

MAA-AMET

Eesti geoloogilise digitaalkaardistamise

(mõõtkavas 1 : 50 000)

JUHENDI SELETUSKIRI

(Juhendi versioon 2.3)

Tartu 2013

Sisukord

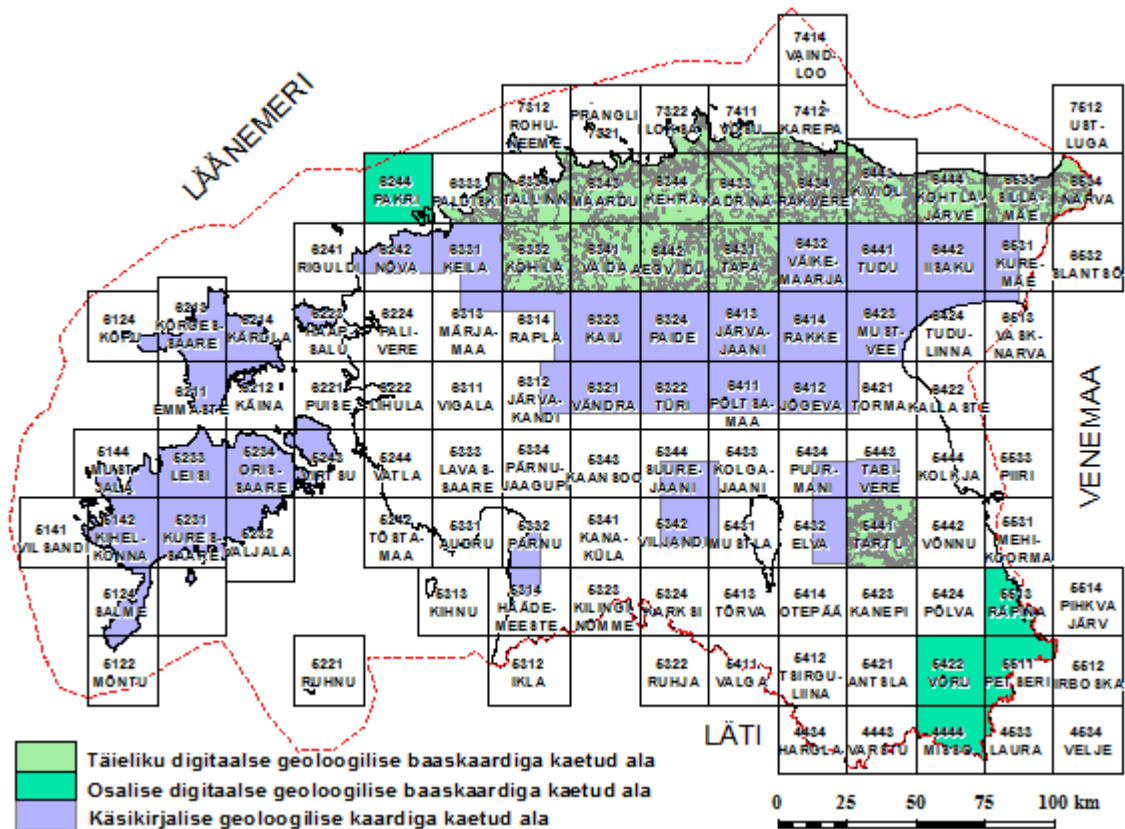
1	Sissejuhatus.....	4
2	Juhendis ja juhendi seletuskirjas kasutatud mõisted.....	5
3	Geoloogilise baaskaardi geoandmebaas.....	6
4	Aluspõhja geoloogiline teemakaart.....	7
4.1	Kaardistatavad kivimkehad (nähtusklassid).....	8
4.2	Uute nähtusklasside moodustamine.....	8
4.3	Eesti aluspõhja stratigraafia.....	9
4.3.1	Kristalliinne aluskord.....	10
4.3.2	Ediacara ladestu.....	10
4.3.3	Kambriumi ladestu.....	11
4.3.4	Ordoviitsiumi ladestu.....	12
4.3.5	Siluri ladestu.....	19
4.3.6	Devoni ladestu.....	20
4.4	Stratotüübid.....	21
4.5	Rikked.....	21
4.6	Kerked ja langatused.....	22
4.7	Teiste andmekogude objektid aluspõhja geoloogilisel kaardil.....	22
5	Pinnakatte geoloogiline teemakaart.....	23
5.1	Eesti Kvaternaari stratigraafia.....	24
5.2	Nähtusklassid.....	25
5.2.1	Stratigraafilis-geneetilised settetüübid.....	26
5.2.2	Litoloogilised settetüübid.....	28
5.3	Teiste andmekogude objektid pinnakatte geoloogilisel kaardil.....	30
6	Hüdrogeoloogiline teemakaart.....	30
6.1	Kivimite ja setendite veeandvus ja kollektoromadused.....	31
6.2	Aluspõhja ja pinnakatte hüdrogeoloogia.....	31
6.2.1	Kvaternaari veekompleks.....	31
6.2.2	Aluspõhja veekompleksid.....	31
6.3	Kivimite veeandvust ja kollektoromadusi kajastavad nähtusklassid.....	33
6.4	Veekomplekside survetasemed, avamuste piirid ja alanduslehtid.....	33
6.5	Maapinnalt esimese aluspõhjalise veekompleksi vee kvaliteet ja voolusuund.....	34
6.6	Põhjaveerajatised.....	34
6.7	Muud nähtusklassid.....	34
6.8	Teiste andmekogude objektid hüdrogeoloogilisel kaardil.....	35
7	Põhjavee kaitstuse teemakaart.....	36
7.1	Põhjavee looduslikku kaitstust mõjutavad tegurid.....	37
7.2	Põhjavee loodusliku kaitstuse hindamine.....	37
7.3	Nähtusklassid.....	38
7.4	Teiste andmekogude objektid põhjavee kaitstuse kaardil.....	39
8	Maavarade teemakaart.....	40
8.1	Nähtusklassid.....	40
8.1.1	Perspektiivalad.....	41
8.1.2	Levialad ja leiukohad.....	41
9	Geomorfoloogiline teemakaart.....	42
9.1	Nähtusklassid.....	42
9.2	Teiste andmekogude objektid geomorfoloogilisel kaardil.....	43
10	Aluspõhja reljeefi teemakaart.....	43
10.1	Nähtusklassid.....	44

10.2	Teiste andmekogude objektid aluspõhja reljeefi kaardil.....	44
11	Pinnakatte paksuse teemakaart.....	44
11.1	Nähtusklassid.....	45
11.2	Ülevaade kaardi koostamisest.....	45
11.3	Teiste andmekogude objektid pinnakatte paksuse kaardil.....	46
12	Aeromagnetiliste anomaaliate teemakaart.....	46
12.1	Ülevaade kaardi koostamisest.....	47
13	Gravitatsioonijõu (Bouguer') anomaaliate teemakaart.....	48
13.1	Ülevaade kaardi koostamisest.....	49
13.1.1	Algandmed.....	50
13.1.2	Isojoonte ja trükivalmiskaart.....	50
14	Läbilõiked.....	50
15	Faktiline materjal.....	51
16	Kaardistamise abivahendid ArcMapis.....	53
17	Kasutatud kirjandus.....	55

1 Sissejuhatus

Käesolev seletuskiri on koostatud geoloogilise digitaalkaardistamise juhendi (Juhend Eesti geoloogiliseks digitaalkaardistamiseks mõõtkavas 1 : 50 000 (versioon 2.3), (edaspidi juhend) tarbeks. Juhend on üheks alusdokumendiks Maa-ameti poolt korraldatavate geoloogilise kaardistamise riigihangete läbiviimisel. Seletuskiri annab ülevaate juhendis kirjeldatud nähtusklasside moodustamisest, nende geoloogilisest taustast ja kujutamisest kaardil. Ta on soovituslikuks informatsiooniallikaks nii digitaalsete kaartide koostajatele kui tarbijatele.

Eesti geoloogilise baaskaardi topograafiliseks aluseks on Eesti baaskaart mõõtkavas 1 : 50 000 (joonis 1), kaardiandmete projektsiooniks on L-EST97 tasapinnaline ristkoordinaatide süsteem¹, kõrgussüsteemiks Balti 1977. a kõrgussüsteem (BK77)².



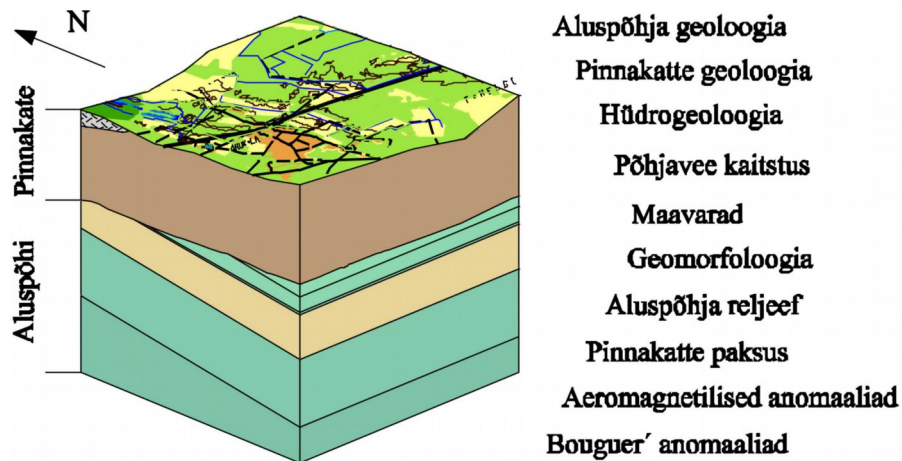
Joonis 1. Geoloogilise kaardistamise seis Eesti baaskaardi taustal jaanuaris 2013.

Geoloogilist kaardistamist viiakse läbi komplekselt, iga baaskaardi lehe kohta koostatakse tavaliselt 10 teemakaarti (vt joonist 2).

Iga baaskaardi lehega kaasneb faktiline materjal (puuraukude, puurkaevude, paljandite ja vaatluspunktide andmed) ning seletuskiri. Teemakaartide andmestik on omavahel seotud, kusjuures osad teemakaardid (nt põhjavee kaitstus) on tuletatud teiste kaartide andmetest. Erinevatel teemakaartidel olevad andmed ei tohi olla omavahel vastuolus (nt pinnakatte paksuste liitmisel aluspõhja reljeefi andmestikuga peab tulemuseks olema tänapäevase reljeefi pind).

¹ Tasapinnaliste ristkoordinaatide süsteem L-EST tuleneb Lamberti kahe lõikeparalleeliga koonilisest konformsest kaardi projektsioonist LAMBERT-ESTONIA (lühendatult LAMBERT-EST), mille arvutused on tehtud ellipsoidil GRS80.

² Nii L-EST97 kui BK-77 on sätestatud keskkonnaministri 26.10.2011 määrusega nr 64 (Geodeetiline süsteem).



Joonis 2. Eesti Geoloogilise Baaskaardi teemakaardid.

2 Juhendis ja juhendi seletuskirjas kasutatud mõisted

nähtus - kaardistatav, looduses eksisteeriv objekt või sündmus (nt Viivikonna kihistu avamus teatud piirkonnas).

nähtusklass - kaardistatav, looduses eksisteerivate ühesuguste omadustega nähtuste grupp (nt nähtusklassi “Viivikonna kihistu” moodustavad selle kihistu kõik avamusalad). Nähtusklasse eristatakse üksteisest viiekohalise koodi alusel (vt juhend, tabel 3).

objekt - geoloogilist nähtust geoandmebaasis või kaardil kirjeldav, kindlate atribuutidega element.

objektiklass (*Feature class*) - sarnaste, mingi iseloomuliku tunnuse järgi klassifitseeritud objektide grupp andmekogus (nt objektiklassi AP_Avamus kuuluvad kõik aluspõhja geoloogilise kaardi avamused e kaardistatud nähtusklassid).

andmekogu (*Feature dataset*) - geoandmebaasi peamine struktuuriüksus (nt Aluspõhi).

domeen (*Domain*) - geoandmebaasi tabel, kus on kirjas võimalikud väärtused teatud andmeväljade täitmiseks.

alamtüüp (*Subtype*) - objektiklassi alajaotus geoandmebaasis, mis reeglina vastab kaardistatud nähtusklassile looduses.

elemendi atribuudid - objekti kirjeldavad tunnused, nt muster, värv, joone jämedus, kirja suurus jne). Elementide atribuudid on määratud geoandmebaasiga kaasnevas stiilifailis.

Juhendis kirjeldatud objektide ja tekstide moodustamisel kasutatakse järgnevaid **elemenditüüpe**:

punktoobjekt - kirjeldatakse punktina (*Point Feature*)

joonobjekt - kirjeldatakse joonena (*Line Feature*)

pindobjekt - kirjeldatakse alana (*Polygon Feature*)

tekst (kirjad) - kirjeldatakse teksti või annotatsioonina (*Text, Annotation Feature*).

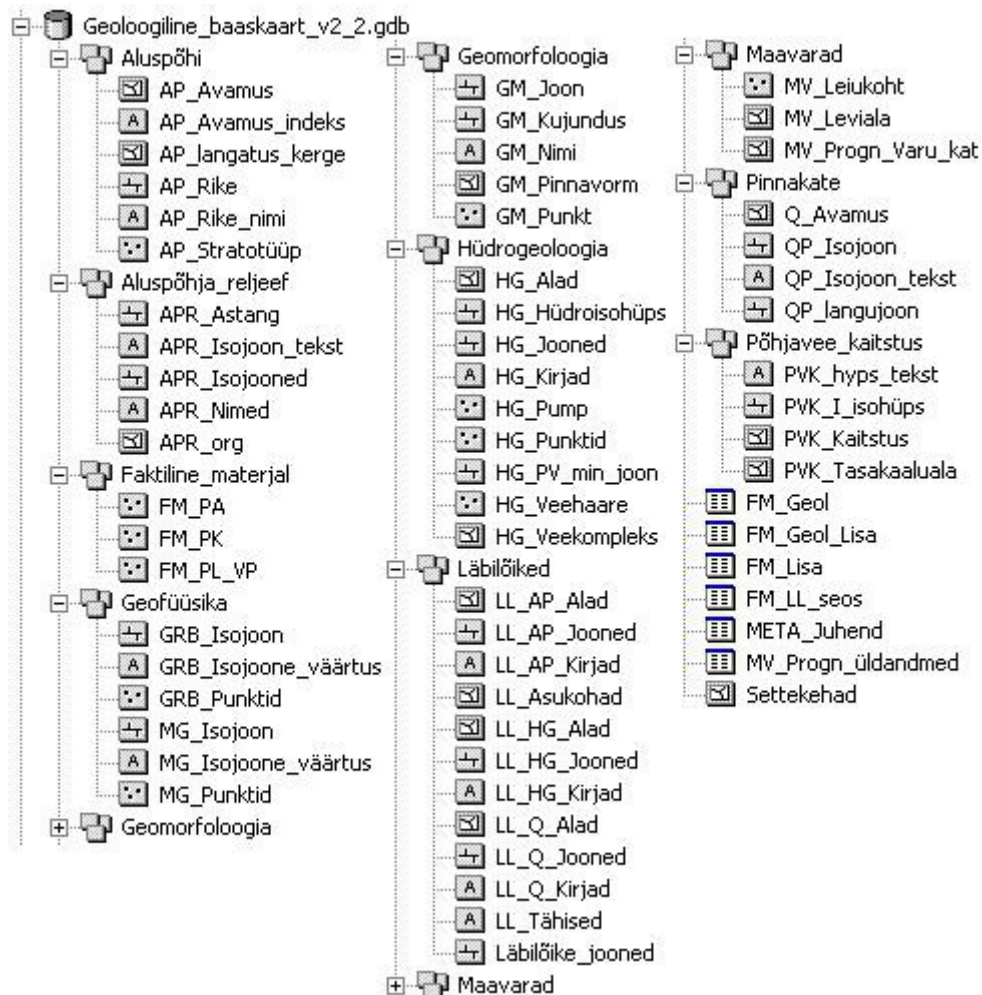
leppemärk - nähtusklassi kirjeldav element kaardil.

annotatsioon - fikseeritud asukohaga kaardikiri geoandmebaasis, mis on seotud kaardi mõõtkavaga. Erinevalt dünaamilisest märgisest (*Label*) ei muutu annotatsiooni asukoht kaardikuva muutudes.

annotatsiooniklass - geoandmebaasi andmekogus asuv tabel, kuhu kuuluvad sarnased (tavaliselt ühe objektiklassi) annotatsioonid.

3 Geoloogilise baaskaardi geoandmebaas

Geoloogilised kaardid on ArcGIS'i geoandmebaasi (edaspidi andmebaas) koosseisus ning kaardistamiseks kasutatakse ArcGIS'i tarkvara. Andmebaas (vt joonist 3) koosneb 10st andmekogust, mis sisuliselt vastavad joonisel 2 näidatud teemakaartidele. Vaid aeromagnetiliste anomaaliate ja gravitatsioonijõu (Bouguer') anomaaliate teemakaardid on koondatud ühise andmekogu – Geofüüsika – alla, pinnakatte geoloogia ja pinnakatte paksuse informatsioon asub koos andmekogus Pinnakate ning kõik läbilõigetega seonduvad materjalid on andmekogus Läbilõiked.



Joonis 3. Geoandmebaasi andmekogud, objektiklassid ja tabelid (ArcCatalog).

Andmebaasis on mõned tabelid, mis sisaldavad ainult tarkandmeid. Need hõlmavad endas juhendi tabelit 3 (META_Juhend), faktilise materjali lisainformatsiooni (FM_Lisa), andmepunktide geoloogilisi kirjeldusi (FM_Geol) ja viimase lisainformatsiooni (FM_Geol_Lisa), läbilõigete tegemiseks vajalikke seoseid (FM_LL_seos) ning maavarade perspektiivalade informatsiooni (MV_Progn_

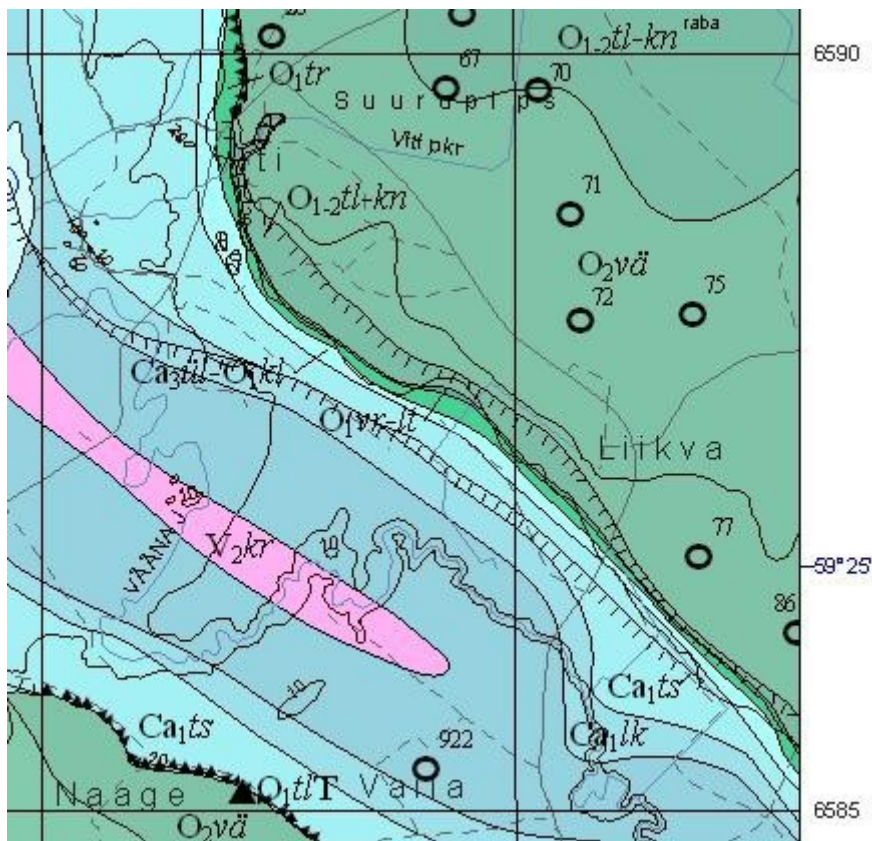
üldandmed). Joonisel 3 viimasena näidatud objektiklass Settekehad sisaldab alasid, mis kirjeldavad aluspõhja ja pinnakatte kivim/settekehade paiknemist üksteise suhtes. Selle klassi abil kontrollitakse stratigraafiliste indeksite järjekorda tabelis FM_Geol.

Kõik kaardistatud nähtused on andmekogudes grupeeritud objektiklassidesse vastavalt elemenditüübile ja muudele olulistele erisustele. Objektiklasse kirjeldatakse lähemalt vastava teemakaardi peatükis.

4 Aluspõhja geoloogiline teemakaart

Aluspõhja geoloogiline teemakaart (joonis 4) sisaldab informatsiooni Eesti aluspõhja geoloogia ja stratigraafia kohta. Kaardil kujutatakse järgmisi nähtusklasse ja kirjasid (sulgudes on toodud vastava objektiklassi nimi andmebaasis):

- kaardistatavate kivimkehade³ avamused ja levik läbilõigetel (AP_avamus)
- kivimkehade indeksid (AP_Avamus_indeks),
- litostratigraafiliste üksuste stratotüübid (AP_Stratotüüp),
- aluspõhjalised rikked (AP_Rike),
- kerked ja langatused (AP_langatus_kerge),
- rikete, kergete ja langatuste nimed (AP_Rike_nimi).



Joonis 4. Vällavõte aluspõhja geoloogilisest kaardist (kaardileht 6333).

³ Terminit "kivimkeha" kasutatakse suhteliselt homogeense litoloogilise koostisega maapõueosa iseloomustamisel. Kivimkeha võib koosneda ühest või mitmest kihistust.

4.1 Kaardistatavad kivimkehad (nähtusklassid)

Aluspõhja geoloogilise teemakaardi tarbeks kaardistatakse kivimeid tavaliselt kihistu tasemeni. Kuna kõikide kihistute avamus pole kaardil näitamiseks piisavalt suur ja vahel on kihistuid üksteisest raske eristada, liidetakse teatud juhtudel osad litostratigraafilised üksused omavahel kokku. Sellest tulenevalt käsitletakse kihistuid ja teisi kaardistatavaid üksusi kivimkehadena, mida kaardil kujutatakse avamusalade ja läbilõigete abil.

Kivimkehade stratigraafilist kuuluvust iseloomustab kaardil värv ja indeks. Kui kaardistatav kivimkeha koosneb kahest või enamast litostratigraafilisest üksusest, siis esitatakse esmalt vanima ja siis kõige noorema litostratigraafilise üksuse indeks. Näiteks Ülgase, Tsitre ja Kallavere kihistutest koosnev kivimkeha tähistatakse $Ca_3ül-O_1kl$. Kivimkehade kohta antakse lisainformatsiooni kaardi legendis ja seletuskirjas.

Looduses esineb sageli olukordi, kus kivimkehad asenduvad üksteisega, suiduvad välja jne. Fatsiaalsest muutlikkusest tingitud litostratigraafilise üksuse üleminekut teiseks üksuseks (s.o nähtusklasside vaheline piir) käsitletakse igal üksikjuhul eraldi. Nähtusklasside vahelise piirjoone asukoha määramise aluseks on faktiline materjal (puursüdamike kirjeldused jms, vt ka pt 15). Aluspõhja geoloogilise teemakaardi koostamisel kaardistatakse kristalliinseid aluskorrakivimeid ja pealiskorra hulka kuuluvaid Paleosoikumi sette kivimeid. Aluspõhja kaardilt puuduvad kvaternaarisetted e pinnakate, mida kujutatakse eraldi pinnakatte geoloogilisel kaardil. Pinnakatte levikut näidatakse aluspõhja kaardi juurde kuuluvatel läbilõigetel selleks, et anda ülevaade piirkonna reljeefist.

Võimalusel kaardistatakse akvatoorium sama detailselt nagu maismaa. Kui teavet pole piisavalt, võib piirduda ladestiku tasemega (nt Siluri ladestu kaardistatakse Llandoveri, Wenlocki, Ludlow' ja Pridoli ladestike avamusaladena). Juhendi versioonis 2.3 oli üheks olulisemaks muutuseks see, et loobuti maismaal ja meres välja eraldatud samaväärsete aluspõhjaliste kivimkehade eristamisest. Kui looduses ei katke avamused rannajoonel, pole põhjust neid kaartidelgi poolitada. Selleks, et oleks selgem ülevaade, kas tegemist on maal või meres olevate aladega, lisati kaardikihtide loetelusse avamuste kihi peale valge mereala, mille läbipaistvus on 65%. Nii muutub kõikide veealuste avamuste värvitoon heledamaks.

4.2 Uute nähtusklasside moodustamine

Kivimkehade komplekteerimisel nähtusklassideks arvestatakse litostratigraafiliste üksuste sarnasusi, paksusi ja üksteisest eristamise võimalusi. Üks kivimkeha võib koosneda mitmest litostratigraafilisest üksusest. Vältida tuleb juhtumeid, kus üks litostratigraafiline üksus kuulub mitme kivimkeha koosseisu. Erandid on võimalikud, kuid nad peavad olema piisavalt põhjendatud. Näiteks: Loode-Eestis kaardistatakse kivimkeha Toila, Sillaoru, Pakri, Loobu, Rokiškise ja Kandle kihistud ($O_{1-2}tl-kn$), sest eraldi võetuna pole need kihistud seal mõõtkavalised. Kirde- ja Kesk-Eestis kaardistatakse (i) Toila, (ii) Sillaoru ja Loobu, (iii) Rokiškise ning (iv) Kandle kihistuid (kivimkehi).

Kivimkehade kaardistamisel tuleb lähtuda kaardi mõõtkavast ja objektide mõõtmetest (vt juhend, pt 5). Kui aluspõhja kaardi läbilõike koostamisel kasutatud puuraukudes jääb kivimkeha paksus alla 2 m, siis teda läbilõikel ei näidata.

Kihistuid, millel on nõutavast suurem paksus ja laiem avamusala, võib kaardistada mitme kivimkehana (nt Siluri ladestu Kaugatuma kihistut kaardistatakse Lõo ja Äigu kihtidena) juhul, kui nende paksused ja avamused on mõõtkavalised.

4.3 Eesti aluspõhja stratigraafia

Aluspõhjakevime liigestamisel kasutatakse krono- ja litostratigraafilist skaalat. Esimene grupeerib kivimid nende suhtelise vanuse järgi. Kronostratigraafiline üksus on kivimkeha, mis moodustus määratletud geoloogilise aja jooksul. Geoloogilisi ajavahemikke, mille vältel moodustusid kronostratigraafilised üksused, nimetatakse geokronoloogilisteks üksusteks. Kronostratigraafilised üksused suuremast väiksema suunas on:

- ladekond: koosneb ladestute rühmast. Ladekonna geokronoloogiliseks vasteks on aegkond. Eesti aluspõhja kivimid kuuluvad Paleo-, Meso- ja Neoproterosoikumi ning Paleosoikumi ladekondadesse
- ladestu: ladestikust suurem ning ladekonnast väiksem kronostratigraafiline üksus; ladestu geokronoloogiliseks vasteks on ajastu (nt kõik Ordoviitsiumi ajastu jooksul tekkinud setendid moodustavad Ordoviitsiumi ladestu)
- ladestik: kronostratigraafiline üksus, mis asetseb hierarhiliselt lademest ülevalpool ja ladestust allpool; ladestiku geokronoloogiliseks vasteks on ajastik (nt Kesk-Ordoviitsium)
- lade: ladestiku alamjaotus, kronostratigraafia põhiline tööüksus (nt Uhaku lade).

Litostratigraafiline skaala liigestab kivimid nende koostise ja tekketingimuste järgi. Litostratigraafiline üksus defineeritakse ja hinnatakse nähtavate füüsiliste tunnuste (mitte tema tuletatud vanuse, teda esindava ajavahemiku, temast järelduva geoloogilise arengu või tekkeviisi) järgi. Aluspõhja geoloogilise teemakaardi koostamisel kasutatakse järgmisi litostratigraafilisi üksusi:

- kihtkond: tekkelt sarnaste, kuid kivimiselt koostiselt erinevate kihistute kogum; kihistuid ühendatakse kihtkondadesse teatud piirkonna või intervalli stratigraafilist liigestust lihtsustava tulemuse saamiseks;
- kihistu: litostratigraafilise klassifikatsiooni ametlik lähteüksus; tekkelt sarnaste ja kivimiliselt koostiselt lähedaste kihistike kogum (nt Sillaoru kihistu koosneb Voka ja Pada kihistikest);
- kihistik või kihid: peamiselt ühtlase kivimilise koostisega kihtide kogum (nt Klooga, Joa ja Mäeküla kihistikud moodustavad Leetse kihistu); kihistik võib põhimõtteliselt levida ühest kihistust teise (olla korraga kahes kihistus);
- kiht: ametlikest litostratigraafilistest üksustest väikseim üksus, on ühtlase kivimilise koostisega; kihti piiravad teistsugustes settimistingimustes kujunenud kihid.

Stratigraafilistel skeemidel on loobutud kunagisest põhimõttest, mille kohaselt kronostratigraafilise üksuse “lade” litostratigraafiliseks vasteks oli “kihistu”. Seega võib üks kihistu olla mitme lademe ja isegi ladestu koosseisus (nt Kallavere kihistu on osaliselt Kambriumis, osaliselt Ordoviitsiumis).

Settekivimite koostise lateraalse muutlikkuse alusel jaotatakse settekivimid struktuur-fatsiaalseteks võõnditeks: ühe ladestu sarnaste settimis- ja lasumistingimustega settekivimite levikualadeks.

Seletuskirjas kasutatakse litostratigraafilise skeemi alusel määratud kivimkeha puhul terminit “litostratigraafiline üksus” (nt Vao kihistu, Vasavere kihistik, Mõhküla kihid). Litostratigraafilise indeksina käsitletakse igale litostratigraafilisele üksusele omistatud tähtede ja numbrite kombinatsiooni. Litostratigraafiline indeks näitab, millisesse ladestikku, kihistusse ja/või kihistikku vastav üksus kuulub. Ladestiku indeks moodustatakse ladestiku nime esimesest tähest, millele lisatakse alaindeks (nt Siluri

ladestu Pridoli ladestiku litostratigraafiline indeks on S_4). Kihistu indeks moodustatakse reeglina kihistu nime esimesest tähest ja temale järgnevast kaashäälikust. Näiteks Kaugatuma kihistut iseloomustab täheühend *kg*, Ärina kihistut *är* jne. Erandkorras võib teiseks täheks olla täishäälik (nt Moe kihistu – *mo*). Kihtide ja kihistike indeksid moodustatakse nende nimede suurtest esitähedest (nt Vasavere kihistik – *V*). Erandid on võimalikud siis, kui lühendid kattuvad (nt Ülem-Ordoviitsiumi Rägavere kihistu Tõremäe kihistiku indeks on O_3rgTr , sest samasse kihistusse kuulub ka Tudu kihistik). Juhul, kui litostratigraafiline üksus jaguneb sama nimetüvega allüksusteks (nt Alam- ja Ülem-Äigu kihid), kasutatakse alaindekseid (Alam-Äigu kihid – $\ddot{A}_1$, Ülem-Äigu kihid – $\ddot{A}_2$).

4.3.1 Kristalliline aluskord

Rahvusvahelise kokkuleppe kohaselt on Paleo- ja Mesoproterosoikumi vahelise piiri vanuseks $1,6 \times 10^9$ a. Eesti aluskorrakivimite vanuseks on isotoopuuringute tulemusel saadud 1,54-1,9 miljardit aastat. Paleoproterosoilise aluskorra hulka loetakse Alutaguse kompleks, Jägala kompleks, Lõuna- ja Lääne-Eesti kompleksid, Põhja-, Kesk- ja Lääne-Eesti plutoonid (Virtsu, Taadikvere, Muhu, Abja, Märjamaa, Neeme, Ereda, Naissaar) vanusega üle 1,6 miljardi aasta. Mesoproterosoilise aluskorra hulka kuulub Riia platoon vanusega alla 1,6 miljardi aasta (Kirs, J. jt, 2009).

Juhendis on kristalliline aluskord kirjeldatud kolme nähtusklassiga: (i) Paleoproterosoikumi ladekond (PP), (ii) Mesoproterosoikumi ladekond (MP) ning (iii) Neugrundbretša (PP(ng)). Viimane lisandus Pakri lehe kaardistamise käigus ja iseloomustab Neugrundi meteoriidikraatri piirkonnas asuvaid, plahvatuse käigus purustatud aluskorrakivimeid.

Kivimkomplekside ja platoonide nimed lisatakse ainult läbilõigetele.

4.3.2 Ediacara ladestu

Ediacara on Neoproterosoikumi aegkonna noorim ajastu (stratigraafiline indeks on NP_3). Kuna Ediacara ajastu (ladestu) mõiste pole Eesti stratigraafias veel täielikult kinnistunud, kasutatakse temaga paralleelselt traditsioonilist terminit “Vendi kompleks”. Seega, kõik Eesti territooriumil asuvad Vendi kompleksi (V_2) kivimid kuuluvad Ediacara ladestusse.

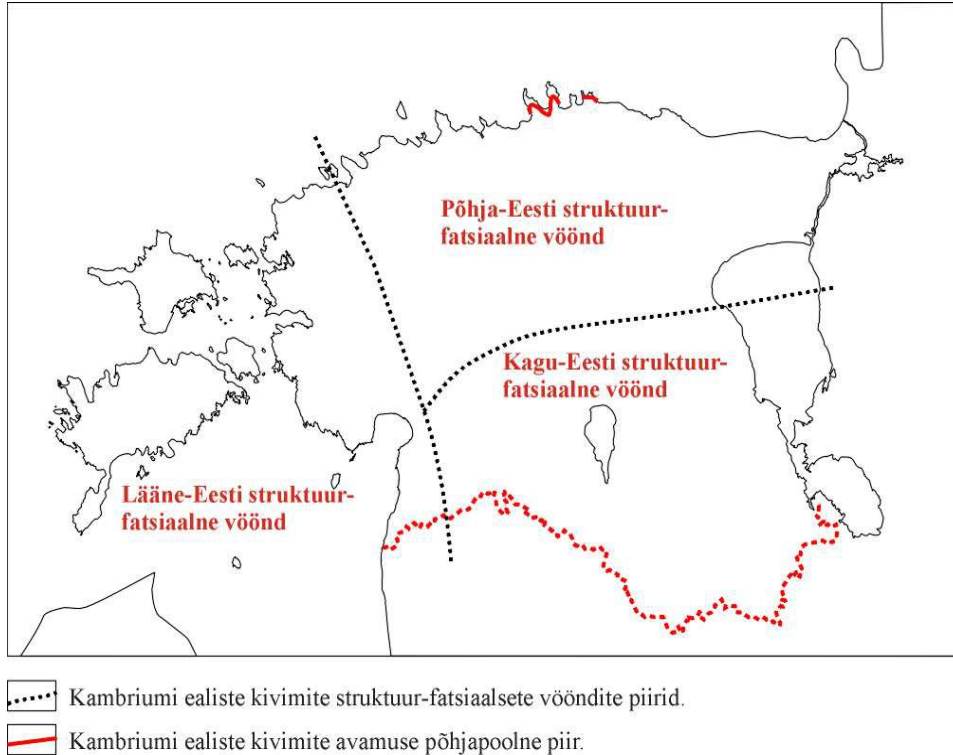
Ladestu sette kivimid levivad Eesti loode-, põhja- ja kaguosas, puuduvad Saaremaal ning Edela-Eestis. Avamusala paikneb Põhja-Eesti rannikul klindi ees. Leviku alusel jagatakse kivimid Loode- ja Ida-Eesti struktuur-fatsiaalseteks vöönditeks. Kuna kihistute paksused suurenevad ida suunas, moodustati kivimkeha “Kotlini ja Voronka kihistud” baasil kaks eraldi nähtusklassi: “Kotlini kihistu” ja “Voronka kihistu”. Kõik kaardistatavad Ediacara-ealised kivimkehad on näidatud joonisel 5. Ida-Eesti struktuur-fatsiaalset vööndit käsitletakse seejuures kahe piirkonnana (Põhja- ning Kirde-Eesti).

LADESTU	LADE	KAARDISTATAVAD KIVIMKEHAD			
		Akvatoorium	Loode-Eesti	Põhja-Eesti	Kirde-Eesti
EDIACARA	Kotlini	Ediacara ladestu (Vendi kompleksi) avamus merepõhjas (V_2)	Kroodi kihtkond (V_2kr)	Kotlini ja Voronka kihistud (V_2kt-vr)	Voronka kihistu (V_2vr)
					Kotlini kihistu (V_2kt)
				Gdovi kihistu (V_2gd)	

Joonis 5. Ediacara ladestu kaardistatavad kivimkehad (Kajak jt, 1992; Raukas & Teedumäe 1997; alusel).

4.3.3 Kambriumi ladestu

Kambriumi ladestu liivakivid, aleuroliidid ja savid on levinud üle terve Eesti. Kambriumi-ealised kivimid ja setendid jaotatakse Põhja-, Lääne- ja Kagu-Eesti struktuur-fatsiaalseteks vöönditeks. Ladestu avamus asub Põhja-Eestis klindi ees ning akvatooriumis. Struktuur-fatsiaalsed vööndid on näidatud joonisel 6, kaardistatavatest kivimkehadest annab ülevaate joonis 7.



Joonis 6. Eesti Kambriumi ladestu settekivimite levik ja struktuur-fatsiaalsed vööndid (Kajak jt, 1992 alusel).

Rahvusvahelises stratigraafilises skeemis (www.stratigraphy.org) jaotatakse Kambrium neljaks ladestikuks. Eestis kasutatakse geoloogilisel kaardistamisel varasemat kolmikliigestust seni, kuni uuele skeemile üleminekuga kaasnevad probleemid saavad lahenduse.

LADESTU	LADESTIK	LADE	KAARDISTATAVAD KIVIMKEHAD (KIHISTUD)			MUUD KIVIMKEHAD	
			Lääne-Eesti	Põhja-Eesti	Kagu-Eesti		
KAMBRIOUM	FURONG			Ülgase, Tsitre ja Kallavere (Ca ₃ üil-O ₁ kl)			
					Petseri (Ca ₃ pt)		
	KESK-KAMBRIOUM	Paneriai			Paala (Ca ₃ pl)		
		Deimena	Ruhnu (Ca ₃ rh)				
		Kybartai					
	ALAM-KAMBRIOUM	Rausve					
		Vergale	Irbeni (Ca ₃ ir)				
		Ljuboml'	Soela (Ca ₃ sl)		Vaki (Ca ₃ vk)		
				Tiskre (Ca ₃ ts)			
		Dominopol		Lükati (Ca ₃ lk)			
			Sõru (Ca ₃ sr)				
		Lontova	Voosi (Ca ₃ vs)	Lontova (Ca ₃ ln)			
		Rovno					
						Savidiapiir, valdavalt sinisavi CD ₁	Savidiapiir, valdavalt liivakivi CD ₂

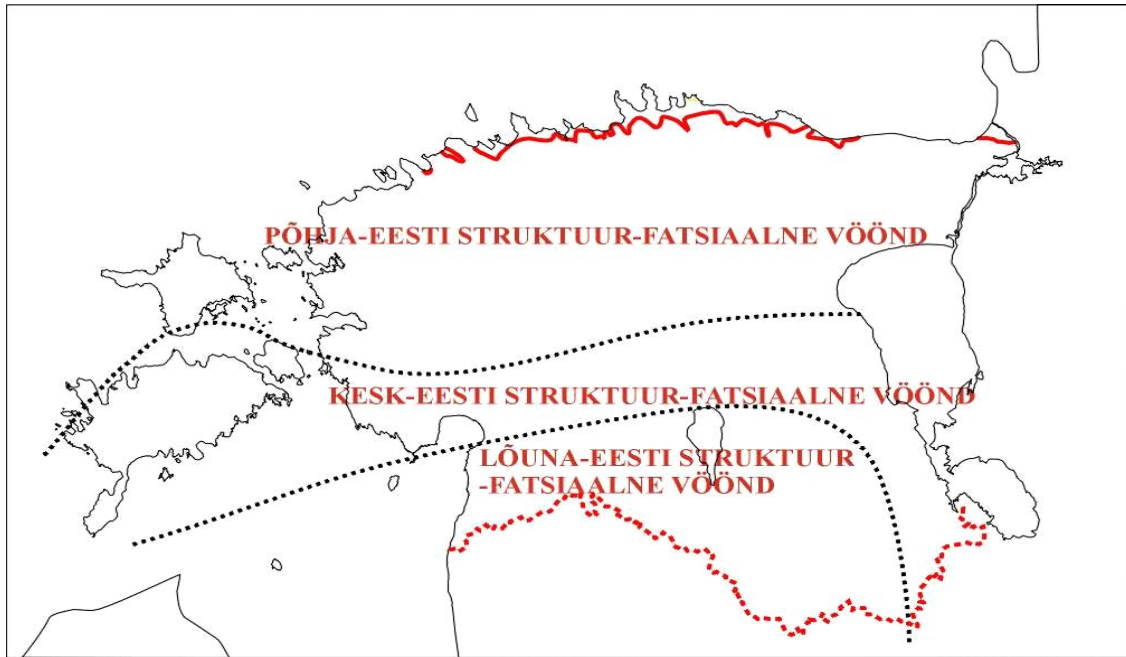
Joonis 7. Eesti Kambriumi ladestu stratigraafiline skeem ja kaardistatavad kivimkehad (Kajak jt, 1992; Raukas & Teedumäe 1997; alusel).

4.3.4 Ordoviitsiumi ladestu

Traditsiooniliselt jagatakse Ordoviitsiumi ladestu kivimid Eestis kolme piirkondlikku ladestiku (Ölandi, Viru ja Harju). Rahvusvahelises stratigraafilises skeemis on samuti kasutusel kolmikjaotus (Alam-, Kesk- ja Ülem-Ordoviitsium), mis ei lange kokku meie regionaalsete ladestikega. Kaardistamisel võetakse kivimkehade grupeerimisel aluseks globaalsed ladestikud. Ordoviitsiumi sette kivimid on jaotatud Põhja-, Kesk- ja Lõuna-Eesti struktuur-fatsiaalsete vööndite vahel. Ladestu avamus paikneb Põhja-Eestis (joonis 8).

Põhja-Eesti vööndile on Alam-Ordoviitsiumis iseloomulikud liivakivid, savid ja savikildad mis hiljem lähevad järk-järgult üle lubjakivideks (Männil & Meidla, 1994). Kesk-Eestis asub Põhja- ja Lõuna-Eesti vaheline üleminekuvöönd. Kivimid on enamasti savikamad kui Põhja-Eestis. Lõuna-Eesti kivimid on litoloogiliselt eelmistest tunduvalt erinevamad, kuid ka seal on täheldatav terrigeensete kivimite ülekaal Alam-Ordoviitsiumis ning lubjakivide-merglite prevaleerimine Kesk- ja Ülem-Ordoviitsiumis. Kaardistatavate kivimkehade koosseis on näidatud joonisel 9, detailsemalt joonistel 10-15.

Akvatooriumis kaardistatakse Ordoviitsiumi ladestu kivimite avamused kahe alana: (i) Alam-Ordoviitsiumi ladestiku purdsetendid ja savikildad (Türisalu kihistust kuni Leetse kihistu Mäeküla kihistikuni) ning (ii) Kesk- ja Ülem-Ordoviitsiumi ladestu karbonaatkivimid (Toila kihistu Päite kihistikust Ärina kihistikuni).



--- Ordoviitsiumi-ealiste kivimite struktuur-fatsiaalsete vööndite piirid.

— Ordoviitsiumi-ealiste kivimite põhjapoolse avamuse piir.

Joonis 8. Eesti Ordoviitsiumi ladestu kivimite levik struktuur-fatsiaalsete vööndite (Kajak jt, 1992) alusel.

LADESTU	LADESTIK	LADE	ALAM-LADE	KAARDISTATAVAD KIVIMKEHAD (KIHISTUD)			MUUD KIVIMKEHAD		
				Põhja-Eesti	Kesk-Eesti	Lõuna-Eesti			
ORDOVIITSIUM	ÜLEM-ORDOVIITSIUM	Porkuni				Salduse (O, <i>sl</i>)			
				Ärina (O, <i>är</i>)		Kuldiga (O, <i>kl</i>)			
		Pirgu		Adila (O, <i>ad</i>)	Halliku (O, <i>hl</i>)	Jonstorpi ja			
				Moe (O, <i>mo</i>)		Jelgava (O, <i>jn-jl</i>)			
		Vormsi			Tudulinna (O, <i>td</i>)		Fjäcka (O, <i>ff</i>)		
				Kõrgessaare (O, <i>ks</i>)					
					Saunja (O, <i>sn</i>)				
		Nabala		Pakna (O, <i>pk</i>)		Mõntu (O, <i>mn</i>)			
		Rakvere		Rägavere (O, <i>rg</i>)					
		Oandu				Variku (O, <i>vr</i>)	Mosseni (O, <i>ms</i>)		
	Keila		Vasalemma (O, <i>vs</i>)	Hirmuse (O, <i>hr</i>)					
					Kahula 2 (O, <i>kh₂</i>)		Adze ja		
	Haljala	Jõhvi			Kahula 1 (O, <i>kh₁</i>)		Blidene		
		Idavere			Tatruse ja Kahula Vasavere kihistik (O, <i>tt-khV</i>)		(O, <i>adz-bl</i>)		
	Kukuruse		Pihla (O, <i>ph</i>)	Viivikonna (O, <i>vv</i>)		Dreimani (O, <i>dr</i>)			
	KESK-ORDOVIITSIUM	Uhaku			Kõrgekalda (O, <i>kr</i>)				
		Lasnamäe			Väo (O, <i>vä</i>)		Stirna ja Taurupe (O, <i>st-tr</i>)		
		Aseri		Toila, Sillaoru, (O, <i>pk</i>) Pakri, Loobu	Kandle (O, <i>kn</i>)	Rokiškise (O, <i>rk</i>)	Baldone ja Segerstadi (O, <i>bl-sg</i>)		
		Kunda	Aluoja, Valaste, Hunderumi, Langevoja, Väina, Saka		Sillaoru ja Loobu (O, <i>sl-lb</i>)				
		Volhovi		Rokiškise ja Kandle (O, <i>stl-kn</i>)	(O, <i>sl-lb</i>)	Toila (O, <i>stl</i>)			
	ALAM-ORDOVIITSIUM	Billingeni					Zebre, Kriukai ja Šakyna (O, <i>zbsk</i>)		
		Hunnebergi		Varangu ja Leetse (O, <i>r-lt</i>)		Türisalu, Varangu ja Leetse (O, <i>tr-lt</i>)			
Varangu									
Pakerordi		Karepa	Türisalu (O, <i>tr</i>)						
				Ülgase, Tsitre ja Kallavere (Ca, <i>ül-O,kl</i>)					

Joonis 9. Eesti Ordoviitsiumi ladestu stratigraafiline skeem ja kaardistatavad kivimkehad (Kajak jt, 1992; Raukas & Teedumäe 1997; Ainsaar & Meidla, 2001; alusel).

Stratigraafiline skeem				Kaardistatavad kivimkehad		
Ladestik	Lade	Kihistu	Kihistik			
Kesk-Ordoviitsium	Uhaku	Kõrgekalda (O ₂ ^{kr})	Erra	O ₂ ^{kr}		
			Pärtlioru			
			Koljala			O ₂ ^{vü}
	Lasnamäe	Väo (O ₂ ^{vü})	Kostivere			
			Pae			
			Rebala			
	Aseri	Kandle (O ₂ ^{kn})	Ojaküla	O ₁₋₂ ^{tl-kn}		O ₂ ^{kn}
			Malla			
	Kunda		Loobu (O ₂ ^{lb})			Ubari
		Valgejõe				
		Nõmmeveski				
		Utria				
		Pakri (O ₂ ^{pk})	Osmussaare			
			Suurupi			
		Sillaoru (O ₂ ^{sl})	Voka			
	Volhovi		Toila (O ₁₋₂ ^{tl})			Pada
		Lahepera				
		Kalvi				
		Telinõmme				
		Künnapõhja				
		Saka				
		Päite				
	Bilingeni	Leetse (O ₁ ^{lt})	Mäeküla			O ₁ ^{tr-lt}
Joa						
Klooga						
Hunnebergi	Varangu (O ₁ ^{vr})					
		Türisalu (O ₁ ^{tr})	Toolse			
Pakerordi	Kallavere (Ca ₃ -O ₁ ^{kl})	Tabasalu	Ca ₃ ^{ül} -O ₁ ^{kl}		O ₁₋₂ ^{tl}	
		Orasoja				
		Katela				
		Suurjõe				
		Rannu				
		Maardu				
Furong						

Joonis 10. Alam- ja Kesk-Ordoviitsiumi ladestike Põhja-Eesti struktuur-fatsiaalse vööndi stratigraafiline skeem ja kaardistatavad kivimkehad (Kajak jt, 1992; Raukas & Teedumäe, 1997; alusel).

Stratigraafiline skeem				Kaardistatavad kivimkehad				
Ladestik	Lade	Kihistu		Kihistik				
Ülem-Ordoviitsium	Porkuni	Ärina (O _{3är})		Kamariku (O _{3är} K)	O _{3är}			
				Tõrevere (O _{3är} T)				
				Siuge (O _{3är} S)				
				Vohilaiu (O _{3är} V)				
				Rõa (O _{3är} R)				
	Pirgu	Adila (O _{3ad})			O _{3ad}			
		Moe (O _{3mo})		Oostriku (O _{3mo} O)	O _{3mo}			
	Vormsi	Kõrgessaare (O _{3ks})		Saxby (O _{3ks} S)	O _{3ks}			
				Paopa (O _{3ks} P)				
				Hullo (O _{3ks} H)				
	Nabala	Saunja (O _{3sn})			O _{3sn}			
		Paekna (O _{3pk})			O _{3pk}			
	Rakvere	Rägavere (O _{3rg})		Tudu (O _{3rg} Tu)	O _{3rg}			
				Piilse (O _{3rg} P)				
				Kiideva (O _{3rg} K)				
				Tõrremäe (O _{3rg} Tr)				
	Oandu	Hirmuse (O _{3hr})			O _{3hr}			
		Vasalemma (O _{3vs})		Saku (O _{3vs} S)	O _{3vs}			
	Keila			(O _{3vs} 3)		O _{3kh2}		
				Lehtmetsa (O _{3kh} L)			(O _{3vs} 2)	
				Saue (O _{3kh} S)			(O _{3vs} 1)	
	Haljala			Kahula (O _{3kh})		Pääsküla (O _{3kh} Ps)	O _{3kh1}	
		Kurtina (O _{3kh} K)						
		Madise (O _{3kh} M)						
		Pagari (O _{3kh} Pa)						
		Tatruse (O _{3tt})	Kisuvvere (O _{3tt} K)		Aluvere (O _{3kh} A)	O _{3tt-kh} V		
					Vasavere (O _{3kh} V)			
					Põdruse (O _{3tt} P)			
	Kukruse	Pihla (O _{3ph}) Viivikonna (O _{3vv})		Peetri (O _{3vv} P)	O _{3ph}	O _{3vv}		
				Maidla (O _{3vv} M)				
				Kiviõli (O _{3vv} K)				

Joonis 11. Ülem-Ordoviitsiumi ladestiku Põhja-Eesti struktuur-fatsiaalse vööndi stratigraafiline skeem ja kaardistatavad kivimkehad (Kajak jt, 1992; Raukas & Teedumäe, 1997; alusel).

Stratigraafiline skeem				Kaardistatavad kivimkehad	
Ladestik	Lade	Kihistu			
Kesk-Ordoviitsium	Uhaku	Kõrgekalda (O_2^{kr})		O_2^{kr}	
		Väo ($O_2^{vä}$)		$O_2^{vä}$	
	Lasnamäe	Stirna (O_2^{st})		O_2^{st-tr}	
	Aseri	Kandle (O_2^{kn})	Rokiskise (O_2^{rk})	O_2^{kn}	
	Kunda	Loobu (O_2^{lb})		O_2^{sl-lb}	
		Sillaoru(O_2^{sl})			
Alam-Ordoviitsium	Volhovi	Toila (O_{1-2}^{tl})		O_{1-2}^{tl}	
	Billingeni	Leetse (O_1^{lt})		O_1^{tr-lt}	
	Hunnebergi				
	Varangu				
	Pakerordi	Kallavere ($Ca_3-O_1^{kl}$)		$Ca_3-O_1^{kl}$	

Joonis 12. Alam- ja Kesk-Ordoviitsiumi ladestiku Kesk-Eesti struktuur-fatsiaalse vööndi stratigraafiline skeem ja kaardistatavad kivimkehad (Kajak jt, 1992; Raukas & Teedumäe, 1997; alusel).

Stratigraafiline skeem					Kaardistatavad kivimkehad	
Ladestik	Lade	Kihistu		Kihistik		
Ülem-Ordoviitsium	Porkuni					
		Ärina (O _{3är})			O _{3är}	
	Pirgu	Adila (O _{3ad})	Halliku (O _{3hl})	Kabala (O _{3ad} K)	O _{3ad}	O _{3hl}
		Moe (O _{3mo})		Oostriku (O _{3mo} O)	O _{3mo}	
		Tootsi (O _{3mo} T)				
	Vormsi	Tudulinna (O _{3td})			O _{3td}	
	Nabala	Saunja (O _{3sn})			O _{3sn}	
		Paekna (O _{3pk})	Mõntu (O _{3mn})		O _{3pk}	O _{3mn}
	Rakvere	Rägavere (O _{3rg})	Variku (O _{3vr})		O _{3rg}	O _{3vr}
	Oandu	Hirmuse (O _{3hr})		Tõrremäe (O _{3rg} Tr)		
	Keila			Kahula (O _{3kh})	Lehtmetsa (O _{3kh} L)	
			Saue (O _{3kh} S)			
			Pääsküla (O _{3kh} Ps)			
			Kurtina (O _{3kh} K)			
	Haljala		Kahula (O _{3kh})	Madise (O _{3kh} M)	O _{3kh1}	
				Pagari (O _{3kh} Pa)		
				Aluverre (O _{3kh} A)		
				Vasavere (O _{3kh} V)	O _{3tt-khV}	
Tatruse (O _{3tt})				Põdruse (O _{3tt} P)		
				Kisuverre (O _{3tt} K)		
Kukruse	Dreimani (O _{3dr})			O _{3dr}		

Joonis 13. Ülem-Ordoviitsiumi ladestiku Kesk-Eesti struktuur-fatsiaalse vööndi stratigraafiline skeem ja kaardistatavad kivimkehad (Kajak jt, 1992; Raukas & Teedumäe, 1997; Ainsaar & Meidla, 2001; alusel).

Stratigraafiline skeem			Kaardistatavad
Ladestik	Lade	Kihistu	kivimkehad
Kesk-Ordoviitsium	Uhaku	Taurupe O_2^{tr}	O_2^{st-tr}
	Lasnamäe	Stirna O_2^{st}	
	Aseri	Segerstadi O_2^{sg}	O_2^{bl-sg}
		Baldone O_2^{bl}	
	Kunda	Šakyna O_2^{sk}	$O_1^{zb}-O_2^{sk}$
		Kriukai O_2^{kri}	
Alam-Ordoviitsium	Billingeni	Zebre O_1^{zb}	
	Hunnebergi		
	Varangu		
	Pakerordi	Kallavere O_1^{kl}	$Ca_3^{ül}-O_1^{kl}$
	Furong		

Joonis 14. Alam- ja Kesk-Ordoviitsiumi ladestike Lõuna-Eesti struktuur-fatsiaalse vööndi stratigraafiline skeem ja kaardistatavad kivimkehad (Kajak jt, 1992; Raukas & Teedumäe, 1997; alusel).

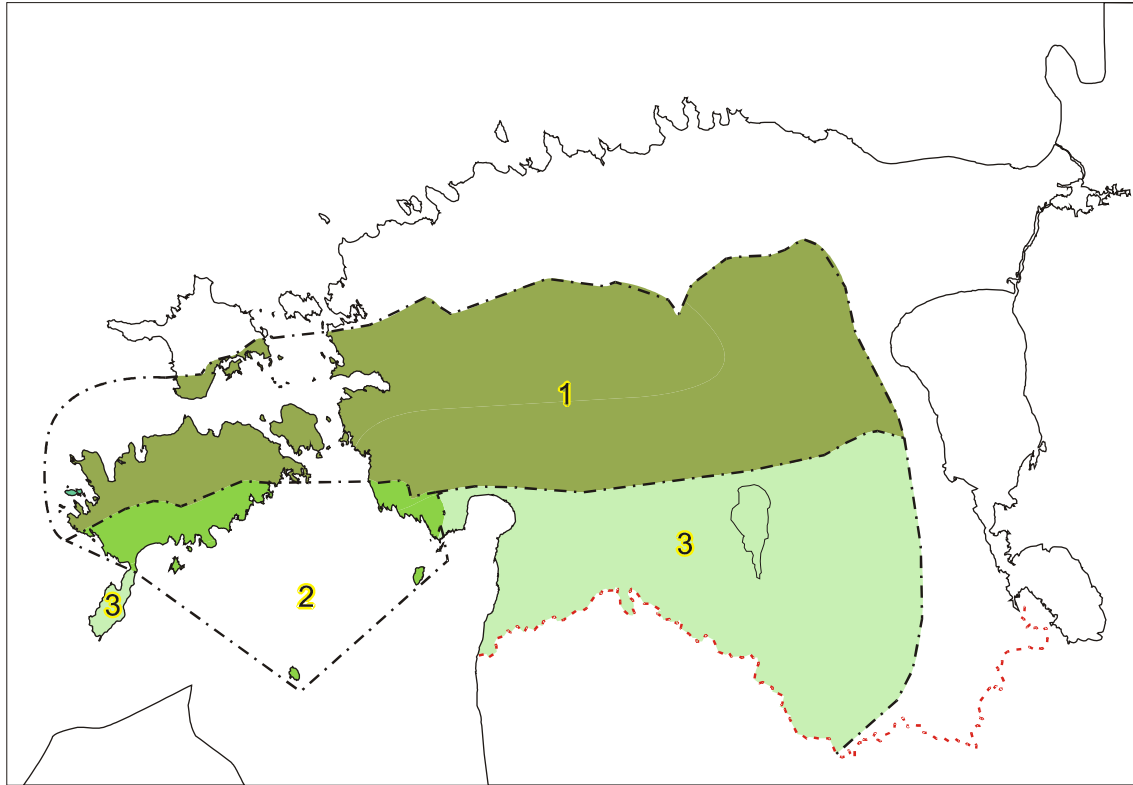
Stratigraafiline skeem			Kaardistatavad	
Ladestik	Lade	Kihistu	Kihistik	kivimkehad
Ülem-Ordoviitsium		Salduse (O_3^{sl})	Brodzene ($O_3^{sl/B}$) Piltene ($O_3^{sl/P}$)	O_3^{sl}
	Porkuni	Kuldiga (O_3^{kl})	Kardla ($O_3^{kl/K}$) Edole ($O_3^{kl/E}$) Bernate ($O_3^{kl/B}$)	
				O_3^{hl} O_3^{jn-jl}
			Kuili ($O_3^{jl/K}$) Paroveja ($O_3^{jl/P}$)	
	Pirgu	Halliku (O_3^{hl}) Jelgava (O_3^{jl}) Jonstori (O_3^{jn})		O_3^{ff}
	Vormsi	Fjäcka (O_3^{ff})		
	Nabala	Saunja (O_3^{sn})		O_3^{sn}
		Mõntu (O_3^{mn})		O_3^{mn}
	Rakvere	Varikuv (O_3^{vr}) Mossen (O_3^{ms})	Priekule (O_3^{msPr})	O_3^{vr} O_3^{ms}
	Oandu		Plunge (O_3^{msPl})	
	Keila	Blidene (O_3^{bl})		O_3^{adz-bl}
	Haljala	Adze (O_3^{adz})		
	Kukruse	Dreimani (O_3^{dr})		O_3^{dr}

Joonis 15. Ülem-Ordoviitsiumi ladestiku Lõuna-Eesti struktuur-fatsiaalse vööndi stratigraafiline skeem ja kaardistatavad kivimkehad (Kajak jt, 1992; Raukas & Teedumäe, 1997; alusel).

4.3.5 Siluri ladestu

Siluri ladestu koosneb neljast ladestikust: Llandovery (S_1), Wenlock (S_2), Ludlow (S_3) ja Pridoli (S_4). Eesti Siluri ladestu moodustavad lubjakivid ja dolokivid, mis jagunevad kolme struktuur-fatsiaalse vööndi vahel (vt joonist 16).

Akvatoorium kaardistatakse ladestike tasemel. Kaardistatavate kivimkehade koosseis struktuur-fatsiaalsete vööndite kaupa on näidatud joonisel 17.



-  Siluri ladestu struktuur-fatsiaalsete vööndite leviku piir
-  Kesk- ja Lääne-Eesti vöönd (1)
-  Saaremaa, Tõstamaa, Kihnu ja Ruhnu vöönd (2)
-  Lõuna-Eesti ja Sõrve vöönd (3)

Joonis 16. Eesti Siluri ladestu kivimite leviku skemaatiline kaart struktuur-fatsiaalsete vööndite kaupa (Kajak jt, 1992, Raukas & Teedumäe 1997; alusel).

LADESTU	LADESTIK	LADE	KAARDISTATAVAD KIVIMKEHAD (KIHISTUD)		
			Kesk-ja Lääne-Eesti	Saaremaa, Tõstamaa, Kihnu, Ruhnu	Lõuna-Eesti ja Sõrve poolsaar
SILUR	PRIDOLI	Ohesaare			Ohesaare (S_{4oh})
		Kaugatuma			Kaugatuma Lõo kihid (S_{4kgL})
					Kaugatuma Äigu kihid ($S_{4kgÄ}$)
	LUDLOW	Kuressaare			Kuressaare (S_{3kr})
		Paadla	Kihnu (S_{3kh})	Paadla S_{3pd}	Torgu (S_{3tr})
	WENLOCK	Rootsiküla	Sakla (S_{2sk})	Rootsiküla (S_{2rt})	
		Jaagarahu			Sõrve (S_{2sr})
			Muhu (S_{2mh})	Jaagarahu (S_{2jg})	Riksu (S_{2rk})
		Jaani	Jaani (S_{2jn})		Riia (S_{2rg})
	LLANDOVERY	Adavere	Velise (S_{1vl})		
			Rumba (S_{1rm})		
		Raikküla	Ülem-Raikküla (S_{1rk_2})	Nurmekunna (S_{1nr})	
		Hilliste (S_{1hl})	Alam-Raikküla (S_{1rk_1})	Saarde (S_{1sr})	
		Juuru	Tamsalu (S_{1tm})	Õhne (S_{1oh})	
			Varbola (S_{1vr})		

Joonis 17. Eesti Siluri ladestu stratigraafiline skeem ja kaardistatavad kivimkehad (Kajak jt, 1992, Raukas & Teedumäe 1997, Nestor et al., 2001; alusel).

4.3.6 Devoni ladestu

Devoni ladestu sette kivimid levivad peamiselt Lõuna-Eestis, Narva-Pärnu joonest kagu pool. Valdavateks setenditeks on liivakivid ja aleuroliidid, milles esineb üksikuid dolomiidi ja domeriidi vahekihte. Eesti Devoni kivimeid struktuur-fatsiaalsetesse võõnditesse ei jaotata, sest ladestule on iseloomulikud üsna piiratud levikuga ning läätsjad kivimkehad. Lademetete piirid langevad kokku kihistute piiridega. Devonist on teada tunduvalt vähem palentoloogilist informatsiooni kui näiteks Ordoviitsiumist ja Silurist, seetõttu on litoloogiliselt sarnaseid kihte omavahel raske korreleerida. Nendest asjaoludest tingituna Devoni ladestut kihistutest detailsemalt ei kaardistata. Alam-Devoni ladestiku litostratigraafilised üksused ei avane Eesti territooriumil, ka puursüdame abil on ladestiku levikut raske jälgida. See on põhjuseks, miks Tilže ja Kemeru kihistud liideti kaardistamisel kokku üheks kivimkehaks. Devoni kaardistatavatest kivimkehadest annab ülevaate joonis 18.

LADESTU	LADESTIK	LADE	KAARDISTATAVAD KIVIMKEHAD (KIHISTUD)
DEVON	ÜLEM-DEVON	Daugava	Daugava (D_3dg)
		Dubniki	Dubniki (D_3db)
		Plavinase	Snetnaja Gora, Pskovi ja Tšudovo (D_3sn-ts)
	KESK-DEVON	Amata	Amata (D_2am)
		Gauja	Gauja (D_2gj)
		Burtnieki	Burtnieki (D_2br)
		Aruküla	Aruküla (D_2ar)
		Narva	Kernave (D_2kr) Vadja-Leivu (D_2vd-lv)
		Pärnu	Pärnu (D_2pr)
		Rezekne	Lemsi/Mehikoorma (D_1lm/mh)
	ALAM-DEVON	Kemer	Tilže ja Kemer (D_1tz-km)
		Tilže	

Joonis 18. Devoni stratigraafiline skeem ja kaardistatavad kivimkehad (Kajak jt, 1992; Raukas & Teedumäe, 1997; alusel).

4.4 Stratotüübid

Stratotüübina käsitletakse setendite kihilist järjestust, mille alusel on stratigraafilises skeemis välja eraldatud litostratigraafiline (kihtkond, kihistu jne) või kronostratigraafiline (lade) üksus. Aluspõhja geoloogilisel kaardil näidatakse ära lito- ja kronostratigraafiliste üksuste (lademete) stratotüüpide ja hüpostartotüüpide⁴ välja-eraldamisel aluseks võetud puuraukude ning paljandite geograafilised asukohad. Uue stratotüübi lisamisel objektiklassi AP_Stratotüüp tuleb väljale Formaaditud indeks kirjutada vastava stratotüübi indeks formaaditud kujul. Vastasel juhul ei kuvata kaardil stratotüübi leppemärgi kõrval indeksi tekstis esinevat kald- ja alakirja.

4.5 Rikked

Rikked on kivimite normaallasumust katkestavad lõhed ja fleksuurid. Aluspõhja geoloogilisel teemakaardil jagunevad rikked kaheks nähtusklassiks⁵:

⁴ Hüpostartotüüp – peale esialgse (holo)stratotüübi määramist esitatud stratotüüp, mille eesmärk on laiendada teavet stratigraafilise üksuse või tema piiride kohta teistesse piirkondadesse. Hüpostartotüüp jääb alati allutatuks holostratotüübile.

⁵ Aluspõhja geoloogilise teemakaardi nähtusklasse “kindlakstehtud rike” ja “oletatav rike” näidatakse hüdroteoloogilisel kaardil ühesuguse kujundusega (musta katkendjoonega).

- kindlakstehtud rike (rike, rikkevöönd või fleksuur mille olemasolu on tõestatud),
- oletatav rike (rike, rikkevöönd või fleksuur mille olemasolu pole kindlaks tehtud, kuid mis on tõenäoliselt olemas; oletatava rikkena kaardistatakse ka kindlakstehtud rikke tõenäoline jätkumine).

Kaardistatakse üle 5 m amplituudiga rikked. Kindlakstehtud rikkeid kujutatakse kaardil pidevjoonega, oletatavaid rikkeid katkendjoonega. Kui rikkel on nimi (nt Aseri rike), siis kantakse see objektiklassi AP_Rike väljale „Nimi“ ja annotatsiooniklassi AP_Rike_nimi.

4.6 Kerked ja langatused

Aluspõhja geoloogilisel kaardil kujutatakse positiivsete reljeefivormidena kerkeid ja negatiivsete reljeefivormidena langatusi. Kerked on moodustunud peamiselt seetõttu, et mõnes piirkonnas on aluskorrekivimid kulutusprotsessidele vastupidavamad ja peale ümbritseva (pehmema) materjali eemaldamist jäi reljeefi ilmestama küngas.

Langatus on enamasti tekkinud aluspõhjakehade erosioonil. Osa aluspõhjalist materjali transporditi kunagiste jõgede või liustiku poolt settimiskohast eemale, mille tulemusena tekkis ümbritsevatest aladest madalamal paiknev nõgu.

Kui kerkel/langatusel on nimi (nt Sonda kerge, Sämi langatus), siis lisatakse see objektiklassi AP_Langatus_kerge väljale „Nimi“ ja annotatsiooniklassi AP_Rike_nimi.

4.7 Teiste andmekogude objektid aluspõhja geoloogilisel kaardil

Aluspõhja geoloogilisel kaardil kuvatakse andmekogust Aluspõhja_reljeef avanevad ning mattunud aluspõhjalised astangud (objektiklass APR_Astang). Andmekogust Faktiline_materjal saadakse punktobjektidena puuraugud (päring objektiklassist FM_PA, päringu tingimus: "VIP_AP" =1) ning paljandid ja vaatluspunktid (FM_PL_VP, päringu tingimus: "VIP_AP" =1). Läbilõike puuraukude sümbolite ja nimede näitamiseks kaardil luuakse seos objektiklassi FM_PA ja tabeli FM_LL_seos vahel (vt tabelit 1). Päringu tingimus on: FM_LL_seos.Kood = 12002.

Andmekogust Läbilõiked kuvatakse kaardiväljale aluspõhja geoloogiliste läbilõigete asukohti markeerivad jooned (päring objektiklassist Läbilõike_jooned, päringu tingimus: "Kood" = 12002) ning nende alguse ja lõpu tähised annotatsiooniklassist LL_Tähised.

Tabel 1. Seose parameetrid läbilõike puuraukude kuvamiseks kaardil.

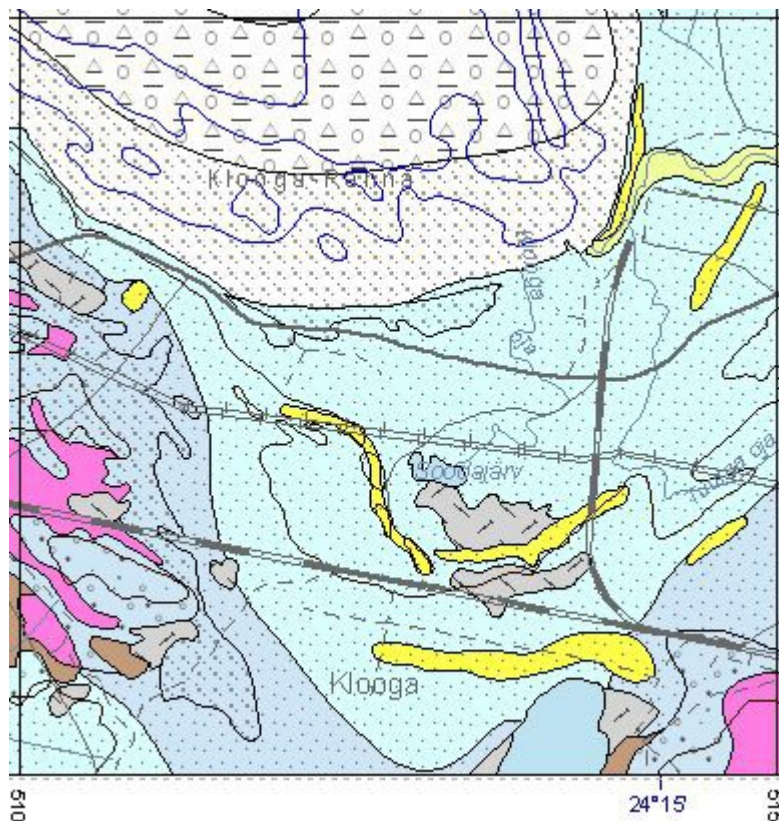
<i>Target Table:</i>	FM_PA
<i>Target Field:</i>	NIMI
<i>Join Table:</i>	FM_LL_seos
<i>Join Field:</i>	PAK
<i>Join Type:</i>	<i>Keep only matching records</i>

5 Pinnakatte geoloogiline teemakaart

Pinnakatte geoloogiline teemakaart (joonis 19) iseloomustab mullakihi lamamis asuvate setete geneetilisi tüüpe, litoloogilist koostist ja kliima- ja stratigraafilist kuuluvust. Kaardistamisobjekt – pinnakattesete⁶ – ei tohi olla mõjutatud mullatekkeprotsessidest ja leetumisest. Seepärast ei kirjeldata kõige ülemist (0,5 m paksust) kihti. Välikaardistamisel on soovitatav kirjeldada pinnakattesetteid andmepunktides (paljandites, vaatluspunktides, käsipuuri sondeerimispunktides) maapinnast vähemalt 1 m sügavuseni.

Pinnakatte geoloogilist kaardistamist viiakse läbi nii maismaal kui akvatooriumis. Akvatooriumis koostatakse kaart peamiselt mõõtkavas 1 : 200 000 teostatud meregeoloogiliste ja geofüüsikaliste uuringute ning publitseeritud teadustööde alusel. Akvatooriumis kaardistatakse reeglina vaid litoloogilisi settetüüpe, sest väikesemõõtkavalise kaardistamise tulemused ei vasta geoloogilisele baaskaardile (mõõtkavas 1:50 000) kehtestatud nõuetele.

Kaardistatavad setted klassifitseeritakse nähtusklassidesse visuaalsete vaatluste alusel. Laboratoorsed uuringud pole kohustuslikud, kuid võivad osutada vajalikuks. Uute välitööde puhul kasutatakse juhendis toodud purdsetete terasuuruste klassifikatsiooni ja termineid. Vanade kaartide digitaliseerimisel kohandatakse varasemad klassifikatsioonid juhendile vastavaks. Pinnakatte geoloogiline teemakaart on aluseks geoloogilise baaskaardi komplekti kuuluvale hüdroteoloogilisele, põhjavee kaitstuse ja geomorfoloogilisele teemakaardile.



Joonis 19. Väljavõte pinnakatte geoloogilisest kaardist (kaardileht 6333).

⁶ Eesti pinnakattesetted on ladestunud Kvaternaari ajastul, mõnikord kasutatakse sünonüümina terminit “kvaternaarisetted”.

5.1 Eesti Kvaternaari stratigraafia

Kvaternaari setete kaardistamisel on võetud aluseks Eesti Kvaternaari stratigraafiline skeem (tabelid 2 ja 3) vastavate krono-:

- ladestu (Kvaternaar)
- ladestik (nt Pleistotseen)
- alamladestik (nt Ülem-Pleistotseen)

ja litostratigraafiliste:

- kihistu (nt Järva)
- alamkihistu (nt Võrtsjärve)

üksustega.

Pleistotseeni setteid liigestatakse kliima- ja stratigraafilistel põhimõtetel. Eraldatakse nn suurtele jääaegadele e. staadiumitele vastavad kihistud, mis jaotatakse stadiaalseteks ja interstadiaalseteks⁷ alamkihistuteks (tabel 3).

Tabel 2. Eesti Holotseeni ja Ülem-Pleistotseeni ülemise osa stratigraafiline skeem (Raukas ja Kajak, 1995 alusel).

Ladestik	Ladejärk	Kronotsoon		Piiri iga (C ¹⁴ -aastat tagasi)	Balti mere staadiumid	Piiri iga (C ¹⁴ -aastat tagasi)	Piiri iga (kalendri- aastat tagasi)
HOLOTSEEN	Ülem-	Sub-Atlantikum		2500			
		Kesk-	Sub-Boreaal	5000	Limneameri	4000	
			Atlantikum	8000	Litoriinameri	8000	
	Alam-	Boreaal		9000			
		Pre-Boreaal		10 000	Antsülusjärv	9500	10 700
					Joldiameri	10 300	11 600
PLEISTOTSEEN	Ülem-	Sub-Arktikum	Noorem Drüüas	10 800			
			Alleröd	11 800	Balti jääjärv		

⁷ Stadiaalid on suhteliselt lühiajalised jäätumise perioodid, mis on üksteisest eraldatud interstadiaalide e. kliima soojenemise perioodidega

Tabel 3. Eesti Pleistotseeni setete stratigraafiline skeem võrdluses Lääne-Euroopa skeemiga (Raukas ja Kajak, 1995; Liivrand, 1991; Donner, 1995; Kajak, 1999; Rattas and Kalm, 2001 alusel).

Ladestik	Alamladestik	Eesti		Lääne-Euroopa (Alpi)		Alumise piiri iga (C ¹⁴ -aastat tagasi)	
		Kihistu	Alamkihistu	Lade			
H (IV)				Flandria		10 000	
PLEISTOTSEEN	Ülem-Pleistotseen	Järva III j_r	Võrtsjärve III j_{r_3}	Weichsel e Visla, (Würm)	Ülem-	25 000	
			Savala III j_{r_2}		Kesk-	74 000	
			Valgjärve III j_{r_1}		Alam-	115 000	
			Kelnase III k_l				
		Prangli III p_r			Eem		130 000
	Kesk-Pleistotseen	Ugandi II u_g	Ülem- II u_{g_3}	Saale (Riss)	Warthe	300 000	
			Kesk- II u_{g_2}		Treene		
			Alam- II u_{g_1}		Drenthe		
		Karuküla II k_r			Holstein		350 000
		Sangaste II s_n	Ülem- II s_{n_3}	Elster (Mindel)			

5.2 Nähtusklassid

Pinnakatte kaardil näidatakse stratigraafilis-geneetilisi⁸ (täitevärvida) ja litoloogilisi (täitemustriga) settetüüpe. Nähtuste kaardistamisel lähtutakse setete geneesist, valdavast fraktsioonist, tekstuurstist või mineraalse ja orgaanilise komponendi suhtvahekorra. Püütakse selgitada sette päritolu ja tekketingimusi (geneesi), klassifitseerida setteid vastavalt terasuursele (fraktsioonile). Tekstuur (setteosakeste ruumiline paigutus) on määrav näiteks viirsavi ja tavalise savi, aleuriidi ja liivaka viirsete eristamisel. Setete mineraalse ja orgaanilise komponendi vahekorda jälgitakse järve- ja meremuda eristamisel terrigeensetest setetest (muda orgaanikasisaldus on oluliselt suurem kui savil). Orgaanikasisaldus on oluline ka raba- ja madalsooturba üksteisest eristamisel.

Kõik pinnakatte settetüüpide avamused digitaliseeritakse aladena andmebaasi tabelisse Q_Avamus. Iga ala jaoks tuleb määrata stratigraafilis-geneetiline tüüp (Kood_StrGen) ja litoloogiline settetüüp (Kood_Lito). Võimalikud settetüübid on kirjeldatud andmebaasi Lito-domeenides. Kokkuleppel Tellijaga on võimalik neid domeene täiendada.

Akvatooriumis kaardistatakse pinnakatet tavaliselt litoloogiliste settetüüpide tasemel (Kood_StrGen=Veekogu). Juhul, kui merepõhja pinnakattesetete vanus on teada, võib lahtrisse Kood_StrGen kirjutada sobiva stratigraafilise indeksi.

Kui pinnakate on õhem kui 1 meeter, settetüüpe pinnakatte geoloogilisel kaardil ei näidata. Selliseid piirkondi kirjeldab nähtusklass "õhukese pinnakattega ala".

⁸ Kvaternaari ajastul moodustunud sette geneetilise tüübi ja kliimaatilise-stratigraafilise üksuse kombinatsioon.

5.2.1 Stratigraafilis-geneetilised settetüübid

Pinnakatte setteid kirjeldatakse stratigraafilis-geneetiliste tüüpide abil kaardiväljal ja läbilõigetel. Kui setete täpset stratigraafilist kuuluvust või geneetilist tüüpi pole võimalik määrata, kasutatakse võimalikult täpset nime (nt Prangli kihistu setted). Pinnakattesetetest kaardistatakse järgmiseid stratigraafilis-geneetilisi tüüpe:

- Tehnogeensed setted⁹ [indeks: **t**] – inimtekkelised ja inimese poolt segipaisatud või transporditud looduslikud setted (täitepinnas, aheraine jms).
- Soosetted [**b**] – biogeense tekkega orgaanikarikkad setted märgaladel (madalsoo-, rabaturvas).
- Jõe- ehk alluviaalsed setted [**a**] – vooluveekogude poolt ümberpaigutatud setted ja lammisetted.
- Järve- ehk limnilised setted [**l**] – järvenõgudes ning järvedes ladestunud setted.
- Tuule- ehk eoolsed setted [**v**] – tuule poolt transporditud setted (luited).
- Meresetted [**m**] – merelises basseinis settinud setted.
- Jääjärvelised ehk glatsilimnilised setted [**lg**] – jääjärvedes settinud setted.
- Glatsifluviaalsed setted [**f**] – jääsulavete poolt transporditud setted.
- Glatsiogeensed setted ehk moreenid [**g**] – liustikutekkelised sorteerimata setted
- Nõlvasetted e. kolluuvium [**c**] – nõlvast alla varisenud sorteerimata setted.
- Kaardistatavad nähtusklassid, mis on loodud stratigraafilis-geneetiliste settetüüpide alusel, on toodud joonisel 20. Teisi settetüüpe (nt deluviaalsed setted, allikasetted jne), mille pindalaline levik pole mõõtkavaline, pinnakatte kaardil eraldi ei näidata. Vajadusel liidetakse need alad kõige sarnasema naabruses paikneva nähtusklassi koosseisu.

⁹ Teede ehitamisel rajatud tamme, sadamakaisid ja asulate alust täitepinnast tehnogeensete setetena ei kaardistata. Kaardil ja läbilõikel näidatakse siis ülevalt poolt järgmist settetüüpi.

Stratigraafiline üksus					Balti mere arengu-staadium	Geneetiline tüüp	Sette-tüübi indeks	Kaardistatav stratigraafilis-geneetiline settetüüp
Ladestu	Ladestik	Alamladestik	Kihistu	Alamkihistu				
KVATERNAAR	HOLOTSEEN					Tehnogeensed	tIV	Holotseeni tehnogeensed setted
						Soosetted	bIV	Holotseeni
						Jõesetted	aIV	Holotseeni
						Järvesetted	IIIV	Holotseeni
						Nõlvasetted	cIV	Holotseeni
						Tuulesetted	vIV	Holotseeni
						Limneameri	mIV/m	Limneamere setted
						Litoriinameri	mIV/l	Litoriinamere setted
						Antsülusjärv	IIIV _{an}	Antsülusjärve setted
						Joldia meri	mIV _y	Joldiamere setted
	PLEISTOTSEEN	Ülem-Pleistotseen	Järva	Võrtsjärve		Balti jääjärv	IgIII _{jr3}	Võrtsjärve alamkihistu jääjärvesetted
		Kesk-Pleistotseen	Ugandi	Ülem-Ugandi				
		Kesk-Pleistotseen	Ugandi	Kesk-Ugandi				
		Kesk-Pleistotseen	Ugandi	Alam-Ugandi				
		Kesk-Pleistotseen	Ugandi	Ülem-Ugandi				

¹Karuküla interstadiaali setteid pole seni kaardistatud, samuti Savala alamkihistu setteid liustikuvabast perioodist.

²Kesk-Pleistotseeni setteid kaardistamisel kihistusesse ja alamkihistusesse ei grupeerita, nähtusklasse eristatakse üksteisest ainult setete geneesi alusel.

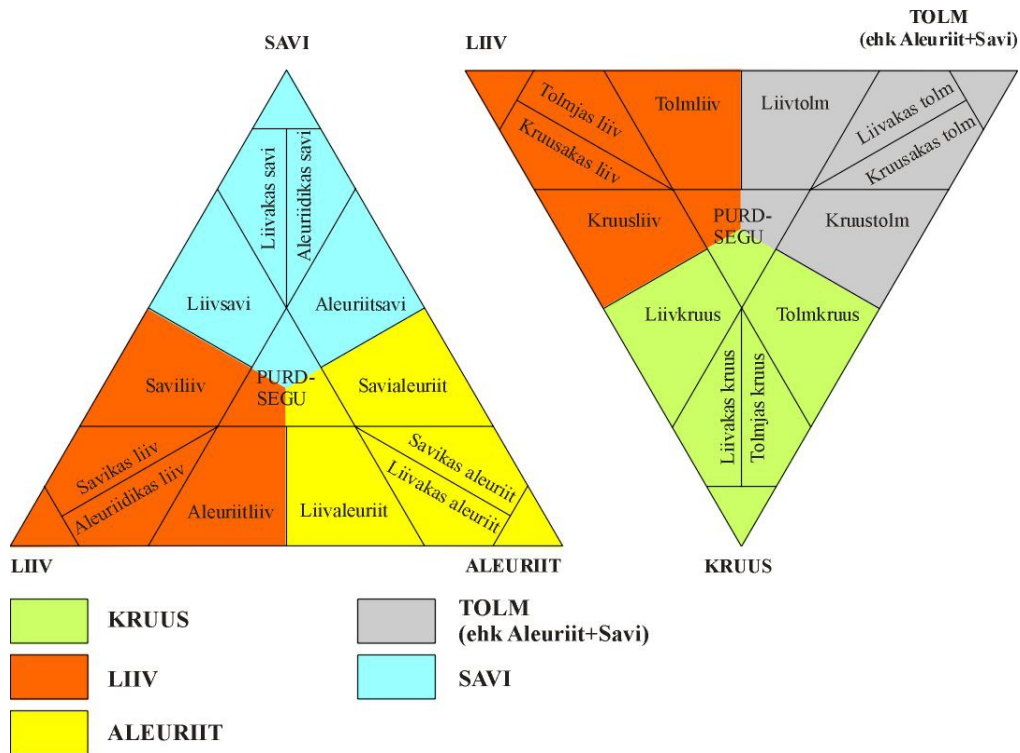
Joonis 20. Kvaternaari stratigraafiline skeem (Raukas ja Kajak, 1995) ja kaardistatavad setete stratigraafilis-geneetilised tüübid (Kajak, 1992).

5.2.2 Litoloogilised settetüübid

Juhendis klassifitseeritakse pinnakattes esinevad purdsetted terasuuruse alusel kaheksasse nähtusklassi (tabel 4). Setteid on võimalik palju detailsemalt grupeerida (joonis 21), kuid pinnakatte teemakaardi koostamisel kõiki variante eraldi ei kaardistata. Mitme litoloogilise settetüübi koosesinemisel (nt liiv ja kruus, aleuriit ja savi) lähtutakse valdavast fraktsioonist, mille sisaldus ületab 50 % sette mahust. Kui settes pole selgelt domineerivat fraktsiooni, tuleb kindlaks teha peamised fraktsioonid ning seejärel hinnata nende omavahelisi suhtvahekordi (liiva puhul ka sorteeritust – kas tegemist on jämeda, peene või eriteralise liivaga). Sette terasuurus määratakse üldjuhul visuaalselt välitingimustes, vajadusel võetakse appi sõelanalüüs. Aleuriidi ja savi eristamisel kasutatakse käepäraseid meetodeid (nt sette rullimine sõrmede vahel).

Tabel 4. Purdsetete klassifikatsioon ja kaardistatavad litoloogilised settetüübid. (* Sinisalu ja Kleesment, 2002 alusel)

Terasuuruse klassifikatsioon*				Kaardistatav litoloogiline settetüüp				
Terasuuruse skaala		Sette nimetus		Settetüüp	Muu fraktsiooni sisaldus	Settetüüp		Moreen akvatooriumis
φ	mm							
< -9	>512	Rahn		Rahn	<i>NB! Rahne kaardistatakse vaid geomorfoloogilise teemakaardi jaoks.</i>	-		
-8...-9	256...512	suur	Veeris	Veerised ja munakad	Peenemat või jämedamat fraktsiooni <50 %	-		
-7...-8	128...256	keskmine						
-6...-7	64...128	väike						
-5...-6	32...64	väga jäme	Kruus	Kruus	Peenemat või jämedamat fraktsiooni <50 %	-		
-4...-5	16...32	jäme						
-3...-4	8...16	keskmine						
-2...-3	4...8	peen						
-1...-2	2...4	väga peen						
0...-1	1...2	väga jäme	Liiv	Jämeliiv	Peenemat või jämedamat fraktsiooni <50 %	Eriteraline liiv		
1...0	0,5...1	jäme						
1...2	0,25...0,5	keskmine						
2...3	0,125...0,25	peen		Peenliiv				
3...4	0,063...0,125	väga peen						
4...5	0,063...0,032	väga jäme	Aleuriit	Aleuriit	Peenemat või jämedamat fraktsiooni <50 %	-		
9...6	0,032...0,016	jäme						
6...7	0,016...0,008	keskmine						
7...8	0,008...0,004	peen						
8...9	0,004...0,002	väga peen						
>9	<0,002			Savi	Jämedamat fraktsiooni <50 %	-		



Joonis 21. Terasuuruse kolmnurkdiagrammid komponentide savi-aleuriit-liiv (vasakul) ja tolm-liiv-kruus (paremal) jaoks (Sinisalu ja Kleesment, 2002). Kaardistatavad settetüübid on näidatud erinevate värvidega. Tolm-liiv-kruus-diagrammil tolmuna näidatud osa kaardistatakse aleuriidi või savina vastavalt valdavale fraksioonile. Diagrammidel näidatud liiv kaardistatakse jäme-, peen- või eriteralise liivana sõltuvalt liiva valdavast terasuurusest ja sorteerituse astmest.

Madal soo- ja rabaturvas

Sood (liigniisked alad, kus turbakihi paksus on üle 30 cm) hakkasid Eestis kujunema peale mandriliustike taandumist. Niiskuse tõttu on soodes orgaanilise aine lagunemine väga aeglane ning osaliselt lagunenu taimede jäänused moodustavad turbakihi. Kaardistamisel on raba- ja madal sooturba üksteisest eristamise kriteeriumiks turba lagunemisaste. Lagunemisaste iseloomustab rakulise struktuuri kaotanud orgaanilise materjali ja identifitseeritavate taimejäänuste mahu protsentuaalset suhet turbas. Kui üle 30% ulatuses turba mahust on taimeosad visuaalselt jälgitavad, on tegemist rabaturbaga, vastasel juhul on nähtusklassiks madal sooturvas.

Järve- ja meremuda

Järvemuda on klastilisest, karbonaatsest või orgaanilisest ainest koosnev setend, mis on tekkinud järvenõgudes ning mis sisaldab orgaanilist ainet vähemalt 35% kuivaine massist. Järvemuda on sageli järvetekkelistes soodes turbakihi lamamiseks. Meremuda on mineraalmaterjalist koosnev meretekkeline setend, mis sisaldab orgaanilist ainet üle 5 % kuivaine massist.

Järvelubi

Järvelubi on pärastjääaegsetes järvenõgudes settinud heledavärviline karbonaatne setend, mis sisaldab CaO vähemalt 40% kuivaine massist.

Viirsavi ja liivakas viirsete

Viirsavi on kunagistes jääjärvedes tekkinud setend, milles vahelduvad regulaarselt heledamad aleuriitsed ja tumedamad savikad kihid. Jämedam materjal settis suvel liustiku sulavete kaasabil, savi talvel, kui liustikujõed olid külmunud. Liivakas viirsete on rütmiliselt vahelduvate kihtidega sete, mis sisaldab lisaks aleuriidile ja savile peenemaid liivafraktsioone.

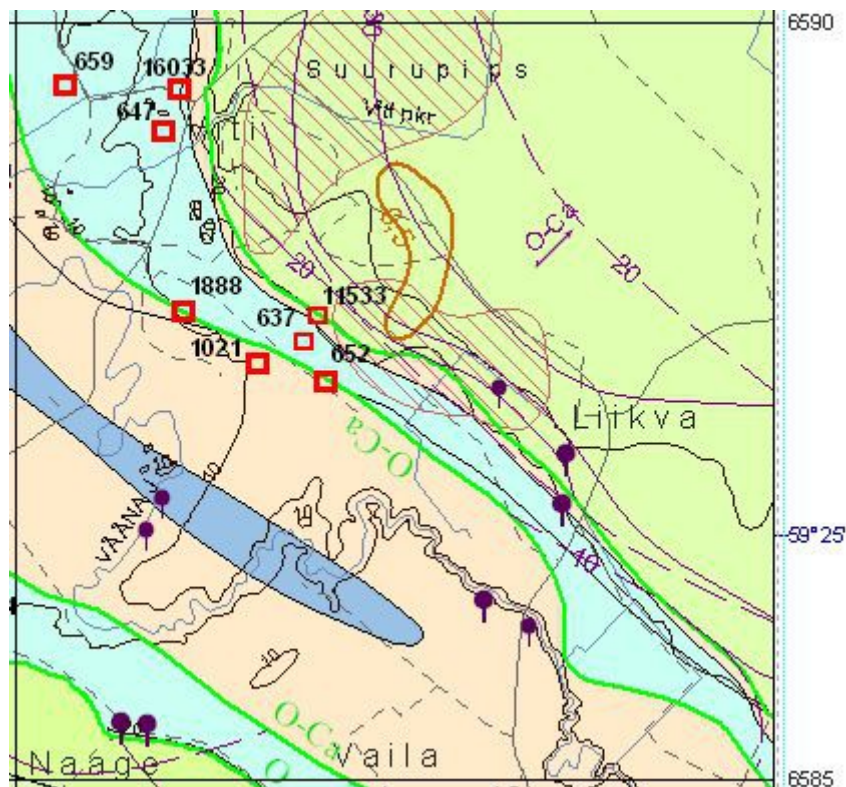
5.3 Teiste andmekogude objektid pinnakatte geoloogilisel kaardil

Pinnakatte geoloogilisel kaardil kuvatakse andmekogust Faktiline_materjal punktobjektidena läbilõike puuraugud (objektiklassist FM_PA), paljandid ja vaatluspunktid (objektiklassist FM_PL_VP) ning puurkaevud (objektiklassist FM_PK). Leppemärkide ja märgiste näitamiseks luuakse seos vastava objektiklassi ja tabeli FM_LL_seos vahel (vt ka tabelit 1). Päringu tingimus on kõikidel juhtudel sama: FM_LL_seos.Kood = 22001.

Andmekogust Läbilõiked kuvatakse kaardiväljale pinnakatte geoloogiliste läbilõigete asukohti markerivad jooned (päring objektiklassist Läbilõike_jooned, päringu tingimus: "Kood" = 22001) ning nende alguse ja lõpu tähised annotatsiooniklassist LL_Tähised.

6 Hüdrogeoloogiline teemakaart

Hüdrogeoloogiline kaart (joonis 22) on aluseks piirkondlikele hüdrogeoloogilistele detailuuringutele, põhjavee tarbimise planeerimisele ning geoloogilise baaskaardi komplekti kuuluvale põhjavee kaitstuse teemakaardile. Hüdrogeoloogilisel teemakaardil tuuakse välja kivimite ja setendite veeandvus ja kollektoromadused, veekomplekside survetasemed, avamuste piirid ja alanduslehid, maapinnalt esimese aluspõhjalise veekompleksi vee kvaliteet ja voolusuund ning muud nähtused.



Joonis 22. Vajavõte hüdrogeoloogilisest kaardist (kaardileht 6333).

6.1 Kivimite ja setendite veeandvus ja kollektoromadused

Hüdrogeoloogilisel teemakaardil kujutatakse erideebiti¹⁰ alusel aluspõhjakivimite veeandvust ja kollektoromadusi. Kaardistatakse ka tsentraalse tarbimisega Kvaternaari vettsisaldavaid setteid ning ürgorgudes¹¹ asuvaid vettsisaldavaid pinnakattesetteid.

Lähtudes kivimite ja setendite geoloogilisest ehitusest ja veeandvusest klassifitseeritakse nad vettandvateks kihtideks ning veepidemeteks. Veepide on kivimi- või settekiht (savi, liivsavi, mergel, tihe karbonaatkivim, murenemata ja lõhedeta aluskorra kivim), mis peaaegu üldse ei lase läbi gravitatsioonilist vett ning mille transversaalne filtratsioonikoefitsient on väiksem kui 10^{-2} md^{-1} (Perens ja Vallner, 1997). Vettandvad kivimi- või settekihid moodustavad veekihte, mida defineeritakse kui lähedaste filtratsiooniomaduste ja veeandvusega sette- või kivimkihti. Kõrvutiasetsevad veekihtid võivad üksteisest olla eraldatud veepidemega ja moodustada veekompleksi. Veekompleks on fatsiaalselt ja litoloogiliselt mitmekesine, sarnase veeläbilaskvusega, kuid erinevate filtratsiooniliste omadustega kivimkeha. Veekompleksi piiriks võib olla aeratsioonivöö¹² või mõni teine hüdrogeoloogiline straton (veepide, veekiht, veekompleks).

6.2 Aluspõhja ja pinnakatte hüdrogeoloogia

6.2.1 Kvaternaari veekompleks

Pinnakattes esinev, valdavalt vabasurveline põhjavesi kuulub Kvaternaari (Q) veekompleksi. Kvaternaari veekompleksi kujutatakse hüdrogeoloogilisel teemakaardil ainult juhul, kui seda kasutatakse tsentraalseks veetarbimiseks või kui see esineb ürgorgude pinnakattesetetes. Kaardil Q-veekompleksi väiksemateks hüdrostratoniteks ei jaotata. Läbilõigetel võib kompleksi jaotada erinevate erideebititega veekihtideks.

6.2.2 Aluspõhja veekompleksid

Aluspõhja hüdrogeoloogiline liigestamine põhineb aluspõhja stratigraafilistel skeemidel, kuid hüdrostratonite piirid ei pea kokku langema aluspõhja litostratigraafiliste üksuste piiridega. Eesti hüdrogeoloogilistest stratonitest annab ülevaate tabel 5.

Tabel 5. Eesti hüdrostratigraafiline liigestus (Perens, 2007).

¹⁰ *Erideebit* (q) – suurkaevu tootlikkus ($l s^{-1}$) veetaseme alandamisel 1 m võrra e. tootlikkuse suhe veetaseme alanemisse. Erideebiti mõõtühikuks on $l s^{-1} m^{-1}$.

¹¹ *Ürgorg* – aluspõhja lõikuv sügav org, mis on tekkinud enne Kvaternaari ajastut. Ürgorge täidavad tavaliselt pinnakattesetted.

¹² *Aeratsioonivöö* – settekompleks maapinna ja esimese aluspõhjalise veekompleksi vahel, kus kivimite poorid on osaliselt täitunud veeauru ja õhuga. Vesi esineb siin ainult kapillaarsel või molekulaarsel kujul. Sademete vesi infiltreerub (imbub) põhjavette läbi aeratsioonivööndi.

Eesti geoloogilise digitaalkaardistamise (mõõtkavas 1 : 50 000) juhendi 2.3 seletuskiri

Regio- naalne strati- graafiline skeem	Kohalikud üksused	Hüdrogeoloogilised stratonid				Põhjaveekogumid*		Põhjavee- kogumite grupp			
Ladestu	Kihistu (Lade)	veekompleks	veekiht; veepide;			nr.	nimetus				
Kvaternaar Q	Holotseen	Kvaternaari (Q)	Glatsiofluviaalsed setted (fQ _{III})			15	Kvaternaari ühendatud	Kvaternaari			
	Pleistotseen					13	Kvaternaari Vasavere				
						14	Kvaternaari Meltsiveski				
Devon D	Daugava	Ülem-Devoni (D ₃)	Dubniki–Plavinase (D ₃ db–pl)			10	Ülem-Devoni	Devoni			
	Dubniki										
	Plavinase										
	Amata								Snetnaja Gora–Amata veepide (D ₃ sn–D ₂ am)		
	Gauja	Kesk-Devoni (D ₂)	Gauja–Aruküla (Tartu) (D ₂ gj–ar)			11	Kesk-Devoni				
	Burtneki										
	Aruküla										
	Narva		Narva regionaalne veepide (D ₂ nr)								
	Pärnu	Kesk-Alam- Devoni (D ₂₋₁)	Pärnu–Tilže (Pärnu) (D ₂ pr–D ₁ tz)			12	Kesk-Alam-Devoni				
Rezekne											
Tilže											
Silur S		Siluri– Ordo- viit- siumi S–O	Siluri	Liigestamata		8	Siluri–Ordoviitsiumi Devoni kihtide all	Siluri– Ordoviit- siumi			
						9	Siluri–Ordoviitsiumi ühendatud				
Ordoviit- sium O			Ordo- viit- siumi			Siluri–Ordoviitsiumi regionaalne veepide (S–O)			7	Siluri–Ordoviitsiumi Läänesaared	
		6		Ordoviitsiumi Ida-Viru põlevkivibassein							
			5	Ordoviitsiumi Ida-Viru							
Kambrium Ca	Vergale	Ordoviitsiumi- Kambriumi (O–Ca)	Ruhnu (Ca ₁ rh)		4	Ordoviitsiumi– Kambriumi	Ordoviit- siumi– Kambriumi				
	Pirita		Irbe veepide (Ca ₁ ir)								
			Soela–Tiskre (Ca ₁ sl–ts)								
	Lontova			Lükati–Sõru veepide (Ca ₁ lk–sr)	Lükati–Lontova veepide (Ca ₁ lk–ln)	3	Kambriumi–Vendi				
Ediacara (Vend) V	Voronka	Kambriumi– Vendi (Ca–V)	Voosi (Ca ₁ vs)	Voronka (V ₂ vr)		1	Kambriumi–Vendi Voronka	Kambriumi– Vendi			
	Kotliini								Kotliini veepide (V ₂ kt)		
	Gdovi			Gdovi (V ₂ gd)		2	Kambriumi–Vendi Gdovi				
Protero- soikum PR		Aluskord									

* – Põhjaveekogumi number ja nimetus vastavad keskkonnaministri 2004. a. 10. mai määrusele nr. 47 “Põhjaveekogumite veeklassid, põhjaveekogumite veeklassidele vastavad kvaliteedinäitajate väärtused ning veeklasside määramise kord”.

6.3 Kivimite veeandvust ja kollektoromadusi kajastavad nähtusklassid

Hüdrogeoloogilisel kaardil antakse muuhulgas informatsiooni aluspõhjakeivimite veeandvuse ja kollektoromaduste kohta. Kivimid on litoloogiliste erinevuste alusel jaotatud järgnevalt:

- Kvaternaari poorsed setted (kaardistatakse vaid erandjuhtudel),
- aluspõhja poorsed settekivimid,
- aluspõhja karstunud ja lõhelised karbonaatkivimid,
- aluskorra lõhelised kivimid.

Veeandvuse alusel grupeeritakse kivimid viide nähtusklassi (tabel 6). Kivimite ja setendite veeandvust ja kollektoromadusi kajastavatele nähtustele ("ala"- tüüpi objektidele) lisatakse tekstina kivimi hüdrostratoniline kuuluvus (vastavalt tabelitele 5 ja 6).

Tabel 6. Hüdrogeoloogilisel teemakaardil kivimite veeandvust ja kollektoromadusi iseloomustavad nähtusklassid ja nende seos hüdrostratonitega. * transversaalne filtratsioonikoefitsient (m/öp).

Kivimite litoloogia ja veekompleksid				Kivimite hüdrogeoloogilised omadused	
Poorsed setted ja settekivimid		Lõhelised ja karstunud kivimid		Nähtusklass	Kivimite veeandvus
Q	Ca-V; O-Ca; D ₂₋₁ ; D ₂	S-O ; D ₃	PP-MP	Erideebiti klass, ls ⁻¹ m ⁻¹	
				> 5	Piisavalt vett-andvad veekihid
				1,0...5,0	
				0,5...1,0	
				0,1...0,5	
				<0,1	Nõrgalt vett-andvad veekihid
				* 10 ⁻² md ⁻¹	Veepide

6.4 Veekomplekside survetasemed, avamuste piirid ja alanduslehtid

Hüdrogeoloogilisel kaardil kujutatakse aluspõhjaliste veekomplekside survetaset (piesomeetrilist taset) hüdroisohüpside (samakõrgusjoonte) abil. Hüdroisohüpside arvvaartus (5ga jaguv täisarv) näitab põhjavee survetaset üle merepinna. Ühe põhjaveekompleksi isohüpsid kuuluvad ühte nähtusklassi.

Aluspõhjalise veekompleksi avamuse piir markerib kohta, kus põhjaveekompleks avaneb maapinnal või pinnakattesetete lamamis.

Alanduslehter (depressioonilehter) on töötava kaevu, veehaarde või muu põhjavee taset alandava objekti ümber kujunev põhjavee vaba- või survepinna lehterjas nõgu (Karise

jt, 2004). Atribuudina lisatakse alanduslehtri ulatust näitavale joonobjektile põhjaveekompleksi stratigraafiline indeks.

6.5 Maapinnalt esimese aluspõhjalise veekompleksi vee kvaliteet ja voolusuund

Nähtusklass “põhjavee liikumise suund” näitab maapinnalt esimese aluspõhjalise veekompleksi voolusuunda. Tekstina lisatakse põhjaveekompleksi stratigraafiline indeks.

Nähtusklass “põhjavee ülevoolupiirkond” kujutab alasid, kus maapinnalt esimese aluspõhjalise veekompleksi survetase on maapinnast kõrgemal (sellistes piirkondades võib esineda ülevoolavaid kaeve).

Nähtusklass “põhjavee veelahe” piiritleb põhjavee alamvesikondade valgalasid (nähtusklassi tähistav joon on risti maapinnalt esimese põhjaveekompleksi voolusuunaga).

Maapinnalt esimeses aluspõhjalises veekompleksis lahustunud soolade hulka (gl^{-1}) kirjeldatakse nähtusklassiga “põhjavee mineraliseerumise joon”. Soolsuse samajooned on väärtustega 0,5 ja $1,0 \text{ gl}^{-1}$.

Nähtusklassiga “üldraud põhjavees” kujutatakse alasid, kus raua sisaldus maapinnalt esimeses põhjaveekompleksis ületab $1,0 \text{ gl}^{-1}$.

6.6 Põhjaveerajatised

Põhjaveerajatiste andmed pärinevad riiklikust põhjaveekatastrist¹³. Põhjaveerajatiste hulgas esinevad nähtusklassidena:

- puurkaevud: (i) riikliku põhjaveeseire puurauk, (ii) ülevoolav puurauk, (iii) mineraalvee puurkaev ning (iv) läbilõike joonele jääv läbilõike puurauk või -kaev.
- veehaarded vastavalt veevõtu piirväärtustele: (i) $5...10 \text{ m}^3\text{d}^{-1}$, (ii) $10...100 \text{ m}^3\text{d}^{-1}$, (iii) $100...500 \text{ m}^3\text{d}^{-1}$ ning (iv) $500...1000 \text{ m}^3\text{d}^{-1}$.

Veehaarded, millel on keskkonnaministri määrusega kinnitatud põhjaveevaru, kuuluvad nähtusklassi “kinnitatud varuga põhjaveehaare”. Veehaarete atribuutideks on puurkaevude katastrinumbrid, kinnitatud varuga veehaarete puhul põhjaveekomplekside indeksid, millest vett võetakse ning varu suurus (m^3d^{-1}).

6.7 Muud nähtusklassid

Muude nähtusklasside hulka kuuluvad kõik hüdrogeoloogilise teemakaardi nähtusklassid, mida eelmistes peatükkides ei käsitletud:

“veetute lubjakivide ala piir” – veekompleksi avamusel piiritletud alad, kus veekompleksi kivimid on drenitud (ei sisalda gravitatsioonilist vett);

¹³ Põhjaveekataster on Keskkonnaregistrisse kuuluv andmekogu, mille eesmärgiks on põhjaveealase informatsiooni kogumine, pikaajaline hoidmine ja usaldusväärse põhjaveealase teabe väljastamine riigiasutustele ja kohaliku omavalitsuse organitele ning füüsilistele ja juriidilistele isikutele.

“allikad” on jaotatud nelja gruppi. Kui väikesel maa-alal (pindalaga alla 0,1 km²) esineb mitu allikat, kujutatakse seda allikate gruppi eraldi alana, mida tähistatakse punktobjektiga. Sümbol asetatakse allikate grupi keskele. Üksikud allikad jaotatakse visuaalselt hinnatud keskmise vooluhulga alusel (ls⁻¹) kolme kategooriasse: (i) <0,1; (ii) 0,1 kuni 1,0 ja (iii) >1,0 ls⁻¹;

“karstiväli” kujutab ala, kus esineb hulgaliselt karstilehtreid ja toimub ulatuslik sademe- ja pinnavee neeldumine maapinda;

“karstiauk” kujutab üksikuid langatusi, kus toimub intensiivne sademe- ja pinnavee imendumine maapinda;

“pinnavee neeldumine karsti” tähistab kohta, kus pinnavesi kaob maa alla;

“maa-alune jõgi” piiritleb ala, kus voolab maa-alune vooluveekogu. Jooned saavad alguse nähtusklassi “pinnavee neeldumine karsti” kujutava sümboli kinnituspunktist ning lõpevad seal, kus jõgi tõuseb maapinnale;

“kaevandus” ja „karjäär“ on vastavalt maapõues loodusliku kivimi all asuv või maapealne maavara kaevandamise piirkond, kus looduslik hüdrogeoloogiline režiim on rikutud;

“erineva veeandvusega põhjaveekihtide piirjoon” eraldab üksteisest eri tootlikkusega veekihte. Nähtusklass on oluline trükikaardi ja läbilõigete kujundamisel;

kvaternaarisetted võivad asendada aluspõhjalist veekihti (i) kohati või (ii) suuremas ulatuses – ürgorgudes. Vastavad nähtusklassid annavad teavet mattunud aluspõhjalistes orgudes esinevate kvaternaarisetete hüdrogeoloogilistest omadustest ja seostest aluspõhjaliste veekihtidega;

nähtusklassid “lasuvad glatsiofluviaalsed setted aluspõhja veekihil”, “aluspõhja veekihid kaetud pinnakatte saviga” ja “sooalad” omavad tähtsust peamiselt maapinnalt esimese aluspõhjalise veekompleksi kaitstuse ja toitumise seisukohast. Need kolm nähtusklassi moodustatakse pinnakatte geoloogilise teemakaardi nähtusklasside alusel.

6.8 Teiste andmekogude objektid hüdrogeoloogilisel kaardil

Hüdrogeoloogilisel kaardil kuvatakse andmekogu Pinnakate objektiklassist Q_ avamus objektidena veekogud (Meri, päringu tingimus: "Kood_StrGen" = 23100 AND "Kood_Lito" <>23300 AND "Kood_Lito" <>23301; Jõgi, päringu tingimus: "Kood_Lito" =23301; Järv, päringu tingimus: "Kood_Lito" = 23300), glatsiofluviaalsed setted aluspõhja veekihil (päringu tingimus: "Kood_StrGen" = 23111 OR "Kood_StrGen" = 23103 OR "Kood_StrGen" = 23108), aluspõhja veekihid kaetud pinnakatte saviga (päringu tingimus: "Kood_Lito" = 23203 OR "Kood_Lito" = 23204 OR "Kood_Lito" = 23208) AND "Kood_StrGen" <> 23100) ja üle 0,5 km² suurused sood (päringu tingimus: "Kood_StrGen" = 23121 AND "Shape_Area" > 500000).

Andmekogu Aluspõhi objektiklass AP_Rike objekte kindlakstehtud ja oletatav rike näidatakse hüdrogeoloogilisel kaardil ühesuguse kujundusega.

Andmekogust Faktiline_materjal kuvatakse punktobjektidena riikliku põhjaveeseire puurkaevud (päring objektiklassist FM_PK, päringu tingimus: "FUNKT" = 'RSPK' OR "FUNKT" = 'RSPK/TPK') AND "VIP" = 1), ülevoolavad puurkaevud (päring objektiklassist FM_PK, päringu tingimus: "FUNKT" = 'ÜLEVP'), mineraalvee puurkaevud (päring objektiklassist FM_PK, päringu tingimus: "FUNKT" = 'MINPK'), kinnitatud põhjaveearuga veehaarded (objektiklass HG_Veehaare), tarbepuurkaevud, kus veevõtt on suurem kui 5 m³ ööpäevas (päring objektiklassist FM_PK, päringu

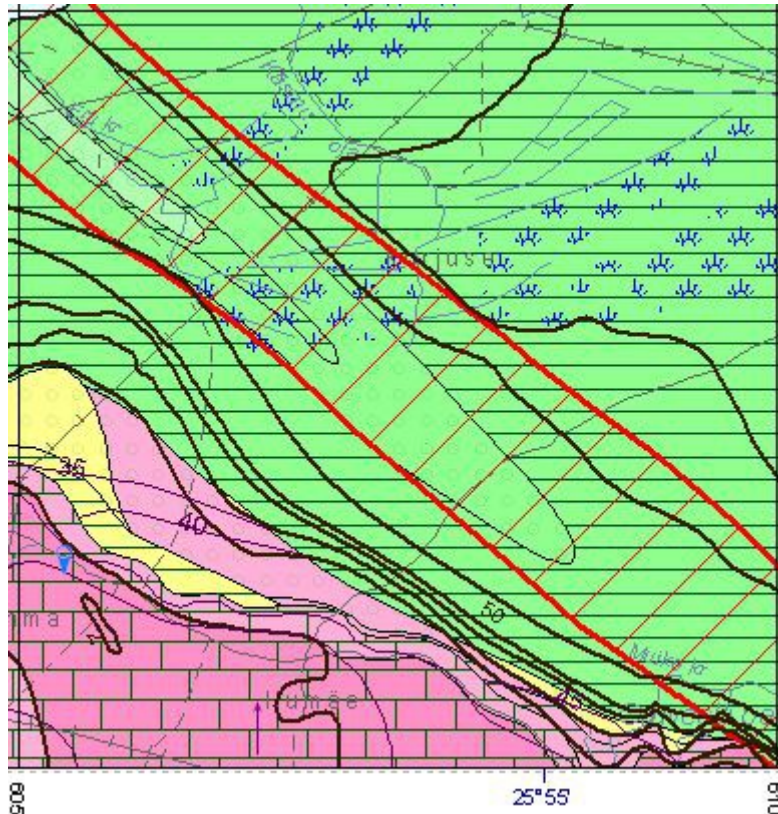
tingimus: "FUNKT" = 'TPK' AND "VEEVT" >= 5 AND "VIP" =1) ning puuraugud (päring objektiklassist FM_PA, päringu tingimus: "VIP_HG" =1).

Läbilõike puuraukude/kaevude sümbolite ja nimede/numbrite näitamiseks kaardil luuakse seos objektiklassi FM_PA/FM_PK ja tabeli FM_LL_seos vahel (vt tabelit 1). Päringu tingimus on mõlemal juhul sama: FM_LL_seos.Kood = 32003.

Andmekogust Läbilõiked kuvatakse kaardiväljale hüdrogeoloogiliste läbilõigete asukohti markeerivad jooned (päring objektiklassist Läbilõike_jooned, päringu tingimus: "Kood" = 32003) ning nende alguse ja lõpu tähised annotatsiooniklassist LL_Tähised.

7 Põhjavee kaitstuse teemakaart

Põhjavee kaitstuse kaart (joonis 23) baseerub teiste teemakaartide andmestiku interpretatsioonidel. Kaardil kujutatakse põhjavee looduslikku kaitstust viie põhjavee kaitstuse klassi abil. Klasside moodustamise aluseks on hüdrogeoloogiline kompleksne ja asendimetoodika (Hydrogeological complex and setting method, Vrba & Zaporozec, 1994), mille puhul hinnatakse kiirust, millega võimalik reostus võib maapinnalt põhjavette jõuda.



Joonis 23. Väljavõtte põhjavee kaitstuse kaardist (kaardileht 7411).

Põhjavee loodusliku kaitstuse hindamisel ei võeta arvesse vee looduslikku isepuhastusvõimet¹⁴ ega katva mullakihi paksust. Põhjavee kaitstuse kaardil kasutatakse ka teiste teemakaartide (nt hüdrogeoloogilise kaardi) tarbeks loodud nähtusklasse (nt

¹⁴ Mullakihi, aeratsioonivöö ja põhjaveekihi võime bioloogiliste, füüsikaliste ja keemiliste protsesside käigus siduda, adsorbeerida ja lagundada erinevaid reoaineid.

“maapinnalt esimese aluspõhjalise veekompleksi hüdroisohüpsid”), mis annavad põhjavee kaitstuse seisukohast olulist informatsiooni.

Põhjavee kaitstuse kaart aitab planeerida keskkonda mõjutatavate objektide (bensiinijaamad, prügilad jne) asukohti ja veekaitsetsoone.

7.1 Põhjavee looduslikku kaitstust mõjutavad tegurid

Põhjavee kaitstuse hindamisel tuleb arvestada nii geoloogiliste:

- veekihil lasuvate setete filtratsiooniomadused ja aeratsioonivöö paksus,
- veekompleksi litoloogiline iseloom (sellest tulenevalt võimaliku reovee leviku kiirus põhjaveekihi),
- karstialad ja karstilehtrid, mis mõjutavad vee infiltreerumiskiirust,
- maapinnalt esimese põhjaveekihi püsiv survetase pinnasevee keskmise taseme¹⁵ ja reljeeffi suhtes,
- sügavad kvaternaarisetetega täidetud ürgorud, kust on erodeeritud veekihti katvad veepidemed,
- kaardistatava ala topograafiline ja geomorfoloogiline iseloom

kui ka antropogeensete ja kliimaatiliste teguritega:

- piirkonnad, kus kaevandamine või maaparandus on mõjutanud põhjavee looduslikku režiimi ja kvaliteeti,
- põhjavee tarbimisest ja aastaegade vaheldumisest tingitud survetasemete muutus,
- puurkaevude konstruktsioon ja seisund ning
- puurkaevude ümber asuva sanitaarkaitseala olemasolu.

7.2 Põhjavee loodusliku kaitstuse hindamine

Põhjavee looduslikku kaitstust maapinnalt lähtuva reostuse suhtes hinnatakse hüdrogeoloogilise kompleksse asendimetoodika abil:

Esmalt määratletakse esimese aluspõhjalise veekompleksi või tsentraalse veetarbimisega Kvaternaari veekompleksi kuuluva põhjaveekihi leviku piirkond.

Seejärel eraldatakse iga loodusliku kaitstuse seisukohalt hinnatava põhjaveekihi leviku piirkonnas välja setete litoloogilise iseloomu ja paksuste järgi sarnased alad:

- kus moreeni, aleuriidi või saviliiva paksus on alla 2 m või kus ei esine savi ja liivsavi (alvarid),
- kus moreeni, aleuriidi või saviliiva paksus on 2 kuni 10 m või kus savi või liivsavi paksus on alla 2 m,
- kus moreeni, aleuriidi või saviliiva paksus on 10 kuni 20 m või kus savi või liivsavi paksus on 2 kuni 5 m,

¹⁵ Kui maapinnalt esimese põhjaveekihi survetase ületab pinnasevee taseme (alad, kus põhjaveetase on pidevalt kõrgem pinnasevee tasemest on põhjavee kaitstuse teemakihil võrdsustatud põhjavee ülevoolu-piirkondadega) või maapinna taseme, ei saa pinnasevee ja saasteainete filtratsiooni maapinnalt esimesse põhjaveekihti toimuda (va difusioon).

- kus moreeni, aleuriidi või saviliiva paksus on 20 kuni 50 m või kus savi või liivsavi paksus on 5 kuni 10 m,
- kus moreeni, aleuriidi või saviliiva paksus on üle 50 m või kus savi või liivsavi paksus on üle 10 m.

Kolmandaks, näidatakse ära põhjavee kaitstust mõjutavad geoloogilised ja geograafilised nähtused ning nende levik (karstialad, aluspõhjalised veepidemed paksusega üle 2 m, regionaalsete veepidemete avamus, ülevoolualad jms, vt tabelit 7).

Viimase etapina omistatakse levikupiirkondadele kaitstuse klass.

7.3 Nähtusklassid

Põhjavee kaitstuse teemakaardi kõige olulisemateks nähtusklassideks on kaitstuse klassi alusel moodustatud piirkonnad:

(i) kaitstud, (ii) suhteliselt kaitstud, (iii) keskmiselt kaitstud, (iv) nõrgalt kaitstud, (v) kaitsmata alad.

Ülejäänud nähtusklassid moodustatakse hüdrogeoloogilise teemakaardi nähtusklasside alusel sarnase litoloogiaga põhjaveekomplekside erideebitalade liitmise teel:

“veerikkad kvaternaarisetted” – nähtusklass moodustatakse hüdrogeoloogilise teemakaardi “kvaternaari veekompleks” erinevate veeandvusega alade liitmisel;

“poorsete kivimite põhjaveekihi” – nähtusklass moodustatakse hüdrogeoloogilise teemakaardi Kesk-Devoni, Kesk- ja Alam-Devoni, Ordoviitsium-Kambriumi ja Kambrium-Vendi veekompleksi erinevate veeandvusega alade liitmisel;

“lõheliste ja karstunud kivimite põhjaveekihi” – nähtusklass moodustatakse hüdrogeoloogilise teemakaardi Ülem-Devoni, Narva veepideme vettandvate osade ja Silur-Ordoviitsium veekompleksi erinevate veeandvusega alade liitmisel;

“maapinnalt esimene aluspõhjaline veepide” – nähtusklass moodustatakse hüdrogeoloogilise teemakaardi aluspõhjaliste veepidemete liitmisel;

“maapinnalt esimese aluspõhjalise veekompleksi isohüpsid” – nähtusklass annab ülevaate maapinnalt esimese aluspõhjalise veekompleksi survetasemest, selle levikut piirab aluspõhjalise veekompleksi avamus. Nähtusklass moodustatakse hüdrogeoloogilise teemakaardi erinevate veekomplekside isohüpside (samaväärtusjoonte) alusel;

“tasakaaluala” – nähtusklass alade jaoks, kus pinnakatte geoloogiliste ja hüdrogeoloogiliste tingimuste koosmõju tagab põhjavee hea loodusliku kaitstuse.

Tabel 7. Põhjavee kaitstuse kaudne hindamine pinnakatte paksuse ja muude põhjavee looduslikku kaitstust mõjutavate tegurite alusel ¹⁶.

KLASS	Põhjavee kaitstuse klassi üheselt määravad geoloogilised nähtusklassid			Klasside levikut korrigeerivad geoloogilised nähtusklassid	
	Pinnakatte paksus (m), litoloogia				
	Moreen, aleuriit või saviliiv	Savi või liivsavi		+ 1 klass (kaitstuse poole)	- 1 klass (kaitsmatuse poole)
Kaitsmata	<2	Pole	Alvar, karstiaala, aluspõhja lõikuv vooluveekogu		-
Nõrgalt kaitstud	2...10	< 2		•Savi või liivsavi esinemine kvaternaarisetetes •Savi lamamiga sood	•Karstilehter/alang alvari lähedal •Glatsifluviaalsed setted aluspõhjal
Keskmiselt kaitstud	10...20	2...5	Aluspõhjalised veepidemed paksusega >2 m, tasakaalualad	•Tõusuallikate olemasolu •Tüseda (>1 m) järvelubja kihi või järvemuda esinemine	•Rikutud põhjavee-režiimiga alad •Poorsete kivimite põhjaveekiht
Suhteliselt kaitstud	20...50	5...10	Põhjavee ülevoolu piirkonnad		•Purdsetetega täitunud mattunud org aluspõhjas
Kaitstud	>50	>10	Regionaalsed veepidemed		•Aluspõhja kivimeid avavad magistraalkraavid, vooluveekogude orundid

7.4 Teiste andmekogude objektid põhjavee kaitstuse kaardil

Põhjavee kaitstuse kaardile kuvatakse pind- või joonobjektidena andmekogu Pinnakate objektiklassist Q_ avamus veekogud (Meri, päringu tingimus: "Kood_StrGen" = 23100 AND "Kood_Lito" <>23300 AND "Kood_Lito" <>23301; Jõgi, päringu tingimus: "Kood_Lito" =23301; Järv, päringu tingimus: "Kood_Lito" = 23300), Aluspõhja veekihtid kaetud pinnakatte saviga (päringu tingimus: "Kood_Lito" = 23203 OR "Kood_Lito" = 23204 OR "Kood_Lito" = 23208 AND "Kood_StrGen" <> 23100) ja sood pindalaga üle 0,5 km² (päringu tingimus: "Kood_StrGen" = 23121 AND "Shape_Area" > 500000).

Andmekogu Aluspõhja_reljeef objektiklassi APR_org näidatakse põhjavee kaitstuse kaardil punaselt viirutatud aladena (sama kujundus on kasutusel ka geomorfoloogilisel kaardil).

Andmekogu Hüdrogeoloogia objektiklassist HG_Alad kuvatakse kaardile pindobjektid Põhjavee ülevoolu piirkond, Karstiväli, Kaevandusala ja Allmaakaevandus, objektiklassist HG_Jooned joonobjektid Põhjavee veelahed ja Maa-alune jõgi. Kaardil näidatakse ka objektiklassi HG_PV_min_joon ja punktobjekte Põhjavee liikumise suund, Pinnavee neeldumine karsti ja Karstiauk objektiklassist HG_Punktid. Andmekogu Faktiline_materjal objektiklassist FM_PK selekteeritakse päringuga ("FUNKT" = 'TPK' AND "VEEVT" >= 5) välja tarbepuurkaevud, kus veevõtt on

¹⁶ Kahe kõrgema klassiga ala vahele jääva madalama klassiga alale (laius kuni 500 m) antakse kõrgema klassi hinnang. Kahe madalama klassiga ala (nt kahe alvari) vahele jääva kõrgema klassiga alale (laius kuni 500 m looduses) antakse madalama klassi hinnang.

vähemalt 5 m³ ööpäevas, kaardil näidatakse neid objekte veevõtu piirväärtuste järgi (välja nimi: VEEVT) gradueeritud sümbolitega (vt ka pt 6.6).

Annotatsiooniklassist HG_Kirjad näidatakse kaardil samamineraalsusjoonte väärtusi ja puurkaevude numbreid.

Andmekogu Pinnakate objektiklassist QP_Isojoon kuvatakse põhjavee kaitstuse kaardile pinnakatte paksuse isojooned väärtusega 1 kuni 20 m, 50 m ja 100 m (päringu tingimus: "Paksus" =50 OR "Paksus" =100 OR ("Paksus" > 1 AND "Paksus" < 21)). Isojoontele vastavad kirjad saadakse annotatsiooniklassist QP_isojoon_tekst (päringu tingimus: "TextString" = '100' OR "TextString" = '50' OR "TextString" = '20' OR "TextString" = '15' OR "TextString" = '10' OR "TextString" = '5' OR "TextString" = '2').

8 Maavarade teemakaart

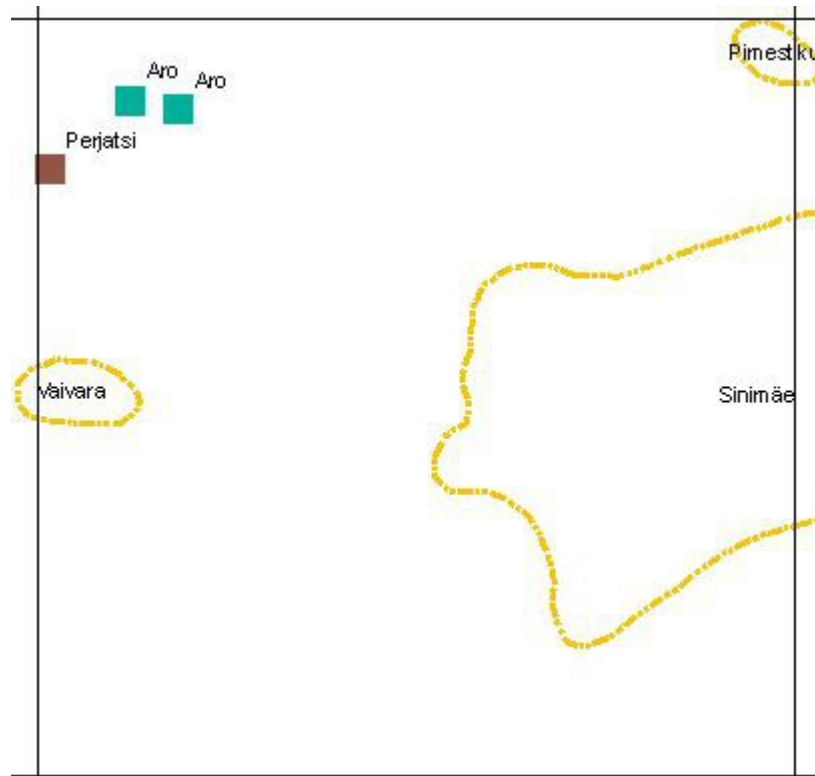
Maapõueseaduse¹⁷ alusel on maavaraks looduslik kivim, setend, vedelik või gaas, mille omadused või lasundi lasumistingimused ja omadused vastavad kehtestatud nõuetele ning mille lasund või selle osa on majandusliku tähtsuse tõttu keskkonnaregistris arvele võetud. Juhendis käsitletav maavarade mõiste on mõnevõrra laiem, sisaldades ka kivimeid ja setendeid, mis pole keskkonnaregistris arvele võetud. Maavaradeks on dolokivi, fosforiit, järvelubi, järvemuda, kristallinne ehituskivi, kruus, liiv, lubjakivi, meremuda, põlevkivi, savi ja turvas. Maavarade teemakaardi informatsioon on aluseks edasiste maavarade otsingu- ja uuringutööde planeerimisel. Maavarad jagatakse aluspõhjalisteks ning pinnakattelisteks (nt savi). Kaardistamisel hinnatakse visuaalselt maavaralasundi mahtu ning maavara kvaliteeti. Vajadusel võetakse proove ja teostatakse laboratoorseid analüüse. Välitöödel ei kaardistata maardlaid (keskkonnaregistrisse kantud alasid) ega maardlate nimistusse juba kantud perspektiivalasid. Teostaja ei koosta valmiskujul maavarade kaarti nagu teiste teemakaartide puhul. Andmebaasi digitaliseeritakse nähtuste ruumikujud, täidetakse kõik väljad tabelis MV_Progn_üldandmed ja andmekogu Maavarad objektiklassides MV_Progn_Varu_kat, MV_Leviala ja MV_Leiukoht. Stiilifaili abil saab objekte kaardil näidata vastavalt Juhendi tabelile 3 (vt joonist 24).

8.1 Nähtusklassid

Maavarade teemakaardi nähtusklassideks on maavarade perspektiivalad, levialad ja leiukohad. Maavara perspektiivala on prognoosvaruga maavaralasund, mis pole kantud keskkonnaregistrisse¹⁸. Perspektiivala kohta on seega teostatud esialgsed varude arvutused. Maavaralasundi levialana käsitletakse Juhendis geoloogilise kaardistamise või maavarade otsingu käigus väljaeraldatud piirkonda, kus võib eeldada maavaravaru olemasolu. Lasundi levialal pole varude arvutusi tehtud, kaardistatakse ainult ala piirjooned. Maavara leiukoht on ebaselgete piirjoontega ala, kust on leitud kivimeid või setendeid, mille omadused vastavad maavaradele kehtestatud nõuetele. Perspektiivaladest, maavarade levialadest ja leiukohtadest ning keskkonnaregistri maardlatest annab Teostaja lühiülevaate vastava kaardilehe seletuskirjas.

¹⁷ RT I 2004, 84, 572, § 2

¹⁸ Keskkonnaministri 26. mai 2005. a määrus nr 44



Joonis 24. Maavarade levialad ja leiukohad (kaardileht 6533).

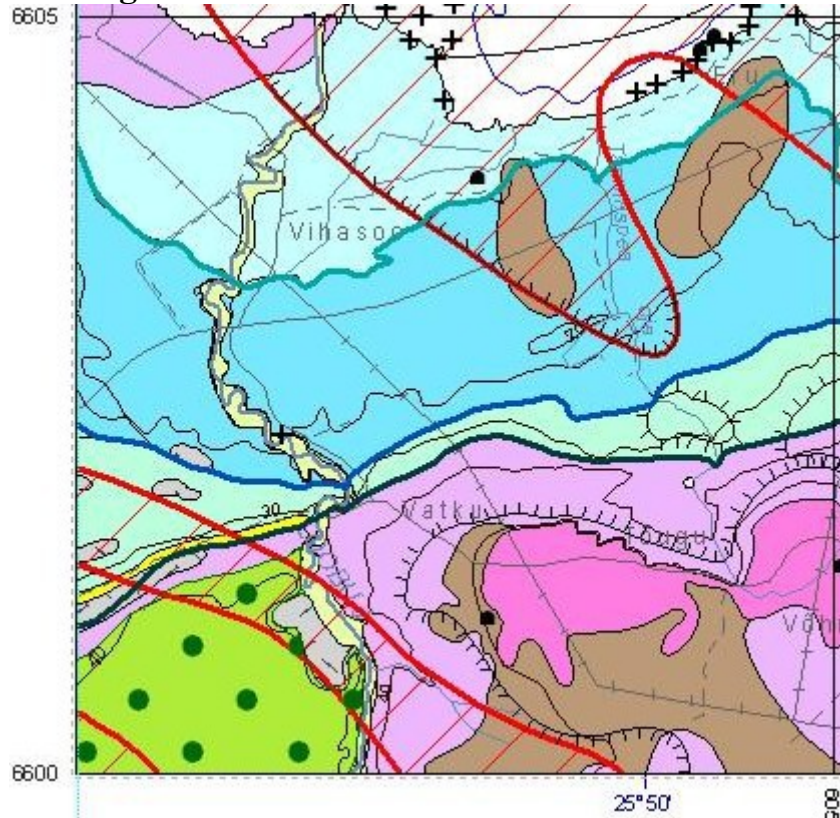
8.1.1 Perspektiivalad

Perspektiivalade tärgandmed kantakse Teostaja poolt tabelisse MV_Progn_üldandmed ja objektiklassi MV_Progn_Varu_kat. Tärgandmeteks on peamiselt Eesti Geoloogiafondis ja teistes andmekogudes säilitatavates geoloogiliste otsingu- ja uuringutööde aruannetes sisalduv informatsioon. Perspektiivalade ruumikujud digitaliseeritakse objektiklassi MV_Progn_Varu_kat, seejuures kasutatakse aruannetes sisalduvatelt kaartidelt-plaanidelt saadud informatsiooni ja geograafilisi koordinaate, mis on teisendatud tasapinnalisse ristkoordinaatide süsteemi L-EST97. Kui aruannetes pole koordinaate näidatud, lokaliseeritakse perspektiivala topograafilise situatsiooni alusel, kasutades olemasoleva plaanilise materjali ja Eesti Põhikaardi andmestikku. Ühel perspektiivalal võib mõnikord olla mitu erinevat, üksteisega osaliselt kattuvat ruumikuju. Erinevused võivad seisneda varu kategoorias või -arvutuses. Andmete sisestamisel tuleb jälgida, et objektiklassi MV_Progn_varu_kat reale „Number“ kirjutatakse õige perspektiivala OBJECTID väärtus tabelist MV_Progn_üldandmed.

8.1.2 Levialad ja leiukohad

Levialade ruumikujud digitaliseeritakse objektiklassi MV_Leviala, leiukohtade punktsümbolid objektiklassi MV_Leiukoht. Kirja pannakse ka levialade ja leiukohtade olulisemad tärgandmed. Nendeks on enamasti geoloogiliste otsingu- ja uuringutööde aruannetest saadud informatsioon. Real „Kirjeldus“ kirjeldatakse võimalikult täpselt leviala/leiukoha geoloogilisi iseärasusi (fraktsioon, sorteeritusaste, keemiline koostis jne), real „Märkused“ antakse hinnang varude suurusele ning esitatakse muud kaardistaja arvates olulist informatsiooni.

9 Geomorfoloogiline teemakaart



Joonis 25. Vähjavõte geomorfoloogilisest kaardist (kaardileht 7411).

Geomorfoloogiline teemakaart (joonis 25) koostatakse peale pinnakatte geoloogilisele teemakaardile kantud settetüüpide leviku ja topograafilise andmestiku analüüsimist maismaa (sh siseveekogud) kohta. Kaart annab lisainformatsiooni pinnakatte geoloogilise ehituse ja kujunemise kohta. Kaardistatavateks nähtusklassideks on enamasti pinnavormid.

9.1 Nähtusklassid

Teemakaardi nähtusklassid on koostatud “Eesti geomorfoloogilise kaardi (mõõtkavas 1 : 50 000) tugilegend” (Kajak jt, 1992) alusel, mida on kohandatud vastavaks olemasolevatele geomorfoloogiliste kaartidele (Morgen, 2003 jne). Esindatud on enamik 1992. a. tugilegend pinnavormide geneetilistest gruppidest (ühendatud on järveliste-, jääjärveliste- ja mereliste pinnavormide geneetilised grupid). Kaardistatavateks nähtusklassideks on mõõtkavalised pinnavormid, pinnavormide morfogeneetilised või geneetilised tüübid (vt Kajak jt, 1992). Mere-, jääjärve- ja järvetekkeliste reljeefivormide gruppi on nähtusena lisatud Baltimere staadiumite rannajooned ning liustikutekkeliste reljeefivormide hulka liustike staadiumite piirid.

Liitnähtusklassidena käsitletakse geomorfoloogilise kaardi tugilegend (Kajak jt, 1992) pinnavormide geneetilisi tüüpe. Arvestades geoloogilise baaskaardi mõõtkava (1 : 50 000), pole mõtet väiksemaid pinnavorme (nt mõhnasid) üksikute objektidena kaardil näidata; sellisel juhul kaardistatakse ala liitnähtusklassina (nt glatsiolimnilise mõhnastikuna). Samamoodi talitatakse siis, kui pinnavormi või ala ei suudeta määratleda pinnavormi tasandil (nt juhul, kui Litoriaamere akumulatiivsel tasandikul ei suudeta positiivset pinnavormi kindlalt liigitada maasääreks, põiksääreks või rannavalliks, kaardistatakse ta Litoriaamere akumulatiivse tasandikuna). Liitnähtusklassideks on üksikud pinnavormid (nt voor).

9.2 Teiste andmekogude objektid geomorfoloogilisel kaardil

Geomorfoloogilisel kaardil kuvatakse kõige alumise kihina pinnakatte geoloogilise teemakaardi objektiklass Q_Avamus stratigraafilis-geneetilise settetüübi (Kood_StrGen) järgi ning seejärel samast objektiklassist litoloogilise settetüübi (Kood_Lito) järgi madal soo- ja rabaturvas.

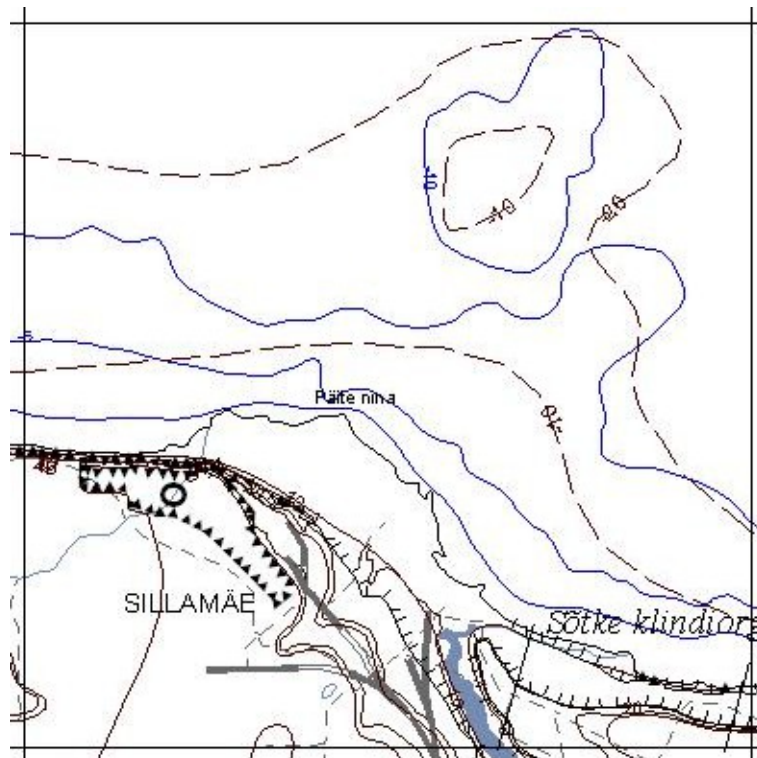
Aluspõhja reljeefi teemakaardilt saadakse avanevad ning mattunud aluspõhjalised astangud (objektiklass APR_Astang) ja mattunud orud (objektiklass APR_org). Mattunud orge näidatakse geomorfoloogilisel kaardil punaselt viirutatud aladena (sama kujundus on kasutusel ka põhjavee kaitstuse kaardil).

Hüdrogeoloogiliselt teemakaardilt kuvatakse karstiväli (objektiklassist HG_Alad) ja karstiauk (objektiklassist HG_Punktid).

10 Aluspõhja reljeefi teemakaart

Aluspõhja reljeefi teemakaart (joonis 26) annab informatsiooni aluspõhja ülemise pinna absoluutse kõrguse, astangute ning mattunud orgude kohta. Aluspõhja reljeefimuutusi näitavad kaardil – nii maismaal kui akvatooriumis – samakõrgusjooned (kõrguse mõõtmisel on aluseks BK-77). Aluspõhja lasuv pind määratakse pinnakatet läbivate puuraukude, puur- ja salvkaevude, šurfide, kaevandite, looduslike- ja tehispaljandite andmestiku alusel.

Kui aluspõhja reljeefi kohta on andmeid ebapiisavalt, tuleb rakendada geofüüsikalisi meetodeid (seismiline profileerimine, elektromagnetiline sondeerimine jne). Aluspõhja reljeefi kaardile kantud informatsioon aitab koostada aluspõhja geoloogilist, pinnakatte paksuse, põhjavee kaitstuse, pinnakatte ja hüdrogeoloogilist teemakaarti ning planeerida maavarade otsingu- ja uuringutöid, ehitusgeoloogilisi projekte jms.



Joonis 26. Väljavõte aluspõhja reljeefi kaardist (kaardileht 6533).

Aluspõhja reljeefi kaart (mõõtkavas 1:100 000) on täiendava info allikana lisatud aluspõhja geoloogia trükikaardile.

10.1 Nähtusklassid

Aluspõhja reljeefi teemakaardi nähtusklassideks on:

“aluspõhja reljeefi samakõrgusjoon maismaal”, mida tähistatakse kaardil pidevjoonega. Joon ühendab aluspõhja lasuva pinna ühel kõrgusel asuvaid punkte. Mõõtmist alustatakse absoluutsest nulltasapinnast (BK-77). Samakõrgusjoonte vaheline intervall on reeglina 5 m. Kui kõikide joonte tõmbamiseks pole piisavalt teavet või paiknevad jooned liiga tihedalt koos, on lubatud kasutada intervalli 10 m (samajoonte väärtused peavad sel juhul jaguma 10ga);

“aluspõhja reljeefi samakõrgusjoon akvatooriumis”, mida kaardil tähistatakse katkendjoonega. Samakõrgusjoonte vaheline intervall meres on tavaliselt 10 m, -20st meetrist suuremate sügavuste korral võib kasutada intervalli 20 m;

“mattunud org” (e ürgorg);

“mattunud astang aluspõhjas”;

“avanev astang aluspõhjas”;

Annotatsioonina lisatakse andmebaasi tabelisse APR_Nimed aluspõhja reljeefivormide (ürgorud, klindilahed jt) nimed.

10.2 Teiste andmekogude objektid aluspõhja reljeefi kaardil

Andmekogust Faktiline materjal saadakse aluspõhja reljeefi kaardile punktobjektidena puuraugud (päring objektiklassist FM_PA, päringu tingimus: "PZ_Z" < -9999 AND "VIP_APR" = 1) ning paljandid ja vaatluspunktid (päring objektiklassist FM_PL_VP, päringu tingimus: "PZ_Z" > -9999 AND "VIP_APR" = 1).

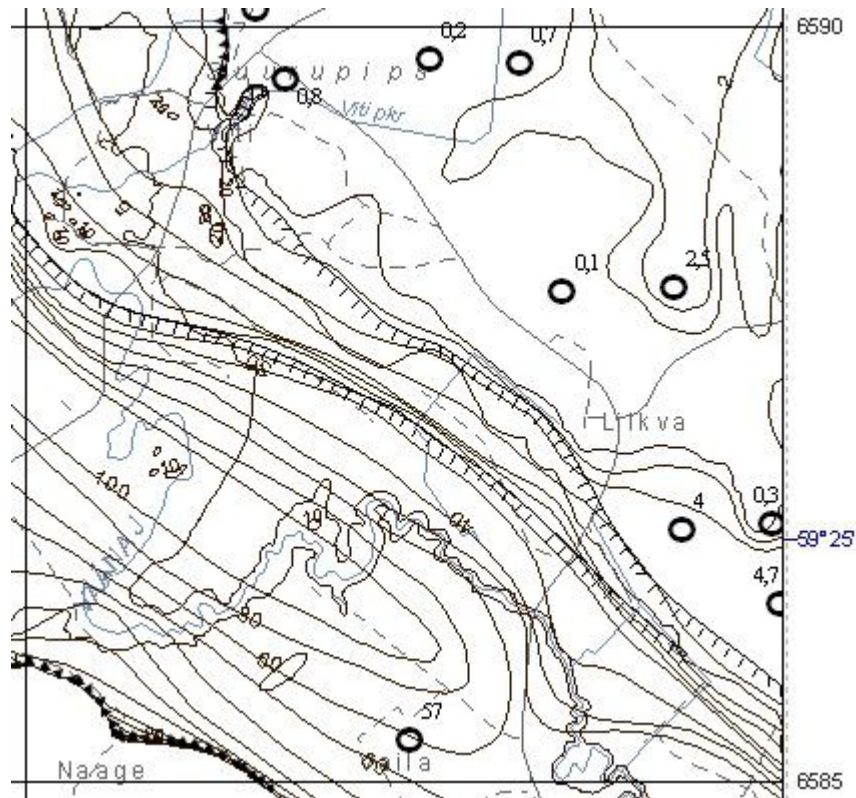
11 Pinnakatte paksuse teemakaart

Pinnakattena käsitletakse Juhendis ja seletuskirjas (pt 5) kõiki Kvaternaari ajastul tekkinud setendeid (sh tehnogeensed setted). Pinnakatte paksuse kaardil (vt joonis 30) näidatakse Kvaternaari ladestu paksust samapaksusjoonte¹⁹ abil. Pinnakatte paksus saadakse tänapäevasest reljeefist aluspõhja reljeefi lahutamise teel.

Erinevalt aluspõhja reljeefi kaardist koostatakse pinnakatte paksuse kaart ainult maismaa kohta. Pinnakatte paksus annab informatsiooni põhjavee kaitstuse, pinnakatte ja hüdrogeoloogilise teemakaardi koostamisel ning ehitusgeoloogiliste ja maavarade otsingu-uuringutööde planeerimisel.

Pinnakatte paksuse kaart (mõõtkavas 1:100 000) on täiendava info allikana lisatud pinnakatte geoloogia trükikaardile.

¹⁹ Pinnakatte samapaksusjoon e. isopahhüüt on joon, mis ühendab ühesuguse pinnakatte paksusega piirkondi.



Joonis 27. Väljavõte pinnakatte paksuse kaardist (kaardileht 6333).

11.1 Nähtusklassid

Pinnakatte paksuse teemakaardi nähtusklassideks on:

“pinnakatte paksusjoon” vastava arvulise väärtusega;

“pinnakatte paksusjoone langusjoon”, mis näitab seda, millises suunas pinnakatte paksus väheneb (isopahhüüdi külge ühendatakse väikesed jooned pinnakatte paksuse vähenemise suunast). Langusjoonte kasutamine pole kohustuslik, neid on soovitatav kasutada olukorras, kus pinnakatte paksuse vähenemise suund pole üheselt arusaadav.

11.2 Ülevaade kaardi koostamisest

Pinnakatte paksuse teemakaardi koostamise aluseks on:

- pinnakatte paksused andmepunktides²⁰,
- aluspõhja reljeefi kaart,
- baaskaardi reljeefi samakõrgusjooned.

Pinnakatte paksuse nn vahekaardile kantakse:

- andmepunkti asukoht ja pinnakatte paksus,
- aluspõhja pinna isopahhüüdi ja topograafilise samakõrgusjoone ristumiskoht ning pinnakatte paksus ristumispunktis (saadakse aluspõhja pinna isojoone väärtuse lahutamisel topograafilise isojoone väärtusest).

Saadud andmepunktide alusel, arvestades ala topograafia ning aluspõhja reljeefi ja võimaliku lisaandmestikuga, lisatakse kaardile samapaksusjooned väärtustega 1 m, 2 m,

²⁰ Andmepunktideks nimetatakse Juhendis ja seletuskirjas puurauke, puurkaeve, paljandeid ja vaatluspunkte.

5 m, 10 m, 15 m, 20 m, 25 m, 30 m, 40 m, 50 m, 60 m, sealt edasi iga 20 m järel. Samapaksusjooned digitaliseeritakse andmebaasi tabelisse QP_Isojoon.

Pinnakatte paksus puuraugus või -kaevus määratakse täpsusega $\pm 0,01$ m. Isojoonte ristumispunktides määratakse pinnakatte paksus täpsusega ± 1 m. Asukohatäpsus on puuraugu ja -kaevu puhul määratud punkti algkoordinaatide täpsusega, kusjuures viga looduses ei tohi ületada 100 m.

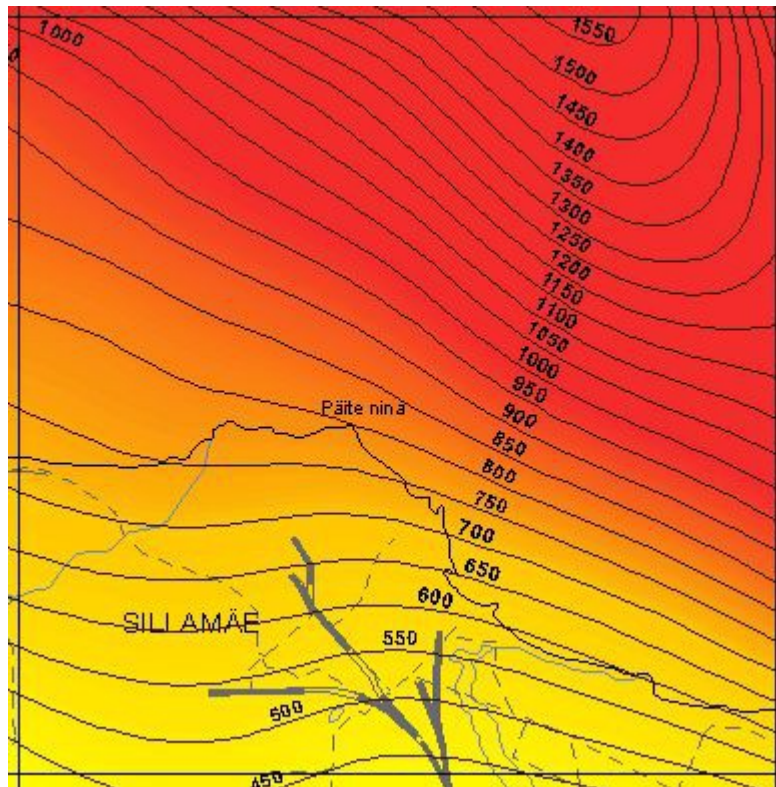
11.3 Teiste andmekogude objektid pinnakatte paksuse kaardil

Pinnakatte paksuse kaardil kuvatakse andmekogust Aluspõhja_reljeef avanevad ning mattunud aluspõhjalised astangud (objektiklass APR_Astang). Andmekogust Faktiline_materjal saadakse punktobjektidena puuraugud (päring objektiklassist FM_PA, päringu tingimus: "QP" ≥ 0 AND "VIP_QP" = 1) ning paljandid ja vaatluspunktid (päring objektiklassist FM_PL_VP, päringu tingimus: "QP" ≥ 0 AND "VIP_QP" = 1).

12 Aeromagnetiliste anomaaliate teemakaart

Eesti Geoloogilise Baaskaardi aeromagnetiliste anomaaliate teemakaardi (joonis 28) koostamiseks kaardistatakse Maa magnetvälja totaalvektori intensiivsust. Võimaluse korral kasutatakse varasematel aastatel teostatud aeromagnetomeetriliste mõõtmiste tulemusi (nt Metlitskaja ja Papko, 1992).

Kaardistatavateks nähtusklassideks on maakoore ülaosa lateraalsest ja vertikaalsest muutlikkusest tingitud aeromagnetiliste anomaaliate punktväärtused, nende alusel loodud anomaaliate intensiivsuse statistiline pind ja viimasest genereeritud isojooned (isoanomaalid).



Joonis 28. Väljavõtte aeromagnetiliste anomaaliate kaardist (kaardileht 6533).

12.1 Ülevaade kaardi koostamisest

Aeromagnetiliste anomaaliade kaardi koostamisel kaardistatakse Maa magnetvälja totaalkvektori intensiivsust täpsusega vähemalt ± 1 nT. Lennuaparaat positsioneeritakse, kasutades globaalset kohamääramissüsteemi (GPS) või raadionavigatsiooni, asukohatäpsusega vähemalt 1 m. Lennuaparaadi kõrgus maa- või veepinnast määratakse täpsusega vähemalt $\pm 1,5$ m GPSi või altimeetri abil. Profiilid orienteeritakse põhja-lõuna- või lääne-ida - suunaliselt. Profiilide omavaheline kaugus peab olema vähemalt 500 m ning lennukõrgus võimalikult madal, mitte üle 300 m. Intensiivsust mõõdetakse üksikul profiilil võimalikult sageli, mitte harvem kui iga 100 m tagant. Mõõtmistulemuste kontrolliks teostatakse korduslende vähemalt 10 % mõõdetud ala ulatuses.

Mõõtmisi ei korraldata magnet tormi²¹ päevadel. Muud magnetvälja ajalised variatsioonid eemaldatakse mõõtmistulemustest, kasutades kas statsionaarse magnetjaama (juhul kui selline asub mõõtmispiirkonnast 100 km raadiuses) või uuringupiirkonda loodud ajutise maapinnal paikneva jaama mõõtmistulemusi, kus magnetvälja intensiivsust mõõdetakse mitte harvem kui 1 kord 5 sek vältel. Mõõtmistulemused parandatakse lennuaparaadi magnetvälja suhtes.

Aeromagnetiliste anomaaliade kaardi loomisel lahutatakse iga üksiku mõõtepunkti T väärtusest Maa magnetilise globaalvälja väärtus, mis leitakse vastava viieaastase epohhi rahvusvahelise magnetvälja kaardi (IGRF – International Geomagnetic Reference Field) alusel iga üksiku mõõtepunkti tarbeks, arvestades nii punkti koordinaate, mõõtekõrgust kui ka aega. Saadakse aeromagnetilise anomaalia punktväärtus T_a . Mõõtmistulemuste alusel täidetakse andmebaasi tabel MG_Punktid, luuakse nende punktide alusel statistiline pind ja isoanomaalid.

Isaritmilise²² kaardi koostamiseks luuakse tarkvara ArcGIS laienduspaketi 3D Analyst käsuga *Kriging* rasterpind sammuga 50×50 m (*Output cell size=50*). Otsinguraadiuseks (*Search radius distance*) valitakse 3 km.

Pinna alusel genereeritakse aeromagnetiliste anomaaliade samajooned (isoanomaalid) sammuga 50 nT.

Isoanomaale kujutatakse kaardil pruunide pidevjoontega (joone laius 0,2 pt).

Igale isoanomaalile lisatakse tema väärtus annotatsioonina (annotatsiooniklass MG_Isojoone_väärtus). Uue kaardilehe andmete lisandudes luuakse objektiklassi MG_Isojoon uued isoanomaalid.

Isoanomaalide alusel värvitakse kaart sujuvalt muutuva tonaalsusega, kasutades graduaalset värviskaalat *rainbow* (punane-oranž-kollane-roheline-sinine-lillakassinine), kusjuures punased toonid näitavad maksimaal-, ning sinised toonid minimaalväärtusi. (vt näidet joonisel 29). Nullväärtus paigutatakse kollase ja rohelise piirile.



Joonis 29. Aeromagnetiliste anomaaliade kaardi magnetvälja intensiivsust väljendav värviskaala

²¹ Periood, mille vältel Maa magnetvälja intensiivsus ja suund muutuvad ajas järsult seoses Päikeselt lähtuvate ioniseeritud osakeste ning Maa ionosfääri koosmõjuga.

²² Isaritmiline kaart – kaart, mis kujutab esitatavat nähtust kolmemõõtmelisena.

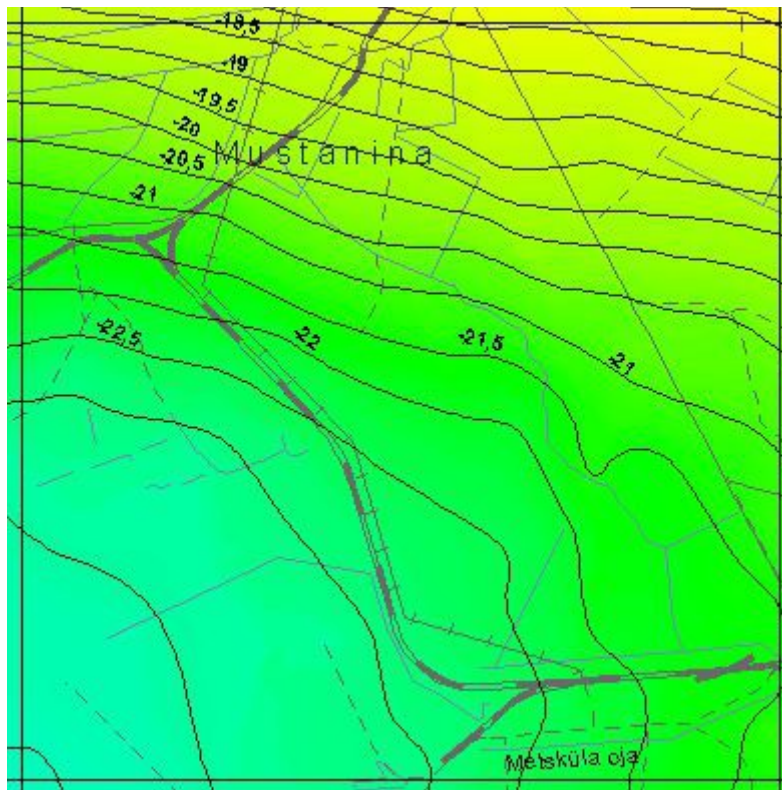
13 Gravitatsioonijõu (Bouguer') anomaaliade teemakaart

Maa siseehituse lateraalsest muutlikkusest tingituna ei ole raskuskiirenduse väärtus geoidi²³ pinnal konstantne. Geoloogilise baaskaardi raskusjõuvälja anomaaliade teemakaardi (vt joonist 30) koostamiseks kaardistatakse Maa pinnal mõõdetud raskuskiirenduse väärtused, millesse on viidud geograafilise laiuse, absoluutse kõrguse ja vahekihi (Bouguer' [bugee]) parandused. Vahekihi parandused arvutatakse kahele vahekihi tihedusele: 2,3 g/cm³ (pealiskorra keskmine tihedus) ja 2,67 g/cm³ (aluskorra keskmine tihedus).

Andmestiku alusel koostatakse Bouguer' anomaaliade kaart, mis peegeldab raskusjõuvälja anomaaliaid geoidi pinnal. Mõõtmispunktide raskuskiirenduse anomaaliade punktväärtuste interpoleerimisel luuakse 50×50 m maatriks, mille alusel kuvatakse matemaatiliselt moodustatud isojoonte (isoanomaalide) kaart. Lisaks näidatakse teemakaardil Eesti Baaskaardi alusel rannajoon, siseveekogud ja suuremate asulate asukohad.

Vastavalt vajadusele koostatakse enne aluspõhja ja/või pinnakatte geoloogilise kaardi (sh aluspõhja reljeefi ja pinnakatte paksuse kaardi) loomist raskusjõuvälja jääkanomaaliade kaart, mis tuletatakse Bouguer' anomaaliade andmestikust ja peegeldab maapinnalähedasemate kivimite tiheduste erinevusest tingitud raskusjõuvälja lokaalset muutlikkust.

Gravitatsioonijõu anomaaliade kaardil on kaardistatavateks nähtusteks raskuskiirenduste (Bouguer') anomaaliade punktväärtused, nende alusel loodud Bouguer' anomaaliade intensiivsuse statistiline pind ja viimasest genereeritud isojooned (isoanomaalid).



Joonis 30. Väljavõte gravitatsioonijõu (Bouguer') anomaaliade kaardist (kaardileht 6533).

²³ Geoid – Maa gravitatsioonivälja ekvipotentsiaalipind, mis ookeanides langeb kokku häirimata maailmamere pinnaga ja maismaal jääb maakoore sisse. Geoidi peetakse kõige täpsemaks Maa kuju kirjeldavaks matemaatiliseks mudeliks.

13.1 Ülevaade kaardi koostamisest

Raskusjõuvälja anomaaliade teemakaardi koostamiseks mõõdetakse maapinnal raskuskiirendust täpsusega vähemalt $\pm 0,2$ mGal ning rajatakse vähemalt 4 mõõtepunkti 1 km² kohta. Mõõtmiste käigus luuakse tugipunktid täpsusega vähemalt $\pm 0,05$ mGal, mida kasutatakse reamõõtmiste lähtepunktidenä. Igas tugipunktis teostatakse 2 - 4 sõltumatut mõõtmist, vajadusel rohkem. Võimalusel kasutatakse varasemate tööde käigus loodud tugipunkte. Tugipunktid seotakse vähemalt kahe riikliku gravimeetrilise põhivõrgu GV-EST95 I, II või III klassi punktiga minimaalselt nelja sõltumatu mõõtmise tulemusel.

Mõõtepunktide absoluutkõrgus määratakse nivelleerimise või GPSi abil täpsusega vähemalt $\pm 0,1$ m; asukoht positsioneeritakse GPSi kasutades täpsusega vähemalt ± 30 m.

Mõõtmistulemused parandatakse gravimeetri 0-punkti triivi ja loodeliste variatsioonide suhtes. Mõõtmistulemuste alusel arvutatakse Bouguer' anomaaliad valemiga

$$g_{BA} = g_{obs} - \gamma_0 - g_F - g_B, \text{ kus}$$

g_{obs} on mõõdetud raskuskiirenduse väärtus,

γ_0 on normaalraskuskiirenduse väärtus Maa ellipsoidi²⁴ pinnal (geodeetiline kõrgus $h=0$ m),

g_F on vabaõhu ehk kõrguse parand ($g_F = 0,3086H$ (mGal), H on mõõtmispunkti absoluutkõrgus geoidi pinnast (m)),

g_B on Bouguer' ehk vahekihi parand ($g_B = 0,0419\rho H$ (mGal)).

Bouguer' anomaaliad arvutatakse vahekihi tihedusele (ρ) 2,67 ning 2,30 g/cm³.

Normaalraskuskiirendus arvutatakse ligikaudse valemiga (täpsus 0,1 mGal)

$$\gamma_0 \approx \gamma_e (1 + \beta \sin^2 \phi - \beta_1 \sin^2 2\phi) \text{ [mGal]},$$

kus ϕ on geodeetiline põhjalaius ning koefitsientide γ_e , β , β_1 väärtused valitakse ellipsoidile vastavalt tabelile 8.

Tabel 8. Ellipsoidide normaalvälja koefitsientide väärtused

<i>Ellipsoid</i>	γ_e	$\beta (\cdot 10^{-6})$	$\beta_1 (\cdot 10^{-6})$
Helmert	978030	5302	7
GRS-80 ²⁵	978032.7	5302.4	5.8

Lähteandmete ümberarvutamisel varasemast Potsdami süsteemist tänasesse Eesti gravimeetrilisse süsteemi²⁶ (EGS) lisatakse andmete konstant $-14,0$ mGal, IGSN71²⁷ süsteemist EGS-i teisendamisel lisatakse konstant $-0,08$ mGal.

²⁴ Reaalse Maa teoreetiline mudel (lähend globaalsele geoidile), mille parameetrid, sh. kuju ning raskusjõuväli on vastavate valemitega täpselt arvutatavad.

²⁵ Geodeetilise süsteemi osa, vt ka allmärgust 2.

²⁶ Vt ka allmärgust 2

²⁷ International Gravity Standardization Net 1971

13.1.1 Algandmed

Parandatud mõõtmistulemuste ning kasutatud andmestiku alusel lisatakse punktobjektid andmekogu Geofüüsika andmebaasi objektiklassi GRB_Punktid.

Koostatakse ka tööaruanne, kus kirjeldatakse detailselt andmete tootmisprotsessi. Sealhulgas kirjeldatakse gravimeetriliste mõõtmiste metoodika ning andmete, sh. statistiliste hinnangute arvutusvalemid, rakendatud 0-punkti triivi ja loodeliste variatsioonide arvutusalgoritmid, gravimeetrite kontrollimise ja kalibreerimise tulemused jne oluline info. Rajatud tugivõrgu nn karkasspunktide kohta koostatakse täpsed asukohajoonised ja -kirjeldused, et võimaldada vajadusel korrata kontrollmõõtmisi nendes punktides.

13.1.2 Isojoonte ja trükivalmiskaart

Kaardilehed edastatakse tellijale nii digitaalsel kui trükivalmis kujul (mxd-failid). Tardkujul edastatakse Bouguer' anomaaliade kaart vahekihi tihedusega $2,30 \text{ g/cm}^3$.

Isaritmilise Bouguer' anomaaliade kaardi koostamiseks luuakse tarkvara ArcGIS laienduspaketi 3D Analyst käsuga *Kriging* rasterpind sammuga $50 \times 50 \text{ m}$ (*Output cell size=50*). Otsinguraadiuseks (*Search radius distance*) valitakse 3 km.

Saadud pind puhastatakse interpolatsiooni tõttu tekkivatest moonutustest kaardi äärealadel uuritud ala piirist uurimata ala suunas.

Pinna alusel genereeritakse raskusjõuvälja anomaaliade samajooned (isoanomaalid) sammuga 0,5 mGal. Isoanomaale kujutatakse kaardil pruunide pidevjoontega (joone laius 0,2 pt).

Igale isoanomaalile lisatakse tema väärtus annotatsioonina (annotatsiooniklass GRB_Isojoone_väärtus). Uue kaardilehe andmete lisandudes luuakse objektiklassi GRB_Isojoon uued isoanomaalid.

Isoanomaalide alusel värvitakse kaart sujuvalt muutuva tonaalsusega kasutades graduaalset värviskaalat *rainbow* (punane-oranž-kollane-roheline-sinine-lillakassinine), kusjuures punased toonid iseloomustavad kaardilehel esinevaid maksimaal-, ning sinised toonid minimaalväärtusi (vt joonist 31).

-5 -10 -15 -20 -25 -30 -35 -40 -45 mGal



Joonis 31. Gravitatsioonijõu (Bouguer') anomaaliade kaardil raskuskiirenduse intensiivsust väljendav värviskaala.

14 Läbilõiked

Läbilõiked kuuluvad aluspõhja geoloogilise, pinnakatte geoloogilise ning hüdrogeoloogilise kaardi juurde, nende koostamise põhimõtetest annab ülevaate juhendi pt 8. Kõik kaardiväljal kuvatavad läbilõigete jooned digitaliseeritakse andmebaasi objektiklassi Läbilõike_jooned. Kaardiväljal läbilõigete algust ja lõppu markeerivad tähed (A, B, C, D) paiknevad annotatsiooniklassis LL_tähised. Aluspõhja geoloogilise teemakaardi läbilõigetel esinevad elemendid (alad, jooned ja tekstid) on kirjeldatud andmebaasi objektiklassides LL_AP_alad, LL_AP_Jooned ja LL_AP_Kirjad, pinnakatte geoloogilise teemakaardi läbilõigete elemendid objektiklassides LL_Q_alad, LL_Q_Jooned ja LL_Q_Kirjad ning hüdrogeoloogilise teemakaardi läbilõigete elemendid objektiklassides LL_HG_alad, LL_HG_Jooned ja LL_HG_Kirjad.

Läbilõigete koostamist ArcMapis hõlbustab tööriist Läbilõike_koostamine_Tool (vt ka pt 16).

15 Faktiline materjal

Andmekogus Faktiline_materjal sisaldub geoloogiline andmestik, millel suuresti tugineb kogu Eesti geoloogiline baaskaart. Andmekogusse kuuluvad järgmised objektiklassid:

- FM_PA (puuraugud);
- FM_PK (puurkaevud);
- FM_PL_VP (paljandid ja vaatluspunktid).

Objektiklassides on näidatud kaardistamise käigus rajatud ja kasutatud andmepunktide

- nimed,
- geograafilised koordinaadid (L-EST97) ja kõrguskoordinaadid (BK-77),
- geoloogiline informatsioon,
- viited kasutatud algandmetele.

Tabelite struktuurist annab ülevaate Juhendi peatükk 7.

Objektiklassi FM_PA ja FM_PL_VP väljale "TYYP" valitakse sobiv variant domeenist FM_tüüp, kus

- **PAQ** (pinnakatte puurauk) on ainult pinnakatet avav puurauk (sh pinnakatteliste maavarade otsingu- ja uuringupuurauk)
- **PAAP** (aluspõhja puurauk) on aluspõhja kivimeid (v.a aluskord) avav puurauk
- **PAAK** (aluskorra puurauk) on aluskorra kristalliinseid kivimeid avav puurauk.
- **PLQ** (pinnakatte paljand) on looduslik või tehisklik, ainult pinnakatte materjali (e kvaternaarisetete) paljandumine nõlval, teekaeves, šurfis, vundamendiaugus, elektriposti puurimisaugus, salvkaevus vm.
- **PLAP** (aluspõhja paljand) on looduslik või tehisklik aluspõhjakivimite paljandumine astangul, nõlval, teekaeves, šurfis, vundamendiaugus, salvkaevus vm.
- **VPQ** (pinnakatte vaatluspunkt) on kaardistamise käigus tehtud ajutine kaeve või käsipuuri sondeerimispunkt, mis avab ainult pinnakatet. Vaatluspunktides on soovitatav anda pinnakatte kirjeldus vähemalt 1 m sügavuseni.
- **VPAP** (aluspõhja vaatluspunkt) on kaardistamise käigus tehtud ajutine kaeve või käsipuuri sondeerimispunkt, kus avaneb aluspõhi.

Aluspõhja stratigraafiliste üksuste indeksitena (väli Avamus_AP) saab kasutada ainult domeenis FM_AP_Indeksid toodud variante. Väljale "Avamus_Q_G" saab lisada ainult domeeni FM_Q_Indeks indekseid ning väljale "FM_Q_L" ainult domeeni FM_Litoloogia liikmeid. Kokkuleppel Tellijaga on võimalik neid domeene täiendada.

Objektiklassis FM_PA ja FM_PL_VP on neli VIP-veergu ("VIP AP", "VIP APR", "VIP QP" ja "VIP HG"), mis näitavad seda, kas andmepunkti vastaval teemakaardil näidatakse ("Jah") või mitte ("Ei"). Objektiklassi FM_HG veerus "VIP" määratakse samuti ära, kas puurkaevu hüdrogeoloogilisel teemakaardil näidatakse või ei näidata. Seega, kõik vajalikud andmepunktid kuvatakse kaartidele päringuga faktilise materjali objektiklassidest.

Tabeli FM_Lisa väljal GM saab kaardistaja kuni 250 tähemärgiga kirjeldada vastava andmepunkti geomorfoloogilist iseloomu, väljal "KOMMENT" kuni 500 tähemärgiga

anda edasi olulist lisainformatsiooni, mis ei mahu objektiklassi FM_PA/FM_PL_VP/FM_PK. Erinevate markeeringute ja otsingute teostamiseks on tabelis kaks veergu ("OTSI" ja "OTSI2"). Tabel on välja „NIMI“ abil seotud objektiklassidega FM_PA, FM_PL_VP ja FM_PK.

Tabel FM_Geol sisaldab puursüdamike, paljandite, ja vaatluspunktide geoloogilisi kirjeldusi. Tabel on välja „NIMI“ abil seotud objektiklassidega FM_PA ja FM_PL_VP. Iga kaardilehe faktilise materjali hulgas esitatakse geoloogiline kirjeldus vähemalt ühe aluskorra puuraugu kohta; iga 25 km² suuruse kaardistatud ala kohta antakse vähemalt ühe pinnakatte ja ühe aluspõhja puuraugu kirjeldus. Tabelis FM_Geol peavad kindlasti olema kõikide pinnakatte ja aluspõhja kaartide läbilõigetel näidatud puuraukude geoloogilised kirjeldused (välja arvatud juhul kui kogu info kajastub juba objektiklassis FM_PA või FM_PL_VP).

Tabeli FM_Geol_Lisa väljal „KOMMENT“ saab kaardistaja kuni 500 tähemärgiga anda edasi olulist lisainformatsiooni, mis ei mahu tabelisse FM_Geol. Tabelid on üksteisega seotud välja „GeolID“ abil.

Tabelis FM_LL_seos on kirjeldatud ainult need puuraugud, paljandid-vaatluspunktid ja puurkaevud, mida näidatakse aluspõhja geoloogilise, pinnakatte geoloogilise ja hüdrogeoloogilise kaardi läbilõigetel. Tabeli täiendamiseks või muutmiseks tuleb *Editor > Start Editing* käsuga käivitada nn toimetamisrežiim. „LL“ veergu kirjutatakse läbilõike nimi, „PAK“ veergu andmepunkti nimi (objektiklassist FM_PA/FM_PL_VP) või puurkaevu katastrinumber (objektiklassist FM_PK). „Kood“ näitab, millise läbilõike (aluspõhi, pinnakate või hüdrogeoloogia) juurde andmepunkt kuulub. Selleks, et tabelis FM_LL_seos olevaid andmepunkte kaardil näha, tuleb objektiklass FM_PA/FM_PL_VP/FMPK ja tabel FM_LL_seos omavahel *Join* -käsuga siduda (vt ka tabelit 1).

Kui andmepunkti nimi on juba kantud tabelisse FM_LL_seos, peab objektiklassi FM_PA/FM_PL_VP/FM_PK vastavas VIP-veerus olema kirje "Ei". Vastasel korral ilmuvad kaardile topelt andmepunktid.

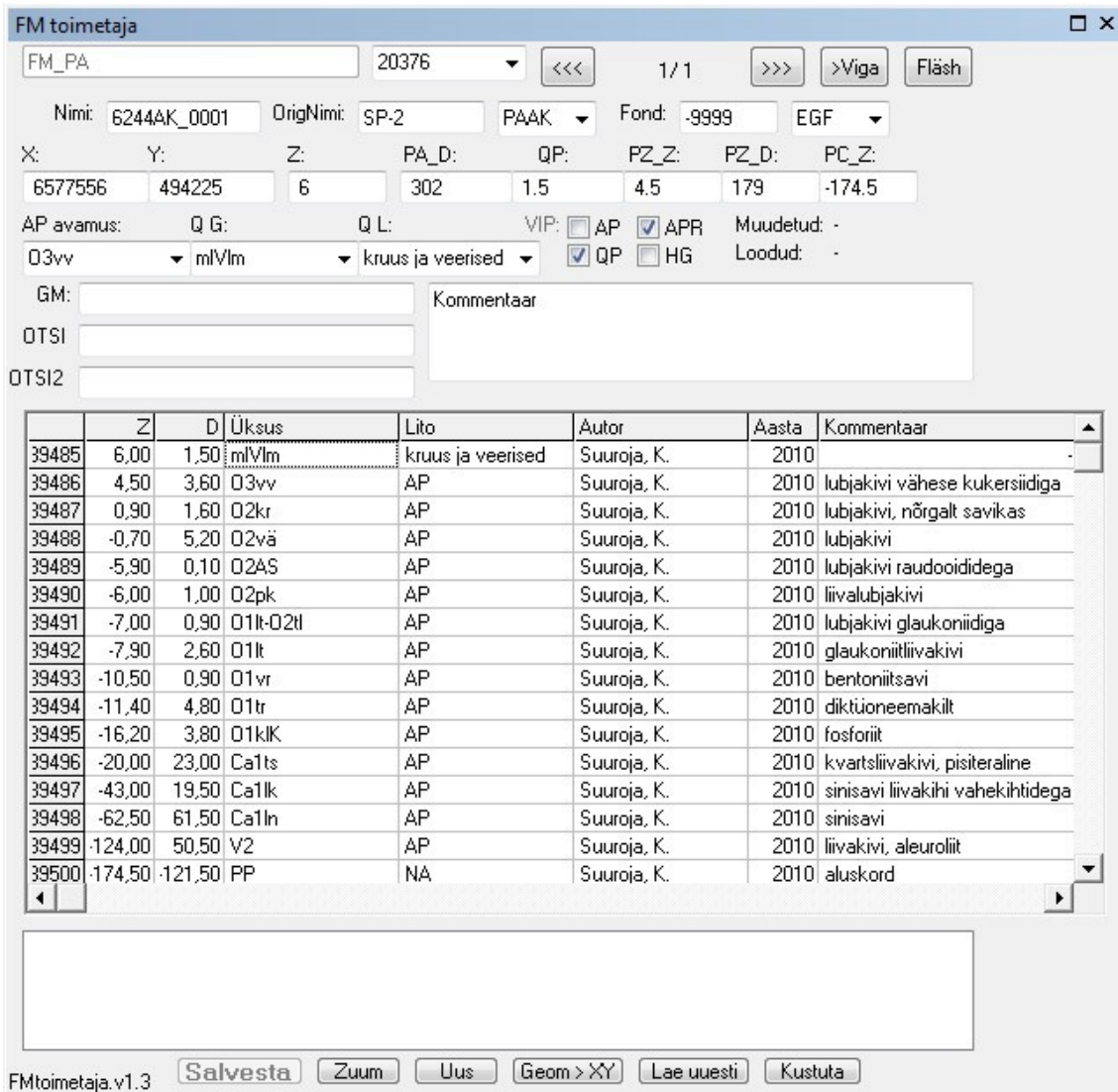
Faktilise materjaliga töötamist hõlbustab ArcMapi tööriist FM toimetaja (vt ka pt 16). Andmepunktide geoloogiliste kirjelduste kontroll tugineb andmebaasis eraldi paikneval objektiklassil Settekehad. Seal on moodustatud ruumikujud kõikide faktilise materjali objektiklassides ja tabelis FM_Geol nimetatud kivimkehade jaoks. Ruumikujud paiknevad üksteise suhtes samamoodi nagu kivimkehad kaardistamise aluseks olevates stratigraafilistes skeemides. Kui kivimkehade järjekord tabelis FM_Geol (veerg „YKSUS“) pole objektiklassiga Settekehad kooskõlas, kuvatakse kasutajale veateade. Ühtlasi tuuakse välja kõik kivimkehade indeksid, mida varem pole kusagil esinenud. Vastavalt vajadusele saab Tellija täiendada objektiklassi Settekehad uute ruumikujude ja indeksitega.

Eesti geoloogilise ehituse kohta saadakse pidevalt uut informatsiooni, seetõttu tuleb ka faktilist materjali parandada ja täiendada. Ühe kaardilehe kõikide teemakaartide koostamisele kulub tavaliselt mitu aastat, mille jooksul saadakse uusi andmeid, tehakse juurde puurauke jne. Vastavalt Tellija ja Teostaja kokkuleppele sisestab Teostaja hanke käigus valminud kaardilehtede faktilise materjali ning pooleliolevate kaardilehtede täiendused-parandused andmebaasi vastavatesse objektiklassidesse ja tabelitesse.

16 Kaardistamise abivahendid ArcMapis

Maa-ameti poolt on geoloogiliste kaartide ja läbilõigete digitaliseerimise lihtsustamiseks loodud mitmeid ArcMapi tööriistu. Selleks, et soovitud vahendiga tööle saaks hakata, on kõigepealt tarvis vastav tlb või dll -laiendiga fail lisada ArcMapi tööriistaribale (*Tools > Customize > Add from File...*).

Faktilise materjali andmete muutmiseks kasutatakse tööriista FM toimetaja. Peale  nupul klõpsamist avaneb aken, kus saab teha erinevaid toiminguid (vt joonist 32).



FM toimetaja

FM_PA 20376 <<< 1/1 >>> >Viga Fläsh

Nimi: 6244AK_0001 OrigNimi: SP-2 PAAK Fond: .9999 EGF

X: 6577556 Y: 494225 Z: 6 PA_D: 302 QP: 1.5 PZ_Z: 4.5 PZ_D: 179 PC_Z: -174.5

AP avamus: Q G: Q L: VIP: ☐ AP ☒ APR Muudetud: -
☐ 03vv ☐ mlVlm ☐ kruus ja veerised ☒ QP ☐ HG Loodud: -

GM: Kommentaar

OTSI

OTSI2

	Z	D	Üksus	Lito	Autor	Aasta	Kommentaar
39485	6,00	1,50	mlVlm	kruus ja veerised	Suuroja, K.	2010	
39486	4,50	3,60	03vv	AP	Suuroja, K.	2010	lubjakivi vähese kukersiidiga
39487	0,90	1,60	02kr	AP	Suuroja, K.	2010	lubjakivi, nõrgalt savikas
39488	-0,70	5,20	02vä	AP	Suuroja, K.	2010	lubjakivi
39489	-5,90	0,10	02AS	AP	Suuroja, K.	2010	lubjakivi raudooididega
39490	-6,00	1,00	02pk	AP	Suuroja, K.	2010	liivalubjakivi
39491	-7,00	0,90	01lt-02tl	AP	Suuroja, K.	2010	lubjakivi glaukoniidiga
39492	-7,90	2,60	01lt	AP	Suuroja, K.	2010	glaukonitliivakivi
39493	-10,50	0,90	01vr	AP	Suuroja, K.	2010	bentoniitsavi
39494	-11,40	4,80	01tr	AP	Suuroja, K.	2010	diktüoneemakilt
39495	-16,20	3,80	01klk	AP	Suuroja, K.	2010	fosforiit
39496	-20,00	23,00	Ca1ts	AP	Suuroja, K.	2010	kvartsliaakivi, pisiteraline
39497	-43,00	19,50	Ca1lk	AP	Suuroja, K.	2010	sinisavi liivakihi vahetihedega
39498	-62,50	61,50	Ca1ln	AP	Suuroja, K.	2010	sinisavi
39499	-124,00	50,50	V2	AP	Suuroja, K.	2010	liivakivi, aleuroliit
39500	-174,50	-121,50	PP	NA	Suuroja, K.	2010	aluskind

FMtoimetaja.v1.3 Salvesta Zuum Uus Geom > XY Lae uuesti Kustuta

Joonis 32. FM toimetaja tööaken.

Käsuga *Start Editing* käivitatakse toimetamisrežiim. Kaardiaknas või atribuutide tabelis saab välja valida andmepunktid ning seejärel muuta nende atribuute. FM toimetaja kaudu on loodud seosed faktilise materjali objektiklassi FM_PA/ FM_PL_VP ning tabelite FM_Lisa, FM_Geol ja FM_Geol_Lisa vahel.

Läbilõigete tegemist hõlbustab tööriist Läbilõike_koostamine_Tool. 

Esmalt tuleb ArcMapi dokumenti lisada kiht, kus on vähemalt üks läbilõike joon ja kõrgusmudel, mille alusel saadakse hiljem läbilõikele reljeef.

Käsuga *Start Editing* käivitatakse toimetamisrežiim ja valitakse *Select Features* tööriistaga kaardiväljal või vastavas atribuuditabelis navigeerides välja joon, kus

läbilõiget soovitakse teha. Nüüd muutub tööriist  aktiivseks. Peale nupul klõpsamist tuleb liikuda objektiklassi LL_Asukohad kaardiruudustikus läbilõikele sobivale lehele ning teha vasak hiireklõps. Ilmub läbilõike profiil skaalajoonte ning reljeefiga. Soovi korral saab muuta läbilõike ülekõrgendust, vajutades enne hiireklõpsu alla *Alt* või *Shift* või *Alt+Shift* klahvi(d).

Kui läbilõikele on tarvis kanda puuraukude (või -kaevude) asukohti tähistavad jooned, siis tuleks ArcMapi lisada objektiklass FM_PA (või FM_PK) ning enne nupul  klõpsamist teha ta kihtide nimekirjas *Layers* aktiivseks.

Lihtsustamise tööriistaga  saab toimetamisrežiimis kõrvaldada alade soovimatud ülekatted. Selleks tuleb kontrollitavad alad *Select Features* -tööriistaga või vastavas atribuuditabelis navigeerides välja valida.

17 Kasutatud kirjandus

- Ainsaar, L. and Meidla, T., 2001. Facies and stratigraphy of the middle Caradoc mixed siliciclastic-carbonate sediments in eastern Baltoscandia. *Proc. Estonian Acad. Sci. Geol.*, 50, 1, 5-23.
- Donner, J., 1995. *The Quaternary History of Scandinavia*. Cambridge University Press, Cambridge, 200 pp.
- Kajak, K., 1992. Eesti kvaternaarisetete ja geomorfoloogilise kaardi (mõõtkavas 1:50 000) tugilegend. RE Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn-Keila, 52 lk.
- Kajak, K., 1999. Eesti kvaternaarisetted. Kaart mõõtkavas 1:400 000. Seletuskiri. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn, 50 lk.
- Kajak, K., Kala, E., Koppelmaa, H., Perens, H., Pöldvere, A., Raudsep, R., Vingissaar, P., 1992. Eesti aluspõhja geoloogilise kaardi (mõõtkava 1:50 000) tugilegend. RE Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn-Keila, 98 lk.
- Karise, V., Metsur, M., Perens, R., Savitskaja, L., Tamm, I., 2004. Eesti põhjavee kasutamine ja kaitse. Põhjaveekomisjon, Tallinn, 81 lk.
- Kirs, J., Puura, V., Soesoo, A., Klein, V., Konsa, M., Koppelmaa, H., Niin, M., Urtson, K., 2009. The crystalline basement of Estonia: rock complexes of the Paleoproterozoic Orosirian and Statherian and Mesoproterozoic Calymmian Periods, and regional correlations. *Estonian Journal of Earth Sciences*, 58(4), 219 - 228.
- Liivrand, E., 1991. *Biostratigraphy of the Pleistocene Deposits in Estonia and Correlations in the Baltic Region*. Stockholm University, Department of Quaternary Geology Research, Report 19, Stockholm, 114 pp.
- Melitskaja, V. I., ja Papko, A. M., 1992. Eesti territooriumi mõõtkavas 1:25 000 ja 1:50 000 aeromagnetilise kaardistamise tulemused. Töögrupp nr 49, aastail 1987-1991. Valgevene Geoloogia Valitsus, Minsk, 75 lk (vene keeles, EGF 4629).
- Morgen, E., 2003. Eesti geoloogiline baaskaart. *Geomorfoloogia*. Leht 6343 Maardu. Eesti Geoloogiakeskus. Tallinn.
- Männil, R. and Meidla, T., 1994. The Ordovician System of the East European Platform (Estonia, Latvia, Lithuania, Byelorussia, parts of Russia, Ukraine and Moldova). In: Webby, B. D., Ross, R. J. & Zhen, Y. Y. (eds) *The Ordovician System of the East European Platform and Tuva (southeastern Russia)*. IUGS Publ. 28, A, 1-52.
- Nestor, H., Einasto, R., Nestor, V., Märss, T., Viira, V., 2001. Description of the type section, cyclicity and correlation of the Riksu Formation (Wenlock, Estonia). *Proc. Estonian Acad. Sci. Geol.*, 50, 3, 149-173.
- Perens, R., 1992. Eesti hüdrogeoloogilise kaardi (mõõtkavas 1:50 000) tugilegend. RE Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn-Keila, 18 lk.
- Perens, R. and Vallner, L., 1997. Water-bearing formation. In: Raukas, A. and Teedumäe, A., 1997 (eds). *Geology and Mineral Resources of Estonia*. Estonian Academy Publishers, Tallinn, 137-145.
- Raukas, A. and Kajak, K., 1995. Quaternary stratigraphy in Estonia. *Proc. Estonian Acad. Sci. Geol.*, 44/3, 149-162.
- Raukas, A. and Teedumäe, A. (eds), 1997. *Geology and Mineral Resources of Estonia*. Estonian Academy Publishers, Tallinn, 35-136.

Rattas, M. and Kalm, V., 2001. Lithostratigraphy and distribution of tills in the Saadjärve Drumlin Field, East-Central Estonia. Proc. Estonian Acad. Sci. Geol., 50, 1, 24–42.

Sinialu, R. ja Kleesment, A., 2002. Purdsetendite granulomeetrilisest klassifikatsioonist. Eesti Geoloogiakeskuse Toimetised 10/1, Tallinn, 20-26.

Vrba, J. & Zaporozec, A. (eds), 1994. Guidebook on Mapping Groundwater Vulnerability. Vol. 16, International Association of Hydrogeologists, Hannover, 131 pp.

Eesti Vabariigi maapõueseadus, RT I 2004, 84, 572.