00	8.03	0.76	9.27	0.00	0.76	0.13	1.92	34.89
73	2.28	5.03	8.65	0.22	0.91	0.00	8.33	0.84	8.81	0.00	0.81	0.23	1.99	35.83
74	1.55	3.79	9.45	0.23	0.72	0.00	6.53	1.41	7.37	0.00	0.78	0.27	1.99	32.54
75	1.98	3.90	9.01	0.21	0.74	0.00	6.46	1.29	8.07	0.00	0.94	0.21	2.39	33.22
76	1.55	4.66	10.59	0.21	0.70	0.00	7.74	1.74	7.68	0.00	0.84	0.21	2.11	36.48
77	2.66	4.21	9.49	0.21	0.93	0.00	11.10	1.83	7.72	0.44	1.06	0.06	2.43	39.47
78	2.01	4.56	10.12	0.29	0.73	0.00	10.39	1.58	9.41	0.10	1.02	0.33	2.52	41.04
79	1.91	4.03	9.85	0.22	0.55	0.00	9.30	1.47	6.95	0.08	1.24	0.00	3.39	37.08
80	2.65	3.30	9.84	0.27	0.99	0.00	8.40	1.70	6.96	0.10	0.71	0.17	2.99	35.41
81	1.35	3.09	8.57	0.22	0.70	0.00	9.55	0.94	9.31	0.10	0.52	0.19	3.05	36.25
82	2.09	5.85	9.96	0.24	0.66	0.00	8.14	1.09	8.37	0.10	0.66	0.22	1.96	37.24
84	1.64	5.47	10.46	0.28	0.81	0.00	6.75	1.32	8.50	0.00	0.93	0.22	2.38	37.13
85	1.79	3.51	11.37	0.29	0.84	0.00	7.07	1.77	7.80	0.00	0.75	0.25	2.05	35.71
87	2.30	3.82	7.38	0.17	1.25	0.00	7.50	1.24	8.25	0.52	1.34	0.00	2.72	34.19
89	2.88	2.95	9.36	0.27	0.49	0.00	9.87	1.37	8.57	0.00	0.99	0.32	2.65	36.85
90	2.05	4.49	8.85	0.11	0.42	0.00	13.12	1.47	6.42	0.00	1.47	0.00	2.34	38.69
91	1.56	2.81	10.71	0.19	0.85	0.00	8.61	1.28	7.98	0.00	1.01	0.00	3.64	37.07
92														
93														
94	2.03	4.07	8.00	0.46	0.67	0.00	11.14	1.18	6.50	0.00	0.78	0.23	2.94	35.97
95	2.34	3.43	8.75	0.49	0.46	0.00	6.74	1.45	10.47	0.00	1.21	0.00	1.77	34.78

*Põlevkivi põhiparameetrite modelleerimine ja tulemuste analüüs Carlsoni tarkvara abil ID 2560*

PA_NR	F2	F1	E	D_E	D	C_D	C	B_C	B	A1_B	A1	A/A1	A	A-F1
96	2.26	4.35	10.46	0.24	0.69	0.00	9.94	1.42	7.75	0.00	0.81	0.27	2.06	38.00
97	1.44	5.10	9.66	0.39	0.74	0.00	7.29	0.66	8.68	0.00	0.82	0.18	2.34	35.86
98	2.51	3.46	9.82	0.16	0.81	0.00	6.88	1.86	8.35	0.00	1.07	0.17	2.39	34.96
99	1.88	3.60	9.22	0.35	0.85	0.00	4.87	2.02	6.89	0.00	0.84	0.21	1.99	30.85
100	2.30	5.80	7.87	0.23	1.12	0.00	8.03	0.95	8.65	0.00	0.87	0.15	2.31	35.98
101	2.26	3.82	9.99	0.20	0.76	0.00	9.32	0.73	6.19	0.00	0.93	0.17	2.16	34.28
102	2.19	3.41	9.36	0.19	0.84	0.00	9.14	1.82	9.56	0.00	0.55	0.14	2.83	37.83
103	2.10	4.77	9.74	0.24	0.70	0.00	12.98	0.60	8.33	0.00	0.99	0.22	2.77	41.35
104	2.64	4.12	10.50	0.21	0.57	0.00	9.76	1.53	9.18	0.00	1.02	0.23	3.28	40.40
105	1.49	4.52	10.77	0.26	0.44	0.00	8.80	0.60	9.49	0.00	0.73	0.22	2.60	38.43
106	2.14	4.80	9.78	0.21	0.76	0.00	8.52	1.24	9.15	0.00	0.74	0.18	2.58	37.97
107	2.74	4.26	10.27	0.23	1.00	0.00	9.10	0.49	9.96	0.00	0.80	0.17	2.21	38.50
109	1.95	4.61	11.19	0.20	0.73	0.00	9.23	0.60	7.77	0.00	0.68	0.25	2.50	37.77
110	1.68	4.27	10.00	0.19	0.79	0.00	6.20	1.39	8.78	0.00	1.01	0.00	2.01	34.64
111	1.43	3.23	11.74	0.19	0.79	0.00	5.44	0.99	6.13	0.00	1.00	0.12	2.09	31.72
112	2.52	3.48	9.42	0.26	0.75	0.00	9.66	1.69	10.55	0.00	0.33	0.29	3.02	39.46
114	1.75	4.68	9.93	0.33	0.64	0.00	8.88	1.45	10.07	0.00	1.16	0.20	2.63	39.96
115	2.95	4.25	11.42	0.24	0.66	0.00	8.72	1.47	10.00	0.00	0.73	0.25	2.29	40.03
116	2.54	4.68	9.80	0.22	0.89	0.00	8.47	2.19	8.48	0.00	1.24	0.00	2.12	38.09
117	1.18	2.90	10.08	0.30	0.68	0.00	7.12	2.46	7.14	0.00	0.96	0.23	2.41	34.29
118	2.35	4.02	8.15	0.14	0.88	0.00	8.35	1.17	8.50	0.50	0.84	0.17	2.19	34.91
119	2.03	2.65	7.67	0.31	0.81	1.37	9.02	2.10	9.90	0.00	0.96	0.20	2.71	37.70
120	2.49	3.62	8.22	0.34	0.71	1.01	8.70	2.10	8.41	0.00	0.99	0.27	1.35	35.73
121	2.39	4.76	10.38	0.31	0.79	0.00	8.11	2.30	9.74	0.00	1.18	0.00	2.72	40.29
122	2.82	5.52	8.85	0.36	0.64	0.00	10.31	1.91	7.61	0.18	0.79	0.00	2.78	38.93
123	3.08	3.70	8.72	0.42	0.94	0.00	9.01	0.33	10.60	0.43	0.96	0.00	2.59	37.69
124	2.52	4.40	9.88	0.29	0.89	0.00	8.69	1.74	8.13	0.00	0.49	0.18	2.46	37.17



*Põlevkivi põhiparameetrite modelleerimine ja tulemuste analüüs Carlsoni tarkvara abil ID 2560*

PA_NR	F2	F1	E	D_E	D	C_D	C	B_C	B	A1_B	A1	A/A1	A	A-F1
125	3.13	3.24	10.08	0.21	0.67	0.00	6.11	1.75	8.05	0.00	1.17	0.00	2.42	33.70
126	1.83	5.00	9.03	0.21	0.90	0.00	11.55	0.42	8.60	0.00	0.93	0.16	2.49	39.29
127	2.50	4.07	10.10	0.32	0.87	0.00	5.39	1.73	10.54	0.00	0.88	0.27	1.98	36.15
128	2.86	4.77	8.43	0.29	0.67	0.53	10.00	1.38	7.70	0.40	0.97	0.00	2.59	37.73
129	2.71	5.44	7.65	0.26	0.59	0.00	10.25	1.39	7.83	0.00	1.09	0.00	2.39	36.90
130	3.07	3.89	8.22	0.41	0.91	0.00	8.16	1.44	9.03	0.00	1.51	0.00	2.09	35.66
131	2.62	6.15	10.05	0.33	0.96	0.00	10.05	0.93	10.55	0.54	0.82	0.00	2.28	42.65
132	2.79	4.84	9.05	0.28	0.74	0.00	7.46	1.75	9.55	0.00	1.24	0.00	2.32	37.22
133	2.55	5.30	8.98	0.33	0.55	0.00	9.62	1.69	8.69	0.00	1.26	0.00	2.68	39.09
134	2.17	4.99	7.69	0.27	0.86	0.00	9.23	1.15	11.08	0.00	1.00	0.00	2.65	38.91
135	2.36	4.75	6.67	0.30	0.76	0.00	8.26	0.57	8.22	0.09	0.56	0.15	2.48	32.81
136	3.83	4.95	8.10	0.17	0.57	0.00	8.67	1.68	8.44	0.00	0.78	0.00	2.25	35.59
137	2.12	4.62	8.97	0.28	0.79	0.00	9.34	0.66	9.99	0.00	0.88	0.00	2.45	37.97
138	2.13	5.56	9.45	0.38	0.78	0.00	8.29	1.14	7.37	0.10	1.30	0.00	2.61	36.98
139	1.94	4.01	9.60	0.40	0.90	0.00	8.24	1.58	8.34	0.00	1.06	0.00	2.25	36.37
140	1.62	6.04	9.24	0.22	0.91	0.00	8.07	1.91	7.07	0.00	1.02	0.13	2.39	37.00
141	2.62	6.30	7.26	0.29	0.76	0.00	9.60	2.75	7.05	0.55	1.01	0.00	3.10	38.67
142	3.18	4.65	8.65	0.35	1.00	0.00	8.91	0.66	9.72	0.11	1.10	0.00	2.36	37.51
143	1.49	5.50	9.95	0.24	0.58	0.00	8.53	1.41	9.45	0.09	0.99	0.16	2.41	39.30
144	2.56	4.79	8.11	0.27	0.74	0.00	11.46	0.57	9.46	0.10	1.06	0.00	1.63	38.20
145	2.01	4.55	9.10	0.39	0.77	0.00	10.96	0.47	8.42	0.09	0.61	0.23	1.99	37.58
146	2.43	4.38	11.37	0.26	0.94	0.00	7.57	1.63	8.92	0.41	0.98	0.17	2.40	39.03
147	2.15	5.24	9.28	0.29	0.83	0.00	8.32	1.38	8.83	0.09	1.34	0.13	2.39	38.12
148	1.86	4.23	9.77	0.15	0.69	0.00	7.60	1.71	7.78	0.44	0.88	0.26	2.35	35.85
149	1.26	4.49	9.85	0.52	1.11	0.00	7.32	1.43	8.10	0.10	1.09	0.00	1.91	35.91
150	1.73	5.14	10.66	0.54	0.77	0.00	9.02	0.83	7.15	0.08	1.07	0.15	2.54	37.96
151	1.97	4.49	10.13	0.26	0.61	0.00	9.61	0.37	7.77	0.10	0.93	0.27	2.06	36.59

*Põlevkivi põhiparameetrite modelleerimine ja tulemuste analüüs Carlsoni tarkvara abil ID 2560*

PA_NR	F2	F1	E	D_E	D	C_D	C	B_C	B	A1_B	A1	A/A1	A	A-F1
154	2.56	5.87	6.99	0.25	0.83	0.00	9.94	2.18	9.31	0.10	0.40	0.00	1.94	37.81
155														
156														
157	2.94	3.18	9.20	0.51	0.98	0.00	6.94	1.00	9.03	0.09	1.11	0.00	2.53	34.56
158	2.66	4.24	6.75	0.35	0.70	0.00	9.29	2.24	8.45	0.10	1.18	0.00	2.38	35.69
159	2.66	5.35	8.74	0.34	0.74	0.00	9.68	1.64	8.70	0.10	1.37	0.00	2.43	39.08
160														
166														
keskm	0.59	0.55	0.85	0.11	0.12	0.67	0.67	0.41	0.46	0.47	0.14	0.05	0.16	
S	0.11	0.09	0.11	0.03	0.03	0.09	0.12	0.12	0.08	0.05	0.04	0.05	0.03	
D	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	
t	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	
Xmin	0.37	0.36	0.63	0.05	0.07	0.49	0.43	0.17	0.30	0.37	0.07	-0.04	0.11	
Xmax	0.80	0.74	1.07	0.18	0.18	0.84	0.90	0.64	0.63	0.56	0.21	0.15	0.22	
MIN	0.37	0.33	0.62	0.04	0.06	0.48	0.42	0.13	0.28	0.33	0.04	0.00	0.10	
MAX	0.87	0.78	1.40	0.20	0.22	0.89	1.28	0.67	0.94	0.60	0.21	0.15	0.26	

LISA 6. II UURINGUVÄLJA PAKSUSE MAATRIKS

PA_NR	F2	F1	E	D_E	D	C_D	C	B_C	B	A1_B	A1	A/A1	A	A-F1
1	0.31	0.27	0.55	0.08	0.07	0.28	0.46	0.06	0.33	0.21	0.03	0.03	0.1	2.47
2	0.3	0.3	0.5	0.08	0.03	0.24	0.45	0.1	0.3	0.2	0.08	0.05	0.1	2.43
3	0.36	0.34	0.6	0.06	0.12	0.25	0.39	0.15	0.38	0.25	0.12	0.04	0.12	2.82
4	0.18	0.37	0.55	0.07	0.08	0.25	0.4	0.08	0.3	0.19	0.07	0.03	0.08	2.47
5	0.21	0.46	0.5	0.07	0.07	0.27	0.43	0.16	0.25	0.24	0.09	0.05	0.1	2.69
6	0.35	0.3	0.67	0.06	0.06	0.29	0.42	0.15	0.25	0.21	0.09	0.04	0.11	2.65
7	0.33	0.3	0.51	0.06	0.03	0.29	0.45	0.06	0.24	0.16	0.09	0.05	0.15	2.39
8	0.2	0.36	0.43	0.08	0.07	0.29	0.27	0.06	0.25	0.25	0.14	0.05	0.15	2.40
9	0.3	0.33	0.52	0.07	0.08	0.26	0.44	0.13	0.36	0.2	0.09	0.05	0.11	2.64
10	0.36	0.36	0.5	0.09	0.05	0.34	0.25	0.1	0.32	0.15	0.09	0.05	0.09	2.39
11	0.22	0.35	0.62	0.06	0.07	0.32	0.39	0.14	0.32	0.18	0.1	0.05	0.12	2.45
12	0.34	0.32	0.53	0.08	0.06	0.34	0.38	0.18	0.4	0.22	0.11	0.04	0.12	2.51
13	0.34	0.33	0.55	0.04	0.09	0.29	0.37	0.2	0.38	0.22	0.11	0.04	0.11	2.73
14	0.3	0.4	0.55	0.03	0.1	0.27	0.35	0.13	0.37	0.15	0.1	0.04	0.11	2.60
15	0.33	0.27	0.58	0.09	0.1	0.26	0.35	0.27	0.35	0.18	0.1	0.04	0.11	2.70
16	0.26	0.46	0.45	0.05	0.06	0.29	0.4	0.1	0.38	0.19	0.11	0.04	0.1	2.63
17	0.2	0.4	0.55	0.05	0.1	0.25	0.4	0.1	0.4	0.17	0.07	0.04	0.12	2.65
18	0.17	0.43	0.5	0.07	0.08	0.31	0.49	0.15	0.35	0.22	0.06	0.07	0.1	2.83
19	0.3	0.28	0.55	0.04	0.06	0.3	0.46	0.11	0.4	0.18	0.06	0.04	0.1	2.58
20	0.35	0.45	0.55	0.04	0.09	0.3	0.37	0.08	0.4	0.15	0.11	0.04	0.12	2.70
21	0.38	0.35	0.53	0.05	0.07	0.3	0.47	0.08	0.39	0.18	0.1	0.05	0.1	2.67
22	0.25	0.4	0.55	0.05	0.07	0.31	0.4	0.1	0.45	0.17	0.09	0.04	0.1	2.73
23	0.39	0.36	0.52	0.05	0.06	0.24	0.44	0.06	0.35	0.15	0.07	0.02	0.11	2.3
24	0.4	0.33	0.45	0.07	0.07	0.28	0.55	0.07	0.4	0.2	0.07	0.04	0.12	2.65
25	0.3	0.35	0.55	0.09	0.07	0.25	0.5	0.08	0.4	0.16	0.1	0.05	0.1	2.70

Põlevkivi põhiparameetrite modelleerimine ja tulemuste analüüs Carlsoni tarkvara abil ID 2560

PA_NR	F2	F1	E	D_E	D	C_D	C	B_C	B	A1_B	A1	A/A1	A	A-F1
26	0.2	0.3	0.51	0.06	0.06	0.3	0.27	0.2	0.32	0.21	0.09	0.03	0.1	2.45
27	0.34	0.31	0.6	0.07	0.08	0.3	0.45	0.07	0.35	0.18	0.1	0.04	0.11	2.66
28	0.3	0.35	0.6	0.07	0.07	0.29	0.47	0.1	0.35	0.12	0.14	0.03	0.12	2.71
29	0.3	0.4	0.55	0.08	0.07	0.3	0.45	0.15	0.4	0.2	0.1	0.04	0.11	2.85
30	0.25	0.33	0.57	0.06	0.07	0.3	0.56	0.06	0.26	0.17	0.12	0.03	0.12	2.65
31	0.3	0.35	0.57	0.07	0.1	0.3	0.52	0.08	0.32	0.19	0.1	0.04	0.11	2.50
32	0.35	0.35	0.55	0.04	0.06	0.34	0.4	0.09	0.35	0.22	0.1	0.04	0.11	2.65
keskm	0.30	0.35	0.54	0.06	0.07	0.29	0.42	0.11	0.35	0.19	0.09	0.04	0.11	2.65
S	0.06	0.05	0.05	0.02	0.02	0.03	0.07	0.05	0.05	0.03	0.02	0.01	0.01	
D	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
t	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	
Xmin	0.17	0.25	0.44	0.03	0.03	0.23	0.27	0.01	0.24	0.13	0.05	0.02	0.08	
Xmax	0.42	0.45	0.64	0.10	0.11	0.34	0.56	0.21	0.45	0.25	0.14	0.06	0.14	
MIN	0.17	0.27	0.43	0.03	0.03	0.24	0.25	0.06	0.24	0.12	0.03	0.02	0.08	
MAX	0.40	0.46	0.67	0.09	0.12	0.34	0.56	0.27	0.45	0.25	0.14	0.07	0.15	

	Parameeter on asendatud gridi väärtusega. Asendatud väärtuste summa võrdub esialgsete andmete summana
	Anomaalselt suur paksus
	Parameeter on asendatud gridi väärtusega, mille tõttu muutus põlevkivikihi paksus muutub
	Kütteväärtus on asendatud kihi keskmisega

LISA 7. II UURINGUVÄLJA KÜTVUSE MAATRIKS

PA_NR	F2	F1	E	D_E	D	C_D	C	B_C	B	A1_B	A1	A/A1	A	A-F1
1	1159	1882	2317	600	1399	0	2315	50	3443	0	1000	633	1285	6.38
2	1159	1882	2066	600	1787	0	2406	50	3999	0	1000	633	2642	6.49
3	1000	1412	3262	530	1437	0	2544	100	4088	0	1488	780	2703	7.16
4	1147	1668	2704	480	1688	0	2645	0	4088	0	1577	510	3802	7.28
5	1365	1412	3390	880	1524	0	2229	125	4658	0	1663	560	3626	6.62
6	1386	1449	3060	600	1965	0	2419	50	3903	0	1511	633	3704	6.94
7	1512	2242	2230	600	2909	0	1990	50	4023	0	1638	633	3602	6.84
8	1000	2393	2923	600	1889	0	3576	50	4088	0	1488	633	3028	7.24
9	1512	2380	2777	600	2053	0	2922	50	3878	0	1000	633	3652	7.65
10	1032	1761	2192	600	1613	0	2539	50	4658	0	1625	633	2972	6.44
11	1109	1600	2746	600	2053	0	2179	50	4606	0	1424	633	1786	6.69
12	933	1958	2532	725	1713	0	2620	0	4700	0	1688	700	3010	7.05
13	1159	1882	2456	600	1613	0	2846	50	4759	0	1625	633	3028	7.03
14	933	1827	3123	600	1940	0	3236	50	4206	0	1565	633	3224	8.07
15	1298	2318	3422	600	1462	0	3651	50	4088	0	1588	633	3626	7.76
16	946	1902	2446	600	1323	0	2539	50	3161	0	1663	633	2755	6.69
17	820	1550	2380	600	1260		1610	50	4710	180	1610	633	3590	6.99
18	1050	2030	2320	600	2540	0	2410	50	4750	0	1750	633	3028	6.92
keskm	1140	1864	2686	612	1787	0	2593	51	4211	10	1495	634	3059	
S	203	319	427		424	0	514		465	42	241	52	675	
D	41157	101966	182509		179388	0	264284		216088	1800	58055	2738	455308	
t	1.98	1.98	1.98		1.98	1.98	1.98		1.98	1.98	1.98		1.98	
Xmin	738	1232	1840		948	0	1575		3291	-74	1018		1723	
Xmax	1542	2496	3532		2626	0	3611		5132	94	1972		4395	

Põlevkivi põhiparameetrite modelleerimine ja tulemuste analüüs Carlsoni tarkvara abil ID 2560

PA_NR	F2	F1	E	D_E	D	C_D	C	B_C	B	A1_B	A1	A/A1	A	A-F1
MIN	820	1412	2066		1260	0	1610		3161	0	1000	510	1285	
MAX	1512	2393	3422		2909	0	3651		4759	180	1750	780	3802	

Kütvus on asendatud kihi keskmisega

LISA 8. II UURINGUVÄLJA MAHUMASSI MAATRIKS

PA_NR	F2	F1	E	D_E	D	C_D	C	B_C	B	A1_B	A1	A/A1	A	A-F1
1	1.89	1.71	1.62	2.14	1.76	2.53	1.61	2.36	1.40	2.38	1.54	2.12	1.79	1.82
2	1.89	1.71	1.68	2.14	1.67	2.53	1.58	2.36	1.32	2.38	1.54	2.12	1.51	1.80
3	1.96	1.85	1.43	2.16	1.75	2.53	1.55	2.34	1.30	2.38	1.47	2.07	1.50	1.75
4	1.90	1.77	1.54	2.18	1.69	2.53	1.53	2.38	1.30	2.38	1.46	2.17	1.33	1.76
5	1.81	1.85	1.41	2.04	1.73	2.53	1.63	2.32	1.22	2.38	1.45	2.15	1.36	1.79
6	1.80	1.84	1.47	2.14	1.64	2.53	1.58	2.36	1.33	2.38	1.47	2.12	1.35	1.78
7	1.75	1.62	1.64	2.14	1.47	2.53	1.69	2.36	1.31	2.38	1.45	2.12	1.36	1.79
8	1.96	1.58	1.50	2.14	1.65	2.53	1.36	2.36	1.30	2.38	1.47	2.12	1.45	1.75
9	1.75	1.59	1.52	2.14	1.62	2.53	1.48	2.36	1.33	2.38	1.54	2.12	1.35	1.73
10	1.95	1.74	1.65	2.14	1.71	2.53	1.56	2.36	1.22	2.38	1.45	2.12	1.46	1.81
11	1.91	1.79	1.53	2.14	1.62	2.53	1.64	2.36	1.23	2.38	1.48	2.12	1.67	1.79
12	1.99	1.69	1.58	2.09	1.69	2.53	1.54	2.38	1.22	2.38	1.44	2.10	1.45	1.78
13	1.89	1.71	1.59	2.14	1.71	2.53	1.49	2.36	1.21	2.38	1.45	2.12	1.45	1.77
14	1.99	1.73	1.46	2.14	1.64	2.53	1.42	2.36	1.29	2.38	1.46	2.12	1.42	1.70
15	1.84	1.60	1.41	2.14	1.74	2.53	1.34	2.36	1.30	2.38	1.46	2.12	1.36	1.72
16	1.99	1.71	1.59	2.14	1.78	2.53	1.56	2.36	1.45	2.38	1.45	2.12	1.49	1.79
17	2.05	1.81	1.61	2.14	1.79	2.53	1.79	2.36	1.22	2.30	1.45	2.12	1.36	1.78
18	1.94	1.67	1.62	2.14	1.53	2.53	1.58	2.36	1.21	2.38	1.44	2.12	1.45	1.78
keskm	1.90	1.72	1.55	2.13	1.68	2.53	1.55	2.36	1.29	2.38	1.47	2.12	1.45	
S	0.08	0.09	0.09	0.03	0.09	0.00	0.11	0.01	0.07	0.02	0.03	0.02	0.12	

*Põlevkivi põhiparameetrite modelleerimine ja tulemuste analüüs Carlsoni tarkvara abil ID 2560*

PA_NR	F2	F1	E	D_E	D	C_D	C	B_C	B	A1_B	A1	A/A1	A	A-F1
D	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	
t	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	
Xmin	1.74	1.55	1.38	2.07	1.51	2.53	1.33	2.33	1.15	2.34	1.40	2.09	1.22	
Xmax	2.07	1.89	1.72	2.19	1.85	2.53	1.77	2.38	1.42	2.41	1.54	2.16	1.68	
MIN	1.75	1.58	1.41	2.04	1.47	2.53	1.34	2.32	1.21	2.30	1.44	2.07	1.33	
MAX	2.05	1.85	1.68	2.18	1.79	2.53	1.79	2.38	1.45	2.38	1.54	2.17	1.79	

LISA 9. II UURINGUVÄLJA MASSITOOTLUSE MAATRIKS

PA_NR	F2	F1	E	D_E	D	C_D	C	B_C	B	A1_B	A1	A/A1	A	A-F1
1	0.59	0.46	0.89	0.17	0.12	0.71	0.74	0.14	0.46	0.50	0.05	0.06	0.18	4.49
2	0.57	0.51	0.84	0.17	0.05	0.61	0.71	0.24	0.39	0.48	0.12	0.11	0.15	4.38
3	0.71	0.63	0.86	0.13	0.21	0.63	0.61	0.35	0.50	0.60	0.18	0.08	0.18	4.95
4	0.34	0.66	0.85	0.15	0.14	0.63	0.61	0.19	0.39	0.45	0.10	0.07	0.11	4.34
5	0.38	0.85	0.71	0.14	0.12	0.68	0.70	0.37	0.31	0.57	0.13	0.11	0.14	4.82
6	0.63	0.55	0.98	0.13	0.10	0.73	0.66	0.35	0.33	0.50	0.13	0.08	0.15	4.71
7	0.58	0.49	0.84	0.13	0.04	0.73	0.76	0.14	0.31	0.38	0.13	0.11	0.20	4.27
8	0.39	0.57	0.64	0.17	0.12	0.73	0.37	0.14	0.33	0.60	0.21	0.11	0.22	4.19
9	0.53	0.52	0.79	0.15	0.13	0.66	0.65	0.31	0.48	0.48	0.14	0.11	0.15	4.56
10	0.70	0.63	0.83	0.19	0.09	0.86	0.39	0.24	0.39	0.36	0.13	0.11	0.13	4.33
11	0.42	0.63	0.95	0.13	0.11	0.81	0.64	0.33	0.39	0.43	0.15	0.11	0.20	4.87
12	0.68	0.54	0.84	0.17	0.10	0.86	0.58	0.43	0.49	0.52	0.16	0.08	0.17	4.95
13	0.64	0.56	0.88	0.09	0.15	0.73	0.55	0.47	0.46	0.52	0.16	0.08	0.16	4.82
14	0.60	0.69	0.80	0.06	0.16	0.68	0.50	0.31	0.48	0.36	0.15	0.08	0.16	4.43
15	0.61	0.43	0.81	0.19	0.17	0.66	0.47	0.64	0.46	0.43	0.15	0.08	0.15	4.64
16	0.52	0.78	0.72	0.11	0.11	0.73	0.62	0.24	0.55	0.45	0.16	0.08	0.15	4.71
17	0.41	0.72	0.89	0.11	0.18	0.63	0.72	0.24	0.49	0.39	0.10	0.08	0.16	4.71

*Põlevkivi põhiparameetrite modelleerimine ja tulemuste analüüs Carlsoni tarkvara abil ID 2560*

<b>PA_NR</b>	<b>F2</b>	<b>F1</b>	<b>E</b>	<b>D_E</b>	<b>D</b>	<b>C_D</b>	<b>C</b>	<b>B_C</b>	<b>B</b>	<b>A1_B</b>	<b>A1</b>	<b>A/A1</b>	<b>A</b>	<b>A-F1</b>
<b>18</b>	0.33	0.72	0.81	0.15	0.12	0.78	0.78	0.35	0.42	0.52	0.09	0.15	0.14	5.04
<b>keskm</b>	0.53	0.61	0.83	0.14	0.12	0.72	0.61	0.30	0.42	0.47	0.13	0.09	0.16	
<b>S</b>	0.13	0.11	0.08	0.04	0.04	0.08	0.12	0.13	0.07	0.07	0.04	0.02	0.03	
<b>D</b>	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	
<b>t</b>	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	
<b>Xmin</b>	0.29	0.38	0.67	0.07	0.04	0.56	0.38	0.05	0.28	0.33	0.06	0.06	0.11	
<b>Xmax</b>	0.78	0.83	0.99	0.21	0.21	0.87	0.85	0.56	0.57	0.62	0.21	0.13	0.22	
<b>MIN</b>	0.33	0.43	0.64	0.06	0.04	0.61	0.37	0.14	0.31	0.36	0.05	0.06	0.11	
<b>MAX</b>	0.71	0.85	0.98	0.19	0.21	0.86	0.78	0.64	0.55	0.60	0.21	0.15	0.22	



LISA 10. II UURINGUVÄLJA ENERGIATOOTLUSE MAATRIKS

PA_NR	F2	F1	E	D_E	D	C_D	C	B_C	B	A1_B	A1	A/A1	A	A-F1
1	2.85	3.64	8.66	0.43	0.72	0.00	7.16	0.03	6.68	0.00	0.19	0.17	0.96	28.65
2	2.75	4.05	7.28	0.43	0.38	0.00	7.18	0.05	6.61	0.00	0.52	0.28	1.67	28.44
3	2.96	3.71	11.74	0.29	1.26	0.00	6.46	0.15	8.47	0.00	1.10	0.27	2.04	35.49
4	1.64	4.58	9.59	0.31	0.96	0.00	6.79	0.00	6.69	0.00	0.67	0.14	1.70	31.42
5	2.17	5.03	10.01	0.53	0.77	0.00	6.53	0.19	5.97	0.00	0.91	0.25	2.06	32.25
6	3.66	3.34	12.62	0.32	0.81	0.00	6.73	0.07	5.43	0.00	0.84	0.23	2.30	32.69
7	3.66	4.56	7.83	0.32	0.54	0.00	6.32	0.03	5.31	0.00	0.90	0.28	3.08	29.16
8	1.64	5.71	7.87	0.43	0.91	0.00	5.49	0.03	5.57	0.00	1.28	0.28	2.75	30.34
9	3.33	5.22	9.22	0.38	1.11	0.00	7.94	0.06	7.80	0.00	0.58	0.28	2.28	34.87
10	3.03	4.63	7.58	0.48	0.58	0.00	4.13	0.05	7.64	0.00	0.89	0.28	1.63	27.90
11	1.95	4.20	10.91	0.32	0.97	0.00	5.83	0.07	7.60	0.00	0.88	0.28	1.50	32.57
12	2.65	4.44	8.85	0.51	0.73	0.00	6.41	0.00	9.60	0.00	1.12	0.25	2.19	34.09
13	3.12	4.45	9.01	0.21	1.04	0.00	6.57	0.10	9.18	0.00	1.09	0.23	2.02	33.89
14	2.33	5.28	10.49	0.16	1.33	0.00	6.72	0.06	8.38	0.00	0.96	0.23	2.10	35.71
15	3.29	4.20	11.68	0.48	1.07	0.00	7.19	0.13	7.80	0.00	0.97	0.23	2.27	36.02
16	2.05	6.25	7.35	0.27	0.59	0.00	6.61	0.05	7.31	0.00	1.11	0.23	1.72	31.48
17	1.41	4.69	8.82	0.27	0.95	0.00	4.82	0.05	9.61	0.29	0.69	0.23	2.46	32.87
18	1.45	6.11	7.88	0.38	1.30	0.00	7.83	0.07	8.44	0.00	0.63	0.39	1.83	34.88
keskm	2.55	4.67	9.30	0.36	0.89	0.00	6.48	0.07	7.45	0.02	0.85	0.25	2.03	
S	0.75	0.81	1.63	0.10	0.27	0.00	0.95	0.05	1.37	0.07	0.27	0.05	0.48	
D	0.56	0.66	2.66	0.01	0.08	0.00	0.90	0.00	1.87	0.00	0.07	0.00	0.23	
t	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	
Xmin	1.08	3.07	6.07	0.16	0.35	0.00	4.60	-0.03	4.75	-0.12	0.32	0.14	1.07	
Xmax	4.03	6.28	12.53	0.57	1.43	0.00	8.37	0.17	10.15	0.15	1.38	0.36	2.99	

*Põlevkivi põhiparameetrite modelleerimine ja tulemuste analüüs Carlsoni tarkvara abil ID 2560*

<b>PA_NR</b>	<b>F2</b>	<b>F1</b>	<b>E</b>	<b>D_E</b>	<b>D</b>	<b>C_D</b>	<b>C</b>	<b>B_C</b>	<b>B</b>	<b>A1_B</b>	<b>A1</b>	<b>A/A1</b>	<b>A</b>	<b>A-F1</b>
<b>MIN</b>	1.41	3.34	7.28	0.16	0.38	0.00	4.13	0.00	5.31	0.00	0.19	0.14	0.96	
<b>MAX</b>	3.66	6.25	12.62	0.53	1.33	0.00	7.94	0.19	9.61	0.29	1.28	0.39	3.08	

## LISA 11. ANDMEBAAS CARLSONI TARKVARA JAOKS

Drillhole name	X, EASTING	Y, NORTHING	SURFACE ELEV	STRATA TOP DEPTH	STRATA BOTTOM DEPTH	BED NAME	STRATA	KEY/NONKEY	STRATA THICKNESS	HEATVALUE, MJ/KG
1	1577865.388	631679.448	48.92	57.44	59.91	F1-A	COAL	KEY	2.47	7.18
3	1576259.005	633381.125	53.42	64.02	66.53	F1-A	COAL	KEY	2.51	6.99
4	1583523.355	640284.295	57.46	49.77	52.4	F1-A	COAL	KEY	2.63	7.36
5	1579206.895	633076.365	50.64	56.27	58.74	F1-A	COAL	KEY	2.47	7.08
6	1577748.915	634828.165	50.09	55.95	58.53	F1-A	COAL	KEY	2.58	6.82
7	1579054.395	636116.335	51.76	55.22	57.87	F1-A	COAL	KEY	2.65	6.94
8	1581948.697	636247.962	56.13	54.12	56.51	F1-A	COAL	KEY	2.39	7.04
9	1580715.684	634633.444	52.09	54.22	56.76	F1-A	COAL	KEY	2.54	7.04
10	1583389.692	637591.46	60.68	55.07	57.61	F1-A	COAL	KEY	2.54	7.05
11	1576496.445	635976.695	47.3	56.67	59.3	F1-A	COAL	KEY	2.63	6.94
12	1578766.365	638811.375	50.06	56.5	59.22	F1-A	COAL	KEY	2.72	6.99
13	1580591.555	640523.605	54.28	53.62	56.36	F1-A	COAL	KEY	2.74	7.05
17	1577947.715	637401.785	49.5	58.67	61.3	F1-A	COAL	KEY	2.63	6.99
19	1582161.314	633011.278	57.8	54.34	56.92	F1-A	COAL	KEY	2.58	
21	1582014.575	639015.555	57.2	53.17	55.77	F1-A	COAL	KEY	2.6	
23	1582019.785	639040.615	57	56.67	59.24	F1-A	COAL	KEY	2.57	
31	1580616.925	637655.865	53.3	56.92	59.67	F1-A	COAL	KEY	2.75	
32	1580601.905	637669.485	53.1	56.77	59.42	F1-A	COAL	KEY	2.65	
34	2382511.775	122916.987	54.14	45.03	47.6	F1-A	COAL	KEY	2.57	
35	2382553.415	124866.017	50.55	43.41	45.97	F1-A	COAL	KEY	2.56	
37	2380604.945	126972.537	49.69	47.84	50.55	F1-A	COAL	KEY	2.71	7.70
38	2378494.865	123099.687	56.92	56.62	59.3	F1-A	COAL	KEY	2.68	7.20
39	2378638.705	125041.887	52.03	53.83	56.54	F1-A	COAL	KEY	2.71	7.08
40	2382396.465	120910.137	74.32	63.68	66.38	F1-A	COAL	KEY	2.7	7.30

*Põlevkivi põhiparameetrite modelleerimine ja tulemuste analüüs Carlsoni tarkvara abil ID 2560*

Drillhole name	X, EASTING	Y, NORTHING	SURFACE ELEV	STRATA TOP DEPTH	STRATA BOTTOM DEPTH	BED NAME	STRATA	KEY/NONKEY	STRATA THICKNESS	HEATVALUE, MJ/KG
41	2381390.225	122013.997	54.56	50.67	53.3	F1-A	COAL	KEY	2.63	7.56
42	2381441.865	123926.147	53.63	49.8	52.57	F1-A	COAL	KEY	2.77	6.98
43	2381650.985	125903.537	52.73	50.48	53.22	F1-A	COAL	KEY	2.74	7.18
45	2379461.845	121998.757	58	59.9	62.55	F1-A	COAL	KEY	2.65	6.94
46	2379643.855	125994.167	50.16	51.5	54.15	F1-A	COAL	KEY	2.65	7.18
49	2376456.015	123301.007	55.95	67.56	70.3	F1-A	COAL	KEY	2.74	6.72
52	2380466.935	122043.227	57.54	53.63	56.32	F1-A	COAL	KEY	2.69	7.32
53	2378523.365	122038.057	56.89	62.45	65.1	F1-A	COAL	KEY	2.65	7.31
55	2381472.485	122964.407	63.23	57.92	60.64	F1-A	COAL	KEY	2.72	7.80
56	2377485.895	123158.037	55.32	64.1	66.73	F1-A	COAL	KEY	2.63	7.21
57	2382579.445	123957.157	53.71	46.8	49.39	F1-A	COAL	KEY	2.59	7.82
58	2381041.255	123972.067	54.22	50.06	52.85	F1-A	COAL	KEY	2.79	7.11
59	2380607.735	123993.657	53.56	51.31	54	F1-A	COAL	KEY	2.69	7.39
60	2380112.145	124008.287	55.05	54.73	57.42	F1-A	COAL	KEY	2.69	7.35
61	2379070.035	124085.557	57.42	58.4	61.16	F1-A	COAL	KEY	2.76	7.69
62	2378569.635	124131.467	64.73	67.39	70.14	F1-A	COAL	KEY	2.75	7.74
63	2378058.325	124077.837	57.28	60.06	62.74	F1-A	COAL	KEY	2.68	7.23
64	2377551.055	124088.897	52.47	58.8	61.36	F1-A	COAL	KEY	2.56	7.31
65	2377062.585	124127.567	51.44	58.5	61.1	F1-A	COAL	KEY	2.6	6.97
66	2376574.005	124131.107	52.43	63.12	65.72	F1-A	COAL	KEY	2.6	6.96
67	2381069.175	124480.237	54.51	50.65	53.38	F1-A	COAL	KEY	2.73	7.31
68	2380637.955	124492.277	53.26	51.57	54.28	F1-A	COAL	KEY	2.71	7.82
69	2380103.865	124527.377	53.5	53.9	56.65	F1-A	COAL	KEY	2.75	7.44
70	2379601.495	124558.507	53.74	54.82	57.38	F1-A	COAL	KEY	2.56	7.05
71	2379066.385	124585.547	53.26	54.35	57.03	F1-A	COAL	KEY	2.68	7.17
72	2378590.845	124608.827	53.48	55.45	58.2	F1-A	COAL	KEY	2.75	7.05

*Põlevkivi põhiparameetrite modelleerimine ja tulemuste analüüs Carlsoni tarkvara abil ID 2560*

Drillhole name	X, EASTING	Y, NORTHING	SURFACE ELEV	STRATA TOP DEPTH	STRATA BOTTOM DEPTH	BED NAME	STRATA	KEY/NONKEY	STRATA THICKNESS	HEATVALUE, MJ/KG
73	2378093.165	124622.197	52.71	55.36	58.05	F1-A	COAL	KEY	2.69	6.90
74	2377575.285	124639.087	51.87	56.93	59.68	F1-A	COAL	KEY	2.75	6.96
75	2377073.155	124643.187	51.92	59.68	62.25	F1-A	COAL	KEY	2.57	6.83
76	2376588.015	124664.147	52.23	60.62	63.31	F1-A	COAL	KEY	2.69	6.82
77	2378147.885	126093.837	49.68	57.43	60.13	F1-A	COAL	KEY	2.7	7.32
78	2382093.725	124944.047	53.41	48.05	50.75	F1-A	COAL	KEY	2.7	8.01
79	2381596.165	124943.907	55.39	51.21	53.93	F1-A	COAL	KEY	2.72	7.95
80	2381101.705	125001.727	53.71	52.78	55.31	F1-A	COAL	KEY	2.53	8.11
81	2380159.265	125043.897	51.47	53.35	56	F1-A	COAL	KEY	2.65	7.16
82	2379588.755	125035.887	52.21	53.7	56.4	F1-A	COAL	KEY	2.7	7.24
83	2379112.815	125082.157	51.63	53.73	56.43	F1-A	COAL	KEY	2.7	7.18
84	2378076.035	125059.237	51.66	56.15	58.76	F1-A	COAL	KEY	2.61	
85	2377595.295	125120.557	51.64	57.53	60.26	F1-A	COAL	KEY	2.73	7.33
87	2376603.675	125147.147	52.97	61.52	64.27	F1-A	COAL	KEY	2.75	7.35
88	2382620.265	125414.697	51.58	46.65	49.18	F1-A	COAL	KEY	2.53	7.31
89	2382142.015	125436.537	51.17	46.82	49.54	F1-A	COAL	KEY	2.72	7.20
90	2381650.165	125459.127	54.17	51.15	53.94	F1-A	COAL	KEY	2.79	7.61
91	2381121.035	125467.007	52.98	50.02	52.62	F1-A	COAL	KEY	2.6	7.84
92	2380641.705	125497.207	51.88	51.55	54.25	F1-A	COAL	KEY	2.7	
93	2380158.775	125522.137	51.02	52.03	54.72	F1-A	COAL	KEY	2.69	
94	2379650.375	125571.067	50.79	52.45	55.11	F1-A	COAL	KEY	2.66	6.90
95	2379104.415	125566.127	50.36	54.05	56.73	F1-A	COAL	KEY	2.68	6.98
96	2378628.875	125613.717	49.87	55	57.71	F1-A	COAL	KEY	2.71	7.33
97	2378106.765	125594.307	49.92	56.06	58.74	F1-A	COAL	KEY	2.68	7.21
98	2377631.505	125624.327	50.93	56.37	59.09	F1-A	COAL	KEY	2.72	6.79
99	2377119.885	125636.917	49.99	60.47	63.04	F1-A	COAL	KEY	2.57	6.78

*Põlevkivi põhiparameetrite modelleerimine ja tulemuste analüüs Carlsoni tarkvara abil ID 2560*

Drillhole name	X, EASTING	Y, NORTHING	SURFACE ELEV	STRATA TOP DEPTH	STRATA BOTTOM DEPTH	BED NAME	STRATA	KEY/NONKEY	STRATA THICKNESS	HEATVALUE, MJ/KG
100	2376607.165	125647.517	50.32	60.61	63.34	F1-A	COAL	KEY	2.73	7.06
101	2376998.075	123114.277	54.32	64.59	67.29	F1-A	COAL	KEY	2.7	6.99
102	2382142.605	125903.427	50.53	47.17	49.84	F1-A	COAL	KEY	2.67	7.06
103	2381155.055	125958.717	52.29	52.45	55.18	F1-A	COAL	KEY	2.73	7.71
104	2380636.315	125987.807	51.29	51.4	54.18	F1-A	COAL	KEY	2.78	7.57
105	2380153.325	125987.077	50.95	52.73	55.5	F1-A	COAL	KEY	2.77	7.55
106	2379146.045	126077.787	49.89	54.69	57.47	F1-A	COAL	KEY	2.78	7.39
107	2378663.455	126086.497	48.95	56.68	59.44	F1-A	COAL	KEY	2.76	7.64
109	2377647.325	126135.687	48.93	57.2	59.89	F1-A	COAL	KEY	2.69	7.71
110	2377124.805	126147.367	48.74	58.68	61.34	F1-A	COAL	KEY	2.66	7.04
111	2376642.555	126172.267	49.62	61.49	64.13	F1-A	COAL	KEY	2.64	6.92
112	2381165.795	126445.977	48.08	48.09	50.88	F1-A	COAL	KEY	2.79	7.80
113	2380673.465	126439.117	50.41	49.25	51.94	F1-A	COAL	KEY	2.69	
114	2380180.275	126488.527	51.71	51.92	54.62	F1-A	COAL	KEY	2.7	7.34
115	2379675.195	126519.757	49.98	51.81	54.53	F1-A	COAL	KEY	2.72	7.53
116	2379205.865	126561.697	49.17	52.71	55.41	F1-A	COAL	KEY	2.7	7.99
117	2378757.895	126562.257	48.88	54.07	56.79	F1-A	COAL	KEY	2.72	6.92
118	2380188.875	126989.367	47.82	49.15	51.79	F1-A	COAL	KEY	2.64	7.12
119	2382465.025	121449.077	58.3	46.92	49.66	F1-A	COAL	KEY	2.74	7.44
120	2381950.805	121456.667	67.06	59.7	62.27	F1-A	COAL	KEY	2.57	7.52
121	2381450.765	121477.937	57.46	51.44	54.19	F1-A	COAL	KEY	2.75	7.74
122	2380962.695	121461.197	55.98	50.01	52.65	F1-A	COAL	KEY	2.64	8.37
123	2380443.555	121513.257	57.14	54.88	57.48	F1-A	COAL	KEY	2.6	8.06
124	2379969.195	121564.857	58.9	57.34	59.99	F1-A	COAL	KEY	2.65	7.17
125	2379454.865	121569.457	59.56	60.25	62.84	F1-A	COAL	KEY	2.59	7.36
126	2378948.715	121607.477	59.24	63.53	66.24	F1-A	COAL	KEY	2.71	7.04

*Põlevkivi põhiparameetrite modelleerimine ja tulemuste analüüs Carlsoni tarkvara abil ID 2560*

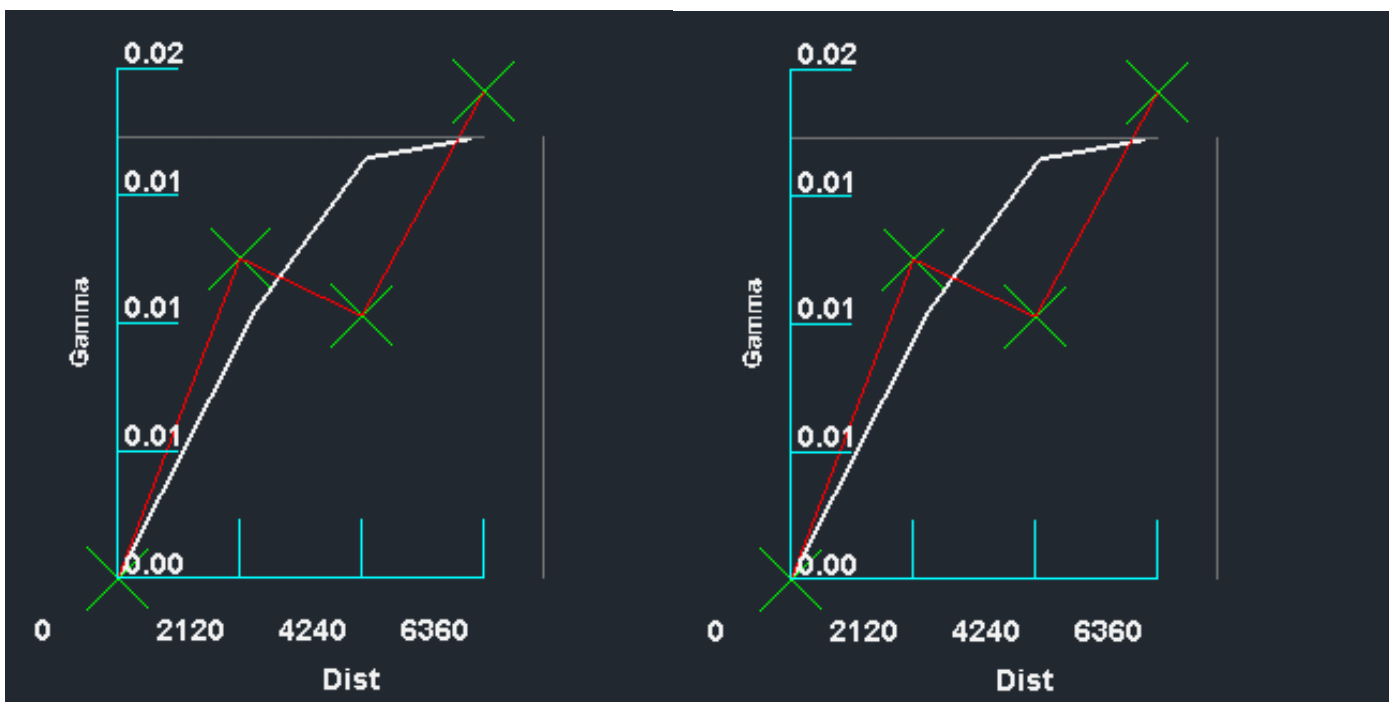
Drillhole name	X, EASTING	Y, NORTHING	SURFACE ELEV	STRATA TOP DEPTH	STRATA BOTTOM DEPTH	BED NAME	STRATA	KEY/NONKEY	STRATA THICKNESS	HEATVALUE, MJ/KG
127	2378500.345	121598.587	61.08	66.88	69.65	F1-A	COAL	KEY	2.77	6.95
128	2381962.115	121957.097	55.11	46.63	49.28	F1-A	COAL	KEY	2.65	7.92
129	2380979.745	122002.217	56.13	51.2	53.76	F1-A	COAL	KEY	2.56	8.00
130	2380000.105	122047.237	58.33	55.65	58.28	F1-A	COAL	KEY	2.63	7.35
131	2378970.195	122091.597	58.43	62.28	64.97	F1-A	COAL	KEY	2.69	7.66
132	2382502.745	122340.507	53.92	46.33	49.01	F1-A	COAL	KEY	2.68	7.62
133	2381974.455	122401.047	58.68	53.02	55.75	F1-A	COAL	KEY	2.73	7.97
134	2381494.555	122450.177	54.85	49.18	51.94	F1-A	COAL	KEY	2.76	7.83
135	2381002.485	122434.947	54.61	49.66	52.25	F1-A	COAL	KEY	2.59	7.55
136	2380506.875	122530.637	54.24	51.06	53.67	F1-A	COAL	KEY	2.61	7.49
137	2380019.265	122524.687	58.71	56.17	58.82	F1-A	COAL	KEY	2.65	7.82
138	2379509.065	122546.667	57.36	57.97	60.55	F1-A	COAL	KEY	2.58	7.71
139	2378992.805	122570.247	56.66	58.92	61.67	F1-A	COAL	KEY	2.75	7.15
140	2378505.465	122603.467	56.05	60.8	63.58	F1-A	COAL	KEY	2.78	7.10
141	2382003.255	122930.787	59.52	52.42	55.16	F1-A	COAL	KEY	2.74	7.75
142	2381027.735	122976.997	56.93	52.46	55.17	F1-A	COAL	KEY	2.71	7.40
143	2380531.645	122995.707	53.48	49.18	51.94	F1-A	COAL	KEY	2.76	7.64
144	2379995.275	123057.927	62.4	60.85	63.57	F1-A	COAL	KEY	2.72	7.86
145	2378988.405	123085.127	68.03	68.76	71.43	F1-A	COAL	KEY	2.67	7.75
146	2378025.935	123118.627	55.21	60.79	63.48	F1-A	COAL	KEY	2.69	7.58
147	2378544.845	123616.417	62.71	61.98	64.78	F1-A	COAL	KEY	2.8	7.33
148	2378046.625	123551.437	56.35	62.31	64.92	F1-A	COAL	KEY	2.61	7.42
149	2377509.525	123628.567	53.17	61.52	64.19	F1-A	COAL	KEY	2.67	7.32
150	2377049.805	123640.397	54.16	64.1	66.82	F1-A	COAL	KEY	2.72	7.24
151	2376546.585	123683.707	55.69	65.85	68.55	F1-A	COAL	KEY	2.7	7.28
153	2382596.765	124373.887	51.48	45.5	48.02	F1-A	COAL	KEY	2.52	

*Põlevkivi põhiparameetrite modelleerimine ja tulemuste analüüs Carlsoni tarkvara abil ID 2560*

Drillhole name	X, EASTHING	Y, NORTHING	SURFACE ELEV	STRATA TOP DEPTH	STRATA BOTTOM DEPTH	BED NAME	STRATA	KEY/NONKEY	STRATA THICKNESS	HEATVALUE, MJ/KG
154	2382083.095	124427.087	52.39	47.9	50.62	F1-A	COAL	KEY	2.72	7.59
155	2381558.995	124457.727	53.36	49.4	52.11	F1-A	COAL	KEY	2.71	
156	2381818.075	121040.257	63.49	56.4	59.19	F1-A	COAL	KEY	2.79	
157	2382567.585	123410.507	52.74	46.86	49.49	F1-A	COAL	KEY	2.63	7.64
158	2381557.265	123468.927	52.81	47.59	50.3	F1-A	COAL	KEY	2.71	7.09
159	2380588.115	123505.417	53.43	50.21	52.94	F1-A	COAL	KEY	2.73	7.64
160	2379590.445	123590.347	57.89	57.69	60.31	F1-A	COAL	KEY	2.62	
166	2379621.095	123086.567	63.32	62.8	65.36	F1-A	COAL	KEY	2.56	

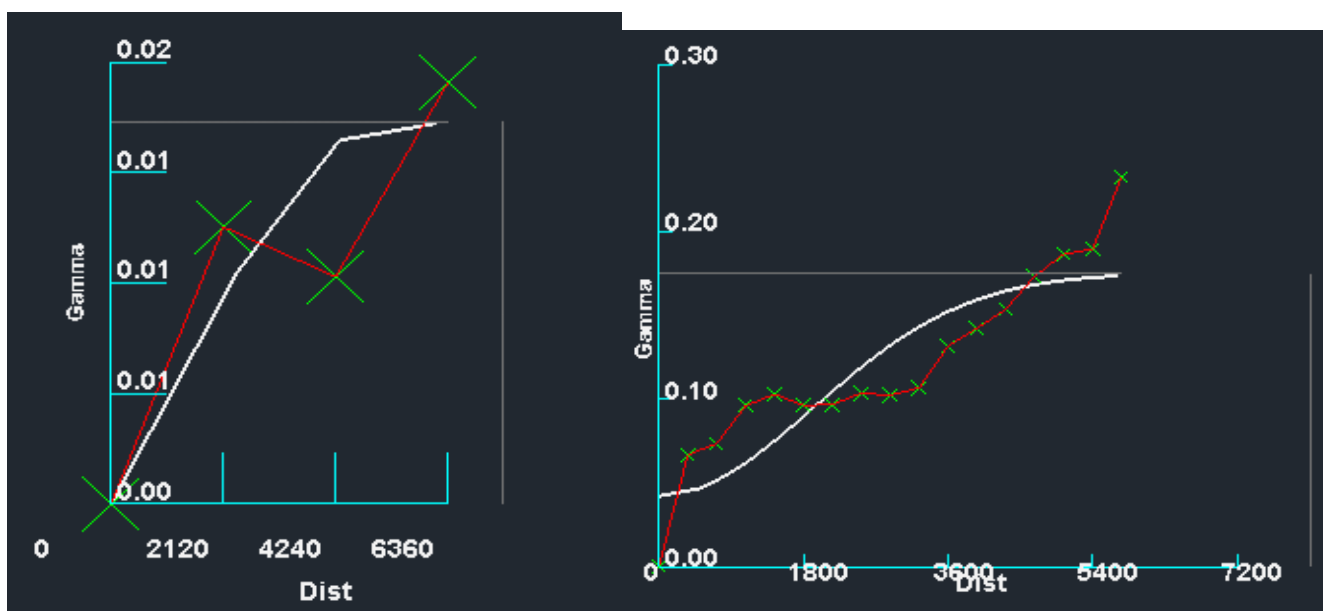


LISA 12. KRINGU VARIOGRAMMID



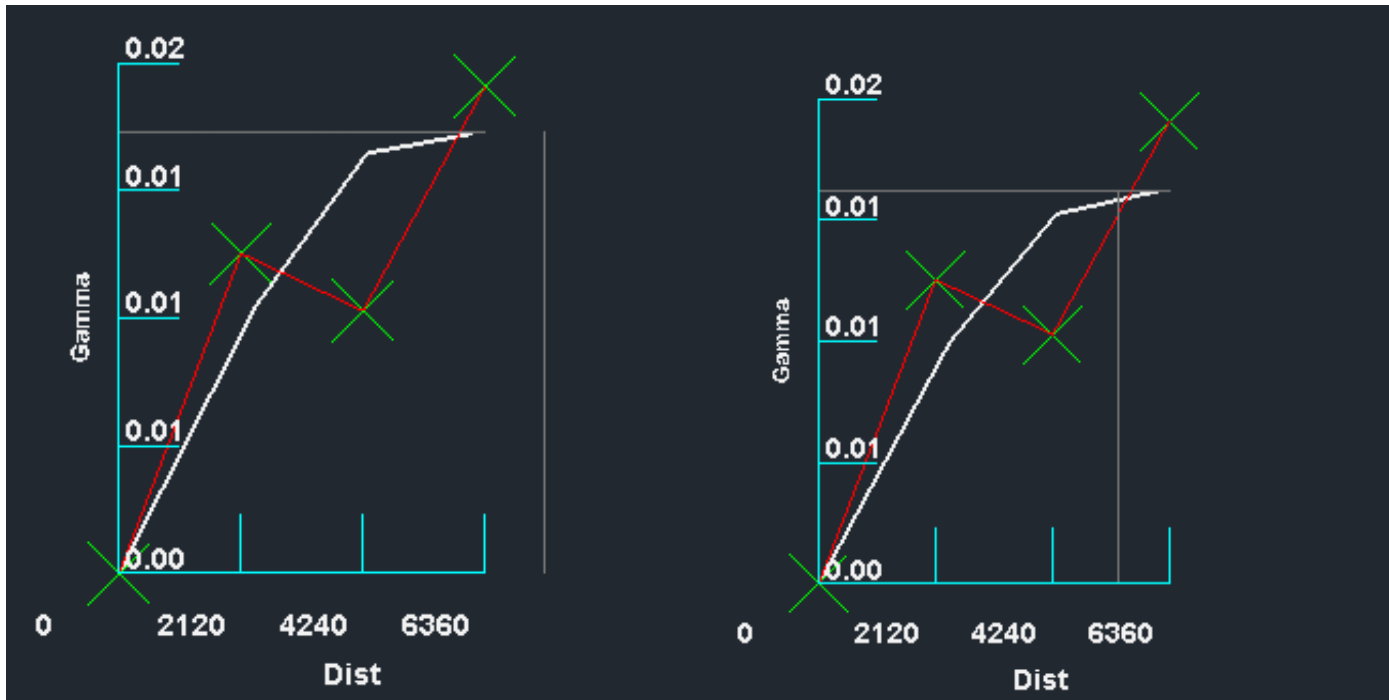
I uuringuvälja kütvuse Gaussi jaotusega variogramm

I uuringuvälja kütvuse sfäärilise jaotusega variogramm



I uuringuvälja kütvuse eksponent jaotusega variogramm

II uuringuvälja kütvuse Gaussi jaotusega variogramm



II uuringvälja kütvuse sfäärilise jaotusega variogramm    II uuringvälja kütvuse eksponent jaotusega variogramm

LISA 13. MODELLEERIMIS JÄÄKVÄÄRTUSE („RESIDUALS“) VÄLJAVÕTED

I uuringuvälja paksuse modelleerimise jääkväärtuse väljavõte

Strata	Value	Model	Mudeli standarthälve	Keskmine modelleerimise jääkväärtus	Avg	Min	Max	Samples
F1-A_KEY	Thickness	Triangulatsioon	0.08	0.07	-0.01	-	0.17	10
F1-A_KEY	Thickness	Polünoomne	0.08	0.07	-0.01	-	0.17	10
F1-A_KEY	Thickness	Inv Dist 1.00 Pwr	0.09	0.07	-0.01	-	0.22	18
F1-A_KEY	Thickness	Inv Dist 2.00 Pwr	0.08	0.06	-0.01	-	0.22	18
F1-A_KEY	Thickness	Inv Dist 3.00 Pwr	0.08	0.06	-0.01	-	0.23	18
F1-A_KEY	Thickness	LeastSq, 1.0	0.08	0.06	0.01	-	0.18	18
F1-A_KEY	Thickness	LeastSq, 2.0	0.08	0.07	0.02	-	0.18	18
F1-A_KEY	Thickness	LeastSq, 3.0	0.08	0.07	0.02	-	0.17	18
F1-A_KEY	Thickness	Kriging,spherical	0.09	0.07	-0.01	-	0.23	18
F1-A_KEY	Thickness	Kriging,exponential	0.08	0.06	0.00	-	0.22	18
F1-A_KEY	Thickness	Kriging,gaussian	1.90	1.18	0.02	-	6.09	18

*Põlevkivi põhiparameetrite modelleerimine ja tulemuste analüüs Carlsoni tarkvara abil ID 2560*

I uuringuvälja kütvuse modelleerimise jääkväärtuse väljavõte

Strata	Value	Model	Mudeli standardhälve	Keskmine modelleerimise jääkväärtus	Avg	Min	Max
F1-A_KEY	HV	Polünoomne	0.06	0.05	-	-0.14	0.03
F1-A_KEY	HV	Inv Dist 0.50 Pwr	0.11	0.08	0.04	-0.16	0.32
F1-A_KEY	HV	Inv Dist 1.00 Pwr	0.11	0.08	0.03	-0.16	0.32
F1-A_KEY	HV	Inv Dist 1.50 Pwr	0.11	0.08	0.03	-0.16	0.32
F1-A_KEY	HV	LeastSq, 1.0	0.11	0.08	-	-0.18	0.27
F1-A_KEY	HV	LeastSq, 2.0	0.11	0.08	-	-0.17	0.28
F1-A_KEY	HV	LeastSq, 3.0	0.11	0.08	-	-0.16	0.28
F1-A_KEY	HV	Kriging,spherical	0.11	0.07	0.02	-0.15	0.31
F1-A_KEY	HV	Kriging,exponential	0.12	0.08	0.01	-0.19	0.31
F1-A_KEY	HV	Kriging,gaussian	2.60	1.16	1.11	-0.10	7.36

II uuringuvälja paksuse modelleerimise jääkväärtuse väljavõte

*Põlevkivi põhiparameetrite modelleerimine ja tulemuste analüüs Carlsoni tarkvara abil ID 2560*

Strata	Value	Model	Mudeli standarthälve	Keskmine modelleerimise jääkväärtus	Avg	Min	Max
F1-A_KEY	Thickness	Triangulatsioon	0.069302	0.05654	0.00	-0.16	0.14
F1-A_KEY	Thickness	Polünoomne	0.069302	0.05654	0.00	-0.16	0.14
F1-A_KEY	Thickness	Inv Dist 1.00 Pwr	0.066298	0.05235	0.00	-0.19	0.13
F1-A_KEY	Thickness	Inv Dist 2.00 Pwr	0.064892	0.05147	0.00	-0.18	0.13
F1-A_KEY	Thickness	Inv Dist 3.00 Pwr	0.064382	0.05112	0.00	-0.17	0.14
F1-A_KEY	Thickness	LeastSq, 1.0	0.063853	0.05075	0.00	-0.18	0.13
F1-A_KEY	Thickness	LeastSq, 2.0	0.063734	0.05144	0.00	-0.16	0.12
F1-A_KEY	Thickness	LeastSq, 3.0	0.065534	0.05251	0.00	-0.18	0.11
F1-A_KEY	Thickness	Kriging,spherical	0.064834	0.05221	0.00	-0.16	0.13
F1-A_KEY	Thickness	Kriging,exponential	0.063550	0.05113	0.00	-0.16	0.12
F1-A_KEY	Thickness	Kriging,gaussian	0.074527	0.06017	0.00	-0.19	0.16

*Põlevkivi põhiparameetrite modelleerimine ja tulemuste analüüs Carlsoni tarkvara abil ID 2560*

II uuringuvälja kütvuse modelleerimise jääkväärtuse väljavõte

Strata	Value	Model	Model	Keskmine modelleerimise jääkväärtus	Avg	Min	Max
F1-A_KEY	HV	Triangulatsioon	0.30	0.25	0.02	-0.58	0.80
F1-A_KEY	HV	Polünoomne	0.30	0.25	0.02	-0.58	0.80
F1-A_KEY	HV	Inv Dist 0.50 Pwr	0.28	0.23	0.00	-0.68	0.67
F1-A_KEY	HV	Inv Dist 1.00 Pwr	0.28	0.23	0.00	-0.70	0.68
F1-A_KEY	HV	Inv Dist 1.50 Pwr	0.28	0.23	0.00	-0.73	0.68
F1-A_KEY	HV	LeastSq, 1.0	0.29	0.23	0.01	-0.85	0.71
F1-A_KEY	HV	LeastSq, 2.0	0.29	0.23	0.00	-1.06	0.77
F1-A_KEY	HV	LeastSq, 3.0	0.30	0.23	0.00	-1.15	0.78
F1-A_KEY	HV	Kriging,spherical	0.29	0.23	0.00	-0.92	0.75
F1-A_KEY	HV	Kriging,exponential	0.28	0.23	0.00	-0.89	0.74
F1-A_KEY	HV	Kriging,gaussian	0.49	0.37	0.01	-1.54	1.88