

**EESTI GEOLOOGILINE BAASKAART
GEOLOGICAL BASE MAP OF ESTONIA**

**5332
PÄRNU**

**SELETUSKIRI
(VAHEARUANNE)**

**EXPLANATION TO THE MAPS
(PRELIMINARY REPORT)**



Eesti Geoloogiakeskus
Geological Survey of Estonia

TALLINN 2017



Eesti Geoloogiakeskus
Geological Survey of Estonia

EESTI GEOLOOGILINE BAASKAART GEOLOGICAL BASE MAP OF ESTONIA

**Mõõtkava 1:50 000
1:50 000 Scale**

**5332
PÄRNU**

**VAHEARUANNE
(PRELIMINARY REPORT)**

Tallinn, 2017

Eesti Geoloogiakeskus, 2017
Kadaka tee 82
Tallinn 12618

OÜ EESTI GEOLOOGIAKESKUS

Geoloogilise kaardistamise osakond

**Kalle Suuroja
Mihkel Shtokalenko
Kuldev Ploom**

BAASKAARDI PÄRNU (5332) LEHE GEOLOOGILISE

KAARDIKOMPLEKTI KOOSTAMINE JA DIGITAALSE ANDMEBAASI LOOMINE

SELETUSKIRI

Tallinn, 2017

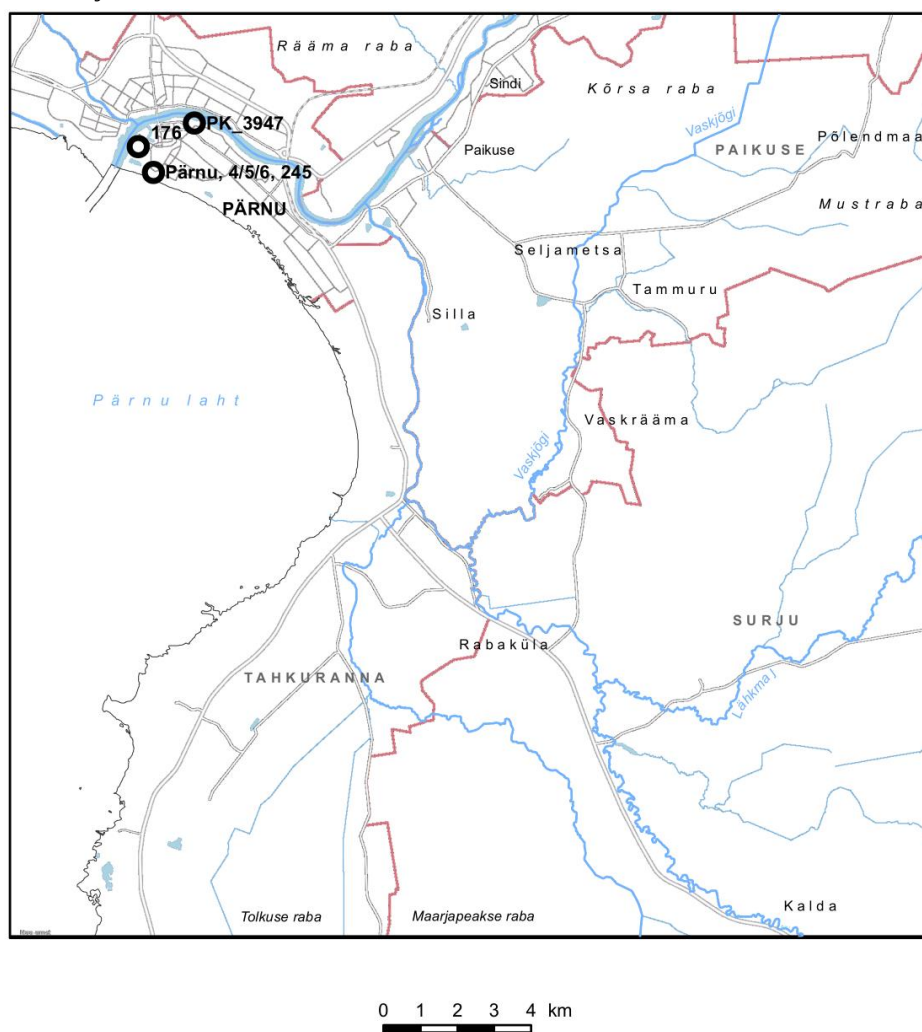
SISUKORD

SISSEJUHATUS (K. Suuroja)	7
ÜLDISELOOMUSTUS (K. Suuroja)	8
UURITUSEST (K. Suuroja)	10
GEOFÜÜSIKALISED VÄLJAD (M. Shtokalenko)	12
KASUTATUD MATERJALID	25

SISSEJUHATUS

Eesti Baaskaardi (mõõtkavas 1:50 000) Pärnu (5332) kaardilehe digitaalsete geoloogiliste kaartide komplekti koostamist alustati alles 2017. aastal. Seni on põhiliselt piirdutud olemasoleva geoloogilise informatsiooni kogumisega ja andmebaasi on kantud andmed 472 andmepunkti kohta. Neist 381 andmepunkti on üksnes kvaternaarseid settete kohta ja 91 andmepunkti on informatsiooni ka aluspõhja kohta. Andmebaasi on sisestatud informatsioon 109 varem puuritud puuraugu kohta, kusjuures 6 neist avasid aluskorra kivimeid, 37 aluspõhja kivimeid ja 66 jäid kvaternaarseid settetesse.

Kaartide topograafiliseks aluseks on Lamberti konformses koonilises projektsioonis ellipsoidil GRS-80 (Lambert-Est, lõikeparalleelid $58^{\circ} 00'$ ja $59^{\circ} 20'$) mõõtkavas 1:50 000 esitatud Eesti Baaskaart. Koordinaativõrk: L-EST97; 5 km võrk. Kõrgusjooned 10 m intervalliga Balti 1977. a kõrgussüsteemis. Kaardilehe nurgakoordinaadid on: NW 6475 000 ja 525 000; NE 6475 000 ja 550 000; SW 6450 000 ja 525 000; SE 6450 000 ja 550 000.



● Aluskorda avav puurauk. *Drillhole in the crystalline basement.*

Joonis 1. Pärnu (5332) kaardilehe ülevaatekaart

Figure 1. Schematic map of Pärnu (5332) sheet

ÜLDISELOOMUSTUS

Pärnu (5332) kaardilehe maismaa-ala on 502 km² ja akvatooriumi 123 km². Administratiivselt hõlmab kaardileht Pärnu ja Sindi linna ning Pärnu maakonna Sauga, Paikuse, Surju, Tahkuranna ja Häädemeeste valla maid. Seoses haldusreformiga ühinevad Tori, Are ja Sauga vald ning Sindi linn Tori vallaks. Pärnu linnaga on liitunud Paikuse ja Audru vald.

Maastikuliselt kuulub ala Pärnu kaardilehe ala Lääne-Eesti madaliku regiooni. Reljeef on tasane ja seda ilmestavad üksnes Pärnu, Reiu, Ura ja Vaskjõe tugevalt meandreerunud orud. Maapinna kõrgus väheneb üldjoontes kaardilehe kagunurga enam kui 30 meetrilt ümp (Lodja rabas 32 m ümp) kuni rannikumadaliku 1–2 meetrini. Ala metsasus on umbes 60% ehk tublisti üle Pärnumaa keskmise (53,6%) ja seda suuresti ala idaosa suurte metsalaamade arvel. Põllumajanduslikke kõlvikud on koondunud rohkem jõgede-ojade (Pärnu, Reiu, Ura jne) äärde.

Üle kaardilehe loodenurga kulgeb loogeldes **Pärnu jõgi**. Paikuse ja Pärnu vahemikus suubub Pärnu jõkke enam-vähem lõuna-põhja sihiliselt üle kaardilehe kulgev Reiu jõgi. Viimane on tugevasti meandreerunud ja seda eriti oma ülemjooksul. **Reiu jõgi** (pikkus 73 km, sellest kaardilehe piires u 40 km) saab alguse Lätist Soka järvest. Reiu jõkke suubuvad kirdest 26 km pikkune **Vaskjõgi** (saab alguse Sindi juurest Kärša rabast) ja edelast 50 km pikkune (sellest kaardilehe piires u 20 km) Läti piiri äärest Rakste rabast algav **Ura jõgi**.

Kaardileht on rikas soode-rabade polest. Kaardilehe põhjaosas asuvad Rääma, Lanksaare, Kõrsa, Mustraba rabad ja Sibula soo. Kaardilehe keskossa jäävad Valgeraba, Ilvese raba, Tildriraba, Surju raba ning Lutsu ja Rabametsa sood. Kaardilehe lõunapiiril on kaks suuremat raba: Tolkuse ja Maarjapeakse (Soometsa).

Pärnu jõe paremalt kaldalt Pulli küla maadel leitud artefaktid näitavad, et esimesed asukad, kalurid-kütid, jõudsid siia juba ligi 10 000 aasta eest. Keskajal oli nüüdse Pärnu kohal kaks linna: Vana-Pärnu (*Perona*) ja Uus-Pärnu (*Embeck*). Vana-Pärnust, mille Saare-Lääne piiskop oli asutanud Sauga jõe suudmesse, sai (1251) piiskopkonna keskus. Kui leedulased selle 1263. aastal maha põletasid, viidi piiskopkonna pealinn Haapsallu. Uus-Pärnu tekkis 1265. aastal Pärnu ordulinnuse ümber. See oli müüriiga kindlustatud kaubalinn (linnaõigused 1318) ja Hansa Liidu liige, Novgorodi viival veeteel. Linna valitsusorganina tegutses varakate linnakodanike seast valitud Pärnu raad.

Rootsi võimu ajal aastatel 1699–1710 asus Pärnus Tartu Ülikool (*Academia Gustaviana Carolina*). Vene väed vallutasid Pärnu 1710. aastal. Põhjasõda tõi Liivimaale Vene keisririigi ülemvõimu, venelased said endale Pärnus hea meresadama ja laevaehituskoha. 1764. aastal külastas Pärnut Katariina II, kes lubas linnal jõesuud süvendada ja uued muulid ehitada. Katariina II valitsemisajal oli Pärnu kaubaekspordilt Tallinnast isegi eespool. Sadama põhiliseks osaks oli purjelaevade ajastu strateegilise toorme (linakiud, puit) eksport.

Suured muutused Pärnu linna elus tõi kaasa 1832. aasta ja Sindi tekstiilivabriku rajamine ning kindluslinna staatuse kaotamine. Vallikraavid täideti mullaga, hiljem muudeti kõik muldsed künkad ja vallid parkideks ning puisteedeks. 1838. aastal asutati Pärnu mudaravila (tollase linnakarjamaa servale mereranda, praeguse Mudaravila kohas). 1896 jõudis kitsarööpmeline raudtee Pärnu ja linnasüdamesse ehitati puust raudteejaam. Pärnust sai nüüd hea tahtmise korral nii Riiga kui Tallinna. 1915. aastal I maailmasõja aegu õhiti “Waldhofi tselluloosivabrik”, purustati elektrijaam ja hävitati kõik tuulikud linnas. 23. veebruaril 1918 loeti Endla teatri rõdult ette Eesti Vabariigi iseseisvusmanifest. II maailmasõjas hävis suur osa südalinnast ja Tallinna maantee alguse hoonetest. Ligi 50% vanalinnas oli varemeis. Pärast II maailmasõda 1946 koostati linna taastamiseks ja arendamiseks generaalplaan. 1972. aastal rekonstrueeriti kitsarööpmeline raudtee laiarööpmeliseks ning Papiniidu raudtee- ja maanteesilla valmimisel 1976. aastal sai Pärnu raudteeühenduse

ka Riiaga. 1973. aastal arvati keskaegse ja 17. sajandi lõpu tänavavõrgu säilitanud Pärnu vanalinn arhitektuurikaitsetsooniks. Pärnu linnas elab 51 740 elanikku.

Sindi linn (3845 elanikku seisuga 01.01.2017) on oma nime saanud siinse mõisa kunagise omaniku Pärnu linnanõuniku Carl Zindti järgi (1603, *Zintenhof*). Linn tekkis töölisasulana 1833. aastal mõisale kuulunud Saia ja Tõela küla alale rajatud kalevivabriku ümber. Ettevõtja oli Riia tööstur J. C. Wöhrmann, kes asus siia seejärel, kui tema ettevõtte Poolas kangrute ülestõusu ajal 1831 oli maha põletatud. Aastal 1921 sai Sindi alevi õigused. Tõuke asula edasisele kasvule andis Lelle–Papiniidu raudtee ja Sindi raudteejaama valmimine (1928). Raudtee läbi Sindi oli käigus 1970. aastani. 1938 sai Sindi III astme linnaks.

Pärnu rannaniidu looduskaitseala (397 ha, moodustatud 1958). Kaitse all on liivased ja mudased pagurannad, rannikulõukad, rannaniidud, luited ja puiskarjamaad ning nendega seotud elupaigatüübid.

Vaskjõe looduskaitseala (291 ha, moodustatud 2007) on jõgede-ojade ja vanade loodusmetsade ning nendega seotud elupaikade kaitseks.

Metsääre looduskaitseala (160 ha, moodustatud 2007) on rabade, vanade loodusmetsade, soostuvate ja soo-lehtmetsade ning siirdesoo ja rabametsade ning nendega seotud elupaigatüüpide kaitseks.

Lähkma looduskaitseala (103 ha, moodustatud 2007) on vanade loodusmetsade ja soostuvate ning soo-lehtmetsade ja nendega seotud taimestiku ja loomastiku ning elupaigatüüpide kaitseks.

Siiraku looduskaitseala (686 ha, moodustatud 2007) on vanade loodusmetsade, rohundirikaste kuusikute, soostuvate lehtmetsade ning siirdesoo ja rabametsade ning nendega seotud elupaigatüüpide ja taimestiku ning loomastiku-linnustiku kaitseks.

Lutemaa looduskaitseala (11301 ha, sellest maismaad 8722 ha, moodustatud 1939, täiendatud 1964, 2000). Kaitse all on alal esinevad rannaniidud, soo-ja metsakooslused, Antsülusjärve ja Litoriiinamere rannaluited ning I ja II kategooria kaitsealused liigid. Rannametsa luited, mis on Eesti kõrgemad (Tornimagi 35 m ja Tootusemägi 33,6 m ümp) jäävad kaardilehe alast lõuna poole. Looduskaitsealal asuvast kahest rabast: Maarjapeakse ehk Soometsa (1600 ha) ja Tolkuse rabast (5500 ha) jäävad alale üksnes nende põhjosad. Kaitsealal on üle 800 ha madalat rannaala, mis on soodus paik pesitsemiseks ja toitumiseks paljudele linnuliikidele.

Pärnu maastikukaitseala (519 ha, moodustatud 1958), mis asub Pärnu linnas, eesmärk on Pärnu roheline vööndi metsamaastike, sealsete metsakoosluste ja liikide kaitse.

Uulu-Võiste maastikukaitseala (688 ha, moodustatud 2016) on Edela-Eesti rannikumaastiku, kõrge esteetilise väärtusega puhkemetsade ja ohustatud metsakoosluste ning elupaigatüüpide kaitseks.

Niidu maastikukaitseala (85 ha, moodustatud 1958), mis asub Pärnu linnas, eesmärk on metsamaastike ja seal kujunenud metsakoosluste ning puisniitude ja jõeäärsete niidukoosluste kaitse.

Reiu jõe hoiuala (105 ha, moodustatud 2007) eesmärk on eeskätt jõgede ja ojadega seotud hingu (*Cobitis taenia*), võldase (*Cottus gobio*), jõesilmu (*Lampetra fluviatilis*), lõhe (*Salmo salar*) ja paksukojalise jõekarbi (*Unio crassus*) elupaikade kaitse.

Valgeraba hoiuala (443 ha, moodustatud 2007) rabade, siirde-õõtsiksoode, vanade loodusmetsade, soostuvate ja soo-lehtmetsade ning siirdesoo ja rabametsade ning nendega seotud elupaigatüüpide kaitse.

Kaitsealused pargid Pärnus: Pärnu rannapark (49 ha, moodustatud 1959), Valli park (6 ha, moodustatud 1958), Vanapark (3,8 ha, moodustatud 1958), Annemõisa park (2,3 ha, moodustatud 1981), Munamäe park (1,9 ha, moodustatud 1958), Lydia Koidula park (1,8 ha, moodustatud 1958), Vabaduse (Võidu) park (0,8 ha, moodustatud 1981), Kuninga tn puistee (0,6 ha, moodustatud 1981).

Teised kaitsealused pargid: Vaskräama põlispuudesalu (5,2 ha, moodustatud 1958), Surju mõisa park (1,8 ha, moodustatud 1958).

UURITUSEST

Esimesed tähelepanekud Pärnu kaardilehe piirkonna geograafiast pärinevad kodu-uurijalt–loodusloolaselt A. Hupelilt ja tema ülestähendustest Pärnu jõest (1774) ja savist, millest Pärnu linnas tehakse telliseid (1789). Ka J. B. Fischer (1791) mainib oma Liivimaa loodusest tehtud ülevaates Pärnut. C. S. Goebel (1845), rääkides meresupluste võimalustest Pärnu lahes ja Balti meres, kaalutles seejuures ka selle tegevuse füüsikalis-mehaanilisi ning topograafilis-statistilisi aspekte. K. Baer (1861), kirjutades austripankade rajamise võimalustest Läänemere äärsetel maadalikel, kaalutleb teiste seas ka Pärnu lahe võimalusi. G. Keyserling (1863), kirjeldades Kulutusliku pinnavormi olemust, toob näiteks Uulu mõisa ümbrust, kus ühe ööga tekkinud rüsiäävallid kandsid edasi nii rahne kui ka setteid. C. Grewingk (1873), arutledes jää osast rändrahnude edasikandel, räägib ka Uulu rannas nähtud suurtest rüsiäävallidest. G. Thoms (1877) uurib Pärnu põhjavett õllekeetmise seisukohalt ja leiab selle hea olevat. M. Glasenapp (1885), kirjutades Balti provintside sügavatest kaevudest ja arteesiaveest, mainib seejuures ka mitmeid Pärnu kaeve.

F. Amelung (1904), kirjeldades Liivimaa kunagisi maavärinaid, mainib teiste seas ka Pärnu 1670. aasta maavärinat. B. Doss (1905), kirjutades Skandinaavia 23. oktoobri 1904 aasta maavärina tagajärgedest Venemaa Läänemere äärsetes provintsidest mainib teiste seas ka Pärnu ümbrust. B. Doss (1907) kirjeldab mitmeid Pärnu ja selle ümbruse puuraukude geoloogilisi läbilõikeid. Oma järgnevates ülevaadetes mainib B. Doss (1909a, b) lisaks neile ka Pärnu 1670. aasta maavärinat.

K. R. Kupffer (1909) annab teada Pärnu jõe setetest leitud härja subfossiilsetest kontidest.

H. Hausen (1913), kirjeldades Venemaa Läänemere äärsetes maade pleistotseenseid moodustisi, mainib ka Pärnu ümbruse tasandikest ja luitevallidest Uulus. L. Bertenson (1914) uurib Pärnu ravivete ja ravimuda radioaktiivsust.

K. Orviku (1941) kirjeldab Tahkurannast leitud tahu- ja käiakive. H. Palmre (1946) käsitleb oma Eesti klaasiliivadele pühendatud ülevaates ka Pärnu jõe orus leiduvaid liivakive. N. Sinjavskaja (1947), arutades klaasitööstuse arenguperspektiive Balti liiduvabariikides, mainib ka Pärnu jões Sindi juures olevaid liivakive. E. Galinets ja K. Kotikov (1952) uurivad insener-geoloogilisi tingimusi Pärnu jõel Saugas projekteeritava silla piirkonnas. H. Rästa (1953) uurib Antsülusjärve ja Litorinamere rannamoodustustisi. E. Voolma (1965) viib läbi Pärnu ümbruses liivade-lahjendajate otsingu ja esialgse geoloogilise uurimise.

Põhilise panuse Pärnu-Jaagupi kaardilehe uuritusele panid keskmisemõõtkavalise (mõõtkavas 1:200 000) kompleksse geoloogilis-hüdrogeoloogilise kaardistamise (Väärsi, Kajak jt 1969) O-35-XIII Edela-Eesti (Pärnu) kaardilehe piires aastatel 1966–1969 tehtud tööd (marsruutkaardistamine, puurimine, geofüüsikalised uuringud, hüdrogeoloogilised pumpamised).

Edela-Eestis on vaatluse all ka Pärnu ümbrus. P. Remmel (1960) teeb ülevaate Pärnu linna puurkaevudest. E. Härmat (1972) viib läbi Reiu jõe silla ehitusaluse insener-geoloogilisi uuringuid.

L. Kildjer (1974) teeb ehitusgeoloogilisi uuringuid Pärnu Vallikäärus ja Uulu-Suursoo maaparandusobjektis (Kilder, 1978). R. Perens jt (1976) teevad maaparanduse eesmärgil läbiviidavat hüdrogeoloogilis-ehitusgeoloogilist kaardistamist mõõtkavas 1:50 000 Uulu-Leina piirkonnas. J. Sooäär (1977) teeb ehitusgeoloogilisi uuringuid Suigu kolhoosi Reiali silla piirkonnas. A. Krapiva (1976) uurib Leina poldri ja Uulu-Suursoo kuivendussüsteemi hüdro- ja ehitusgeoloogiat ja paari aasta pärast (Krapiva, 1978) Uulu-Suursoo maaparandusobjekti ehitusgeoloogiat ja hüdrokeemiat. L. Kildjeri (1978) uurimisteenaks on Uulu-Suursoo maaparanduse ehitusgeoloogia. J. Jalast (1978) uurib Pärnu linna kalmistu piirkonna ehitusgeoloogiat. M. Mällo (1979) uurib Sindi sovhoosi Vaskrääma maaparandusobjekti ehitusgeoloogiat ja L. Kildjer (1979) teeb sedasama Ura jõe piirkonnas.

A. Krapiva (1982) tegeleb ehitusgeoloogiliste uuringutega Surju sovhoosi Rabametsa maaparandusehitise rekonstrueerimisel. R. Killar (1982) viib läbi geoloogilise uurimistöö Häädemeeste

kolhoosi Soometsa liivakarjääri varu määramiseks. M. Orru jt (1986) viivad Pärnu rajoonis läbi turba ja sapropeeli otsingulis-hinnangulised tööd. V. Salo, A. Võsa, R. Kallas, A. Lepp ja M. Shirokova teevad 1988. aastal Pärnu rajooni Kõrsa turbamaardla lääneosa detailuuringu aruande.

R. Ramst jt (1993) viivad läbi Pärnu maakonna turbamaardlate tootmisalade järeluuringu. M. Rattase jt (1998) tööna valmib Pärnu maakonna digitaalsete geoloogiliste teemakaartide komplekt.

2000. aastal koostas Eesti Geoloogiakeskus Pärnu rajooni liivakarjääride mäeeraldiste plaanide ja seletuskirjade komplekti. R. Sinisalu (2000) uurib Paikuse prügila rajamiseks vajaliku savi saamise võimalusi ja seejärel Reiu-Liiva liivaleiukohta (Sinisalu, 2001) ning Võiste liivamaardla Kingu uuringuruumi (Sinisalu, 2006). J. Kask (2002) viib läbi Pärnu sadama akvatooriumi ja laevatee süvendustööde keskkonnamõju hindamise. R. Peikre (2003) uurib Vaskjõe saviala. H. Perensil ja M. Polikarpusel (2003) valmib Pärnu maakonna põhjavee kaitstuse kaart. A. Põldvere ja R. Rohtla (2004) viivad läbi Pärnumaa kasutusest väljas olevate liiva- ja kruusakarjääride inventeerimise. E. Rannik ja R. Kotenjov (2010) uurivad Seljametsa liivamaardlat. A. Põldvere (2016) viib läbi Võiste uuringuruumi liiva varu geoloogilise uuringu.

GEOFÜÜSIKALISED VÄLJAD

Raskusjõuväli ei ole mõõdistatud Pärnu kaardilehel mõõtkavas 1:50 000. Mõõtkavas 1:200 000 on kaardilehel 69 mõõdistuspunkti (Maasik, 1958; Azarkina jt, 1984; Savčenko, 1992). Neist 4 punkti ja veel 2 kaardilehe lähiümbruses on eemaldatud käesolevast kirjeldusest, kuna tekitasid lokaalseid anomaaliaid, mis olid esindatud vaid ühe ainsa punktiga, st olid olemasoleva uuringu mõõtkavast väljas. Keskmise mõõdistuste tihedus kaardilehel moodustab 0,11 punkti/km², mis vastab mõõtkavale 1:200 000. Mõõdistuspunktide paiknemine on näidatud joonisel 5.1.

Raskusjõuväli kasvab kaardilehel idast läände vahemikus -21 kuni +5 mGal (joonis 5.1). Raskusjõuvälja kahandab graniitkeha kaardilehe idapiiri taga. Selle suurus Eesti aluskorra geoloogilisel kaardil on ligi 20 × 5 km, keskmine tihedus 2,64 g/cm³. Välja positiivseid anomaaliaid tekitavad kaardilehel laialt levinud amfiboliidid keskmise tihedusega 3,01 g/cm³ (Koppelmaa, 2002).

Seoses hõreda mõõdistusvõrguga on raskusjõuvälja interpoleerimiseks kasutatud vähimkõveruse meetodit (*Surfer > Grid > Data... > Gridding Method = Minimum Curvature*) interpoleerimisveaga 0,1 mGal ulatuses.

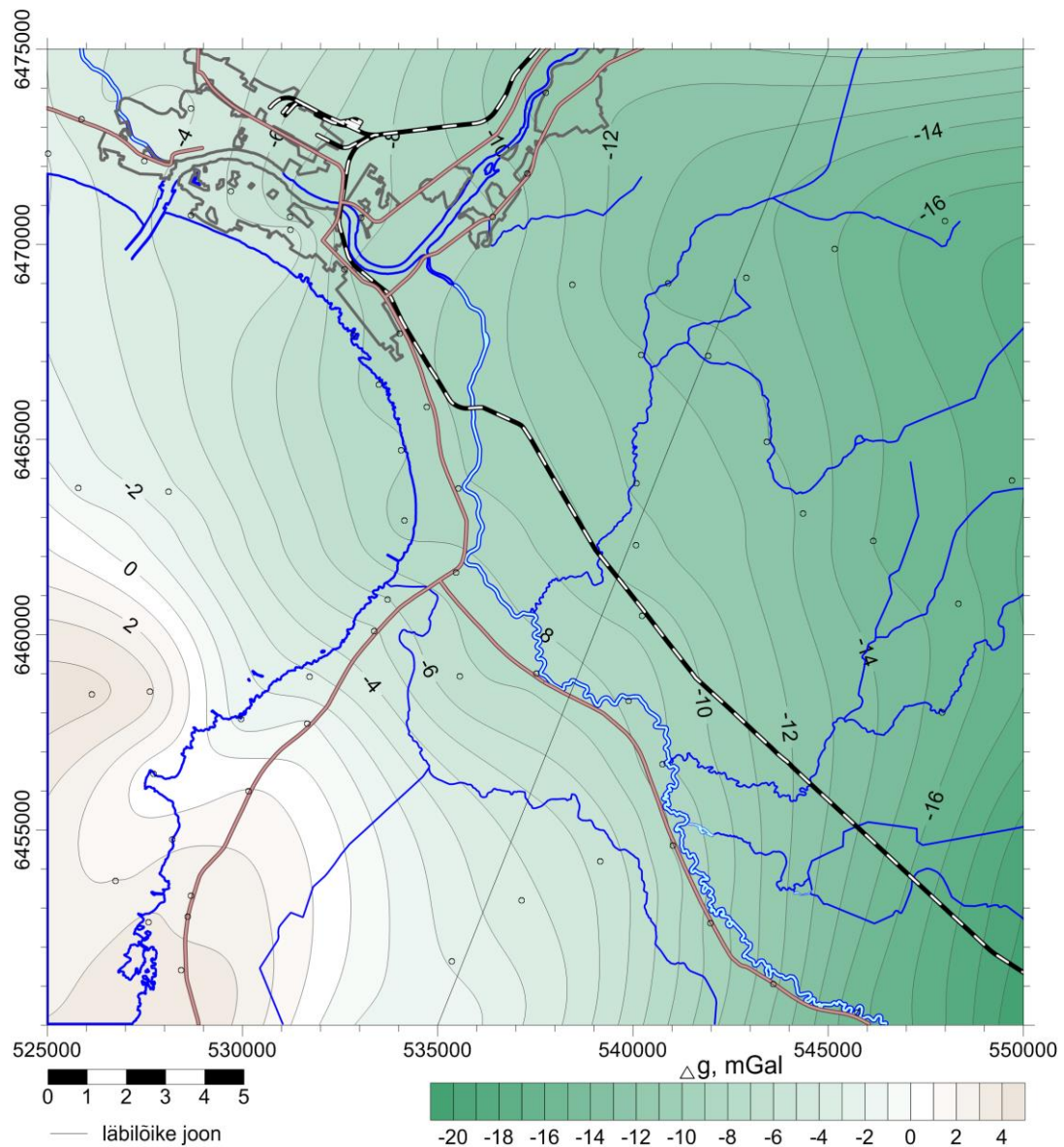
Aluskorra pealispind süveneb Pärnu kaardilehel edela suunas absoluutsete kõrguste vahemikus -455 kuni -575 m.

Eraldame väljast anomaaliaid, mille ergastajad asuvad kättesaadaval sügavusel. Välja pika- ja lühilaineliste koostisosade eraldamiseks kasutatakse tavaliselt keskmistamist. Selle raadiust saab valida, uurides raskusjõuvälja lühilainelise koostisosa standardhälbe kasvu keskmistamisraadiusega. Antud juhul on gravimeetiline andmestik selleks liiga hõre, ning kasutame lihtsalt raadiust 3,5 km, mis oli optimaalseks osutunud mitmel eelmisel kaardilehel, mahutades vaadeldavad anomaaliaid kõige paremini lokaalsesse välja koostisosasse. Lokaalset anomaaliat nimetatakse veel jääkanomaaliaks, kuna selle arvutamiseks lahutame esialgsest väljast keskmistatud välja (joonis 5.2).

Jääkanomaaliaid aluskorra geoloogilise kaartiga kõrvutades, näeme, et negatiivsed raskusjõu anomaaliaid on seotud graniidiga (tihedus 2,64 g/cm³), positiivsed – amfiboolgneisi- (2,75 g/cm³), amfiboliidi- (3,01 g/cm³) ja gabroga (2,96 g/cm³). Taustaks on kvarts-päevakivigneiss tihedusega 2,66 g/cm³ (Koppelmaa, 2002).

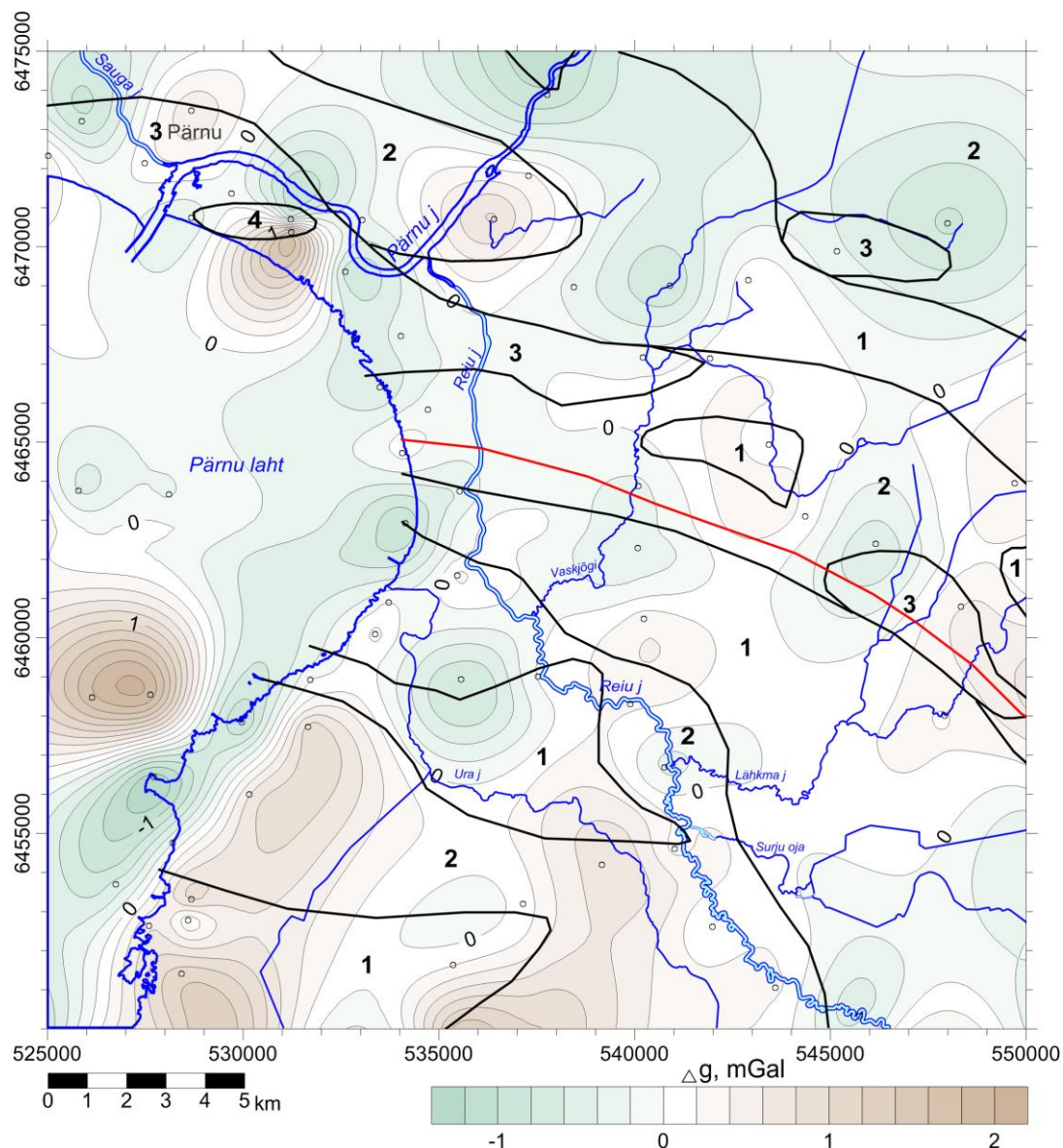
Jääkanomaaliade kontuuridel on kivimite piirjoontega üsna vähe sarnasust hõreda andmestiku tõttu.

Pikerguste jääkanomaaliade ergastajate teljed kaardilehe edelaosas asuvad umbes 1 km sügavusel, kuna nende anomaaliade laius poolel amplituudil on ligi 2 km.



Joonis 5.1. Pärnu (5332) kaardilehe Bouguer anomaaliad ja raskusjõu mõõdistuspunktid (Δg_a , IGSN 71 gravimeetiline süsteem, rahvusvaheline normaalvälja valem, vahekihi tihedus $2,67 \text{ g/cm}^3$, L-EST97 koordinaadistik)

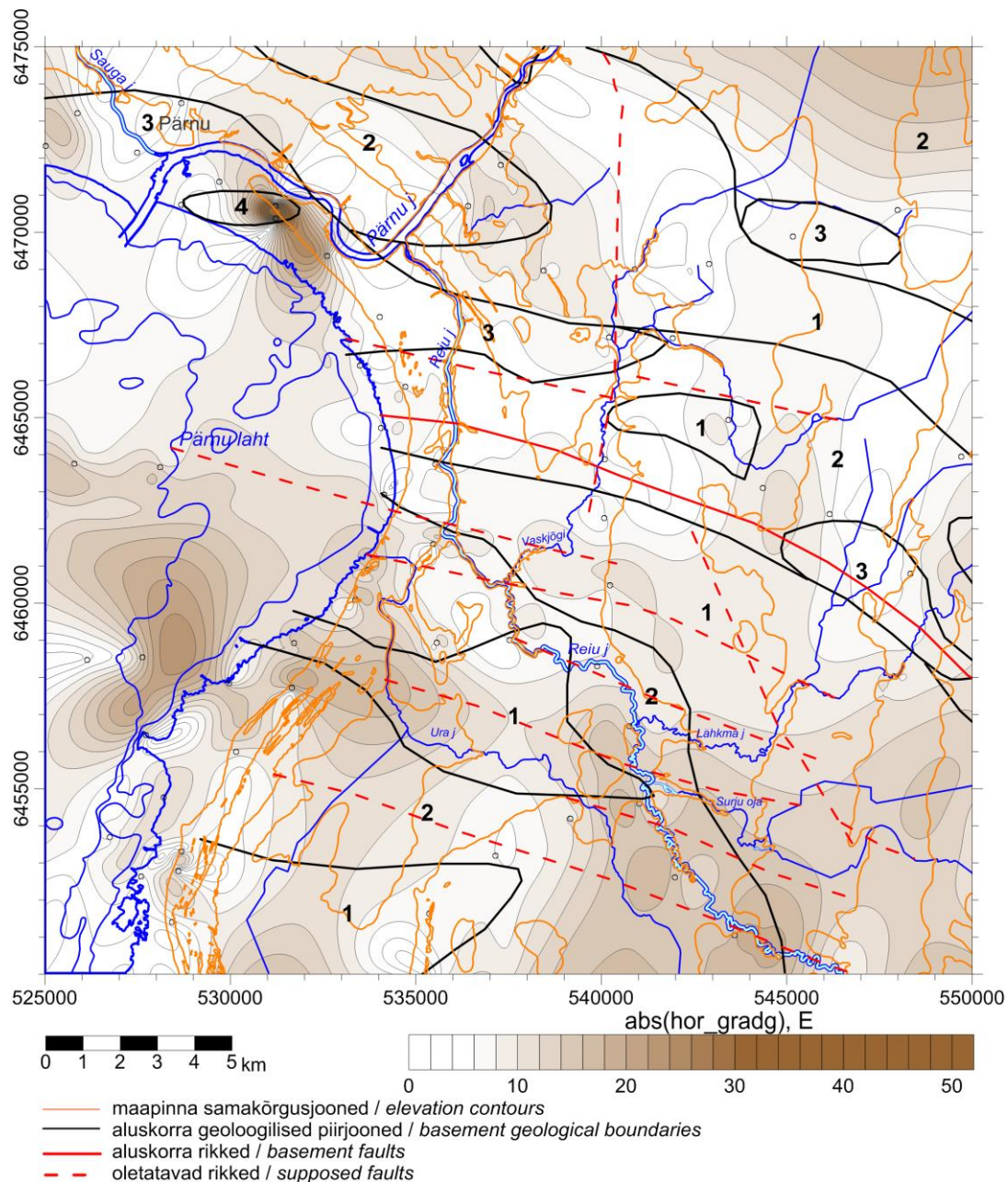
Figure 5.1. Bouguer anomalies and gravity measurement points of the Pärnu (5332) sheet (Δg_a , IGSN 71 gravity system, International Gravity Formula, Bouguer density 2.67 g/cm^3 , L-EST97 coordinates)



Joonis 5.2. Pärnu (5332) kaardilehe raskusjõuvälja jääkanomaaliad (keskmistamise raadius 3,5 km, Δg_a isoanomaalide samm 0,1 mGal, L-EST97 koordinaadistik; 1 – amfiboolgneiss ja amfiboliit; 2 – kvarts-päevakivigneiss; 3 – graniit; 4 – gabro)

Figure 5.2. Residual gravity anomalies of the Pärnu (5332) sheet (averaging radius 3,5 km, Δg_a contours after 0.1 mGal, L-EST97 coordinates; 1 – amphibole gneiss and amphibolite; 2 – quartz-feldspar gneiss; 3 – granite; 4 – gabbro)

Joonisel 5.3 on esitatud raskusjõuvälja horisontaalgradiendi mooduli kaart tuvastatud ja oletatavate tektooniliste rikttega, mis kajastuvad gradiendi anomaalides, maapinna ja lahepõhja reljeefvormides, jõesängide asendis ja ka geoloogilistes piirjoontes.

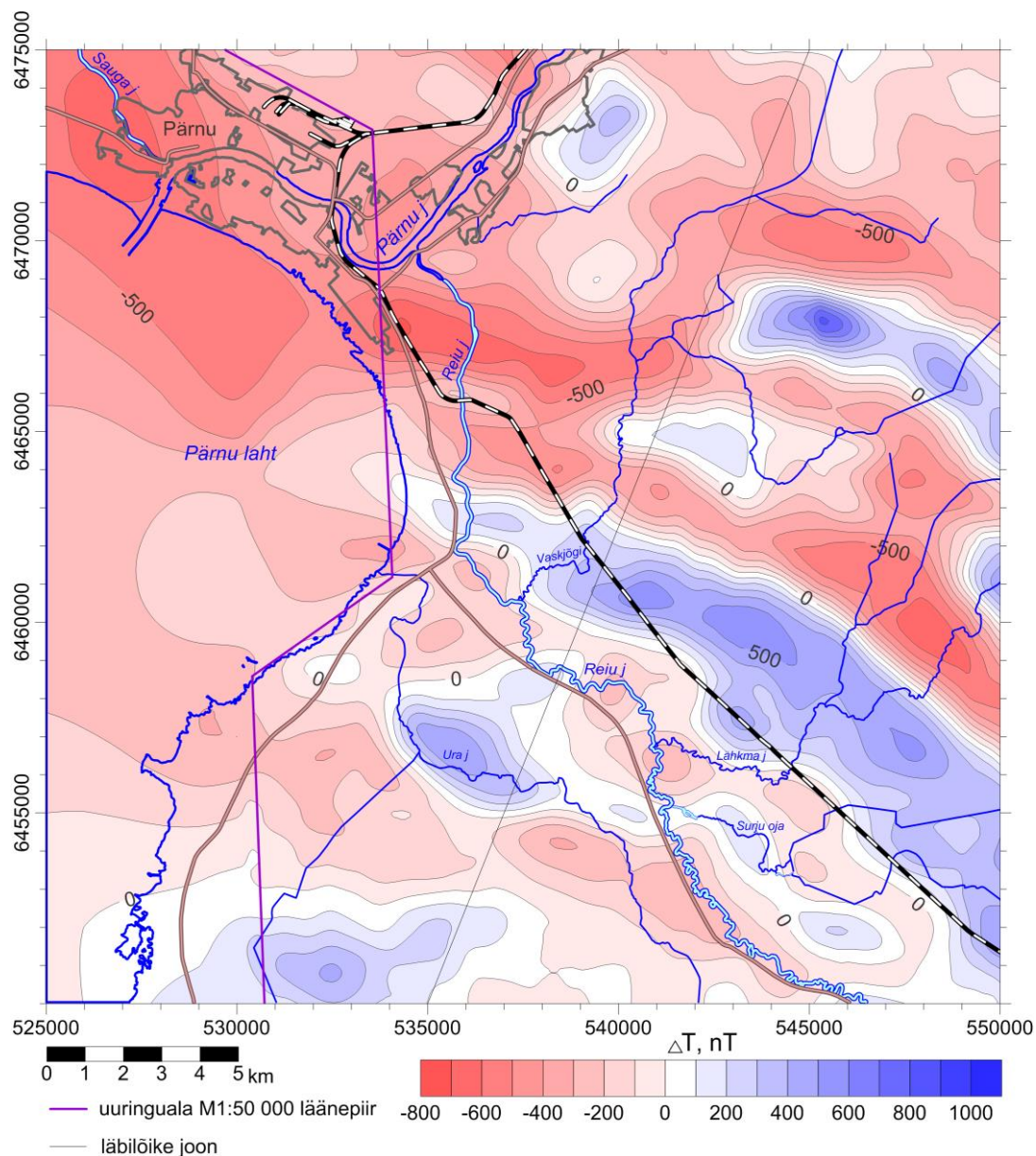


Joonis 5.3. Pärnu (5332) kaardilehe raskusjõuvälja horisontaalgradient (L-EST97 koordinaadistik; 1 – amfiboolgneiss ja amfiboliit; 2 – kvarts-päevakivigneiss; 3 – graniit; 4 – gabro)

Figure 5.3. Gravity horizontal gradient of the Pärnu (5332) sheet (L-EST97 coordinates; 1 –amphibole gneiss and amphibolite; 2 – quartz-feldspar gneiss; 3 –granite; 4 – gabbro)

Magnetväli. Aeromagnetomeetrilised mõõdistused mõõtkavas 1:25 000 katavad 70% Pärnu kaardilehest (Metlitskaja jt, 1992). Uuringuala läänepiir on näidatud joonisel 5.4. Lennumarsruutide vahemaa oli 250 m, mõõdistuste koordinaatide täpsus ± 17 m, mõõdistuste projekteeritud täpsus ± 4 nT, tegelik $\pm 3,16$ nT magnetväljas gradiendiga < 50 nT/km ja $\pm 6,54$ nT gradiendiga 50-200 nT/km.

Mõõdistuste ajal (1992. a) oli magnetvälja kalle (*inclination*) 72.5° ja deklinatsioon (*declination*) $+5.8^\circ$ laiusel 59°N ja pikkusel 26°E (www.ngdc.noaa.gov).

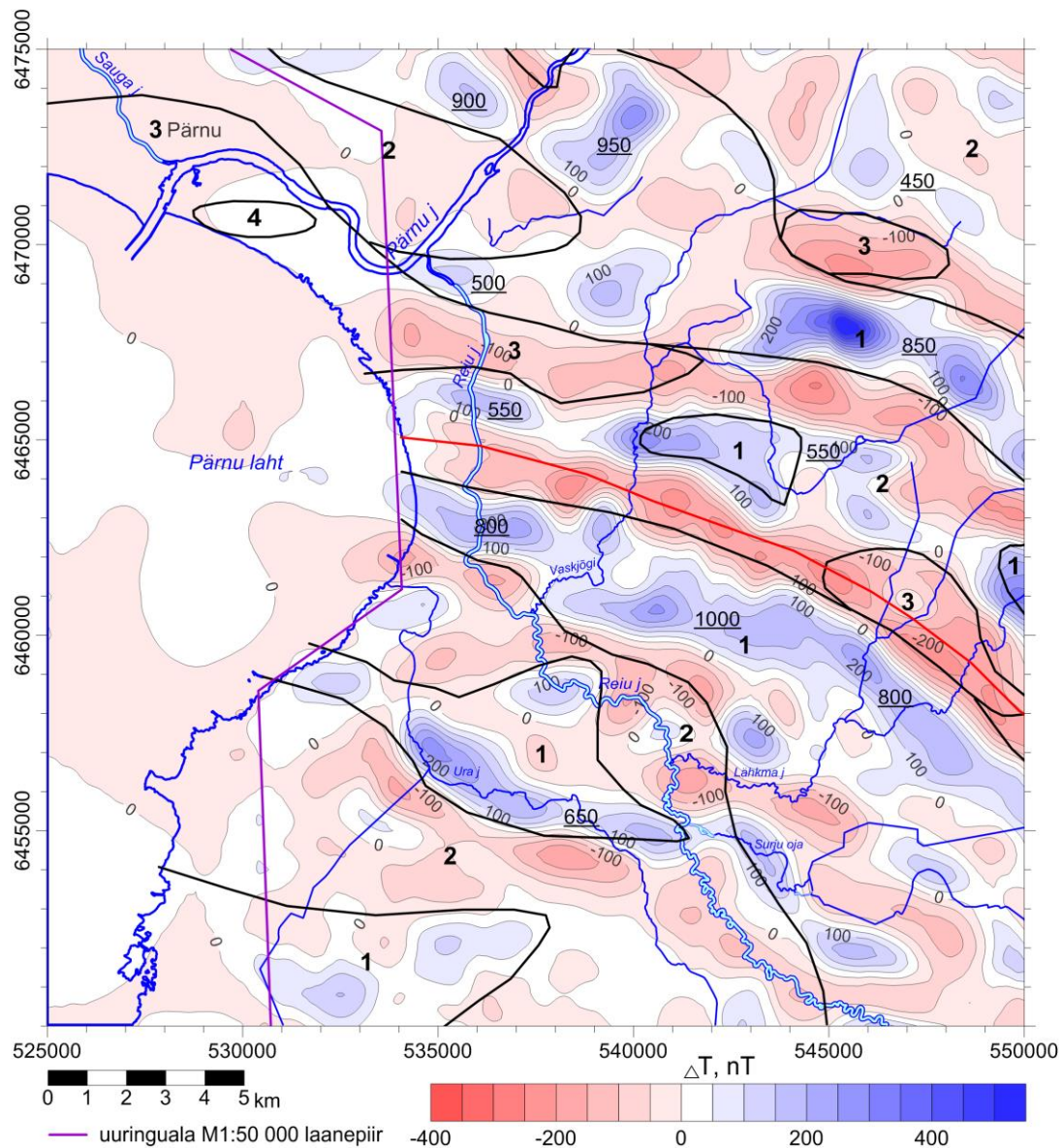


Joonis 5.4. Pärnu (5332) kaardilehe aeromagnetilised anomaaliad (IGRF 85, ΔT_a isoanomaalide samm 100 nT, L-EST97 koordinaadistik)

Figure 5.4. Aeromagnetic anomalies of the Pärnu (5332) sheet (IGRF 85, ΔT_a contours after 100 nT, L-EST97 coordinates)

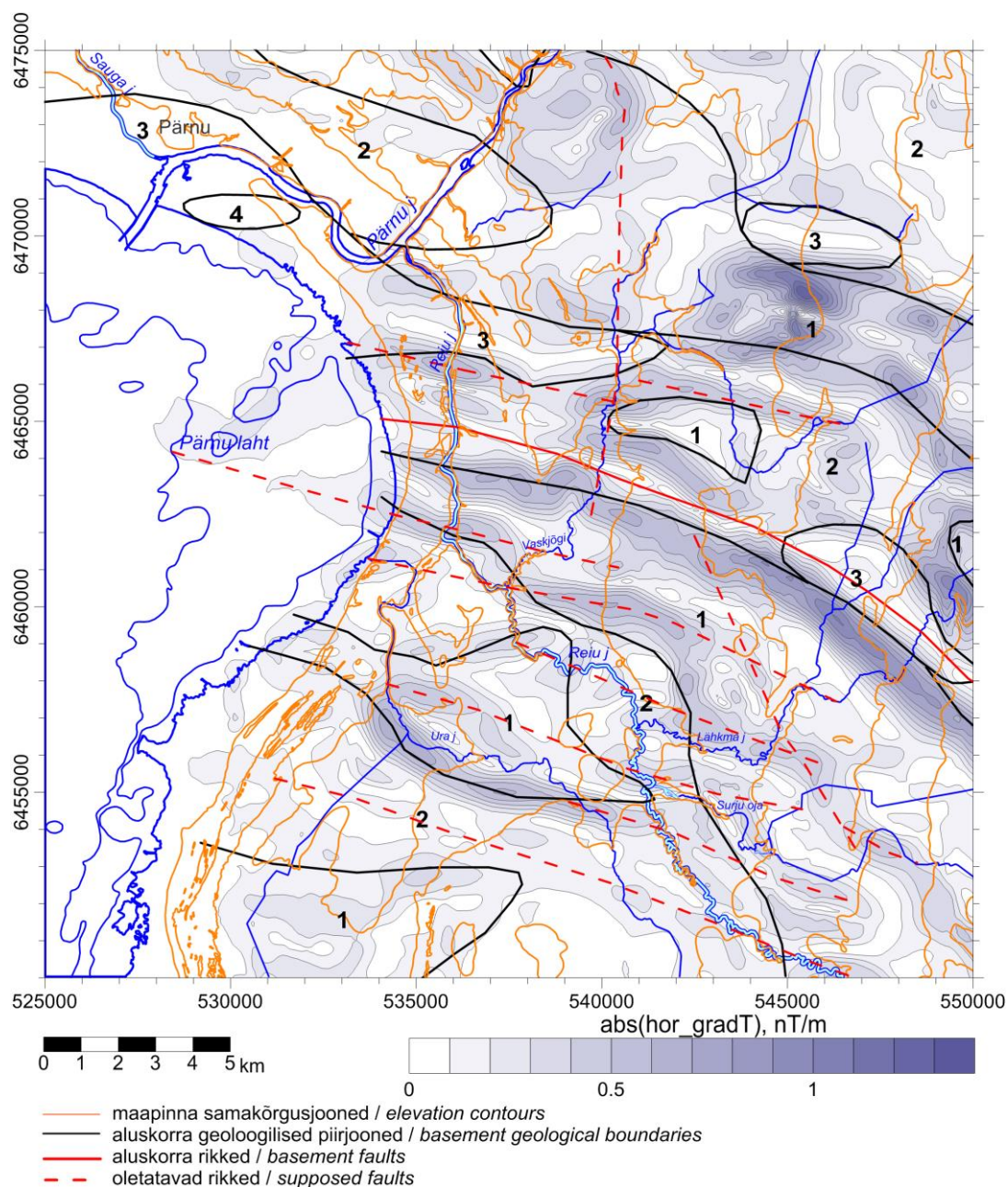
Magnetanomaaliad intensiivsusega -716 kuni 1303 nanoTeslat (nT) on joonisel 5.4 pikerguse kujuga, välja venitatud loode-kagu suunas. Loode-kagusuunalised aluskorra struktuurid on kogu maailmas levinud, kuna Maa pöörlemine omal teljel tekitab kivimites põhja-lõunasuunalisi pingeid, mis omakorda põhjustavad viltuseid rikkeid, sh loode-kagusuunalisi.

Kaardilehe lääneosas esindavad magnetvälja andmed aruandest (Korhonen jt, 2002) sammuga 1×1 km.



Joonis 5.5. Pärnu (5332) kaardilehe magnetvälja jääkanomaaliad (keskmistamise raadius 1,5 km, ΔT_a isoanomaalide samm 50 nT, L-EST97 koordinaadistik; 1 – amfiboolgneiss ja amfiboliit; 2 – kvartspäevakivigneiss; 3 – graniit; 4 – gabro; allajoonitud number – lokaalse 2D-anomaalia ergastaja telje sügavus meetrites)

Figure 5.5. Residual magnetic anomalies of the Pärnu (5332) sheet (averaging radius 1.5 km, ΔT_a contours after 50 nT, L-EST97 coordinates; 1 – amphibole gneiss and amphibolite; 2 – quartz-feldspar gneiss; 3 – granite; 4 – gabbro; underlined number is the depth of axis of source of local 2D-anomaly in meters)



Joonis 5.6. Pärnu (5332) kaardilehe magnetvälja horisontaalgradient (L-EST97 koordinaadistik; 1 – amfiboolgneiss ja amfiboliit; 2 – kvarts-päevakivigneiss; 3 – graniit; 4 – gabro)

Figure 5.6. Horizontal gradient of magnetic field of the Pärnu (5332) sheet (L-EST97 coordinates; 1 – amphibole gneiss and amphibolite; 2 – quartz-feldspar gneiss; 3 – granite; 4 – gabbro)

Ka magnetväljast eraldame anomaaliad, mille ergastajad asuvad kättesaadaval sügavusel. Magnetvälja korrelatsiooniraadius on Pärnu kaardilehel 5,55 km, mis välja koostisosade eraldamiseks antud mõõtkavas ei sobi.

Magnetvälja lokaalset koostisosa (joonis 5.5) eraldame keskmistades magnetvälja raadiuses 1,5 km, kuna jääkanomaaliade standardhälve juurdekasv on siin suurem, kui mujal. St et jääkanomaaliade standardhälve kasvab keskmistamise raadiuse suurenemisega, kuid mainitud raadiuse juures toimub see kõige kiiremini.

Intensiivsed magnetanomaaliad koonduvad amfiboolgneisi ja amfiboliidi levialale. Graniidi leviala iseloomustab nõrgalt negatiivse taustaga rahulik magnetväli. Gabro keha Pärnu jõe suudmes jäi kahjuks väljapoole M1:50 000 uuringualast ning pole tuvastatud magnetanomaalias.

Magnetanomaaliade kontuurid on kooskõlas aluskorra geoloogiliste piirjoontega, ilmselt on geoloogilise kaardi koostamisel magnetanomaaliaid arvestatud. Geoloogilised piirjooned on kirdepoolse kaldega, kuna jääkanomaaliade edelapoolsed küljed on järsemad kui kirdepoolsed (joonis 5.5).

Kui tegemist on pikerguste anomaaliatega, kasutame ergastaja sügavuse hinnanguks vertikaalse magneetumusega J lõpmatu horisontaalsilindri magnetanomaalia valemit:

$$\Delta T = 2J \frac{h^2 - x^2}{(h^2 + x^2)^2},$$

kus h on silindri telje sügavus, x – horisontaalkaugus silindri teljest. Silindri telje sügavus võrdub poolele anomaalia laiusest tasemel $\Delta T = 0$, kuna $\Delta T(x = h) = 0$.

Pikerguse anomaalia laiuse järgi hinnatud ergastaja telje sügavus on jääkanomaaliade kaardile kantud (joonis 5.5) ning muutub vahemikus 450 – 1000 m, mis on kooskõlas raskusjõu jääkanomaaliade ergastajate sügavusega.

Ala tektooniliste rike kaardistamiseks kasutame magnetvälja horisontaalgradiendi absoluutväärtuse anomaaliaid, arvestades ka maapinna reljeefi, jõesängide asendit ja geoloogilisi piirjooni (joon. 5.6). Maanteed ja raudtee on jooniselt kustutatud, kuna jooni on niigi palju. Kõrgused ei ole joonisel näidatud, kuna ei ole antud juhul olulised.

Rida ida-kagusuunalisi oletatavaid rikkeid on kajastunud magnetvälja horisontaalgradiendi anomaalias ja ka Reju jõe kujus. Aluskorra geoloogilisel kaardil näidatud kivimite piirjooned on tihti tektoonilised.

Geofüüsikaline läbilõige. Maakoore struktuur Pärnu kaardilehel ja selle lähiümbruses on näidatud geofüüsikalisel süvaläbilõikel (joonis 5.7), mis esindab efektiivse tiheduse ja magneetumuse ruumilist jaotust. Efektiivseks nimetatakse geoloogilise keskkonna tihedust ja magneetumust, mis on saadud raskusjõu- või magnetväljast pöördülesande lahendina. Efektiivsete parameetrite arvutuste meetodika on kirjeldatud lisas.

Lõikejoon, mis ristub magnetvälja isojoontega valdavalt täisnurga all, ületab kaardilehte edelast kirdesse (joonis 5.1, 5.4). Nii raskusjõu- kui ka magnetvälja mõõdistused mõõtkavas 1:50 000 on läbilõikel kombineeritud vanemate andmetega aruannetest (Maasik, 1958; Korhonen jt, 2001 jt). Mõõdistuste süstemaatilised tasemevahed olid eelnevalt eemaldatud.

Maakoor ulatub Mohorovičići eralduspinnani ehk Mohoni, mis asub Eestis umbes 50 km sügavusel (www.seismo.helsinki.fi/mohomap/). Maakoore kihte eristame vastavalt nende efektiivsele tihedusele:

graniitkiht (ülemine maakoor, sial) – kuni 2,75;

granodioriitkiht (ülemine maakoor, sial) – kuni 2,83;

Conradi eralduspind;

dioriitkiht (keskmise maakoor, sima) – kuni 3,04;

basaltkiht (alumise maakoor, sima) – kuni 3,25 g/cm³;

Moho eralduspind;

vahevöö.

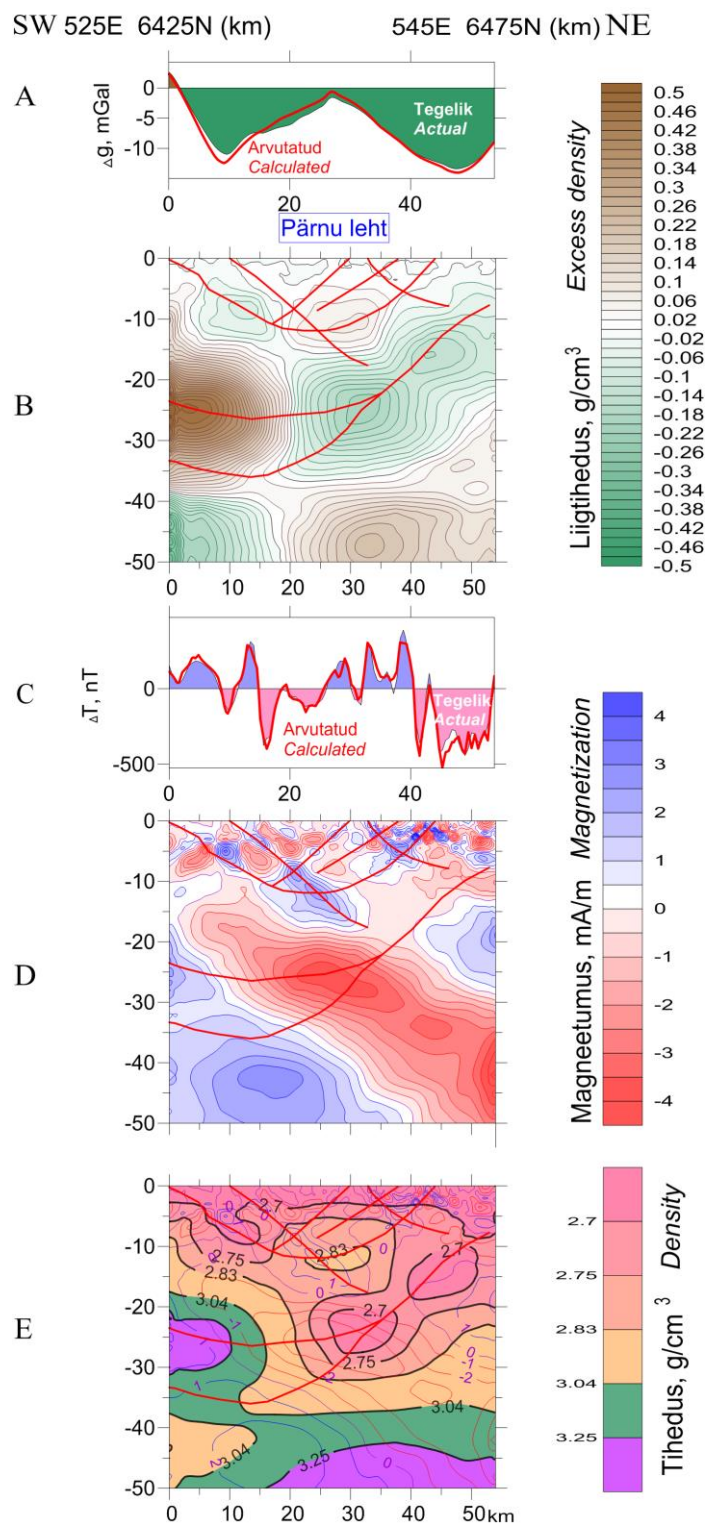
Kihtide eristamine tugineb efektiivse tiheduse läbilõike kõrvutamisel seismiliste peegeldustega süvasondeerimise (DSS) profiililt Sovetsk – Kohtla-Järve (1986 a, <http://window.edu.ru/library/pdf2txt/657/68657/42447/page9>), milleni jääb kaardilehe kagunurgast 38 km. Ülal loetletud efektiivse tiheduse isojooned läbilõikel vastavad seismilistele peegeldustele.

Läbilõige on arvutatud oletusel, et aluskorra pealispinnal on tihedus $2,67 \text{ g/cm}^3$. Pärnu kaardilehel koosneb aluskord peamiselt amfiboolgneisist keskmise tihedusega $2,75 \text{ g/cm}^3$ ja kvarts-päevakivigneisist tihedusega $2,66 \text{ g/cm}^3$. (Koppelmaa, 2002).

Rikkejooned läbilõikel on arvutatud *tilt*-meetodil raskusjõu- ja magnetandmete järgi. *Tilt*-meetod toob esile jooned, kus välja gradient suunda muudab.

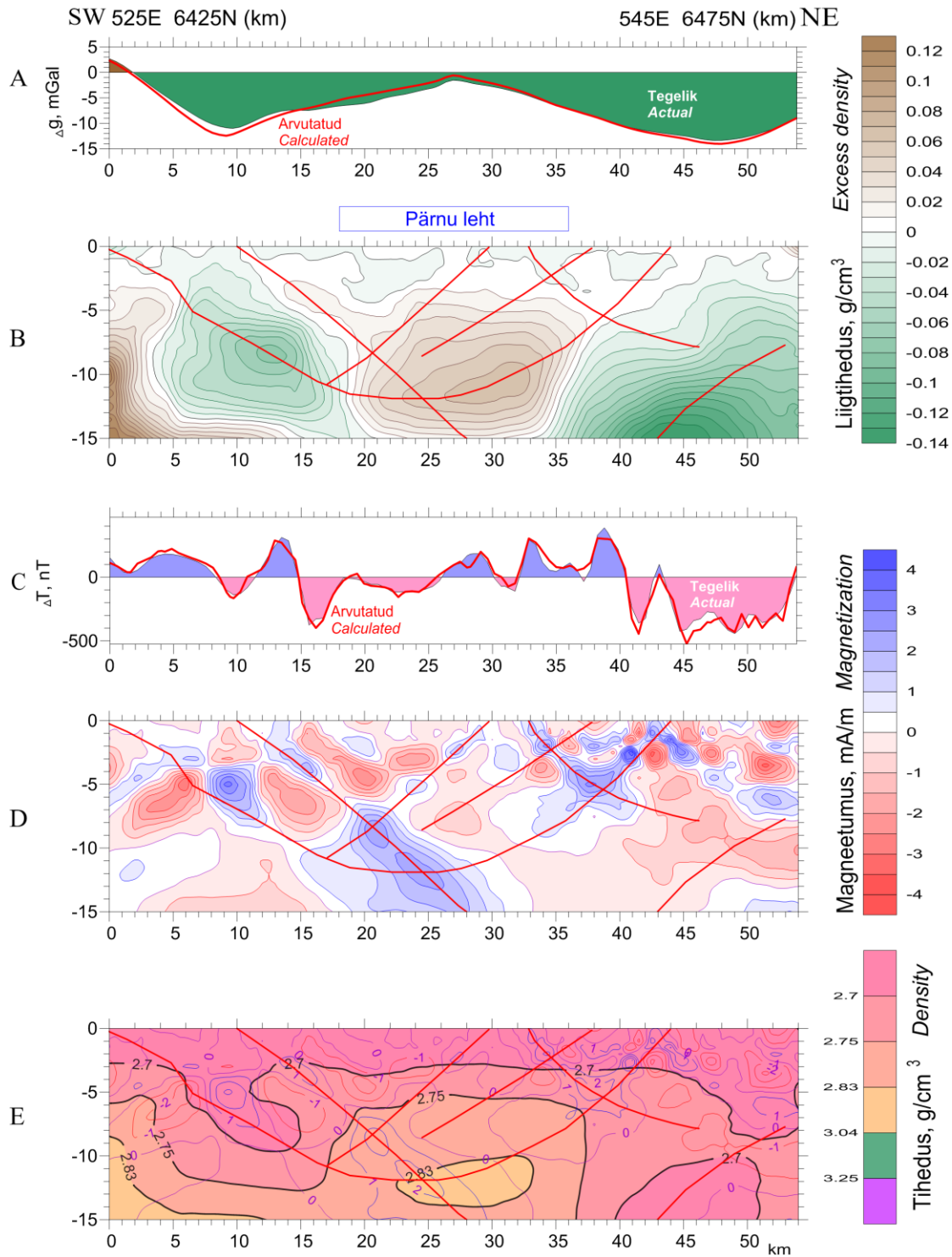
Läbilõikel näeme ümaraid maalihke tüüpi rikkeid, mis on maakoos laialt levinud.

Läbilõike ülemine osa on detailsemalt näidatud joonisel 5.8.



Joonis 5.7. Mõõdetud ja arvutatud raskusjõu- (A) ning magnetvälja (C) graafikud, arvutatud liigtiheduse (B), tiheduse (E) ja magneetumuse (D, E) jaotused Pärnu kaardilehte ületaval süvaläbilõikel

Figure 5.7. Measured and calculated gravity (A) and magnetic (C) fields, calculated excess density (B), total density (E) and magnetization (D, E) along a deep cross-section on the Pärnu sheet



Joonis 5.8 Mõõdetud ja arvutatud raskusjõu- (A) ning magnetvälja (C) graafikud, arvutatud liigtiheduse (B), tiheduse (E) ja magneetumuse (D, E) jaotused Pärnu kaardilehte ületava läbilõike ülemisel osal
 Figure 5.8 Measured and calculated gravity (A) and magnetic (C) fields, calculated excess density (B), total density (E) and magnetization (D, E) along the upper part of the cross-section on the Pärnu sheet

Lisa. Tiheduse ja magneetumuse läbilõigete arvutamise algoritmid

Looduslikud potentsiaalväljad kannavad infot maapõue struktuuridest. Et see info nähtavaks teha, koostame efektiivse tiheduse ja magneetumuse ruumilised jaotused. Efektiivseks nimetame parameetrit, mis kujutab endast pöördülesande lahendit, ühte võimalikest lahenditest. Gravimeetria ja magnetomeetria pöördülesande lahenduseks kasutame potentsiaalväljadest eraldatud sageduslike koostisosade formaalset analüütilist jätkamist. Nimetame seda teisendust formaalseks, kuna alla ümberarvutatud potentsiaalväli ei lange enam kokku tegeliku väljaga, sest Laplace võrrand asendub Poissoni võrrandiga, kui me süveneme välja ergastajasse. Ometigi kujutab tulemus endast pöördülesande lahendit, mida näitavad punased jooned graafikutel (joonis 5A, 5C).

Potentsiaalvälja koostisosade formaalseks alla jätkamiseks kasutame tuntud valemit, mis on tuletatud harmoonilise keskmise teoreemist:

$$U(x, y, h) = 6U(x, y, 0) - U(x, y, -h) - [U(x, y + h, 0) + U(x + h, y, 0) + U(x, y - h, 0) + U(x - h, y, 0)],$$

kus U on potentsiaalväli (xyz ristkoordinaatide funktsioon, mis vastab Laplace'i võrrandile), h – arvutussügavus. Valemi neli viimast koostisosa asendame funktsiooni neljakordse keskmisega ringjoonel raadiusega h , et välistada tulemuse sõltuvust koordinaadistiku valikust.

Välja lõhestumist singulaarpunktidel ei toimu, kuna arvutame potentsiaalvälja korraga vajalikule sügavusele, ühe sammuga. Seega on algoritmist eemaldatud järjestikused operatsioonid, kus võiksid koguneda arvutuste vead.

Rakendatud valemi kuju tekitab intensiivsetest anomaaliatest viltuseid mõjutsoone kaldega 45°. Et seda mõju summutada, kasutame välja sageduslike koostisosade eraldamiseks mediaanfiltrit. Tulemuste fokuseerimiseks ei lähe väli ümberarvutamisele tervena, vaid koostisosade kaupa. Iga koostisosa sisaldab anomaaliaid peamiselt valitud sügavusega ergastajatelt. Fokuseerimine tähendab antud juhul seda, et kui potentsiaalvälja tervena alla jätkata, ei ole ergastaja-objekti alumist serva üldse näha, see jääb „varju“. Mediaanfiltrit kasutame, kuna mediaan ei sõltu valimi äärmistest liikmetest.

Mainitud mittelineaarse teisenduse kasutus rikub pöördülesande lahenduse täpsust, võrreldes variandiga, kui oleks valitud keskmistamisfilter. Et olukorda parandada, korraldame teise lähenemise: tegeliku ja arvutatud välja vahe saadame jälle koostisosade eraldamisele ja ümberarvutusele ning liidame esimese lähenemise tulemustega.

Arvutatud väljaks nimetame otseülesande lahendit efektiivtiheduse või –magneetumuse ruumilisest jaotusest. Joonisel 5.7 on arvutatud väljad näidatud punaste graafikutega.

Et potentsiaalvälja jätkamise tulemused teisendada tiheduse ja magneetumuse ühikutesse, lahendatakse otseülesanne ning korrutatakse mainitud tulemused tegeliku ja arvutatud väljade standardhälvete suhtega.

Täistihedust arvutame, lisades liigtiheidusele tausttiheduse, mis sõltub üldjuhul ainult sügavusest. Täistiheduse muutumine sügavusega ei tekita gravitatsioonilisi anomaaliaid, mõjutades ainult välja taset, mis geoloogiliste ülesannete puhul oluline ei ole. Võib öelda, et gravimeetria maapinnalt „ei näe“ tiheduse muutumist sügavusega.

Seismilised sondeerimised, mis vastupidi näitavad ainult vertikaalseid omaduste muudatusi, annavad pildi tiheduse sõltuvusest sügavusest, mis meenutab baromeetrilist jaotust (Shtokalenko jt, 2000). Maapinnale jõuab tausttihedus väärtusega, mis on määratud vahekihile – 2,67 või 2,30 g/cm³.

Efektiivse täistiheduse isojooned läbilõikel iseloomustavad maakoore kihilist ehitust ning meenutavad tavalist geoloogilist läbilõiget.

Alumisel läbilõikel (joonis 5.7E) on efektiivne täistihedus kõrvutatud magneetumusega. Tiheduse ja magneetumuse anomaaliade kooskõla kinnitab tulemuste objektiivsust, kuna need on arvutatud eraldi mõõdistatud ja eraldi töödeldud andmetest.

Kirjeldatud menetlused on tuntud potentsiaalväljade tomograafiana ehk kihilise uuringuna. Arvutused toimuvad 3D-geomeetrias, kasutades tarkvara Microsoft Excel ja Golden Software Surfer versioone, alates aastast 1998.

Esiteks arvutatakse potentsiaalväljade horisontaallõiked mitmel sügavusel, siis lahendatakse arvutatud välja ruumilisest jaotusest otseülesanne, mis võimaldab efektiivsed väljad ümber arvutada efektiivseks tiheduseks või magneetumuseks. Analüütiliselt alla jätkatud väljad on efektiivsed, kuna neil pole ühist tegelike füüsikaliste väljadega sügavuses.

KASUTATUD MATERJALID

- Alekseev, S. G., Senchina, N. P., Shatkevich, S. Yu., Štokalenko, M. B., 2016.* Potentsiaalvälja tomograafia eelised ja puudused. Kogumikus: Raskusjõu-, magnet- ja elektriväljade geoloogilise interpreteerimise teooria ja praktika küsimused. D. G. Uspenski-nimelise rahvusvahelise seminari 43. sessiooni materjalid. Voronež, lk. 10–13 (vene keeles).
- Amelung, F., 1904.* Frühere Erdbeden in Livland (Liivimaa kunagised maavärinad). Nordliv. Zeitung 238.
- Azarkina, E., Smolina, T., Uhrjumkina, N., 1984.* Aruanne gravimeetrilise rühma 47/83 tööst 2. kl. gravimeetriliste punktide rajamiseks Baltikumi ja Turkneenia NSV territooriumil ja gravimeetriliste etalon-polügoonide asutamiseks 1983. a. SRGĖ NPO “Neftegeofizika”, Moskva (vene keeles).
- Baer, K., 1861.* Über ein neues Projekt. Auster-Bänke an den Russischen Ostsee-Küsten anzulegen und über den Salzgehalt der Ostsee in verschiedenen Gegenden (Ühest uuest projektist austriapankade rajamiseks Venemaa Läänemere äärsetel kallastel ja Balti mere soolsusest). Bull. Acad. Sci. St.-Petersb. 119-149.
- Belkin, V., Perens, H., Saaremets, V., 1977.* Aruanne põhjavee otsingutest Pärnu linna veevarustuseks. EGF 3460, 237 lk.
- Bertenson, L., 1914.* Pärnu ravivete ja –muda radioaktiivsusest (vene keeles).
- Boll, E., 1847.* Die Ostsee. Eine naturgeschichtliche hildergrung (Balti meri. Loodusteaduslik kirjeldus). Arch. Ver. Naturg. Mecklenb. 31 -120.
- Doss, B., 1905.* Das skandinavische Erdbeden vom 23. Oktober 1904 in seinen Wirkungen innerhalb der russischen Ostseeprovinzen und des Gouvernements Kowno (Skandinaavia 23. oktoobri 1904 a. maavärina tagajärgedest Venemaa Läänemere äärsetes provintsides ja Kovelis). Korresp. Bl. Naturf. Ver. Riga. 121-138.
- Doss, B., 1907.* Die geologischen Aufschlüsse einer grösseren Anzahl artesischer Brunnenbohrungen in Pernau und Umgegend (Pärnu ja selle ümbruse puuraukude geoloogilisi läbilõikeid). Korresp. Bl. Naturf. Ver. Riga. XL 73-105.
- Doss, B., 1909a.* Die Erdbeden der baltischen Provinzen (Maavärinatest Balti provintsides). Riga, Düna-Zeitung
- Doss, B., 1909b.* Die historisch beglaubigten Einsturzbeben und seismisch-akustischen Phänomenon der russischen Ostseeprovinzen (Usutavad ajaloolised maavärinad ja seismoakustilised fenomenid Venemaa Läänemere provintsides). Riga, Düna-Zeitung
- Einmann, A., 1976.* Pärnu linn, Pärnu Vallikäärü puhastamise tehniline tööprojekt. Ehitusgeoloogiline aruanne. Maaparandusprojekt. EGF 5798, 8 lk.
- Fischer, J. B., 1791.* Versuch 16. einer Naturgechichte von Livland. (Ülevaade Liivimaa loodusest) 2. Auflage. Königsberg.
- Glazenapp, M., 1885.* Über die Tiefbrunnen und Tiefbrunner-Wasser der baltischen Provinzen und der angrenzenden Gouvernements (Sügavatest kaevudest ja arteesiaveest Balti provintsides ja nendega külgnevates kubermangudes). Rig. Ind.-Zeit. Nr 20, 240–255.
- Goebel, C. S. T. F., 1845.* Das Seebad bei Pernau an der Ostsee in physicalisch-chemischer und topographisch-statistischer Beziehung (Meresupluse võimalustes Pärnu ja Balti meres ja nende füüsikalise-mehaanilistest ja topograafilis-statistilistest aspektidest). Dorpat und Leipzig.
- Grewingk, C., 1860.* Über seine vierte wissenschaftliche Reise zur Erforschung des devonischen Bodens Liv- und Kurlands (Oma neljandast teaduslikust ekspeditsioonist Liivi- ja Kuramaa uurimiseks). Sb. Naturf. Ges. Dorpat. 312 –317.
- Grewingk, C., 1873.* Über Eisschiebungen (Jää rüsumisest). Sb. Naturf. Ges. Dorpat. III 313–314.
- Jalast, J., 1978.* Pärnu linna kalmistu ehitusgeoloogia aruanne. Maaparandusprojekt. EGF 6159, 8 lk.

- Juhend Eesti geoloogiliseks digitaalkaardistamiseks mõõtkavas 1:50 000, versioon 2.4, 2015. Maa-amet, Tartu, 145 lk.
- Hausen, H., 1913.* Materialien zur Kenntnis der pleitozänen Bildungen in den russischen Ostseeländern (Materjalid pleistotseensete moodustiste tundmaõppimiseks Venemaa Läänemere äärsetes maades). Fennia 34, 181 lk.
- Hupel, A. W., 1774.* Topographische Nachrichten von Liv- und Estland. Bd I, Riga.
- Hupel, A. W., 1789.* Die gegenwärtige Verfassung der Rigischen und der Revalschen Statthalterschaft Zur Ergänzung der topographischen Nachrichten von Liv- und Estland. (Riia ja Revali maakonna kaasaegne olukord. Lisaks andmete Liivi- ja Eestimaa topograafilistele andmetele). Riga, 877.
- Härmat, E., 1972.* Reiu jõe silla ehitusaluse insener-geoloogiliste uurimistööde aruanne. Pärnu rajoon. Maaparadusprojekt. EGF 5563, 3 lk.
- Kajak, K., Kala, E., 1972.* Aruanne komplekssest geoloogilis-hüdrogeoloogilisest kaardistamisest mõõtkavas 1:200 000 Edela-Eestis (leht O-35-XVIII). Geoloogia Valitsus. EGF 3212, 204 lk.
- Kajak, K., 1999.* Eesti kvaternaarisetete kaart 1:400 000. Eesti Geoloogiakeskus.
- Kaju, A., 2003.* Voldemar Maasiku regionaalmõõdistuse andmete kontroll. Bachelor's thesis, Estonian University of Life Sciences, Department of Geomatics.
- Kask, J., 2002.* Pärnu sadama akvatooriumi ja laevatee süvendustööde keskkonnamõju hindamine. Eesti Geoloogiakeskus. EGF 7447.
- Keyserling, G., 1863.* Notiz zur Erklärung des erratischen Phänomens (Märkusi ja seletusi kulutusliku pinnavormi kohta). Bull. Acad. Sci. St.-Petersburg. 191-195.
- Kildjer, L., 1974.* Pärnu linn, Pärnu Vallikääru puhastamise kapitaalremont. Ehitusgeoloogiline aruanne. Maaparandusprojekt. EGF 5643, 7 lk.
- Kildjer, L., 1978.* Pärnu rajooni Uulu-Suursoo maaparanduse I eh.jrk. Ehitusgeoloogia aruanne. Maaparandusprojekt. EGF 6163, 7 lk.
- Kildjer, L., 1977.* Pärnu jõe rekonstrueerimine. Ehitusgeoloogia aruanne. Maaparandusprojekt. EGF 5978.
- Kildjer, L., 1979.* Pärnu rajooni Ura jõe reguleerimine. Ehitusgeoloogia aruanne. Maaparandusprojekt. EGF 6596, 6 lk.
- Killar, R., 1982.* Pärnu rajoon Häädemeeste kolhoosi Soometsa liivakarjääri geoloogiliste uurimistööde aruanne. EGF 4494, 9 lk.
- Koppelmaa, H., 2002.* Eesti kristalse aluskorra geoloogiline kaart. Mõõtkava 1:400 000. Seletuskiri. Eesti Geoloogia. 32 lk.
- Korhonen, J. V., Aaro, S., All, T.; Elo, S., Kääriäinen, J., Kulinich, A., Skilbrei, J. R.; Säätuvuori, H., Vaher, R., Zhdanova, L., Koistinen, T., 2001.* Bouguer Anomaly Map of the Fennoscandian Shield 1:2 000 000. Geological Surveys of Finland, Norway, Sweden and Estonia and Ministry of Natural Resources of Russian Federation.
- Krapiva, A., 1976.* Pärnu rajoon, Lenini nim. Kolhoos. Leina polder ja Uulu-Suursoo kuivendussüsteem. Hüdrogeoloogia ja ehitusgeoloogia aruanne. Maaparandusprojekt. EGF 5795, 4 lk.
- Krapiva, A., 1978.* Pärnu rajoon, Häädemeeste kolhoos, Uulu-Suursoo maaparandusobjekt. Ehitusgeoloogiline (hüdrokeemiline) aruanne. Maaparandusprojekt. EGF 6160, 13 lk.
- Krapiva, A., 1982.* Pärnu rajooni Surju sovhoosi Rabametsa maaparandusehitise rekonstrueerimine. Maaparandusprojekt. Ehitusgeoloogia aruanne. EGF 6654, 6 lk.
- Kupffer, K. R., 1909.* Über einen subfossilen Oberarmknochen vom Rind aus dem Flussbette der Pernau. (Pärnu jõe setetest leitud härja subfossiilsest kondist). Bl. Naturf. Ver. Riga. LIII.
- Künnapas, I., 2005.* Gravimeetrilise regionaalse andmebaasi kontrollimine. Bachelor's thesis, Estonian University of Life Sciences, Department of Geomatics.

- Maasik, V., 1958.* Eesti NSV territooriumi gravimeetrilised uuringud (Kohalike gravimeetriliste algpunktide määramine 1957. a). ETA Geoloogia Instituut (vene keeles).
- Metlitskaja, V. I., Papko, A. M., 1992.* Eesti territooriumi mõõtkavas 1:25 000 ja 1:50 000 aeromagnetilise kaardistamise tulemused (vene keeles). Töögrupp nr 49, aastail 1987–1991 (vene keeles). Valgevene Geoloogiteenistus, Minsk.
- Mällo, M., 1979.* Pärnu rajooni Sindi sovhoos, Vaskräama maaparandusehitis. Ehitusgeoloogia aruanne (komposteerimisväljak ja maaparandus). Maaparandusprojekt. EGF6279, 6 lk.
- Orviku, K., 1941.* Kodumaa tahu- ja käiakividest. Geoloogia Instituut.
- Orru, M., 1995.* Teatmik Eesti turbasood. Eesti Geoloogiakeskus. Tallinn, 240 lk.
- Orru, M., Liibert, S., Elevant, N., 2003.* Pärnu maakonna Rääma turbamaardla lääneosa geoloogilise uuringu aruanne. Varu arvutus seisuga 01.02.2004.a. Eesti Geoloogiakeskus. EGF 7567, 41 lk.
- Orru, M., Ramst, R., Shirokova, M., Veldre, M., 1986.* Pärnu rajooni turba ja sapropeeli otsingulis hinnanguliste tööde aruanne 4 köide. Järvede sapropeelid. Geoloogia Valitsus. EGF 5235, 347 lk.
- Palmre, H., 1946.* Valged liivad ja liivakivid ENSV-s (vene keeles). EGI.
- Peikre, R., 2003.* Pärnumaa Vaskjõe saviala geoloogiline uuring. I etapp. Seletuskiri. Eesti Geoloogiakeskus. EGF 7551, 12 lk.
- Perens, R., 1998.* Eesti hüdrogeoloogiline kaart 1:400 000. Seletuskiri. Eesti Geoloogiakeskus. Tallinn, 40 lk.
- Perens, R., 2001.* Eesti põhjavee kaitstuse kaart 1:400 000. Eesti Geoloogiakeskus. Tallinn, EGF 7120, 47 lk.
- Perens, R., Polikarpus, M., 2003.* Pärnu maakonna põhjavee kaitstuse kaart. Eesti Geoloogiakeskus. EGF 7542, 10 lk.
- Perens, R., Eltermann, G., Lang, T., Laas, L., Noppel, M., Perens, H., Jalakas, T., Norman, A., Kursheva, V., 1976.* Aruanne hüdrogeoloogilisest ja ehitusgeoloogilisest kaardistamisest mõõtkavas 1:50 000 maaparanduse eesmärgil (Uulu-Leina ja Järva-Jaani objekt) ning aruanne katsetootmise seisim-uuringutest kaardistamise juures (Järva-Jaani ja Ambla objekt). Geoloogia Valitsus. EGF 3391, 275 lk.
- Pöldvere, A., 2016.* Võiste uuringuruumi liiva varu geoloogiline uuring (varu seisuga 01.06.2016). Eesti geoloogiakeskus. EGF 8725, 16 lk.
- Pöldvere, A., 2003.* Pärnu maakonna maavaravarude kaart. Eesti Geoloogiakeskus. EGF 7527, 25 lk.
- Pöldvere A., Rohtla, R., 2004.* Pärnumaa kasutusest väljas olevate liiva- ja kruusakarjäärade inventeerimine. Eesti Geoloogiakeskus. EGF 7617, 23 lk.
- Pärnu rajooni liivakarjäärade mäeeralduste plaanid ja seletuskirjad. Pärnu rajooni kruusa ja kruusliivakarjäärade mäeeralduste plaanid ja seletuskirjad. Autorite kollektiiv. 1990. Eesti Geoloogiakeskus. EGF 6781, 143 lk.
- Ramst, R., 2000.* Soosetete lamamis oleva järvemuda ja -lubja uurimistöö. 3. Pärnu- ja Raplamaa. Eesti Geoloogiakeskus. EGF 6607, 31 lk.
- Ramst, R., Võsa, A., Veldre, M., Lepp, A., Lepp, V., 1993.* Pärnu maakonna Lavassaare, Pööravere, Mõrdama, Kavasoo, Viira, Möksi, Kõrsa, Rääma, Tolkuse ja Võlla turbamaardlate tootmisalade järeluuringu aruanne. Eesti Geoloogiakeskus. EGF 5273, 105 lk.
- Rannik, E., Kotenjov, R., 2010.* Seljametsa uuringuruumi geoloogilise uuringu aruanne. OÜ IB Steiger. EGF 8236, 24 lk.
- Rattas, M., Kukk, M., Tomberg, U., Parm, T., 1998.* Pärnu maakonna digitaalsed teema-kaardid. Eesti Geoloogiakeskus. EGF 6076, 6 lk.
- Rommel, P., 1960.* Pärnu linna puurkaevude inventariseerimise tööde aruanne. Geoloogia Valitsus. EGF 1281, 116 lk.
- Rändur, M., 1998.* Rauapigmentide, diatomiidi ja heleda savi ilmingute revisjon. OÜ Eesti Geoloogiakeskus. EGF 5928, 80 lk.
- Rästa, H., 1953.* Aruanne anciluse ja littorina rannajoonest Edela-Eestis. EGI.

- Räägel, V., 1971. Karjäärimajandus ja kruusliiva ning liiva leiukohad Eesti NSV-s (Aruanne teemal "Eesti NSV territooriumi rajoneerimine ehitusmaterjalide vajaduste järgi"). Geoloogia Valitsus. EGF 3160, 204 lk.
- Salo, V., Võsa, A., Kallas, R., Lepp, A., Shirokova, M., 1988. Pärnu rajooni Kõrsa turbamaardla lääneosa detailuuringu aruanne. Geoloogia Valitsus. EGF 5251, 68 lk.
- Savchenko, 1992. Aruanne 3. kl. gravimeetriliste tugipunktide rajamisest Balti riikides 1991. a. GGP "Spetsgeofizika", Moskva (vene keeles).
- Shtokalenko, M., Aleksejev, S. G. 2007. Wavelet-teisendus füüsikalise mõttega. Kogumikus: Raskusjõu-, magnet- ja elektriväljade geoloogilise interpreteerimise teooria ja praktika küsimused. D.G.Uspenski-nimelise rahvusvahelise seminari 34. sessiooni materjalid. Maa Füüsika Instituut, Moskva, lk 293-297 (vene keeles).
- Shtokalenko, M. B., Kaulio, V. M., Kozlov, S. A., Syomin, Yu. A., 2000. The Barometric Distribution of the Earth's Crust Density. In: Geophysics in Baltic Region: Problems and Prospects for the New Millennium. Tallinn, pp. 65–67.
- Štokalenko, M., All, T., 2013. Milleks meile vaja seda gravi-makivälja? Kogumikus: XXI Aprillikonverents. Teesid. OÜ Eesti geoloogiakeskus, Tallinn, lk 36–38.
- Štokalenko, M. B., Aleksejev, S. G., 2015. Potentsiaalvälja analüütilise alla jätkamise tõlgendus. Kogumikus: Raskusjõu-, magnet- ja elektriväljade geoloogilise interpreteerimise teooria ja praktika küsimused. D. G. Uspenski-nimelise rahvusvahelise seminari 42. sessiooni materjalid. Perm, TA Uurali osakonna Mäeinstituut, lk 221–223 (vene keeles).
- Štokalenko, M. B., Aleksejev, S. G., Kozlov, S. A., 2013. Liigest efektiivtihedusest absoluutsele. Kogumikus: Raskusjõu-, magnet- ja elektriväljade geoloogilise interpreteerimise teooria ja praktika küsimused. D. G. Uspenski-nimelise rahvusvahelise seminari 40. sessiooni materjalid. Maa Füüsika Instituut, Moskva, lk 380–384 (vene keeles).
- Štokalenko, M. B., Aleksejev, S. G., Senchina, N. P., 2014. Iteratsiooniline või mediaaniline võõndfiltreerimine potentsiaalvälja fokuseerimise vahendina tomograafias. Kogumikus: Raskusjõu-, magnet- ja elektriväljade geoloogilise interpreteerimise teooria ja praktika küsimused. D. G. Uspenski-nimelise rahvusvahelise seminari 41. sessiooni materjalid. Jekaterinburg, TA Geofüüsika Instituut, lk 286–288 (vene keeles).
- Sinivalu, R., 2000. Paikuse prügila rajamiseks vajaliku savi saamise võimalustest. Eesti Geoloogiakeskus. EGF 6832, 7 lk.
- Sinivalu, R., 2001. Reiu-Liiva leiukoha geoloogiline uuring Pärnumaal (varu seisuga 01.11.2001.a.). Eesti Geoloogiakeskus. EGF 7326, 11 lk.
- Sinivalu, R., 2003. Kõrsa kruusamaardla täiendav uuring Pärnumaal (varu seisuga 01.08.2003.a.). Eesti Geoloogiakeskus. EGF 7518, 10 lk.
- Sinivalu, R., 2006. Võiste liivamaardla Kingu uuringuruumi geoloogiline uuring (varu seisuga 01.08.2006.a.). Eesti Geoloogiakeskus. EGF 7783, 11 lk.
- Sinivalu, R., Peikre, S., Kajak, M., jt 1988. Lääne-Eesti liiva ja kruusliiva otsingulis-hinnanguliste tööde aruanne (1982.a. projekt). Geoloogia Valitsus. EGF 4292, 454 lk.
- Sinjavskaja, H. A. 1947. Klaasitööstuse arenguperspektiividest Balti liiduvabariikides (vene keeles). ÜGF. 58 lk.
- Soa, K., Valdna, L., Haamer, R., Pärn, E., Kajak, M., Peikre, R., Rannat, U., Sinivalu, R., 1990. Eesti liiva ja kruusliivakarjääride geoloogiline teenindamine 1988–90. aastatel. EGF 4428, 16 lk.
- Sooäär, J., 1977. Pärnu rajoon, Suigu kolhoosi Reiali r/b sild. Ehitusgeoloogia aruanne. Maaparandusprojekt. EGF 5979, 6 lk.
- Suuroja, K., 1997. Eesti aluspõhja geoloogiline kaart mõõtkavas 1:400 000. Seletuskiri. Eesti Geoloogiakeskus. Tallinn, 60 lk.

Thoms, G., 1877. Das Wasser in der Bierbrauerei (Vesi õllekeetmiseks). Rig. Ind.-Zeit. 145-175.

Varep, E., Maavara, V., 1984. Eesti maastikud. Eesti Raamat, Tallinn, 184 lk.

Voolma, E., 1965. Pärnu ümbruses tehtud liivade-lahjendajate otsimise ja esialgse geoloogilise uurimise aruanne. Geologia Valitsus. EGF 2297, 38 lk.

Väärsi, V., Kajak, K., 1969. Lõuna-Eesti Rühma aruanne komplekssest geoloogilis-hüdrogeoloogilisest kaardistamisest mõõtkavas 1:200 000 Edela-Eestis (leht O-35-XIII) 1966.-1968.a. Geologia Valitsus. EGF 3023, 299 lk.

