

Tartu Ülikool
Ökoloogia ja Maateaduste Instituut
Geoloogia osakond

Eesti Maapõue kirjeldamise standardiseerimine.
Keskkonnainvesteeringute Keskuse poolt rahastatud projekti aruanne

Tõnu Meidla, Tavo Ani ja Katrin Lasberg

Tartu 2017

Sisukord

1. Sissejuhatus.....	3
2. Vajalikud muudatused digitaalkaardistamise juhendis.....	5
3. Materjal ja meetodika	7
3.1. Maa-Ameti puursüdamike andmebaas.....	7
3.2. Andmete töötlemine.....	7
4. Põhitulemused.....	9
4.1. Olulisemad järelused Ediacara ladestu kohta (Lisa 1, ptk. 1.8).....	9
4.2. Olulisemad järelused Kambriumi ladestu kohta (Lisa 2, ptk. 8).....	11
4.3. Olulisemad tulemused Ordoviitsiumi ladestu kohta (Lisa 3, ptk. 8).....	14
4.3.1. Üldised märkused.....	14
4.3.2. Suuremahulised üksused.....	15
4.3.3. Kaardistuslegendis vajalikud muutused.....	16
4.3.4. Revideerimist vajavad üksused.....	17
4.3.5. Üksuste „kvaliteedi“ hinnang andmebaasi põhjal.....	17
4.3.6. Kaardistuslegendi variant.....	20
4.4. Olulisemad tulemused Siluri ladestu kohta (Lisa 4, ptk. 11).....	22
4.5. Olulisemad tulemused Devoni ladestu kohta (Lisa 5, ptk. 5).....	24
5. Standardiseeritud liigestuse kasutamise võimalused	26
6. Kasutatud kirjandus	30

1. Sissejuhatus

Käesolev aruanne on valminud seoses projektiga „Eesti Maapõue kirjeldamise standardiseerimine“. Projekti rahastas alates 2016. aasta sügisest kuni 2017. aasta lõpuni Eesti Keskkonnainvesteeringute Keskus ning toetas Tartu Ülikool. Projekti täideti Tartu Ülikooli Ökoloogia ja Maateaduste Instituudi geoloogia osakonnas.

Riiklikku geoloogilist kaardistamist korraldab Eestis Maa-Ameti geoloogia osakond, mis tagab ka geoloogilise informatsiooni säilimise ja kättesaadavuse, korraldab maardlate nimistu teenuste ja andmete haldamist, koostab maavaravarude koondbilansi ning kooskõlastab maardlate aladel planeeringuid selleks antud volituste piires.

Maapõue kirjeldamine on Eestis reguleeritud geoloogilise kaardistamis juhendmaterjalidega, mida on väikeste muudatustega rakendatud alates aastast 2004. Kaardistamise tulemused nii viimasest perioodist kui ka varasematest kümnenditest on Maa-Ameti geoloogia osakonna poolt koondatud puursüdamike andmebaasi, mis on suurim maapõue käsitlevat stratigraafilist informatsiooni koondav andmebaas.

Üleminekuga digitaalsele geoloogilisele kaardistamisele astuti Eestis oluline samm lähemale maapõue 3D mudelite süstemaatilise kasutamise suunas. Kogu Eestit käsitlevate mudelite koostamine peaks põhimõtteliselt tuginema puursüdamike andmebaasis talletatud informatsioonile. Selle andmestiku heterogeensus standardlegendi kasutamisest hoolimata suhteliselt suur. Selle on mitmeid ajaloolisi põhjusi ning tulemuseks on olukord, kus andmebaasis sisalduv informatsioon ei ole kõigis punktides rangelt korrastatud.

Digitaalkaardistamise legend on seni olnud siduv, st. kohustuslikus korras rakendatav vaid geoloogilisel kaardistamisel ning sellega otseselt seotud töödel. Suur hulk rakenduslikku laadi uuringuid on tänini Eestis läbi viidud standardlegendi rakendamata. Selliste uuringute tulemuste kaasamine puursüdamike andmebaasi täiendamisse on seotud suurte raskustega, sest andmete struktuur ei sobitu puursüdamike andmebaasi struktuuriga. Üheks käesoleva projekti eesmärgiks oli hinnata võimalusi maapõue kirjeldamise üldiseks standardiseerimiseks, st. standardlegendi kohustuslikuks ja ühetaoliseks rakendamiseks kõigi Eesti vabariigi territooriumil läbiviidavatel geoloogiliste uuringute läbiviimisel.

Käesolevas aruandes antakse ülevaade puursüdamike andmebaasi aluspõhja kirjetest ning hinnatakse nende kvaliteeti kui ka kvantiteeti. Maa-ameti puursüdamike andmebaas, mis laeti alla 18. detsember 2016. seisuga, sisaldas sel hetkel 53479 rida puursüdamiku kirjeid, millest igauks peaks tähistama ühte kindlat, legendikohast üksust ja selle parameetreid koos metainfoga mõnes konkreetnes puursüdamikus. Kuna huvi pakkusid peamiselt geoloogilise üksuse täielikku paksust sisaldavad (Siluri-järgsest või Kvaternaari-eelsest kulutusest mõjutamata stratigraafiliste üksuste) kirjed igas läbilõike, jäeti andmete filtreerimise järel analüüsist kõrvale kõik kirjed, mis kajastasid stratigraafilise üksuse vahetut kontakti Kvaternaariga või Devoniga, või kus üksus oli puurimise käigus läbistatud vaid osaliselt (st. kirjed üksustest, milles puurauk lõppes). Selle tulemusel jäi alles 15658 kirjet, millega opereerida.

Aruanne koosneb käesolevast kokkuvõttest ja selle kuuest lisast.

Käesolevas kokkuvõttes on esitatud tööprotsessi kirjeldus ning projekti põhitulemused. Lisades 1-5 on esitatud kõigi ladestute (Ediacara ladestu – Lisa 1, Kambriumi ladestu – Lisa 2, Ordoviitsiumi ladestu – Lisa 3, Siluri ladestu – Lisa 4, Devoni ladestu – Lisa 5) lõikes andmebaasis sisalduvate kirjete ning nendes väljenduva stratigraafiliste üksuste kasutamise praktika kriitiline analüüs. Esile on tõstetud läbilõiked, mida käsitlevad kirjed on andmebaasis kas vastuolulised, vigased või madala usaldusväärsusega. Neid tulemusi on võimalik kasutada andmebaasi täiustamiseks ning selle sisu usaldusväärsuse tõstmiseks. Lisade 1-5 lõpus on tulemuste kokkuvõtte juurde lisatud stratigraafilise liigestuse variant, mida on võimalik kasutada kaardistuslegendi täiendamisel ja arendamisel. Tulemuste kokkuvõtte peatükk koos võimaliku parandatud liigestuse versiooniga on kopeeritud lisast ka käesolevasse kokkuvõttesse.

Lisas 6 on esitatud kaartide värvilegendid. Aruande lisad 1-5 on koostatud a4 *landscape* formaadis, mis sobib standardkaartide proportsioone arvestades paremini kaartide optimaalseks esitamiseks. Kaartide puhul on kasutatud kolme standardset paksuste skaalat kajastavat värvilegendi, mis eristuvad üksteisest väga selgelt värviskaala üldise tonaalsuse poolest. Standardlegende ei ole kantud joonistele. See lahendus võimaldab kaartide esitamisel lehekülje maksimaalset ärakasutamist ning tagab kaartide parema loetavus standardformaadi kasutamisel. Kui tekkis vajadus kasutada standardlegendist erinevat legendi (seda tuli ette üsna vähestel juhtudel), siis on seda joonisel selgelt näidatud ning vastav legend ka lisatud.

Töö tulemused esitatakse Maa-Ametile geoloogia osakonnale, kes on vastavalt oma põhimäärusele tänase seisuga ka tulemuste otsene ja vahetu kasutaja, ent saadud tulemused on laialdaselt rakendatavad ka avaliku geoloogilise informatsiooni kvaliteedi tõstmisel.

Tänuavaldus. Projekti täitjad tänavad toetuse ja abi eest Maa-Ametit.

2. Vajalikud muudatused digitaalkaardistamise juhendis.

Esimene ulatuslikum kokkuvõte Eesti maapõue kohta avaldati aastal 1858 F. Schmidt poolt, kes oma magistritöös Eestimaa, Põhja-Liivimaa ja Saaremaa Siluri ladestu kohta koostas esimese kaasaegset tüüpi Eesti stratigraafilise skeemi, milles on ära tuntavad tänapäevase kronostratigraafilise liigestuse põhijooned, ja sellele vastava geoloogilise kaardi. Sarnase, juba täiustatud liigestuse alusel alustati XX sajandil Eesti territooriumi süstemaatilist geoloogilist kaardistamist. Selle kaardistamise aluseks olevad põhimõtted ning kasutatav terminoloogia oli fikseeritud kunagises NSVL stratigraafilises koodeksis.

XX sajandi teisel poolel formaliseeriti rahvusvahelise stratigraafilise terminoloogia üldised põhimõtted ja põhiprotseduurid Rahvusvahelises Stratigraafia Juhise vormis. Vastavalt 1993. aastal Vilniuses toimunud Balti Stratigraafia Konverentsi resolutsioonile otsustasid Eesti, Läti, ja Leedu edaspidises geoloogilises ja stratigraafia-alases tegevuses hakata rakendama Rahvusvahelise Stratigraafia Juhise põhimõtteid. Kuna tegemist on rahvusvahelise liigestusstandardiga, võimaldab selle kasutamine parandada meie geoloogilisi teadmisi, neid paremini kommunikeerida ning võrrelda andmeid senisest paremini ka rahvusvaheliste liigestuskeemidega. Rahvusvahelise Stratigraafia Juhise lühendatud versioon (Murphy & Salvador, 2000), mis need põhimõtted sõnastab, on tõlgitud ka eesti keelde ning on piiranguteta kättesaadav Eesti Geoloogia Seltsi juures tegutseva stratigraafia komisjoni veebileheküljelt (www.stratigraafia.info/index.php?page=12).

2. juuli, 2004. aastal kinnitati esimest korda Maa-ameti peadirektori poolt Eesti geoloogilise digitaalkaardistamise juhend, mis tugines peamiselt 1997. aastal valminud koguteosel „*Geology and Mineral Resources of Estonia*“ (Raukas & Teedumäe, 1997). Selle juhendi alusel järk-järgult koostatav geoloogiline baaskaart peab tagama riigile vajaliku informatsiooni Eesti geoloogilisest ehitusest, maavarade ja põhjavee levikust, hulgast ning kvaliteedist, ning võimaldama maapõue ratsionaalsemat kasutamist ning paremat kaitset. Geoloogilise kaardi koostamise eesmärgiks on standardiseeritud vormis kirjeldada graafiliselt geoloogiliste nähtuste ruumilist levikut. Sellest ajast alates on juhendit väikeste muudatustega rakendatud geoloogilisel kaardistamisel mõõtkavas 1:50 000. Uusim kehtiv juhendi (edaspidi Juhend) versioon 2.4 on aluseks geoloogilise kaardistamise riigihangete läbiviimisel alates 2015. aastast.

Suuremõõtkavalise (1:50 000) geoloogilise kaardistamise juhendi stratigraafiline skeem on kinnitatud Maa-ameti peadirektori poolt juhendi osana ning selle ajakohasust ja vastavust kaardistamise homsetele vajadustele ei ole selle esmakordse kinnitamise (2004) järel kriitiliselt analüüsitud. Täna on selgunud, et rahvusvahelistest arengutest ja geoloogilise kaardistamise praktikast tulenevatel asjaoludel on tekkinud vajadus muuta geoloogilise digitaalkaardistamise aluspõhjakeid käsitlevat juhendit. Selle tingivad järgnevad asjaolud:

a. Muutused rahvusvahelises Kambriumi stratigraafias (kolme ladestiku asemele on võetud kasutusele rahvusvaheline nelikliigestus) tingivad muutusi Eestis kasutatavates Kambriumi stratigraafilistes skeemides. Nelikliigestus on tänase seisuga juba sobitatud Eestis kasutatavasse

stratigraafilisse klassifikatsiooni (Meidla, 2017). See muutus mõjustab geoloogilise kaardistamise protsessi ning geoloogilisel kaardil kujutatud avamuste levikut.

b. Muutused Ordoviitsiumi ja Siluri ladestu piirikihtide stratigraafias (Meidla et al., 2014) näitavad, et muutmist vajab legendi hierarhiline süsteem, seoses sellega, et varem Juuru lademe koosseisu loetud kihtide vanem osa on Ordoviitsiumi vanusega. See võib kohati mõjustada geoloogilise kaardistamise protsessi ning geoloogilisel kaardil kujutatud avamuste levikut.

c. Muutused Siluri ladestu stratigraafilises liigestuses (Männik, 2014, 2015) tingivad vajaduse muuta Siluri ladestu legendi hierarhilist süsteemi. Teatud litostratigraafiliste üksuste seosed lademetega ja ladestikega vajavad muutmist. See mõjustab geoloogilise kaardistamise protsessi ning geoloogilisel kaardil kujutatud avamuste levikut.

d. Eesti Devoni ladestu käsitluses (Mark-Kurik & Põldvere, 2011) esinevad veel lahendamata probleemid siinse standardi korreleerimisel rahvusvahelisega ning osade stratigraafiliste piiride käsitlus Eestis, Lätis, Leedus, Valgevenes ja Loode-Venemaal on erinev. Samuti on teada korrelatsiooniprobleemid Balti riikide ja Poola läbilõigete korreleerimisel. Vajadus liigestusstandardi ning legendi muutmiseks vajab kriitilist hindamist ning sellest tulenevad võimalikud muutused võivad omakorda mõjutada geoloogilise kaardistamise protsessi.

On selge, et otstarbekuse seisukohalt on mõistlik kaardistamislegendi kriitiline analüüs viia läbi paralleelselt ülalkirjeldatud hädavajalike muudatuste sisseviimisega kaardistusjuhendisse.

Maa-Ameti ja 2018. aastast käivituva Eesti Geoloogiateenistuse eesmärkide hulgas olulisel kohal on strateegiliste maavarade otsingud. Käesoleva projekti läbiviimisel püüti paralleelselt muude eesmärkide saavutamiseks hinnata ka seda, kuidas sobib kaardistusjuhend ja selles sisalduv kaardistuslegend täna või lähitulevikus majanduslikult oluliste või huvipakkuvate kihindite kohta käiva teabe kajastamiseks.

Muudel geoloogilistel rakendusliku iseloomuga töödel ei ole täna nõudmisi rakendatava stratigraafilise skeemi osas kehtestatud. Seetõttu ei ole tööde tulemused otseselt riikliku kaardistamise tulemustega võrreldavad ning andmebaasidesse vahetult integreeritavad. Selline olukord piirab oluliselt uue, erinevatest allikatest laekuva geoloogilise teabe rakendamist. Käesoleva töö raames on püütud hinnata võimalusi selle olukorra muutmiseks.

3. Materjal ja meetodika

3.1. Maa-Ameti puursüdamike andmebaas

Maa-ameti puursüdamike andmebaasi näol on tegemist suurima vabalt kättesaadava Eesti puursüdamikke ja nende liigestuse kohta käivat teavet haldava andmete koguga. Puursüdamike andmebaas on vabalt kättesaadav ning allalaetav Maa-ameti veebist geoloogiliste andmete rubriigist (<http://geoportaal.maaamet.ee/est/Andmed-ja-kaardid/Geoloogilised-andmed/Puursudamikud/Puursudamike-andmebaas-p382.html>). Andmebaas täieneb pidevalt ja allalaetavat väljavõtet uuendatakse kord kuus.

Andmebaasi eesmärkideks on:

- a) puursüdamike ja kivimproovide andmete hoidmine ja levitamine,
- b) üldgeoloogiliste uurimistööde ja geoloogiliste uuringute käigus kogutud uuringupunktide info haldamine ja levitamine,
- c) infovahetus teiste samalaadsete andmekogudega (nt. infosüsteem SARV), parandamaks geoloogilise info kättesaadavust kogu riigis.

Puursüdamike andmebaasi on iga läbilõiget kajastatud terve seeria kirjetena. Iga andmepunkti kohta on olemas informatsioon puursüdamiku ID, nimetuse, päritolu fondi, konkreetsete stratigraafiliste üksuste sügavuse, paksuse, stratigraafilise indeksi, stratigraafilise kirjelduse, kirjeldamise aasta ja autori kohta. Ehkki andmebaas peaks taotluse järgi kajastama tänapäevast geoloogilise uurituse seisuga, leidub selles arvukalt vanematel läbilõigete kirjeldustel põhinevaid kirjeid ning kohati ka sama puursüdamiku kirjeldusi erinevaid variante – koostatud erinevate autorite poolt – ning need on mitmetel põhjustel erinevad. Erinevused tulenevad nii eri aegadel kehtinud kaardistusjuhendite erinevustest kui ka autorite subjektiivsetest interpretatsioonidest.

3.2. Andmete töötlemine

Käesolevas aruandes antakse ülevaade puursüdamike andmebaasi aluspõhja kirjetest ning hinnatakse nende kvaliteeti kui ka kvantiteeti. Töö aluseks on Maa-ameti puursüdamike andmebaas 18. detsember 2016. seisuga. Andmebaasis oli sel päeval 15658 kirjet, mida oli võimalik valitud meetodikat rakendades kasutada.

Andmete töötlemine koosnes mitmest etapist.

Eeltöötlemise ja anomaalsete kirjete märkimise käigus eemaldati selliste aluspõhjaliste kihistute/kihistikute kirjed, mille puhul lasuvaks üksuseks oli Kvaternaar või Devon. Põhjuseks on sellest tulenev kihtide kulutatuse ja paksusmudel loomisel halvasti kasutatavad andmed. Kuna paljude üksuste puhul oli andmepunktide hulk suhteliselt madal või nende geograafiline jaotus äärmiselt ebahomogeenne, mõjutasid sellised kirjed oluliselt interpoleeritavaid pindasid ning seetõttu ka analüüsitava üksuse paksusmudeli kvaliteeti.

Eemaldati ka sellised kirjed, mis käsitlesid stratigraafilisi üksusi, mis jäid puurimise ajal täielikult läbistamata. Sel viisil välistati võimalus, et sellised mittetäielikud andmed oleksid negatiivselt mõjutanud üksuste paksusmodelite kvaliteeti.

Andmete eeltötluse käigus oli ka võimalik luua nn. 0-kihte, kirjeldamiseks paremini ja adekvaatsemalt väljakiildumisi üksuste perifeerias. Nende kihtide loomiseks kriitilise tsooni valitud läbilõigetel kasutati lasuvate ja lamavate üksuste analüüsi tulemusi ning moodustati andmebaasi täiendavaid kirjeid analüüsitava üksuste puudumise kohta. Antud meetod võimaldas ka leida puursüdamikke, kus mõni üksus oli jäänud puursüdamikus kirjeldamata ning sellest oli tingitud mõne üksuse anomaalselt suur paksus.

Lisaks oli eeltötluse käigus võimalik liita väiksemaid üksusi, loomaks täiendavaid paksusandmeid suurema mahuga üksuste kohta. See meetod osutus vajalikuks näiteks juhul, kui läbilõike mingis intervallis oli kasutatud liigestust, mis erines standardsest oma suurema detailsuse poolest (nt. kirjed kihistike kohta), või siis, kui eesmärgiks oli mõne suurema liitüksuse (näiteks lademe, ladestiku, ladestu) paksusmodeli loomine. Eeltötlused viidi läbi selleks otstarbeks Python programmeerimiskeeles kirjutatud spetsiaalprogrammiga, mida edaspidi nimetatakse „APET“ (Aluspõhja eeltötlus).

Andmete töötlemise põhietapis viidi läbi stratigraafiliste üksuste paksusmodelite koostamine ArcGIS tarkvara abil. Üksuste paksusandmete puhul kasutati interpoleerimismeetodit „Natural Neighbor“ lahutusastmega 1000 m. Selline interpoleerimismeetod osutus mõningate katsetuste tulemuste alusel antud eesmärkide seisukohalt optimaalseks ning seda rakendati järjekindlalt kõigil standardsetel juhtudel.

Üksuse paksusmodelite analüüsimisel kasutati vajadust mööda võrdlusandmetena ka kirjanduses leiduvaid üksuste levikuandmeid – levikupiire ja paksusandmeid, mis olid abiks üksuste väljakiildumise ja/või lateraalse asendumise tuvastamiseks. Ka need täiendavad andmed digiti ArcGIS'i.

Üksuse paksusmodelite analüüsi käigus tõsteti esile puuraugud, milles analüüsitava kihindi paksus oli võrreldes ümberkaudsete puuraukudega anomaalne, st. märgatavalt suurem või väiksem. Põhjuste analüüsimisel oli aluseks teadaolev geoloogiline informatsioon ning puursüdamiku kirjeldus (liigestus) andmebaasis ning tihti ilmnes, et anomaalsetele paksustele mingis üksuses kaasnes vastupidise märgiga anomaalia mõnes naaberüksuses. Selline kokkulangevus viitab liigestamise ebatäpsusele, üksuse eristamiskriteeriumide ebapüsivusele või tehnilisele veale andmebaasis. Töötlemise käigus toodi välja anomaaliaid tekitavad puursüdamikud ja andmepunktid koos kõigi seotud kaalutlustega ja/või anomaalia tekkimise põhjustega, kui need andmebaasist selgelt ilmsid.

Eraldi peatükis on kokku võetud kaalutlused, mis on seotud kõigi geoloogiliste tööde läbiviimiseks vajaliku standardse legendi ja stratigraafilise liigestuse kehtestamisega.

4. Põhitulemused.

4.1. Olulisemad järeldused Ediacara ladestu kohta (Lisa 1, ptk. 1.8)

Ediacara ladestu kaardistuslegend vajab parandamist mitmel põhjusel. Muutused kasutatavas stratigraafilises nomenklatuuris vajavad kajastamist uuendatud legendis. Mõistlik oleks stratigraafilise skeemi rajoneerimine viia vastavusse tegeliku praktikaga, sest praegu kehtiv juhend ei leia praktikas esitatud kujul rakendamist. Vajalikud muudatused on kokkuvõttes järgmised:

- Seoses standardiseeritud üksuse „Ediacara ladestu“ kasutuselevõtuga rahvusvahelises geokronoloogilises tabelis ning selle rakendamisega Eestis tuleks tähis „V“ (varasem „Vend“) kaardilegendis läbivalt asendada tähisega „E“ („Ediacara“).
- Kuna Ediacara ladestul puudub tänase seisuga ametlik rahvusvaheline siseliigestus, tuleks „2“ indeksist ära jätta.
- Seni ei ole ette tulnud juhtumeid, kus üksust „Ediacara ladestu“ oleks kasutatud akvatooriumi piires, nii nagu juhend ette näeb. Akvatooriumi kirjeldamiseks eelistatud üksust („liigestamata Ediacara ladestu“) ei ole kasutatud ka Soome lahe idaosa saartel, kuid laialdaselt on seda rakendatud Loode- ja Põhja-Eestis, ehkki kaardistuslegend näeb neil aladel ette muude üksuste kasutamist, ning Loode-Eesti saartel. Kuna liigestamata Ediacara ladestu ja Kroodi kihtkond on mahult võrdsed ning sisuliselt identsed ning nende kasutusala kattuvad, ning kuna ei ole alust arvata, et Soome lahe saarte ning Ediacara ladestu avamuse lõunapiiri vahel oleks sisuline vajadus muude üksuste järele, siis oleks otstarbekas piirduda ühtse termini kasutamisega kogu Loode-Eesti ja sellega külgneva akvatooriumi jaoks. Selleks sobib „Kroodi kihtkond“. See tähendaks läbivat muutust kaardistusandmebaasis – kõik kirjed tähisega „V₂“ (varasem „Vendi kompleks“) tuleks ümber nimetada „Kroodi kihtkonnaks“ (*Ekr*).
- Kaardistuslegendis erinevate alade jaoks reserveeritud üksuste levialad on praktikas väga suures ulatuses kattuvad. Kroodi kihtkonda on viidatud alates Loode-Eestist kuni Uljaste kerkeni idas, samas kui Kirde-Eestis kaardistamiseks ette nähtud kihistuid (Gdovi, Voronka) on laialdaselt kasutatud kuni Loode-Eestini välja. Otstarbekas oleks kaardilegendis piirata „Kroodi kihtkonna“ kasutamist Loode-Eestiga ning Gdovi, Kotlini ja Voronka kihistu kasutamist Ida- ja Kirde-Eestiga. Gdovi kihistu levikut analüüsides näib loomulik eraldusjoon kulgevat Kaberneemest lõunasse, üle Harju maakonna lõunapoolseima punkti. Sellest joonest läänes on valdavalt eristatud „Ediacara ladestu“ või „Kroodi kihtkond“, ida pool on peamiselt kasutusel Gdovi kihistu ning selle lasumina erinevates kombinatsioonides ka Kotlini ja Voronka kihistu.
- Legendis olev Kotlini ja Voronka liitkihistu (*V₂kt-vr*) on Põhja-Eestis – piirkonnas, mille jaoks on selle kasutamist soovitatud -- praktiliselt kasutamist leidnud vaid kolmel korral ning ei ole seega otstarbekas üksus. Voronka kihistu ja Kotlini kihistu on tihti lahutamata hoopis Kirde-Eesti puuraukudes (Kotlini kihistu lasumina on dokumenteeritud Lontova kihistu), samas on neid samas piirkonnas enamusel juhtudest siiski olnud võimalik eristada. Kuna Kotlini ja Voronka kihistu piiritlemine Kirde-Eestis näib praktikas olevat pigem

siiski võimalik (vt. ka Mens & Pirrus, 1997), on võimalik, et viited liitüksustele pärinevad vanemates kirjeldustes, mida ei ole hiljem korrigeeritud. Kõike eelnevat arvesse võttes oleks otstarbekas legendi lihtsustada, loobudes Kotlini ja Voronka liitkihistu (*V_{2kt-vr}*) kasutamisest üldse ning sellega seoses ka omaette Põhja-Eesti rajoonist.

- Andmebaasis esineb teatav hulk puurauke, mille läbilõikeis ilmnevaid üksikute kihtide anomaalseid paksusi on võimalik selgitada liigestamise ebatäpsusega (lasuvas kihtide kompleksis esineb Ediacara üksuse anomaalset paksust „kompenseeriv“ anomaalia). Selliseid ebatäpsused on valdavalt seotud Ediacara ladestu Voronka kihistu ja Kambriumi ladestu Lontova lademega.

Eelpool toodud asjaolusid arvestav võimalik versioon Ediacara ladestu liigestusest kaardistuslegendi tarbeks on esitatud joonisel 1.

LADESTU	LADE	KAARDISTATAVAD KIVIMKEHAD	
		Loode-Eesti	Ida-Eesti
EDIACARA E	Kotlini	Kroodi kihtkond <i>Ekr</i>	Voronka kihistu <i>Evr</i>
			Kotlini kihistu <i>Ekt</i>
			Gdovi kihistu <i>Egd</i>

Joonis 1 (sama mis Lisa 1, joonis 1). Ediacara ladestu liigestuse võimalik versioon, mis põhineb kokkuvõttes esitatud tulemustel.

4.2. Olulisemad järeldused Kambriumi ladestu kohta (Lisa 2, ptk. 8)

- Kambriumi ladestu kaardistuslegendis tuleb kasutusele võtta rahvusvaheline liigestus neljaks ladestikuks:
 - Furongi ladestik (C_4) – Petseri (C_{4pt}), Ülgase ($C_{4üil}$) ja Tsitre (C_{4ts}) kihistu ning Kallavere kihistu alumine osa,
 - kolmas (nimeta) ladestik (C_3) -- Ruhnu (C_{3rh}) ja Paala (C_{3pl}) kihistu,
 - teine (nimeta) ladestik (C_2) – Sõru (C_{2sr}), Lükati (C_{2lk}), Tiskre (C_{2ts}), Soela (C_{2sl}), Vaki (C_{2vk}) ja Irbeni (C_{2ir}) kihistu,
 - Terre-Neuve'i ladestik (C_1) -- Lontova (C_{1lt}) ja Voosi (C_{1vs}) kihistu.
- Senise kaardistamise käigus ei ole ilmnenud vajadus nn. savidiapiiride (CD_1 , CD_2) kasutamiseks. Kuna Põhja-Eestis on kaardistamine mõõtkavas 1:50 000 lõpule viidud, ei ole ette näha vajadust nende üksuste järele ka edaspidi ning need tuleb legendist eemaldada.
- Maa-ameti kaardistuslegendis olevad struktuur-fatsiaalsed vööndid (Lääne-Eesti, Põhja-Eesti ja Kagu-Eesti) ei ole kehtivas kaardistuslegendis kajastatud vastavalt tegelikule olukorrale – mitu kihistut on dokumenteeritud ka neis piirkondades, kus nad praegu kehtiva legendi järgi esineda ei tohiks. Praeguse Põhja-Eesti ja Kagu-Eesti vahelise piiri asendit ei ole tegelikult arvestatud kaardistuslegendi koostamisel, sest selle korrektsel järgimisel ulatuks Vaki ja Paala kihistu leviala Põhja-Eestisse, Lükati kihistu leviala aga Kagu-Eestisse.
- Lääne-Eesti rajooni idapiiri on võimalik veidi paremini sobitada kehtiva praktikaga, korrigeerides seda Loode Eestis mõnevõrra lääne poole ning Pärnumaa põhjapiirist lõuna poole veidi ida suunas.
- Analüüsi põhjal võib järeldada, et Lükati ja Lontova kihistu eristamine puuraukudes, mis asuvad Põhja-Eesti ning Kagu-Eesti struktuur-fatsiaalsete vööndite piirimail, võib sisaldada ebatäpsusi. Ei saa välistada, et Lükati kihistuks on kohati nimetatud Lontova kihistu ülemisi kihte.
- Tiskre kihistu ja lasuv Vaki kihistu on visuaalselt sarnased ning on olemas segaduse oht. Selle viitab kaudselt asjaolu, et kohati esinevad samas piirkonnas (peamiselt Ida-Virumaal) Tiskre ja Vaki kihistut kirjeldavad puurauatud vaheldumisi. Olukorda ei ole võimalik selgitada läbilõikeid uurimata, ent tänase seisuga tuleb Vaki kihistu leviala laiendada Põhja-Eestisse.
- Ehkki varasematel andmetel on viidatud Soela kihistu puudumisele Kagu-Eesti rajoonis ning paksuse kasvule lõunasse, kinnitab PA andmete analüüs lateraalset üleminekut Soela ja Vaki kihistu vahel ning näitab paksuse tugevat vähenemist Põhja-Saaremaalt ja Muhust lõunasse. Ehkki Irbeni kihistut on loetud Vaki kihistu ülemise osa ekvivalendiks, ilmneb

andmebaasist, et pigem on tegemist väljakiildumisega Põhja-Pärnumaal. Võimalik, et tulevikus tuleb revideerida nende kolme kihistu korrelatsiooni.

- Vajadust Kesk-Kambriumi Ruhnu ja Paala kihistu vahelise üleminekupiirkonna (koosesinemispiirkonna) eraldi esitamiseks PA andmed ei kinnita. Andmebaasist ilmneb vaid lateraalne asendumine kahe kihistu vahel. See seab kahtluse alla Paala kihistu vanuselise interpretatsiooni, mille aluseks on olnud arvatav korrelatsioon Sablinka kihistuga Leningradi oblastis (Venemaal). Täna puuduvad siiski piisavad argumendid kihistute omavahelise suhte muutmiseks kaardistuslegendis.
- Furongi kihistute osas vajab Maa-ameti kaardistamislegend põhjalikku revisjoni, seda konkreetselt Ülgase, Tsitre ja Kallavere liitkihistu osas. PA-s on liitkihistu kirjeid vähe ning valdavalt on viidatud eraldi Kallavere kihistule, mis tuleks kasutusele võtta eraldi kaardistusüksusena. Eraldi kirjeid on ka nii Ülgase kui Tsitre kihistu kohta, kuid nende üksuste suhted Kallavere kihistuga ei ole täna kajastatud piisava usaldusväärsusega ning see võib mõjutada meie varasemat ettekujutust Ülgase ja Tsitre kihistu levikust.
- PA on ebausaldusväärne Ülgase ja Tsitre kihistu käsitlemisel, sest lahknevused publitseeritud andmetest nende üksuste geograafilise leviku kohta on väga suured. Täna olukorras lahendaks probleemi ajutiselt Ülgase ja Tsitre kihistu käsitlemine liitüksusena, kuid pikemas perspektiivis vajab nende kihistute kontseptsioon põhjalikku revisjoni, sest see näib olevat halvasti rakendatav.
- PA andmed võimaldavad täpsustada senist ettekujutust Kallavere kihistu levialas, vähendades Kallavere kihistu puudumise piirkonda Lõuna-Eestis ja laiendades seda ka Põhja-Eestis.
- Kuna puudub faktiline alus Kallavere kihistu eri osade vanuseliseks eristamiseks väljapool Põhja-Eesti rajooni, siis ei ole tänase seisuga põhjendatud Kallavere kihistu vanust Lääne- ja Kagu-Eestis erinevaks (ainult Ordoviitsium) pidada.
- Kambriumi kaardistuslegendi tuleb lülitada Pakerordi lade, mille alumine pool on Kambriumi vanusega.

Eelpool toodud asjaolusid arvestav võimalik versioon Kambriumi ladestu liigestusest kaardistuslegendi tarbeks on esitatud joonisel 2.

LADESTU	LADESTIK	LADE	KAARDISTATAVAD KIVIMKEHAD (KIHISTUD)			
			Lääne-Eesti	Põhja-Eesti	Kagu-Eesti	
KAMBRIMUM	FURONG	Pakerordi	Kallavere (€4-O _{1kl})(alumine osa)			
			Ülgase ja Tsitre (€4ii _{l-ts})			
			Petseri (€4pt)			
	TEINE (NIMETA) LADESTIK KOLMAS (NIMETA) LADESTIK	Paneriai	Paala (€3pl)			
		Deimena	Ruhnu (€3rh)			
		Kybartai				
		Rausve				
		Vergale	Irbeni (€2ir)	Vaki (€2vk)		
		Ljubomli	Soela (€2sl)			
		Dominopoli	Tiskre (€2ts)			
			Lükati (€2sl)			
			Sõru (€2sr)			
		TERRE-NEUVE	Lontova	Voosi (€1vs)	Lontova (€1ln)	
	Rovno					

Joonis 2 (sama mis Lisa 2, joonis 41). Kambriumi ladestu liigestuse võimalik versioon, mis põhineb kokkuvõttes esitatud tulemustel.

4.3. Olulisemad tulemused Ordoviitsiumi ladestu kohta (Lisa 3, ptk. 8)

Ordoviitsiumi ladestu kaardistuslegendiga on seotud mitmesuguseid probleeme ning praegune legend vajab kindlasti muutmist. Selgitused nende kaalutluste kohta, millest lähtudes on koostatud liigestuse võimalik versioon, ei ole kronoloogilises järjekorras esitatuna piisavalt ülevaatlikud ning on allpool temaatiliselt liigendatud.

4.3.1. Üldised märkused

- Maa-ameti kaardistusjuhendi seletuskirjas (Maa-amet, 2015) on lisaks kokkuvõtlikule kaardistuslegendile esitatud veel ka detailsemad kaardistuslegendid eraldi Alam-, Kesk- ja Ülem-Ordoviitsiumi ning ka eri struktuur-fatsiaalsete vööndite kohta. Ehkki nende tabelite esmane eesmärk oli nähtavasti näidata kihistute omavahelisi suhteid stratigraafilises skeemis ning liitüksuste koosseisu, on sellel lähedusel paraku olnud negatiivsed tagajärjed. See on avanud palju erinevaid võimalusi legendi varieerimiseks ning neid erinevaid võimalusi on praktikas ka ohtralt kasutatud. Tulemuseks on suure hulga mittestandardsete liitkirjete olemasolu, millel andmebaasi edasise kasutamise seisukohalt on vaid üsna piiratud väärtus.
- Kehtivat kaardistuslegendi iseloomustab liitüksuste (liitkihistute) paljusus ladestu alumises osas. Kihistute kombineerimine liitüksusteks tundub esmapilgul loogilise lahendusena, sest mõned neist on väga väikese paksusega. Samas ei kajasta andmebaasi kirjed selliste liitüksuste laialdast kasutamist – vastupidi, enamasti on kirjeldatud kihistuid eraldi või siis kombineerides neid hoopis teisiti kui kaardistusjuhend seda ette näeb. Liitüksustete koosseisu lülitatud kihistud on sageli kontrastselt erineva koostisega (nt. Türisalu kihistu argilliit, Varangu kihistu valkjashall savi ja Leetse kihistu glaukoniitliivakivi ühes liitkihistus). Mitmed liitüksuste koosseisu kuuluvad kihistud kujutavad endast olulisi litostatigraafilisi markereid, mis eristuvad läbilõikes väga hästi ning mille usaldusväärsus andmebaasi järgi on kõrge (nt. Leetse kihistu, Šakyna kihistu, Toila kihistu). Mitmel liitüksustesse arvatud kihistutel (Kallavere kihistu, Leetse kihistu, Türisalu kihistu) on perspektiivis oluline majanduslik tähtsus, mis kutsub nende suhtes esile kõrgendatud tähelepanu.

Liitüksuste moodustamise põhimõtteks on olnud vältida juhtumeid, kus üks litostratigraafiline üksus kuulub mitme kivimkeha koosseisu, kuid see ei ole alati õnnestunud. Eesti erinevates piirkondades on siiski kehtiva legendi liitüksusi moodustatud selliselt, et need ei ole omavahel võrreldavad (Põhja-Eestis liidetud Varangu, Hunnebergi ja Billingeni lademe üksused, Lõuna-Eestis aga Hunnebergi, Billingeni, Volhovi ja Kunda lademe omad, so. liitüksused on moodustatud stratigraafilise nihkega).

Liitüksuste kasutuselevõtmise põhjendusena on kaardistusjuhendis väidetud, et eraldi võetuna pole need kihistud kaardil mõõtkavalised. Paraku tekib see probleem paljude üksuste puhul nende leviala perifeerias, samal ajal kui peaaegu igal üksusel leviala piires vähemalt teatud piirkondades paksus kriitilisest miinimumist suurem. Selgelt

sõnastatud põhimõte „Kui aluspõhja kaardi läbilõike koostamisel kasutatud puuraukudes jääb kivimkeha paksus alla 2 m, siis teda läbilõikel ei näidata“ (kaardistusjuhendi seletuskiri, lk. 8) on sobiv liiga väikeste paksustega seotud probleemi praktiliseks lahendamiseks. Avamuste laius geoloogilisel kaardil sõltub pigem aluspõhja reljeefist kui kihindi paksusest. Kaardil mõõtkavas 1:50000 oleks ühemeetrise paksusega kihindi avamuse laius aluspõhja pealispinna horisontaalse asendi korral ca 5 millimeetrit (arvestades kihtide keskmist lõunasuunalist kallakust ca 4 m/km) ning sellise laiusega avamusi on kaardil kujutatud ka praegu.

Seega räägivad praegu kasutatavatest liitüksustest loobumise kasuks nii sisulised kui ka senisest kaardistamise praktikast lähtuvad argumendid.

Kuna liitüksuste kasutamise praktika ei ole reaalselt toimiv ega ratsionaalne, neid ei tuleks rakendada ilma pakilise vajaduseta. Sellest tulenevalt tuleks teha järgmised muudatused legendis:

- Türisalu, Varangu ja Leetse kihistu näol on tegemist hästi eristuva üksusega, mille rakendamise praktika on selgelt välja kujunenud. Türisalu ja Leetse kihistul võib tulevikus olla kasvav majanduslik tähtsus. Kõike eeltoodut arvestades ei ole otstarbekas nende kihistute käsitlemine liitüksuste koosseisus.
- Toila ja Kriukai kihistu näol on tegemist hästi eristuvate üksustega, mille rakendamise praktika on selgelt välja kujunenud ja ühtlustunud. Seda arvestades ei ole otstarbekas nende üksuste käsitlemine liitkihistu koosseisus.
- Kehtiva kaardistuslegendi liitüksused -Toila, Sillaoru, Pakri, Loobu ja Kandle liitüksus ($O_{1-2tl-kn}$) ning Zebre, Kriukai ja Šakyna liitüksus ($O_{1zb-O_{2sk}}$) ei leia praktikas kasutamist, sest andmebaasis on vastavaid kirjeid väga vähe. Tuleks jääda nende kihistute eraldi käsitlemise juurde, hoolimata sellest, et mõnedega neist on probleeme.
- Pakri kihistu on hästi eristuv, kuid mastaabilt n.ö. kaardistatava üksuse kriitilise alampiiri läheda. Loode-Eestis on selle eristamine selge kivimilise erinevuse ning vähemalt teatud piirkondades ka suurema paksuse tõttu siiski otstarbekas.
-
- Mõnel põhjendatud juhul on allpool liitüksuste kasutamist siiski soovitatud, vastav põhjendus on esitatud allpool.

4.3.2. Suuremahulised üksused

- Kaardistuslegendis on ette nähtud eraldi üksused akvatooriumi piires kaardistatavate Ordoviitsiumi kivimkehade eristamiseks. Nähakse ette Ordoviitsiumi üksuste avamuste kaardistamine kahe alana:
 - (i) Alam-Ordoviitsiumi ladestiku purdsetendid ja savikildad (Türisalu kihistust kuni Leetse kihistu Mäeküla kihistikuni);
 - (ii) Kes- ja Ülem-Ordoviitsiumi ladestu karbonaatkivimid (Toila kihistu Päite kihistikust kuni Ärina kihistuni).

Puuraukude andmebaasis vastavad kirjed puuduvad ning nende järele puudub väga ilmselt ka reaalne vajadus.

- Maa-ameti kaardistuslegendis omaette kaardistusüksusena näidatud üksust “lubjakivipangas (vanusega O₂)” on kirjes kasutatud 125 korral ning see näitab, et üksuse olemasolu legendis on selgelt vajalik.
- Kuna viited savidiapiiridele (CD₁ ja CD₂) seoses Ordoviitsiumiga (nagu ka seoses Kambriumiga Kambriumiga) puuduvad, siis on põhjust arvata, et sisuline vajadus selliste kaardistusüksuste järele puudub.

4.3.3. Kaardistuslegendis vajalikud muutused

- Pakerordi ladet on vaja edaspidi käsitleda Kambriumi-Ordoviitsiumi piirilademena ning näidata seda nii Kambriumi kui Ordoviitsiumi ladestu kaardistuslegendis (vt. ka peatükk „Kambriumi ladestu“).
- Ajutise lahendina on otstarbekas jätkata Sillaoru-Loobu liitüksuse kasutamist, võttes arvesse, et tulevikus vajab andmebaas selles osas revisjoni (vt. põhjendust allpool, alapeatükis „Probleemsed üksused“).
- Šakyna-Baldone liitüksuse kasutamine on ratsionaalne ja see tuleneb kihistute eraldamisel rakendatavast suhteliselt meelevaldsest kriteeriumist kriteeriumist (kivimite värvuse järkjärgulised muutused) ja Šakyna kihistu väikesest paksusest. Šakyna-Baldone liitüksusel on selged eelised senise legendikohase üksuse (Zebre-Kriukai-Šakyna liitüksuse) ees.
- Haljala ja Keila lademe näol on põhjapoolses Eestis tegemist üksusega, mille käsitlus Maa-ameti kaardistuslegendis erineb üksuste praktilisest kasutamisest puursüdami ke andmebaasis ning mõlemad omakorda tänapäeval kasutatavast stratigraafilisest skeemist. tuleb võtta kasutusele kaasaegne kihistuline liigestus ning seda edaspidi järjekindlalt kasutada, sest markerkihtide olemasolu ei ole sellele takistuseks.
- Variku kihistu on seotud Lõuna-Eesti vööndiga ning seda tuleb arvesse võtta kaardistujehendis.
- Vasalemma kihistu korrelatsioon kaardistuslegendis tuleb muuta ning näidata kihistut tervikuna Keila ealisena.
- Kaardistuslegendi Pirgu lademele vastav osa ei ole kooskõlas tänase ega ühegi varasema liigestusega ning vajab muutmist. Otstarbekas on
 - käsitleda Halliku kihistut (koos Tootsi kihistikuga) Moe ja Adila kihistu lateraalse ekvivalendina (vahekorras 1:1),
 - võtta kaardistamisel ametlikult kasutusele Jonstorpi-Jelgava liitüksus,
 - *perspektiivis* võiks kaaluda ka Moe-Adila liitüksuse kasutuselevõtmist, sest praegu kehtiv liigestus on kasutatav vaid avamuse lähedal – juba Kesk-Eesti fatsiaalses vööndis ei ole nende kahe kihistu eristamine enam usaldusväärne.
- Ärina ja Kuldiga kihistu korrelatsiooni kaardistuslegendis tuleb täpsustada, näidates Ärina kihistut vaid Kuldiga kihistu basaalse osa vanuselise vastena.

- Siluri ladestu alumise piirina on kehtivas kaardistuslegendis käsitletud Varbola ja Õhne kihistu alumist piiri. Kuna viimaste aastate jooksul on selgunud, et piirikihtide isotoopkorrelatsiooni alusel tuleb seniseid Siluri basaalkihte käsitleda Ordoviitsiumi ladestu noorima osana, paigutub ladestu piir Varbola ja Õhne kihistu sisse, seni määratlemata tasemele.

4.3.4. Revideerimist vajavad üksused.

- Zebre kihistu kasutamise praktika Eestis ei ole heas kooskõlas sellenimelise üksuse kontseptsiooniga Lätis. Seda vastuolu ei ole võimalik lahendada geoloogilise uuringuta, seetõttu on täna pragmaatilisest seisukohast otstarbekohane siiski jätkata Zebre-nimelise üksuse kasutamist, selle lahenduse tinglikkust arvesse võttes.
- Sillaoru kihistu on mittemastaapne, kaardistamiseks mittesobiv üksus ning sisaldab selgelt piiritletavat lünka – olukord, mida litostratigraafiliste üksuste puhul tuleb välitada. Võttes arvesse Sillaoru kihistu kirjete suurt hulka ei ole põhjust arvata, et selle eristamine standardsel juhul probleeme tekitaks, kuid ülekaalukalt valdava levila osa piires on kihistu paksus tunduvalt alla ühe meetri. Sellest tulenevalt vajab liigestus selles stratigraafilises intervallis muutmist (näiteks Pada kihistiku liitmist Toila kihistuga ning Sillaoru kihistiku lülitamist Loobu kihistu koosseisu), kuid seda ei ole (publitseerimise nõudest lähtuvalt) võimalik teostada käesoleva projekti raames. Ajutise lahendina on otstarbekas jätkata Sillaoru-Loobu liitüksuse kasutamist, võttes arvesse, et tulevikus vajab liigestus muutmist ning andmebaas selles osas revisjoni.

4.3.5. Üksuste „kvaliteedi“ hinnang andmebaasi põhjal

Kaardistusandmebaasi analüüs ning andmete võrdlemine avaldatud referentsandmetega on näidanud, et kaardistusüksuste ja kihistute eristamisel esineb probleeme erineval määral. Väiksema hulga probleemidega üksused on igal juhul hästi kasutatavad ning nende kohta käiv teave näib andmebaasis üldiselt olevat usaldusväärne. Mõnel juhul näitab kirjete analüüs ning võrdlemine referentsandmetega, et üksuse kontseptsioon on stabiilne ning hästi kasutatav. Sellised üksused on:

- Vao kihistu -- piiritlemiseks on nähtavasti kasutatud lähedasi kriteeriume ning Põhja- ja Kesk-Eestis on Vao kihistu näol tegemist usaldusväärsest piiritletava üksusega.
- Kõrgekalda kihistu -- eristamise kriteeriumid on nähtavasti stabiilsed ja ühetaolised, sest üksus valdavalt probleemideta kasutatav.
- Dreimani kihistu andmete kvaliteet on hea ja kihistu eristamisel erinevate spetsialistide poolt on ilmselt kasutatud lähedasi kriteeriume. Üksus on hästi kasutatav.
- Pihla kihistu on hästi eristuv üksus ning selle eraldamise kriteeriumides ei ilmne nimetamisväärseid kõrvalekaldeid.

- Ärina kihistu on Põhja- ja Kesk-Eestis eripärase kivimilise koostise tõttu hea markerüksus, mille eristamise probleeme (vt. anomaaliate kirjeldusi eespool) on läbilõikeid uuesti üle vaatamata ratsionaalsest vaatepunktist üsna raske selgitada.

Terve rea üksuste puhul ilmneb eri tüüpi probleeme. Nendeks on

- andmebaasi-sisesed vastuolud (vastuolud andmebaasi eri mahuga üksustega seotud kirjete vahel),
- ootamatud ja arvukad anomaalsed paksusandmed,
- vastuolud avaldatud referentsandmetega.

Nendel juhtudel võib ju teoreetiliselt olla tegemist senitundmatute geoloogiliste põhjustega, kuid tõenäolisem on kihindite eristamise kriteeriumide varieeruvus ning sellest tulenev ebaühtlane praktika. Selliseid üksusi on siiski ootamatult palju. Osa probleeme tuleneb arvatavasti ka sellest, et andmebaasi kirjete aluseks olevad kirjeldused on tehtud väga erineval ajal ja need ei saagi alati täpselt kajastada liigestuse tänapäevast seisust. Seega ei tähenda üksuse liigitamine probleemsete hulka tingimata kriitikat selle üksuse kontseptsiooni ja rakendatavuse suhtes üldse, vaid eelkõige andmebaasis selle kontseptsiooni kajastamisel ilmnevaid probleeme.

Selliste üksuste loend koos ilmnenu lühikese kokkuvõttega ilmnenu vastuoludest (täpsem kirjeldus lisas 3):

Põhja-Eesti:

- Loobu kihistu ning Kandle kihistu paksuste interpolatsiooni kaardid on üksteise peegelpildiks vööndis, mis algab Narvast ning jätkub seal edelasse kuni Raplamaani. Samas on Loobu ja Kandle kihistu liitkihi paksus suhteliselt ühtlane, mõningase kasvuga Kesk-Eesti suunas. See asjaolu ning kihistute piiritlemise raskused avamusest lõunas seavad kahtluse alla nende üksuste kohta käivate kirjete usaldusväärsuse.
- Ehkki Viivikonna kihistu eraldamine Ida-Virumaal ei tekita probleeme, on olukord erinev Lääne-Virumaal, Harjumaal, Raplamaal ja Järvamaal, seega piirkonnas, kus kukersiidikihtide nomenklatuur ei vasta enam klassikalisele Ida-Viru mudelile. Kirjanduses on olemas kaks väga erinevat Viivikonna kihistu paksusmudelit ning andmebaasis kajastuv olukord ei vasta kummalegi neist. Sellest tulenevalt on põhjust arvata, et kihistu piiritlemise kriteeriumid ei ole stabiilsed ning väljaspool põlevkivibasseini ei saa andmeid pidada väga usaldusväärseks.
- Haljala-Keila stratigraafilise intervalli käsitus vajaks põhjalikku revisjoni, mis peaks ulatuma kaugemale andmebaasi kirjete kombineerimisest erinevates variantides. See osa andmebaasist on madala usaldusväärsusega. Edaspidi on soovitatav rakendada järjekindlalt kaardistusüksustena kihistuid, ehkki see tähendab andmebaasi kirjete põhjalikku revisjoni algkirjelduste põhjal ning kogu intervalli ulatuses.
- Kärddla kihistu näol on tegemist ebaselge kontseptsiooniga üksusega. Usaldusväärset on seda võimalik eraldada vaid Kärddla kraatri sees, ent andmebaasis on kirje ka mujalt ning selle geoloogiline põhjendus ei ole selge.

- Paluküla kihistu näol on tegemist halvasti püstitatud ja ebaselge kontseptsiooniga üksusega, sest seda on sageli eristatud ka väljaspool Kärkla kraatrit, kus üksuse piiritlemise kriteeriumid ning vahekord teiste üksustega ei ole määratletud piisava selgusega.
- Vasalemma kihistu on eraldatud ka reas läbilõigetes, mis paiknevad väljaspool klassikalist (kirjanduses näidatud) Vasalemma kihistu leviala. Algkirjeldusi analüüsivata ei ole võimalik sellisele praktikale hinnangut anda.
- Andmebaasis olevaid kirjeid Hirmuse kihistu paksuse kohta saab vaid osaliselt adekvaatseks pidada ning kaardistusüksusena on Hirmuse kihistu usaldusväärsus andmebaasis madal.
- Rägavere kihistut on üldiselt peetud heaks markerkihiks, mis on erinevate autorite poolt eraldatud ühetaoliste kriteeriumide alusel ja sellisena hästi rakendatav, kuid andmebaasis sisalduvad vastuolud erinevat tüüpi kirjete vahel seavad selle väite kahtluse alla.
- Paekna kihistu paksusmudel on teatud piirkondades selgelt sama territooriumi Rägavere kihistu paksusmudeli “peegelpilt” (väikestele paksustele ühes mudelis vastavad suured paksused teises). See näitab, et nende üksuste piiritlemise kriteeriumid pole olnud üheselt mõistetavad ja tõendab Rägavere ja Paekna kihistu kui kaardistusüksuse ebausaldusväärset andmebaasis vähemalt mõnedes Eesti piirkondades.
- Saunja kihistu paksuste väga suur varieeruvus võib osaliselt tuleneda selle üksuse eristamiskriteeriumide ebahütlusest. Üksuse kohta käivad andmebaasi kirjed vajavad revideerimist algandmete baasil.
- Paksuste kõikumised Kõrgessaare ja Tudulinna kihistus on andmebaasi järgi tunduvalt suuremad kui seda seni on täheldatud ja selle põhjuseks võib olla kihistute piiritlemiskriteeriumide ebajärjekindlus.

Kesk- ja Lõuna-Eesti:

- Andmepunktide arv Rokiškise ja Segerstadi kihistu paksuste kohta on suhteliselt väike, kuid võrreldes nende paksusmudeleid avaldatud andmetega on silmatorkav kokkulangevuste vähesus, mis lubab oletada, et need kihistute ei ole üheselt mõistetavad ega lihtsalt kasutatavad ning selle intervalli stratigraafia Kesk- ja Lõuna-Eestis vajab revisjoni.
- Ehkki Põhja-Eestis on Vao kihistu usaldusväärset piiritletavat üksust, on viited selle kihistu esinemisest Lõuna-Eestis täiendavat kontrolli vajavad. Need kirjed võivad olla seotud hoopis Stirna kihistuga, mis on laialt levinud ettekujutuse järgi Vao kihistu Lõuna-Eesti ekvivalendiks.
- Kõrgekalda kihistu Lõuna-Eesti leiud vajaksid täiendavat kontrolli ning need võivad olla seotud hoopis Taurupe kihistuga, mis on üldise ettekujutuse järgi Vao kihistu Lõuna-Eesti ekvivalendiks.
- Andmed Stirna ja Taurupe kihistute paksuse kohta on peaaegu kõikjal Lõuna-Eestis trüki avaldatud andmetest sedavõrd erinevad, et nende üksuste kirjeid andmebaasis ei saa pidada ühetaolisteks ega usaldusväärseiks.

- Adze kihistu andmete lahknevused kirjanduses avaldatud andmetest viitavad probleemidele kihistu piiritlemisel ning ei luba andmeid pidada väga usaldusväärseks.

Ehkki Ordoviitsiumi kaardistusüksuste kohta on enamasti piisavalt infot, ei ole kõiki üksusi andmebaasis kajastatud piisava hulga kirjetega, mis annaks võimaluse hinnata selle aluseks olevat praktikat. Sellised „alikirjeldatud“ üksused on:

- Blidene kihistu -- paksusmudel põhineb liiga väikesel andmehulgal, kuid tulenevalt suhteliselt hilisest Variku kihistu defineerimisest vajaksid kihistu levikuandmed täiendavat kontrollimist.
- Mosseni ja Variku kihistu -- praktilise rakendamisega seotud võimalikke probleeme on keeruline hinnata läbilõigete väikese arvu tõttu.
- Mõntu kihistu -- kajastatud liiga väikese arvu kirjetega selleks, et saaks kriitiliselt hinnata üksuse eraldamise kriteeriume ja nende stabiilsust.
- Fjäcka kihistu -- kajastatud liiga väikese arvu kirjetega selleks, et saaks kriitiliselt hinnata üksuse eraldamise kriteeriume ja nende stabiilsust. Andmebaasist ilmneb, et kihistu leviala Eestis on laiem kui varem arvatud ning seda toetavad ka uuemad avaldatud andmed.
- Kuldiga ja Salduse kihistu – andmed ei ole piisavad, hindamaks kasutamise praktikat või eristamise kriteeriumide ühetaolisust.

4.3.6. Kaardistuslegendi variant

Alapeatükkides 8.1, 8.2 ja 8.3 esile toodut arvestav liigestuse versioon on esitatud joonisel 3.

Ladestu	Ladestik	Lade	Kaardistatavad kivimkehad (kihitud, kihid)					
			Põhja-Eesti	Kesk-Eesti	Lõuna-Eesti			
S	S₁	ORDOVIITSIUM	ÜLEM-ORDOVIITSIUM	Juuru	Varbola (O ₃ -S _{1vr})	Õhne (O ₃ -S _{1õh})		
				Porkuni		Salduse (O _{3sl})		
					Ärina (O _{3är})	Kuldiga (O _{3kl})		
				Pirgu	Adila (O _{3ad}) Moe (O _{3mo})	Halliku (O _{3hl})	Jonstorpi ja Jelgava (O _{3jn-jl})	
				Vormsi	Kõrgessaare (O _{3kr})	Tudulinna (O _{3td})	Fjäcka (O _{3ff})	
				Nabala	Saunja (O _{3sn})			
				Rakvere	Paekna (O _{3pk})	Mõntu (O _{3mm})		
				Oandu	Rägavere (O _{3rg}) Hirmuse (O _{3hr})	Variku (O _{3vr})	Mosseneni (O _{3ms})	
				Keila	Vasalemma (O _{3vs})		Blidene (O _{3bl})	
				Haljala	Kahula (O _{3kh}) Tatruse (O _{3tt})		Adze (O _{3adz})	
			Kukruse	Pihla (O _{3ph})	Viivikonna (O _{3vv})	Dreimani (O _{3dr})		
			KESK-ORDOVIITSIUM	Uhaku	Kõrgekalda (O _{2kr})		Taurupe (O _{2tr})	Lubjakivi pangas (O ₂)
				Lasnamäe	Väo (O _{2vå})	Stirna (O _{2st})		
				Aseri	Kandle (O _{2kn})	Rokiškis (O _{2rk})	Sejerstad (O _{2sg})	
				Kunda	Pakri (O _{2pk})	Sillaoru ja Loobu (O _{2sl-lb})	Baldone ja Šakyna (O _{2bl-sk})	
				Vollhovi		Toila (O _{1-2tl})	Kriukai (O _{2krk})	
			ALAM-ORDOVIITSIUM	Billingeni		Leetse (O _{1lt})	Zebre (O _{1zb})	
				Hunnebergi				
				Varangu	Varangu (O _{1lt})			
				Pakerordi	Türisalu (O _{1lt})			
€	€₄		Kallavere (€ ₄ -O _{1kl})					

Joonis 3 (sama mis Lisa 3 joonis 135). Ordoviitsiumi ladestu liigestuse võimalik versioon, mis põhineb kokkuvõttes esitatud tulemustel.

4.4. Olulisemad tulemused Siluri ladestu kohta (Lisa 4, ptk. 11)

- Juuru ladet moodustavate kihistute piiritlemise kontseptsioon erinevatel autoritel on suhteliselt sarnane ning tegemist on hästi kasutatavate üksustega.
- Varbola-Tamsalu liitüksuse laialdane kasutamine ei võimalda piisava täpsusega analüüsida Varbola, Tamsalu ja Õhne kihistu levialasid ja omavahelisi suhteid.
- Varbola-Tamsalu liitüksus (S_{1vr-tm}) ei vasta kaardistuslegendile ning kohati on selle koosseisu kaasatud ka Õhne kihistu, mistõttu selle nimetus on eksitav. Liitüksuse kasutamine võiks teoreetiliselt viidata Varbola, Tamsalu ja Õhne kihistu mitteeristatavusele praktikas, kuid samades piirkondades on Varbola ja Tamsalu kihistu sageli korrektselt eristatud. Seega ei saa pidada tõenäoliseks, et nende üksuste kasutamine enamusel juhtudest ka tegelikult probleeme tekitab.
- Maa-ameti andmebaasi põhjal näib, et Hilliste kihistu ei ole praktikas laialt kasutatav üksus ning selle järele näib reaalset puuduvat vajadus. Kuna see eristub Tamsalu kihistust kivimiliselt vaid biohermide esinemise poolest, mis aga ei esine nähtavasti kogu kihistu läbilõikes (on lokaalsed), on tulemuseks ilmselt raskused Hilliste kihistu eristamisel.
- Varbola ja Tamsalu kihistu leviala tuleb legendis laiendada Lõuna-Saaremaale.
- Raikküla lademe kirjade üldine jaotus näitab, et põhilisteks kasutatavateks üksuseks on Raikküla ja Saarde kihistu, teiste konkureerivate liigestusüksuste kasutamise määr on oluliselt madalam ning sama käib ka Nurmekunna kihistu kohta. Raikküla kihistu alajaotusi rakendatakse suhteliselt vähem, v.a. avamusel, ja Nurmekunna kihistu kohta leidub vaid väga piiratud hulk kirjeid.
- Raikküla lademe kohta on andmebaasis vaid 29 analüüsikõlbulikku kirjet. Ainus usaldusväärne osamudel oli Saarde kihistu paksusmudel, mis ligikaudu vastas teadaolevale infole lademe paksusest Edela-Eestis.
- Nurmekunna kihistu vertikaalset ulatust tuleb kaardistuslegendis laiendada.
- Suhteliselt väga suure hulga Raikküla lademe analüüsitud kirjade puhul ilmnes vajadus andmete seost kihistuga muuta, võttes aluseks kirjalikes allikates esitatud andmed kihistute levialade kohta. See viitab kaudselt vajadusele liigestuse revideerimiseks ning näitab, et andmebaasi Raikküla ladet käsitlev osa ei ole kihistute eristamise seisukohalt usaldusväärne. Kahjuks ei ole ainult andmebaasi kirjetest lähtudes võimalik pakkuda välja kogu ladet mõjutavat alternatiivset liigestusvarianti, selleks on vajalik geoloogiline uuring.
- Alam-Raikküla (S_{1rk1}) ja Ülem-Raikküla (S_{1rk2}) kihistu on puudulikult defineeritud ja suhteliselt vähe kasutust leidnud üksused, mille kontseptsioon ei ole hästi põhjendatud. Sellega seoses on otstarbekas neist alajaotustest loobuda.
- Adavere, Jaani, Jaagarahu, Paadla, Kuressaare, Kaugatuma ja Ohesaare lademe andmepunkte ei ole piisavalt, et hinnata üksuste kasutatavust või legendi sobivust.
- Siluri ladestuna käsitletud kihtide korrelatsioon rahvusvahelise liigestusega vajab täpsustamist. Siluri ladestu alumine piir positsioneerub tänaste teadmiste kohaselt Varbola

kihistu sisse ja Õhne kihistu alumisse ossa. Wenlocki ladestiku alumine piir positsioneerub konodontide ja graptoliitide leviku kaasaegse mudeli alusel Jaani lademe keskossa, Ludlowi ladestiku ülemine piir Rootsiküla lademe ülakihtidesse ja Pridoli piir Kuressaare lademe keskele.

- Täpsustamist vajab Rumba, Velise, Jaani ja Riksu kihistu korrelatsioon, lähtudes Männiku (2015) korrelatsiooniskeemist, mille on soovitanud kasutamiseks Eesti Stratigraafia Komisjon.

Eelpool toodud asjaolusid arvestav võimalik versioon Siluri ladestu liigestusest kaardistuslegendi tarbeks on esitatud joonisel 4.

Ladestu	Ladestik	Lade	Kaardistatavad kivimkehad (kihistud, kihid)		
			Sõrve poolsaar ja Lõuna-Eesti	Lõuna-Saaremaa, Tõstamaa, Kihnu ja Ruhnu	Kesk- ja Lääne-Eesti
SILUR	PRIDOLI	Ohesaare	Ohesaare (S_{4oh})		
		Kaugatuma	Kaugatuma Lõo kihid (S_{4kgL})		
			Kaugatuma Äigu kihid ($S_{4kgÄ}$)		
	LUDLOW	Kuressaare	Kuressaare (S_{3-kr})		
		Paadla	Torgu (S_{3tr})	Paadla (S_{3pd})	Kihnu (S_{3kh})
	WENLOCK	Rootsiküla	Rootsiküla (S_{2-3rk})		Sakla (S_{2-35k})
		Jaagarahu	Sõrve (S_{2sr})		
			Jamaja (S_{2jm})	Riksu (S_{2rk})	Jaagarahu (S_{2jg})
	LLANDOVERY	Jaani	Riia (S_{1-2rg})	Jaani (S_1-S_{2jn})	
		Adavere		Velise (S_{1vl})	
				Rumba (S_{1rm})	
		Raikküla	Saarde (S_{1sr})	Nurmekunna (S_{1nr})	Raikküla (S_{1rk})
ORD	O ₃	Juuru	Õhne ($O_3-S_{1öh}$)	Tamsalu (S_{1tm})	Varbola (O_3-S_{1vr})

Joonis 4 (sama mis Lisa 4 joonis 33). Siluri ladestu liigestuse võimalik versioon, mis põhineb kokkuvõttes esitatud tulemustel.

4.5. Olulisemad tulemused Devoni ladestu kohta (Lisa 5, ptk. 5)

- Lademelist liigestust ja lademete korrelatsiooni mõjutavad muutused kaardistuslegendis ei ole tänase seisuga otstarbekohased, ehkki tuleb juhtida tähelepanu viimase aja liigestuse erinevustele Eestis ja Lätis, mis nõuavad jätkuvalt tähelepanu.
- Kirjete arv Devoni vanemate ja nooremate kihistute kohta on andmebaasis väga ebahühtlane. Vähegi esinduslik hulk kirjeid on olemas vaid intervalli Rezekne lade Burtnieki lade kohta. Teiste lademete osas on kirjete arv madal, Ülem-Devoni kohta puuduvad andmebaasis kirjed üldse. Kõigi eelduste kohaselt ei tulene paljude üksuste kirjete vähesus siiski mitte nende üksuste mittekasutatavusest, vaid üldisest andmete vähesusest Lõuna-Eesti kohta, kus kaardistamine mõõtkavas 1:50 000 on veel valdavalt läbi viimata. Nendes ladestu osades on kehtivale liigestusele kriitilist hinnangut anda või alternatiive pakkuda võimatu.
- Andmete kvaliteet Devoni ladestu kohta ei ole kõrge, sest kõigil tasemetel esineb rohkelt lahknevusi kirjanduses avaldatud andmetest. See viitab probleemidele Devonis stratigraafilise liigestuse praktilisel rakendamisel.
- Rezekne lademe liigestuse eristamine muudes Devoniga seotud uurimustes kasutatavast liigestusest ei ole põhjendatud, seega tuleks Mehikoorma kihistu andmebaasis ümber nimetada Rezekne kihistuks.
- Kaardistusandmebaasi alusel on võimalik saada senisest detailsem Narva kihistu kaart levila põhiosa kohta (Lõuna- ja Kagu-Eesti) kohta. See lubab oletada, et Narva kihistu eraldamisel on üldiselt rakendatud üsna sarnaseid kriteeriume. Vastuoluliste ja halvasti kasutatavate andmete osakaal on siiski suhteliselt suur.
- Ehkki Vadja-Leivu liitüksus võiks olla kasutamise seisukohalt mugav ja loogiline oma selgelt eristuva koostise tõttu, on valdaval enamusel juhtudest eelistatud kirjeldustes kasutada Vadja-Kernave liitüksust ehk Narva kihistut (suhe 6.55). See näitab, et Vadja-Leivu liitüksuse kasutamine kaardistusüksusena ei ole otstarbekas.
- Kernave kihistikku on kirjeldusüksusena eraldi kasutatud vaid kuuel juhul, samas kui enam kui viiekümnes läbilõikes on kasutatud liitüksust Vadja-Kernave, s.o. Narva kihistut. Sellise üksuse säilitamine legendis ei ole otstarbekas.
- Aruküla ja Burtnieki kihistu kohta käiv andmestik andmebaasis on madala usaldusväärsusega. See viitab kas probleemidele nende kihistute eristamisel või seni dokumenteerimata nähtustele Kagu-Eesti geoloogias. Usaldusväärset alternatiivi nendele üksustele on täna raske pakkuda ning sisuline vajadus selleks vajab eraldi selgitamist.

Eelpool toodud asjaolusid arvestav võimalik versioon Devoni ladestu liigestusest kaardistuslegendi tarbeks on esitatud joonisel 5.

LADESTU	LADESTIK	LADE	Kaardistatavad kivimkehad (kihitud)
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	Narva (D _{2nr})
		Pärnu	Pärnu (D _{2pr})
	ALAM-DEVON	Rezekne	Lemsi ja Rezekne (D _{1lm-rz})
		Kemeri	Tilže ja Kemeri (D _{1tz-km})
		Tilže	

Joonis 5 (sama mis lisa 5 joonis 31). Devoni ladestu liigestuse võimalik versioon, mis põhineb kokkuvõttes esitatud tulemustel.

5. Standardiseeritud liigestuse kasutamise võimalused

Geoloogilise kaardistamisega mitteseotud, rakendusliku iseloomuga geoloogilistel töödel ei ole täna mingeid erinõudmisi rakendatava stratigraafilise skeemi osas kehtestatud ning sellest tulenevalt on liigestuse valik vaba. Üldjuhul kasutatakse rakenduslikel töödel mõnda vananenud skeemivarianti ning kasutatavaid variante on palju. Sellisel kujul esitatud uuringutulemuste konverteerimine kaardistamisel kasutatavasse formaati on keeruline või toob kaasa andmete detailsuse olulise vähenemise. Seetõttu ei ole sedalaadi tööde tulemused otseselt riikliku kaardistamise tulemustega võrreldavad ning andmebaasidesse vahetult integreeritavad.

Selline olukord piirab oluliselt uue, erinevatest allikatest laekuva geoloogilise teabe rakendamist, ning toob potentsiaalselt kaasa uuringute dubleerimise vajaduse lähemas või kaugemas tulevikus, ning eelnevaga koos ka juba hangitud geoloogilise teabe alarakendamise ning kulutuste ebamõistliku kasvu tulevikus.

Standardiseeritud liigestuse kasutamise võimalusi erinevat tüüpi geoloogilistel töödel saab eraldi hinnata sisulisest ja protseduurilisest aspektist.

Sisuline hinnang standardiseeritud liigestuse kasutamise võimalustele lähtub sellest, milline liigestus on erinevate eesmärkide saavutamiseks sobiv või optimaalne.

Maavaradega seotud uuringute puhul kasutatakse rakendusprojektide aruannetes tavaliselt viiteid erinevatele liigestusüksustele – kihistutele ja kihistikele, kuid kohati ka lademetele. Mõnedel juhtudel kasutatakse standardsetest üksustest detailsemat liigestust (nt. Mõhküla kihid Nurmekunna kihistu osana või nn. töökorras eraldatavad üksused, mille suhe standardse liigestusega on täpselt selgitatud -- Pikknurme dolokivimaardlas Pikknurme dolokivikarjääris karbonaatkivimite kaevandamise keskkonnamõju hindamise aruanne, 2012). Sellistel juhtudel oleksid faktilised andmed läbilõigete kohta põhimõtteliselt piiranguteta kasutatavad ka selleks, et avalikke andmekogusid (nt. puursüdamike andmebaasi) täiendada.

Esineb käsitlusi, milles on nihkes stratigraafiline hierarhia, näiteks tuleb ette kihistute käsitlemine kihistikena ja lademete alajaotustena („...Ülem-Devoni Plavinase lademe Pskovi kihistik (D3pIP) ...“ - Naha dolokivikarjääri mäeeraldise maavara kaevandamise loa taotlus, 2013) või lademete kasutamine liigestusüksustena („...Lasnamäe, Aseri ja Kunda lademe paekivid...“ - OÜ Esito Maardu Lõunakarjääri maavara kaevandamise loa taotlus, 2012). Kohati erinevad kasutatavad üksused selgelt legendikohastest üksustest ning ei ole neile üheselt taandatavad. Näiteks AS Enefit Kaevandused Estonia kaevanduse maavara kaevandamisloa pikendamise taotluse keskkonnamõju hindamise aruandes (2016-2017) on viidatud lademetele kui liigestusüksustele, ent mõned lademed on liigestatud määratlemata osadeks (nt. Keila lademe piires eristatakse lõheline ja kohati kavernoosne dolomiidistunud lubjakivi ning vett vähe läbilaskev savikas lubjakivi ja mergel)

ning kohati on üksuste geoloogiline vanus määratletud valesti („... Pakerordi lademe argilliit...”, lk.17 – märkus: Estonia kaevanduse piirkonnas, s.o. Kirde-Eestis ei esine Pakerordi lademes argilliiti).

Mõnedel juhtudel on käsitluses selgelt anakronistlikke jooni. Näiteks projekti “Kaevandamise jääkmaterjalide kasutusvõimaluste uuring” (valminud aastal 2014 Keskkonnainvesteeringute Keskuse toel Tallinna Tehnikakõrgkoolis) on liigestusüksusena kasutusel “Alam-Silur”, mis ei ole juba aastakümneid kasutusel kui standardne üksus. Selle kasutamisest on Eestis (Eesti Stratigraafia Komisjon, Maa-Ameti kaardistuslegend, jne.) loobunud juba enam kui 20 aastat tagasi.

Hüdrogeoloogiliste tööde puhul kasutatavas standardses hüdrostratigraafilises liigestuses (vt. joonis 6) ei ole kasutatud selliseid kivimiüksusi, mida ei oleks võimalik seostada kehtivas kaardistuslegendis rakendatud üksustega.

Insenergeoloogiliste tööde tulemused on raskesti üldistatavad, ent vähemalt kohati puudub igasugune võimalus seostada geoloogilise uuringu tulemusi kehtiva liigestusskeemiga. Näiteks Kreenholmi vaateplatvormi ehituse projekteerimise geoloogilise uuringu (2015) tulemustes on puuraukude kohta käiv info esitatud vaid ladestiku täpsusega ja puudub igasugune selgitus selle kohta, millel vastav info põhineb.

On selge, et rakendusprojektide aruandematerjalide hulk on väga suur ning mõnede projektide valikuline tsiteerimine ei anna adekvaatset ülevaadet valitsevast olukorrast. Mõned järeldused saab siiski teha.

Ehkki vabalt kättesaadavates allikates ei ole enamasti tegemist geoloogilise primaarfaktika ehk läbilõigete kirjelduste ja sellega seotud koos liigestusega, on selge, et tsiteeritud projektide liigestused ei ole sageli kuigi heas kooskõlas sellise Eesti maapõue liigestusega, mida rakendatakse geoloogilisel kaardistamisel. Samas ei oleks ühelgi nimetatud probleemsetest juhtudest aruande sisulist kvaliteeti halvendanud standardsete liigestusüksuste kasutamine kaardistuslegendis esitatud kujul. Olukorras, kus kehtiva kaardistuslegendi puhul on seatud eesmärgiks maapõue ehituse kirjeldamine võimalikult kõrgel ja samas ratsionaalsel detailsuse astmel, ei tundu kuigi realistlik mingi eraldi ja teistsuguse, kaasaegsete teadmistega kooskõlas oleva, kuid detailsuse või muude ülesehituspõhimõtete poolest oluliselt erinevat liigestusstandardi väljatöötamine kaardistamisega mitteseotud geoloogiliste tööde tarbeks.

On üsna ilmne, et autorite ja organisatsioonide valmisolek ja suutlikkus olla kursis oma erialaga seotud viimaste arengutega on kirjeldatud juhtudel olnud erinev. Tasemete ühtlustamine eeldaks arvatavasti teatud täiendavate kulutuste tegemist (koolituste läbimine teadmiste kaasajastamiseks, kirjanduse hankimine, vms.), kuid sellest tulenev üldine hüve – andmete parem rakendatavus Eesti maapõue kirjeldamisel – vääraks arvatavasti pikemas perspektiivis tehtud lühiajalisi lisakulusid.

Eesti hüdrosratigraafiline liigestus (OÜ Eesti Geoloogiakeskus; Tallinn, 2015)

Regionaalne strati-graafiline skeem	Kohalikud ühikud	Hüdrogeoloogilised ühikud		Põhjaveekogumid*		Põhjaveekogumite grupp	
		Ladestu	Kihistu (lade)	veekompleks	veekiht; veepide		nr
Kvaternaar Q	Pleistotseen	Kvaternaari (Q)	Glatsiofluviaalsed setted (fQ _{III})	39	Kvaternaari Ruusmäe-Krabi põhjaveekogum	Kvaternaari	
				38	Kvaternaari Võru põhjaveekogum		
				37	Kvaternaari Piigaste-Kanepi põhjaveekogum		
				36	Kvaternaari Otepää põhjaveekogum		
				35	Kvaternaari Elva põhjaveekogum		
				34	Kvaternaari Saadjärve põhjaveekogum		
				33	Kvaternaari Laiuse põhjaveekogum		
				32	Kvaternaari Sadala põhjaveekogum		
				31	Kvaternaari Prangli põhjaveekogum		
				30	Kvaternaari Kuusalu põhjaveekogum		
				29	Kvaternaari Männiku-Pelguranna põhjaveekogum		
				28	Kvaternaari Meltsiveski põhjaveekogum		
				27	Kvaternaari Vasavere põhjaveekogum		
Devon D	Daugava	Ülem-Devoni (D ₁)	Duhniki-Plavinase (D ₃ db-pl)	26	Ülem-Devoni põhjaveekogum	Devoni	
	Dubniki						
	Plavinase						
	Amata						
	Gauja	Kesk-Devoni (D ₂)	Gauja-Aruküla (Tartu) (D ₂ g ₁ -ar)	25	Kesk-Devoni Koiva vesikonnas		
	Burtneki			24	Kesk-Devoni Ida-Eesti vesikonnas		
	Aruküla			23	Kesk-Devoni Lääne-Eesti vesikonnas		
	Narva		Narva regionaalne veepide (D ₂ nr)				
	Pärnu	Kesk-Alam-Devoni (D ₂ i)	Pärnu-Tilze (Pärnu) (D ₂ pr-D ₁ tl)	22	Kesk-Alam-Devoni Ida-Eesti vesikonnas		
Rezekne	21			Kesk-Alam-Devoni Lääne-Eesti vesikonnas			
Tilze	20			Kesk-Alam-Devoni Kihnu põhjaveekogum			
	19			Kesk-Alam-Devoni Ruhnu põhjaveekogum			
Silur S		Siluri-Ordoviitsiumi S-O	Silur S	Liigestamata, Siluri ja Ordoviitsiumi põhjaveekihid	18	Siluri-Ordoviitsiumi põhjaveekogum Devoni kihtide all Ida-Eesti vesikonnas	Siluri-Ordoviitsiumi
					17	Siluri-Ordoviitsiumi põhjaveekogum Devoni kihtide all Lääne-Eesti vesikonnas	
					16	Siluri-Ordoviitsiumi Adavere-Põltsamaa	
					15	Siluri-Ordoviitsiumi Pandivere Ida-Eestis	
					14	Siluri-Ordoviitsiumi Pandivere Lääne-Eestis	
					13	Siluri-Ordoviitsiumi Ida-Eesti vesikonnas	
					12	Siluri-Ordoviitsiumi Pärnu põhjaveekogum	
					11	Siluri-Ordoviitsiumi Matsalu põhjaveekogum	
					10	Siluri-Ordoviitsiumi Harju põhjaveekogum	
					9	Siluri Saaremaa põhjaveekogum	
					8	Siluri-Ordoviitsiumi Hiiumaa põhjaveekogum	
Ordoviitsium O			Ordo-viit-siumi O	Siluri-Ordoviitsiumi regionaalne veepide	7	Ordoviitsiumi Ida-Viru põlevkivibasseini põhjaveekogum	
					6	Ordoviitsiumi Ida-Viru põhjaveekogum	
					5	Ordoviitsiumi-Kambriumi Ida-Eestis	
Kambrium Ca	Vergale Pirita	Ordoviitsiumi-Kambriumi (O-Ca)		4	Ordoviitsiumi-Kambriumi Lääne-Eestis	Ordoviit-siumi-Kambriumi	
	Lontova			Lükati-Lontova veepide (Ca ₁ lk-ln)			
Vend V	Voronka	Kambriumi-Vendi (Ca-V)	Voosi (Ca ₁ vs)	2	Kambriumi-Vendi Voronka põhjaveekogum	Kambriumi-Vendi	
	Kotlin						Voronka (V ₂ vr)
	Gdov						Kotlini veepide (V ₂ kt)
Proterosoikum PR		Aluskord		1	Kambriumi-Vendi Gdovi põhjaveekogum		

*Põhjaveekogumid ja nende numbrid vastavalt [keskkonnaministri 29.12.2009 määrusele nr 75](#)

Joonis 6. Eesti hüdrosratigraafiline liigestus (Geoloogiakeskus OÜ, 2015).

Protseduurilisest aspektist käsitleb stratigraafilise standardiseerimise nõude laiendamine kõigile Eesti Vabariigi territooriumil tehtavatele uuringutele endas teatud riski ning saab olla realiseeritud vaid teatud kindlatel tingimustel.

Standardse stratigraafilise liigestuse rakendamise nõue, mis annaks võimalus läbi viidud uuringute tulemused lülitada Eesti maapõue kirjeldava andmebaasi koosseisu, muutuks realselt täidetavaks alles pärast liigestuse formaliseerimist kohustuslikus korras rakendatava normatiivse alusdokumendina. Normatiivi kehtestamine üksi aga ei taga laekuvate uuringuandmete piisavat kvaliteeti.

Selleks, et laekuvad andmed vastaksid isegi minimaalsetele kvaliteedinõuetele, tuleks tagada

- (1) spetsialistidele kehtivate minimaalsete kompetentsinõuete määratlemine,
- (2) enesetäiendamisevõimaluste loomine praktikutele,
- (3) juhendmaterjalide kättesaadavus.

Lisaks sellele, kuna universaalset legendi ja liigestust ei ole ka parima tahtmise juures võimalik kinnitada lõplikul, edasist muutmist mittevõimaldaval kujul, tuleks ühtlasi tagada ka täiendkoolitussüsteemi jätkusuutlikkus ja juhendmaterjalide pidev täiendamine vastavalt kaardistuslegendi arengule.

Peale selle oleks vajalik tagada esitatud tulemuste nõuetele vastavuse kontroll ja hädavajalik minimaalne kvaliteedikontroll enne uuringutulemuste kandmist avalikku andmebaasi. Tuleks välja töötada lahendused juhtudeks, kui esitatud andmed ei ole kooskõlas standardiga või ei vasta minimaalsetele kvaliteedinõuetele.

Reguleerida tuleks tulemuste avalikustamisega seotud ajaliste piirangute küsimus ning sellega seoses erinevate andmekategooriate (avalikud andmed, ajutiselt mitteavalikud andmed) rakendamine.

Lõpliku otsuse selle kohta, kui otstarbekaks saaks pidada ühtse geoloogiliste tööde puhul kasutatava stratigraafilise liigestuse ja legendi kehtestamist Eesti Vabariigi normatiivse aktiga saab langetada pärast esindusliku projektide valimi põhjalikku analüüsi ning selles tekkivate ja sellega kaasnevate kulude/tulude tasakaalu põhjalikku hindamist. Suure tõenäosusega ei oleks realistlik kohaldada standardlegendi rakendamise nõuet tagasiulatuvalt, seda saaks rakendada vaid tuleviku projektidele.

6. Kasutatud kirjandus

AS Enefit Kaevandused Estonia kaevanduse maavara kaevandamisloa pikendamise taotluse keskkonnamõju hindamise aruanne (2016-2017). Hendrikson & KO, 1-135. (käsikiri)

Geoloogiakeskus, O. Ü. (2015). Eesti hüdrostratigraafiline liigestus. Allikas: Eesti Stratigraafia Komisjon: http://stratigraafia.info/materjalid/Eesti_hydrostratigraafiline_liigestus.pdf

Kaevandamise jääkmaterjalide kasutusvõimaluste uuring (2014). Tallinna Tehnikakõrgkool, 1-172.

Kokkuvõtte HP 809a, Kreenholmi vaateplatvormi ehituse projekteerimise geoloogiline uuring (2015). Viru Geoloogia OÜ, 1-8.

Meidla, T. (2017). Ediacaran and Cambrian stratigraphy in Estonia: an updated review. *Estonian Journal of Earth Sciences*, 66, 3, lk 152-160.

Meidla, T.; Ainsaar, L.; Hints, O. (2014). The Ordovician System in Estonia. (H. Bauert, O. Hints, T. Meidla, & P. Männik, Toim-d) 4th Annual Meeting of IGCP 591, Estonia, 10-19 June 2014. Abstracts and Field Guide, lk 116-122.

Muprhy, A., Salvador, A. (2000). Rahvusvaheline Stratigraafia Juhis. (M. r. Tõlkinud: Rubel, Toim.) Allikas: Eesti Stratigraafia Komisjon: http://stratigraafia.info/materjalid/STRAT_JUHIS.pdf

Männik, P. (2014). The Silurian System in Estonia. (H. Bauert, O. Hints, T. Meidla, & P. Männik, Toim-d) 4th Annual Meeting of IGCP 591, Estonia, 10–19 June 2014. Abstracts and Field Guide, lk 123-128.

Naha dolokivikarjääri mäeeraldise maavara kaevandamise loa taotlus (2013). AS Kiirkandur, 1-26. (käsikiri)

OÜ Esito Maardu Lõunakarjääri maavara kaevandamise loa taotlus (2012). OÜ Inseneribüroo STEIGER, 1-14. (käsikiri)

Pikknurme dolokivimaardlas Pikknurme dolokivikarjääris karbonaatkivimite kaevandamise keskkonnamõju hindamise aruanne (2012). AS Kiirkandur, 1-26. (käsikiri)

Raukas, A., Teedumäe, A. (1997). *Geology and Mineral Resources of Estonia*. Tallinn: Estonian Academy Publishers.

Schmidt, F. (1858). *Untersuchungen über die Silurische Formation von Ehistland, Nord-Livland und Oesel*. Dorpat: Druck von Heinrich Laakmann.