

Tartu Ülikool
Loodus- ja täppisteaduste valdkond
Ökoloogia ja maateaduste instituut
Geoloogia osakond

Jane Pelska

Kalana trilobiidid: stratigraafiline ja paleoökoloogiline kontekst

Magistritöö geoloogias (30EAP)

Juhendaja: Oive Tinn, PhD

Tartu 2025

Kalana trilobiidid: stratigraafiline ja paleoökoloogiline kontekst

Trilobiidid on väljasurnud lülijalgsete (Arthropoda), kes elasid kogu Paleosoikumi vältel. Eestist on neid leitud Kambriumi kuni Devoni kivimitest. Selles töös kirjeldatakse ja määratakse kolm eri liiki trilobiite: *Proetus* sp., *Arctinurus ? norvegicus* ja *Stenopareia* sp..

Kirjeldatud fossiilid on leitud Otisaare lubjakivikarjäärist, kus asub Kalana *Lagerstätte*. Kalana *Lagerstätte* on säilivus-*Lagerstätte*, kus paljanduvad Siluri vanused Raikküla lademe kihid. Antud karjäärist on leitud palju erinevaid fossiile, näiteks vetikaid (Dasycladales), meriliiliaid (Crinoidea), karpe (Bivalvia), rugoose (Rugosa), tabulaate (Tabulata) ja meriskorpione (Eurypterida).

Märksõnad: Kalana, *Lagerstätte*, trilobiidid, paleontoloogia

CERCS kood: **P450** stratigraafia; **B330** paleozooloogia, fülogenees

Trilobites from Kalana: stratigraphic and palaeoecological context

Trilobites are an extinct group of arthropods (Arthropoda), who lived through the Paleozoic era. In Estonia, they have been found from Cambrian to Devonian aged rocks. In this thesis, three species of trilobites are described: *Proetus* sp., *Arctinurus ? norvegicus* ja *Stenopareia* sp..

These fossils were found in Otisaare limestone quarry, where Kalana *Lagerstätte* is. Kalana is a conservation *Lagerstätte*, where Silurian aged Raikküla Formation is exposed. Many different fossils have been found in this quarry, for example algae (Dasycladales), crinoids (Crinoidea), clams (Bivalvia), rugose (Rugosa), tabulates (Tabulata) and eurypterids (Eurypterida).

Keywords: Kalana, *Lagerstätte*, trilobites, palaeontology

CERCS code: **P450** stratigraphy, **B330** palaeozoology, phylogeny

Sisukord

| | |
|--|----|
| Sissejuhatus..... | 4 |
| Materjal ja meetodika | 5 |
| 1. Trilobiidid | 6 |
| 1.1. Uurimise ajalugu..... | 6 |
| 1.2. Süstemaatika | 8 |
| 1.3. Eluviisid | 11 |
| 1.4. Morfoloogia | 13 |
| 2. Kalana <i>Lagerstätte</i> | 16 |
| 2.1. Süstemaatiline paleontoloogia | 17 |
| <i>Proetus</i> sp..... | 18 |
| <i>Arctinurus ? norvegicus</i> | 21 |
| <i>Stenopareia</i> sp..... | 25 |
| Arutelu | 28 |
| Kokkuvõte..... | 30 |
| Summary | 31 |
| Tänuavaldused | 32 |
| Kasutatud kirjandus | 33 |
| Lisa 1 | 39 |
| Lisa 2 | 42 |
| Lisa 3 | 45 |

Sissejuhatus

Trilobiidid on rühm väljasurnud lülijalgseid, kes elasid Kambriumi ajastust Permi lõpuni (Fortey, 2014). Esimesed kirjatööd neist avaldati 17. sajandil, Eestis hakati neist kirjutama alles 19. sajandi keskpaigas. Trilobiidid on mänginud suurt rolli Paleosoikumi palaeobasseinide uurimises, kuna olid globaalselt levinud ja nende morfoogia annab võimaluse elukeskkonda iseloomustada. Kuigi Eestis alustati trilobiitide uuringutega kaks sajandit peale esimesi leide, on trilobiite leitud ja kirjeldatud Kambriumi kivimitest Devonini.

Üks erilisemaid fossiilide leiukohti Eestis on Kalana *Lagerstätte*. Kalana *Lagerstätte* asub Kesk-Eestis Otisaare lubjakivikarjääris, kus paljanduvad Raikküla lademe vanused kihid. Neis kihtides kohtuvad normaalmerelise flora ja fauna fossiilid laguunifossiilidega. *Lagerstätte*'st on leitud palju fossiile nagu näiteks vetikad seltsist Dasycladales ja selle liigid *Kalania pusilla* (Tinn, et al., 2015) ja *Palaeocymopolia silurica* (Mastik & Tinn, 2015), luukilbiseid (alamklass *Osteostraci*) (Tinn & Märss, 2018; Tinn *et al.*, 2021), eurüpteriide (Eurypterida) (Pelska, 2023), skoledonte (Eunicida) (Truuver, 2009) ja palju muud. Siiski on Kalana *Lagerstätte*'st siiani trilobiite mainitud vaid möödaminnes.

Selles töös tuuakse välja 16 uut trilobiidifossiili, mis on leitud Kalana *Lagerstätte*'st. Trilobiitide kirjeldamise ja määramisega saab teha järeldusi paleoökoloogiliste olude kohta ning võimalusel varasemalt püstitatud hüpoteese täiendada või ümber lükata. Lisaks saab uusi määratud liike võrrelda varasemalt teadaolevate fossiilidega ja võimalusel täiendada teadmisi nende stratigraafiliste ja geograafiliste leidude kohta.

Materjal ja metoodika

Antud töös käsitletakse uusi trilobiidifossiile Kalana (Otisaare) karjäärist. Karjääris paljanduvad Siluri vanused Raikküla lademe lubjakivid (Mastik, 2019) (Joonis 3), millest on alates 2006. aastast leitud erinevaid fossiile (Mastik, 2016). Raikküla lade moodustub viiest kompleksist: Järva-Jaani, Väandra, Jõgeva, Imavere ja Mõhküla kihtidest (Ainsaar, et al., 2014). Karjäärist leitavad fossiilid on Jõgeva kihtides, mis alumises osas koosneb dolomiidist ja ülemises osas puhtast lubjakivist (Tinn, et al., 2009).

Selles töös uuriti Kalana karjäärist leitud fossiile. Fossiilid pildistati autori poolt, kasutades autori kaamerat ja (Tartu Ülikooli geoloogia osakonna) arvutiga ühendatud mikroskoobisüsteemi Leica M205A. Mikroskoobisüsteemiga pildistati kõige väiksemaid fossiile (*Proetus* sp.).

Pärast fossiilide pildistamist määrati nende liigid ning tehti neile esialgne kirjeldus. Fossiilide kohta koguti informatsiooni varem avaldatud publikatsioonidest ja koostati süstemaatilise paleontoloogia peatükk. Trilobiite võrreldi Siluri Llandovery vanuste varasemate leidudega, milleks töötati läbi nende kohta kättesaadav materjal. Eestis varasemalt avaldatud kirjanduse leidmiseks kasutati GEOkirjandus andmebaasi ning varem leitud ja määratud trilobiitide andmed saadi geokogust eMaapõu.

1. Trilobiidid

1.1. Uurimise ajalugu

Uurimise algus

Trilobiitide uuringud on kestnud pikka aega, kuna fossiilid on piisavalt suured ja silmapaistvad, et neid korjata ja koguda. Trilobiidid elasid kogu Paleosoikumi vältel, Kambriumist Permi lõpuni (Fortey, 2014) ning olid üks mitmekesisemaid fossiiligruppe. Trilobiidid asustasid mitmesuguseid keskkondi bentilistest pelaagilisteni (Männil, 1992) ning kasutasid erinevaid toitumisviise (Fortey, 2014).

Varaseim teadaolev kirjatöö trilobiitidest on 17. sajandil reverend E. Lhwyd'i poolt saadetud kirjas doktor M. Listerile (Lhwyd, 1698). Kirjas kirjeldab reverend leitud fossiili, kutsudes seda „lamedaks kalaks v. lamekalaks“ [*flatfish*], lisades kirjale ka joonistuse, mida tänapäeval määratletakse trilobiidifossiilina. Umbes pool sajandit hiljem saatis reverend C. Lyttelton kirja *The Royal Society* presidendile, kirjeldades enda meelet kivistunud putukat [*petrified insect*] koos detailse joonistusega, mis samuti sarnaneb trilobiidiga (Lyttelton & Folkes, 1750). Antud fossiilide kohta võttis sõna ka E. M. da Costa, kes oma kirjas ühendas Lhwyd'i ja Lytteltoni leiud üheks loomaks (da Costa, 1753). Da Costa pakkus omalt poolt nimetuseks looma *Pediculus marinus major trilobos*, mida võiks tõlkida ladina keelest eesti keelde kui „suur kolmeloobuseline mereline parasiit“. Eraldiseisev alamhõimkond *Trilobita* püstitati aastal 1771 J. E. I. Walch'i poolt (Adrain, 2011). Peale alamhõimkonna püstitamist hakati 19. sajandil trilobiidifossiile rohkem ja teadlikult koguma ning lähemalt uurima. Kaks hetkel siiani püsivatest seltsidest, *Asaphida* ja *Phacopida*, on püstitatud aastal 1864 Salteri poolt (Adrain, 2011).

20. sajandil jätkati detailsete uuringutega, trilobiitide kohta avaldati uurimustöid nende eluviiside, käitumise, sugulussuhete ja kõige muu kirjeldatava kohta. Seitse hetkel püsivatest seltsidest püstitati aastatel 1915 (*Ptychopariida*, Swinnerton), 1932 (*Redlichiida*, Richter), 1935 (*Corynexochida*, Kobayashi), 1959 (*Lichida*, Moore), 1975 (*Proetida*, Fortey & Owens), 1990 (*Librostoma*, Fortey) ja 1997 (*Agnostida*, Fortey).

Uurimine Eestis

Trilobiitide uurimine Eestis oli eriti aktiivne 19. ja 20. sajandil. Esimeste seas tegi suuri avastusi Karl Eduard von Eichwald, kes kirjeldas Eesti geoloogiat ning lisaks kirjeldas ka paleontoloogilisi leide (Eichwald, 1825; Eichwald, 1840). Eichwaldi panust Eesti paleontoloogiasse märkis ka Nieszkowski oma 1857. aasta raamatus, kuid lisas, et Eichwaldi 33st määratud liigist saab tõsiselt võtta vaid kümnet. Praeguseks peetake ülejäänud liike kas vähese põhjendusega määratuks või on hilisemalt eelnevalt teatud liikideks ümber määratud. Trilobiitide uurimises tegi ajalugu Nieszkowski, kirjeldades 16 liiki, suurem osa neist samas 1857. aasta raamatus. Ülejäänud enda määratud trilobiidid avaldas Nieszkowski aastal 1859 ajakirjas *Archiv für die Naturkunde Liv-, Ehst- und Kurlands*.

Pärast seda, aastatel 1881–1907, publitseeris trilobiitide teemalisi töid Fr. Schmidt. Oma 1881. aasta töös kirjeldas Schmidt, et Dr. C. H. Pander on pannud aluse trilobiitide uuringutele, küll mitte Baltimaades, vaid näiteks oma 1830. aasta töös Peterburist, millele on Schmidt oma töödes viidanud. Schmidti tööd keskendusid peamiselt trilobiitide detailsele kirjeldamisele ja jooniste esitamisele ning seeläbi uute liikide tutvustamisele. Oma tööd jagas Schmidt raamatutesse peamiselt seltside põhjal, näiteks tema 1885. aasta raamat keskendus Ida-Balti Silurist leitud sugukondadele Acidaspidae ja Lichidae ning 1906. aasta raamat oli pühendatud *Megalaspis*'e eksemplaridele.

1937. aastal ilmus Armin Öpiku raamat „*Trilobiten aus Estland*“, kus ta kirjeldas varem tuntud Ordoviitsiumi ja Siluri trilobiite ja ka uusi liike.

Aastatel 1957–1958 andis oma õpingute ajal trilobiitide alaseid artikleid välja Ralf Männil. Oma 1958. aasta uurimuses viitab ta Fr. Schmidt, E. Rosensteini, A. Rõõmusoksa ja V. Jaanussoni panusele Eesti trilobiitide määramisel ja publitseerimisel. Männil sõnul on eelmainitud uurijad Eestis kirjeldanud üle 40 uue liigi. Samas 1958. aasta teoses kirjeldas ta enda määratud uued liigid, näiteks *Nieszkowskia ahtioides*, *Nieszkowskia limuca* jne.

Arvo Rõõmusoks määras trilobiite 20. sajandi teisel poolel, andes nime näiteks perekonnale *Oculichasmops* (Rõõmusoks, 1986), Tartu Ülikooli Loodusmuuseumi kataloogis on üle 200 tema kogutud trilobiidi (eMaapõu 2025 andmed).

Samal ajal töötas trilobiitidega Valdar Jaanusson, andes nime mitmele uuele trilobiidile aastal 1953 ning kirjeldas alamseltsi Phacopina evolutsiooni aastal 1975.

Reet Männil tegeles Eesti Siluri trilobiitidega, andes Geoliterature andmebaasi andmetel välja vähemalt 25 publikatsiooni. Selles töös on korduvalt toetatud R. Männil töödele ja kirjeldustele.

Trilobiidileiud eMaapõu andmetel

Eestist leitud fossiilid kantakse andmebaasi eMaapõu ning nende andmete põhjal (seisuga november 2024) on Eestist leitud trilobiite Kambriumist Devonini (Lisa 2). Kõige enam trilobiite on leitud Ordoviitsiumi ladestu kivimitest, millest on määratud seltside Asaphida, Corynexochida, Librostoma, Lichida, Phacopida, Proetida ja Ptychopariida trilobiite (Lisa 2, Joonis 10). Trilobiitide leidude poolest teisel kohal on Siluri ladestu, kust on leitud seltse Corynexochida, Lichida, Phacopida ja Proetida (Lisa 2, Joonis 11). Kambriumist ja Devonist on leitud kõige vähem trilobiidi fossiile. Kambriumist on leitud seltside Agnostida, Ptychopariida ja Redlichiida trilobiite (Lisa 2, Joonis 9) ja Devonist on leitud seltsi Lichida kuuluv trilobiit ja mõned täpsustamata trilobiidid (Lisa 2, Joonis 12). Kõikidest eelmainitud ladestutest on leitud fossiile, mida ei ole täpsemalt määratud, tabelis ja joonistel on nende nimetuseks „Trilobita“. EMaapõu andmetel on lisaks Eestist leitud ja andmebaasi kantud trilobiite, mille kohta ei ole teada stratigraafilisui andmeid (Lisa 2, joonis 13). Ilma täpsete stratigraafiliste andmeteta on andmebaasis trilobiite seltsidest Asaphida, Corynexochida, Lichida, Phacopida, Proetida ja Redlichiida.

1.2. Süstemaatika

Trilobiidid kuuluvad hõimkonna Arthropoda (lüljalgsed) alamhõimkonda Trilobita. Alamhõimkond Trilobita jaguneb omakorda 10 seltsiks (Tabel 1.). Fossiilgrupid jaotatakse taksonoomilistesse rühmadesse morfoloogiliste tunnuste põhjal, sest fossiilgruppidele ei saa rakendada bioloogilise liigi mõistet (Crônier, et al., 2011). Mayri bioloogilise liigi kontseptsiooni järgi on liik grupp isendeid, kes on omavahel võimelised järglasi saama ning ei ole selleks võimelised teiste sarnaste gruppidega oma füsioloogiliste erisuste pärast (Dobzhansky, 1937;

Mayr 1942). Fossiilide puhul ei saa kontrollida nende võimet järglaste saamiseks, mistõttu eeldatakse, et morfoloogiliselt sarnased isendid kuuluvad ühte liiki (Crônier, et al., 2011).

Asaphida

Seltsi lõi Salter aastal 1834 (Adrain, 2011). Vanimad leiud on Kambriumi ajastu keskpaigast ja noorimad leiud Hilis-Ordoviitsiumi Hirnanti vanusega (The Paleobiology Database, 2025). Seltsi Asaphida kuuluvad kolm ülemsugukonda: Asaphoidea, Cyclopygoidea ja Trinucleoidea (Tabel 1.). Ülemsugukonnad on jaotunud kümneks sugukonnaks.

Corynexochida

Seltsi püstitas Kobayashi aastal 1935 (Adrain, 2011), olles eelneval aastal ka publitseerinud uusi liike sugukonnast Leiostegiidae (näiteks *Leiostegioides raymondi*, Kobayashi 1934). Varaseimad seltsi Corynexochida trilobiite on leitud Kambriumi Ajastik 2-st ja neid on leitud läbivalt kuni Devoni ajastu Frasnese'i ajastiku lõpuni (The Paleobiology Database, 2025). Seltsi kuulub kolm alamseltsi: Corynexochina, Illaenina, Leiostegiina (Lisa 1).

Librostoma

Seltsi nimena kasutatakse paralleelselt kahte varianti, selts Librostoma, mille püstitas Fortey aastal 1990 ja selts Harpida, mille püstitas Whittington aastal 1959. Antud töös kasutatakse selts Librostoma, alamselts Harpetida (Lisa 1). Seltsi kuulub üks sugukond Harpetidae. Fossiile on leitud Kambriumi ajastu algusest kuni Siluri ajastu Ludlow ajastikuni (The Paleobiology Database, 2025).

Lichida

Selts Lichida nimetati aastal 1959 R. Moore'i poolt (Adrain, 2011). Seltsi Lichida trilobiidid elasid praeguste leidude järgi Kambriumi Miaolingi ajastikust Kesk-Devonini (The Paleobiology Database, 2025). Kõige vanem leid on Hiinast, Devoni Miaolingi ajastiku Wuliu east ning kõige noorem leid on Saksamaalt, Givet' vanuseline (The Paleobiology Database, 2025). Seltsi kuuluvad sugukonnad Lichakephalidae, Lichidae ja Odontopleuridae (Lisa 1).

Olenida

Seltsi püstitas Adrain aastal 2011 (Adrain, 2011). Seltsi kuulub kolm sugukonda: Aphelaspidae, Idahoiidae, Parabolinoiidae (Tabel 1.). Fossiile on leitud Kambriumi lõpust kuni Hilis-Ordoviitsiumini (The Paleobiology Database, 2025).

Phacopida

Selts Phacopida nimetati aastal 1864 Salter'i poolt (Adrain, 2011). Seltsi kuulub kolm alamseltsi: Calymenina, Cheirurina ja Phacopina (Tabel 1.). Seltsi Phacopida kuuluvaid trilobiite on leitud Hilis-Ordoviitsiumist Devoni lõpuni (Bault, et al., 2023). Seltsi isendeid võib globaalselt leida madalvetest süvaveteni (Crônier, et al., 2011).

Proetida

Seltsi püstitasid Fortey ja Owens aastal 1975 (Adrain, 2011). Seltsi jagatakse kolmeks alamseltsiks: Aulacopleuroidea, Bathyuroidea ja Proetoidea (Tabel 1.). Varaseimad leiud on Ordoviitsiumist (Bergström, 1997) ja noorimad leiud Permi ladestust Lopingi ladestikust (The Paleobiology Database, 2025).

Ptychopariida

Seltsi püstitas Swinnerton aastal 1915 (Paterson, 2020). Ptychopariida alla kuulub kolm alamseltsi: Harpina, Olenina, Ptychopariina (Tabel 1.). Fossiile on leitud Kambriumi algusest Hilis-Ordoviitsiumi Katy eani (The Paleobiology Database, 2025).

Redlichiida

Seltsi lõi Richter aastal 1932 (Adrain, 2011). Seltsi kuulub kaks alamseltsi: Olenellina ja Redlichiina (Tabel 1.). Seltsi fossiile on leitud Kambriumi ajastu Terre-Neuve'ist kuni Furongi ajastikuni (The Paleobiology Database, 2025).

Agnostida

Omaette seltsina kirjeldas seltsi Agnostida Fortey aastal 1997. Lisaks võib leida Kobayashi 1939 aasta töös väljatoodud seltsi Eodiscina, mida tihti käsitletakse seltsi Agnostida all oleva alamseltsina (Tabel 1.) (Adrain, 2011). Kohati liigitatakse selts Agnostida hoopis eraldiseisvasse alamhõimkonda Artiopoda (Moysiuk ja Caron, 2019). Fossiile on leitud Kambriumi algusest kuni Ordoviitsiumi lõpuni (Cotton & Fortey, 2005). Selles töös kasutatakse seltsi Agnostida, mille alla kuuluvad alamseltsid Agnostina ja Eodiscina.

1.3. Eluviisid

Paljunemine

Trilobiitide paljunemist on väga keeruline uurida, kuna fossiliseerumine toimub selektiivselt ja fossiilide leidmine ei ole garanteeritud. Aastal 2017 Hegna *et al.* töös kirjeldati leiud, kus trilobiidi fossiili küljes olid säilinud umbes 200 µm suurused ümmargused struktuurid. Selle põhjal püstitati hüpotees, et need on trilobiidi munad. Leiud avastati kahelt fossiililt, ühel üheksa muna-laadset struktuuri peakilbi ventraalpoolelt tagumise äärevao alalt, teisel fossiilil leiti parema tagumise äärevao alalt neli arvatavat muna (Hegna, et al., 2017).

Pärast munast koorumist olid trilobiidid tõenäoliselt tugeva kestata vastsed ja kasvasid oma kaltsiitse kesta vahetult pärast koorumist (Hughes, 2007). Vastsestaadiumile järgnes kolm kasvustaadiumit: *protaspis*, *meraspis*, *holaspis* (Whittington, 1957). *Protaspise* staadiumit iseloomustab väike kettakujuline peakilp, millelt võib ära tunda silmavööndid ja hilisemalt samas staadiumis ka sutuurjooned (ingl. k. *suture*) ning põseogade alged (Whittington, 1957). Tavaliselt puuduvad selles staadiumis eristatavad lülid, kuid staadiumi lõpus peale mitut vahekestumist ilmub protopügiidium (Hughes, 2007). *Meraspise* staadiumis hakkavad kasvama uued rindmikulülid peakilbi ja protopügiidiami vahele (Whittington, 1957). Trilobiidid kasvasid kestumiste vahel suuremaks ja vähehaaval kujunesid välja täiskasvanud trilobiitidele omased tunnused (Hughes, 2007). Selle staadiumi ajal kujunesid välja ka nt peakilbil asuvad sutuurid (vt Peatükk 1.4 Joonis 2,) ja silmad (Enay, 1990). *Holaspise* staadiumi alguseks saavutati liigiomane rindmikulülide arv ja lõplikult kujunes välja pügiidium (Whittington, 1957). Trilobiidid jätkasid kestumist *holaspise* staadiumi vältel. Sellel ajal võisid muutuda üldised tunnused, nt rindmikulülide vaheliste vagude sügavus ja selgus, kuid üldist morfoloogiat see enam ei muutnud (Whittington, 1957).

Fatsiaalne elukeskkond

Trilobiidid moodustasid suure osa bentilistest ning pelaagilisi kooslustest (Kraft, et al., 2023). Erinevates keskkondades vajasid trilobiidid erinevaid füsioloogilisi lahendusi. Üheks kõige selgemaks evolutsiooniliseks erinevuseks olid trilobiitide silmad. Süvaveelise eluviisiga trilobiidid kaotasid nägemisvajaduse, mistõttu neil liikidel silmad kas puudusid täiesti või need olid taandarenenud (Owen, et al., 1991). Pelaagilise ja mesopelaagilise eluviisiga seltsid seevastu

arenesid parema nägemise suunas ning neilt on leitud kaht eri tüüpi silmi: holokroaalseid ja skisokroaalseid (Fortey, 2014).

Trilobiitide kooslused järgisid suuri tsüklilisi muutusi fatsiaalses keskkonnas (Männil, 1992). Männil (1992) kirjutas, et trilobiidid sõltusid litofatsiaalsetest tingimustest. Männil võrdles trilobiitide kooslusi avašelfil, nõlval ja sügavamatel aladel, märkides, et fatsiaalsed muutused mõjutasid madalaveelisi kooslusi vähem kui süvaveelisi. Antud nähtus on kirjeldatud ka 1991. aastal Owens, Barns ja Rong poolt, kus autorid märgivad, et süvaveelised kooslused kannatasid keeruliste keskkonnatingimuste ajal ebaproportsionaalselt rohkem. Männil (1992) toob välja, et uued trilobiidikooslused ilmusid kas transgressiooni alguses või aeglase regressiooni ajal.

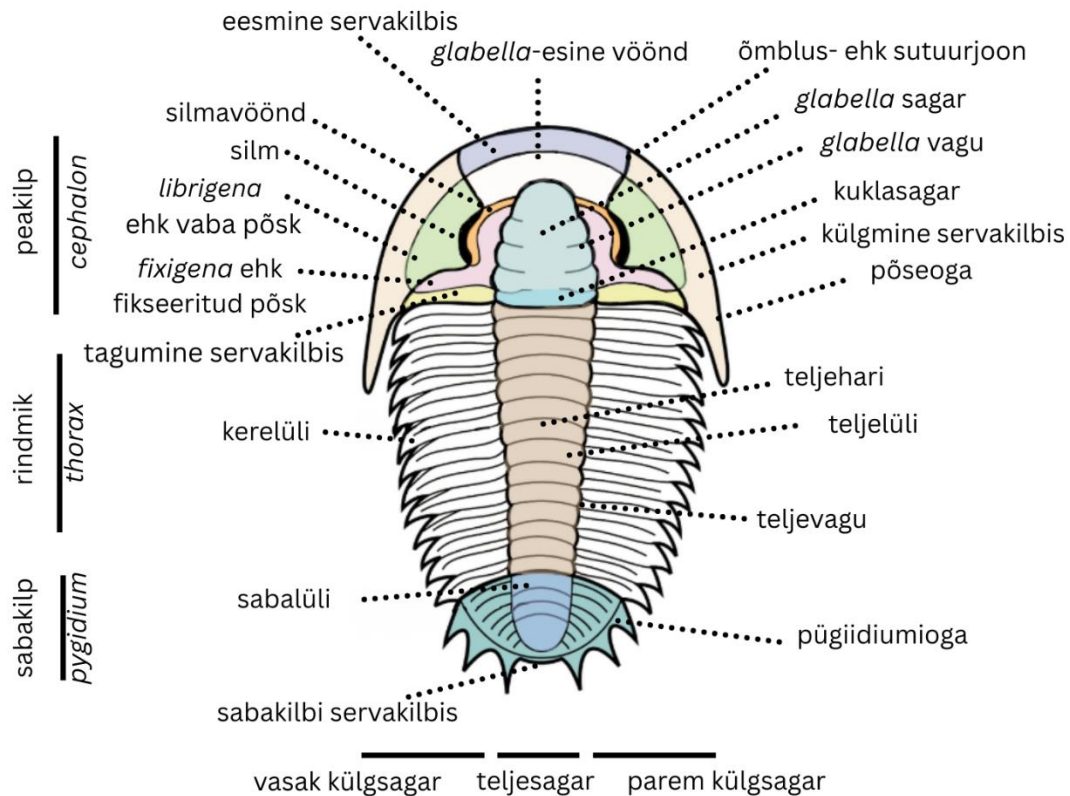
Toitumine

Trilobiitide toitumisharjumused põhinesid nende elukeskkonnal ja seal elavatel liikidel. Ühel alal võisid koos eksisteerida kolme eri tüüpi toitumistüübiga trilobiidid: kiskjad (koos raipetoidulistega), settetoidulised ja suspensioonifiltreerijad (Fortey, 2014). Röövtoidulistel (ingl. k. *predator*) ja raipetoidulistel (ingl. k. *scavenger*) trilobiitidel oli suurem hüpostoom ja nad olid suurema kehaga (Fortey, 2014). Sellistel trilobiitidel oli teistega võrreldes pikem seedekulgla (Fortey, 2014). Settetoidulised (ingl. k. *particle/sediment feeding*) olid väikesed trilobiidid, kelle hüpostoom oli painduv, ning aitas kaasa sette suhu toimetamisele (Fortey, 2014). Filtreerijaid (ingl. k. *filter chamber feeding*) iseloomustab nägemise taandumine, kuna elasid veekogu põhjas, kus nad eraldasid endale sobivat toitu heljumist (Fortey, 2014).

Trilobiitide toitumist on raske uurida, sest tavatingimustes ei säili fossiiliseerunud organismi pehme kude, veel vähem nende organid. 2023. aastal publitseeritud teadustöös kirjeldatakse esimest trilobiiti, kelle hästi säilinud kehast oli võimalik uurida tema soolestikku ja selles olevat materjali (Kraft, et al., 2023). See Ordoviitsiumi trilobiit kuulus sugukonda Lichida (*Bohemolichas incola*) ja oli oportunistlik raipesööja, kelle soolestikust leiti lubiskeletiga väikeselgrootuid, valdavalt karpvähkide (Ostracoda) välisskeleti osakesi, kuid ka käsijalgsete (Brachiopoda) ja karpide (Bivalvia) osakesi (Kraft, et al., 2023).

1.4. Morfoloogia

Sõna „trilobiit” tuleb nende loomade väliskeletist, mis jaguneb pikisuunas kolmeks loobuseks ehk sagaraks (kr. k. *tri* + *lobos*): teljesagar ja kaks külgnevat külgsagarat (Hughes, 2007). Lisaks jaguneb nende väliskelett kolmeks osaks ristipidi: peakilp (lad. k. *cephalon*), rindmik (lad. k. *thorax*) ja sabakilp (lad. k. *pygidium*) (Hughes, 2007) (Joonis 1). Kuna trilobiidid kuuluvad lüliljalgsete hõimkonda, kestus (lad. k. *ecdysis*) iga isend kestus elu jooksul mitu korda, jättes endast maha skeletifragmente ja kestafoosiile (Enay, 1990). Trilobiitide selgmine (ingl. k. *dorsal*) välisskelett koosnes kitiinist ja kaltsiidist (Benton & Harper, 1997), mistõttu on see valdavalt paremini säilinud kui kõhtmine pool. Trilobiitide kõhtmine (ingl. k. *ventral*) morfoloogia on vähem tuntud ja säilinud vaid väga harva (Gon III, 2009).

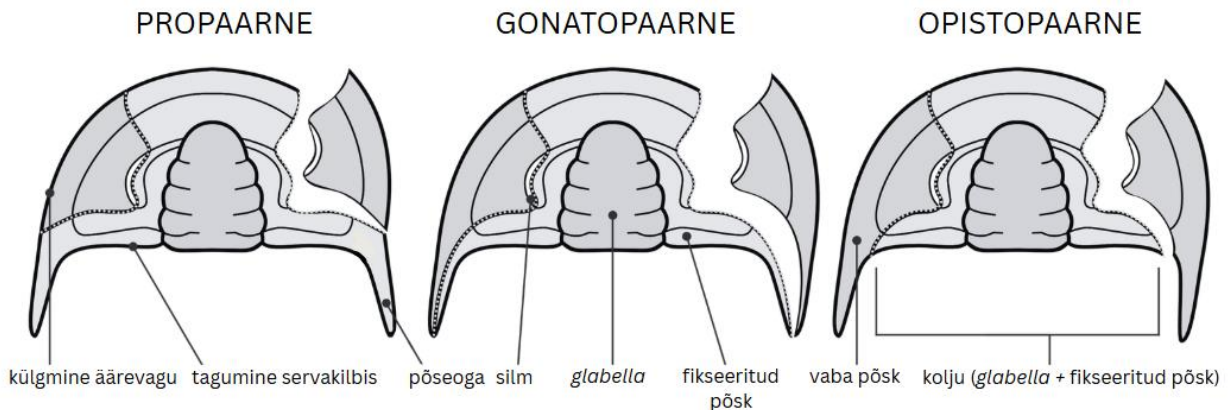


Joonis 1. Trilobiidi morfoloogia, Sam Gon III (2009), Hughes (2007) alusel

Hästi säilinud fossiilide peakilbi keskel paikneb *glabella*, mis koosneb mitmetest sagaratest ja vagudest. *Glabella* sees paiknes trilobiidi magu (Hughes, 2007) ning selle kuju ja suurus on eksemplaride määramisel oluline. *Glabella* eest leiab *glabella*-esise vööndi ja eesmise

servakilbise, mis sõltuvalt seltsist on erineva kuju ja suurusega. Peakilbi oluliseks osaks on ka silmavööndid ja silmad, mille põhjal saab järeldada kas trilobiit oli eluviisilt bentiline, pelaagiline või hoopis näiteks süvameres elanud nägemisvõimetu trilobiit (Fortey, 2014). Peakilbi äärmised alad on trilobiidi põsed (lad. k. *gena*), mis koosnevad kahest osast: *librigena* ja *fixigena*. *Librigena* ehk vaba põsk on näokilbi osa, mis kestumisel tihti ei säili. *Fixigena* ehk fikseeritud põsk või põsekilbi kinnine osa seevastu jääb kestumisel isendi külge. Mõne seltsi trilobiitidele on iseloomulik külgmise servakilbise külge kinnitunud põseoga.

Kestumise ajal hülgas trilobiit oma vana kesta, kesta murdumiskohti on näha suture- ehk õmblusjoontena (Hughes, 2007). Õmblusjooni peakilbil oli kolme tüüpi: propaarne, gonatopaarne ja opistopaarne (Joonis 2). Propaarset tüüpi sutureide puhul jäi kestumise lõpus alles terve põseoga, murdumine toimus fikseeritud põse ja vaba põse vahelt. Gonatopaarset kestumise puhul murdus kestudes pool põseoga vana kestaga kaasa. Opistopaarset tüüpi kestumisel eraldus terve põseoga.



Joonis 2. Õmblusjoonte (suturejoonte) tüübid Gon III (2009) joonise alusel

Trilobiidi rindmiku keskel paikneb teljehari, millega külgnevad vasakul ja paremal külgloobuse alal rindmikulülid. Teljehari koosneb teljelülidest, mida eraldavad teljevaod. Teljelülide arv erineb eri liikide ja seltside vahel (Hughes, 2007), seega võib nende arv aidata fossiilide määramisel.

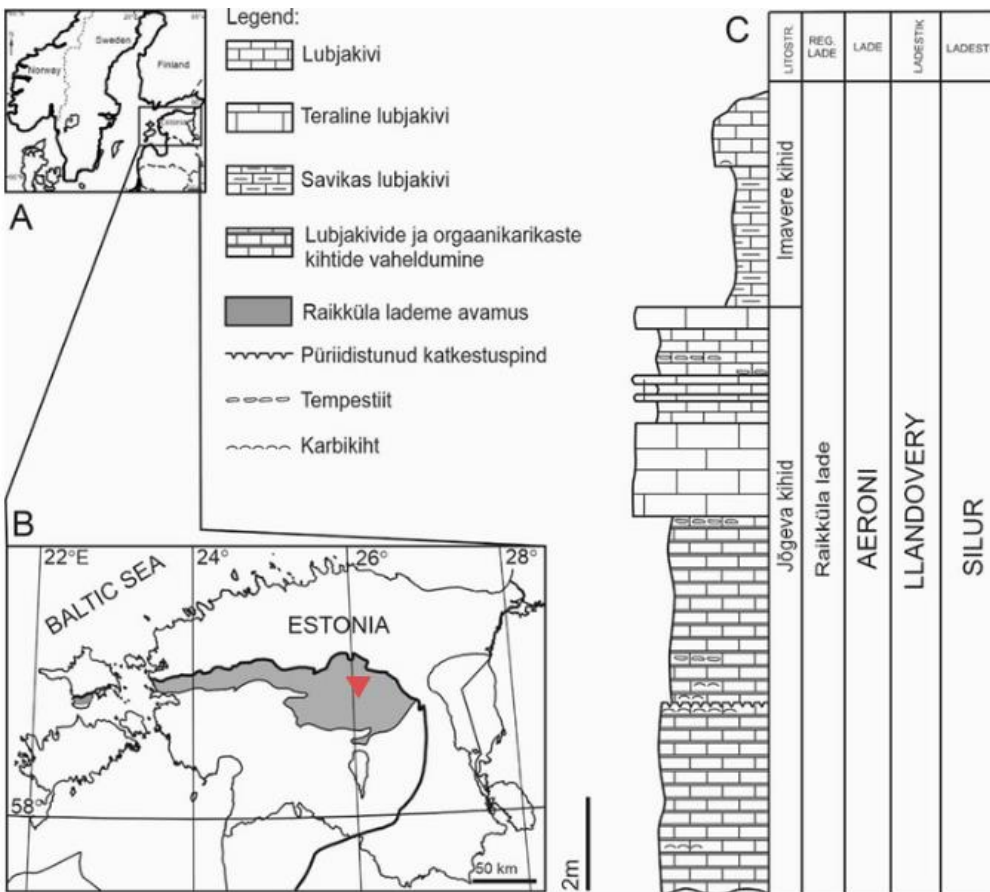
Trilobiidi keha tagumise osa moodustab sabakilp (ehk pügiidium). Sabakilbi alal võib näha teljeharu pikendusena sabalülisid, kuid kõikidel seltsidel neid ei ole need eristuvad. Äärevao külge ühenduvad omakorda pügiidiumogad (ehk sabaogad). Trilobiitide kirjeldamisel on vahel oluline ka pügiidiumi (sabakilbi) suurus võrrelduna peakilbi suurusega: isopüügne (ingl. k. *isopygous*),

subisopüügne (ingl. k. *sub-isopygous*), makropüügne (ingl. k. *macropygous*) ja mikropüügne (ingl. k. *micropygous*) (Lamsdell, 2015) .

Trilobiitide kõhupoolel paiknes hüpostoom (Hughes, 2007), mille morfoloogia on samuti oluline trilobiitide taksonoomias liikide eristamiseks. Kõige harvem leitakse säilinuna trilobiitide jalgu ning kompimis- ja haistmiselundeid (nn tundlad) (Hughes, 2007).

2. Kalana Lagerstätte

Kalana *Lagerstätte* asub Kesk-Eestis Otisaare (kasutusel ka Kalana) lubjakivikarjääris. Karjääris paljanduvad Raikküla lademe (Llandovery) šelfikarbonaadid (Tinn et al., 2021). *Lagerstätte* jääb Nurmekunna kihistu levila kirdeossa, kus avanevad Jõgeva ja Imavere kihid (Joonis 3) (Männik et al., 2016). Kalana on leiukoht, kus vaheldub normaalmereline madalveeline fauna laguunifaunaga.



Joonis 3. Kalana *Lagerstätte* geoloogilineläbilõige ja stratigraafia (Ausich, et al., 2019, muudetud kujul). Kaardil toodud Siluri ladestu kontuur koos Raikküla lademe avamusega, märgitud Otisaare karjääri asukoht.

Kalana *Lagerstätte* on säilivus-*Lagerstätte* [*Konservat Lagerstätte*] (Männik et al., 2016), mis tähendab, et selles leiukohas leidub erakordselt hästi säilinud fossiile. Kalanast on leitud paljude erinevate seltside fossiile, näiteks erakordse säilivusega vetikaid seltsist *Dasyclades* (Mastik &

Tinn, 2017): *Palaeocymopolia silurica*, (Mastik & Tinn, 2015), *Kalania pusilla* (Tinn, et al., 2015) *Medusaegraptus mirabilis*, *Chaetocladus sp.* ja *Inopinatella sp.* (Ainsaar, et al., 2014), luukilbiseid (alamklass *Osteostraci*) (Tinn & Märss, 2018; Tinn *et al.*, 2021), eurüpteriidid (Eurypterida) (Pelska, 2023) ja krinoidid (Crinoidea). Kalana trilobiidileide on varem mainitud (Tinn *et al.*, 2009), kuid neid ei ole siiani täpsemalt määratud ega publitseeritud. Lisaks näitavad Kalana mitmekesisust brahhiopoodid (Brachipoda), teod (Gastropoda) ja sammalloomad (Bryozoa) (Guitor, 2016), karpvähilised (Ostracoda), tabulaadid (Tabulata), rugoosid (Rugosa), leperditiidid (Leperditicopida) (Männik, *et al.*, 2016) ja skoleodondid (Eunicida) (Truuver, 2009).

Kalana *Lagerstätte* annab võimaluse rekonstrueerida Siluri ajastu keskkonda Balti paleobasseinis. Iga uus määratud liik lisab omalt poolt keskkonna iseloomustamisele juurde mitmekülgust, näiteks aitab rekonstrueerida antud aja kliimat, elukeskkonda ja elukooslusi. Varasemad uurimustööd Kalana vetikate kohta näitavad, et elukeskkond pidi olema troopiline, madalveeline, maksimum 10–15m sügavune ja oli ilmselt piiratud laht (Mastik, 2019). Eurüpteriidide fossiilid näitavad, et keskkond pidi vahepeal muutuma laguuniks (Pelska, 2023). Sellised teadmised aitavad panna uuritav keskkond suuremasse konteksti.

2.1. Süstemaatiline paleontoloogia

Klass Trilobita Walch, 1771

Selts Proetida Fortey & Owens, 1975

Sugukond Proetidae Salter, 1864

Perekond *Proetus* Steininger 1831

Tüüpliik *Proetus concinnus*. Algselt kirjeldatud Dalmani poolt (1827, lk 234, Mulde kihid, Gotland, Djupvik, Wenlock, Homeri) kui *Calymene concinna*. Tüüpliigi määras Steininger (1831), kui kirjeldas perekonna *Proetus*.

Diagnoos (muudetud Lieberman, 1994 järgi). *Glabella* paralleelsete külgedega, sageli ovaalne või eespool kitsenev, selgelt eristuva *glabella*-esise väljaga. Pea ümar. Hästi eristuvad silmaümbruse (palpebraalsete) lohud. Sabakilp (pügiidium) suuruselt varieeruv, sageli väiksem kui peakilps.

Levik. Vanim kirjeldatud liik on *Proetus latifrons* (Liebermann, 1994), mida on leitud Llandoverly ladestust Iirimaalt ja Ühendkuningriigist. Varaseim *Proetus* on kirjeldatud Ashgillist (Owens, 1973; Fortey & Owens, 1975). Fr. Schmidt kirjeldas Gotlandil *Proetus concinnus ossiliensis* Wenlocki kivimitest (Schmidt, 1894). Üks noorimaid leide on Devoni Emsi ladestust trilobiit *Proetus nemus* (Edgecombe & Wright, 2004) Austraaliast.

Eestist on perekonna *Proetus* trilobiite leitud Ordoviitsiumi ja Siluri ladestute kivimitest. eMaapõu (2024) andmetel on neid Ülem-Ordoviitsiumist leitud Porkuni, Vormsi ja Kukruse lademetest ja Harju ladestikust. Silurist on neid leitud Ohesaare, Kaugatuma, Kuressaare, Paadla, Rootsiküla, Jaagarahu, Jaani lademetest ning täpsustamata määranguga alam-Siluri kivimitest. Peamiselt on leitud peakilpe ja sabakilpe ning mõned terved rullunud isendid.

Proetus sp.

Materjal. Kokku on Kalanast leitud viis *Proetus* sp. fossiili. Neist üks on hästi säilinud terve trilobiit. Kaks on settesse kumerdunud, mistõttu neil puudub peakilp ja sabakilbi otsad. Kaks leidu on *Proetus* sp peakilbi sisevaadet, millest üks (TUG 1858-5) on halvasti säilinud.

TUG 1858-1 (Joonis 4, pilt A) on terve trilobiidi välisskelett, peakilbil näha hästi säilinud liitsilmad, mis koosnevad üksikutest läätsedest. Peakilp on u 8 mm lai ja u 4 mm pikk. Rindmik on peakilbiga sama lai, kuid kitseneb sabakilbi suunas ja on u 11 mm pikk. Sabakilp on rindmiku poolses ääres u 5,5 mm lai, sabakilbi otsas u 1 mm lai ja on u 4 mm pikk. Rindmik koosneb 12 lülist, pügiidiumil on 4 eristatav lüli.

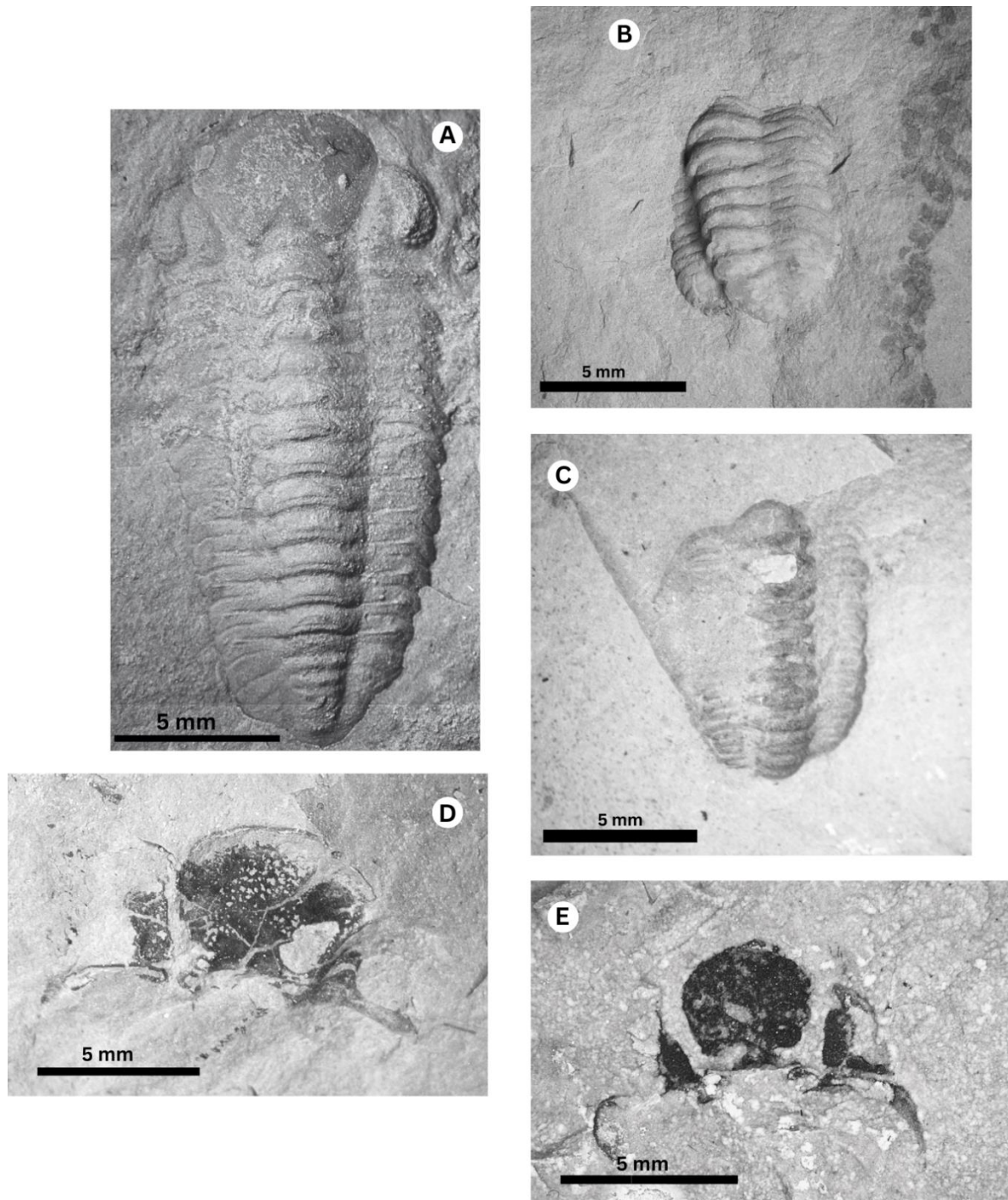
TUG 1858-2 (Joonis 4, pilt B) on trilobiit, kelle pea- ja sabakilp on settes. Settest on välja jäänud isendi selgmine rindmikuala, mis on u 6 mm lai ja 7,5 mm pikk. Näha on 9 teljelüli.

TUG 1858-3 (Joonis 4, pilt C) on trilobiit, kelle peakilp on settesse mattunud, näha on kuklasagar ja 12 telje- ning kerelüli. Trilobiidi sabakilp on settesse suunatud ja pole nähtaval. Nähtav osa on laiemast osast u 6 mm lai, kitseneb sabakilbi suunas u 5 mm peale ja on u 6 mm pikk.

TUG 1858-4 (Joonis 4, pilt D) ja TUG 1858-5 (Joonis 4, pilt E) on *Proetus* sp peakilbi sisevaated. Mõlemad fossiilid on 6–7 mm laiad ja 5–6 mm pikad.

Märkused. Perekond *Proetus* liike peetakse madalaveelisteks trilobiitideks, kes kohati võisid elada koguni rifitingimustes (Fortey & Owens, 1975). Wenlockist leitavad *P. osiliensis* ja *P. concinnus*

on sarnaselt Kalanast leitud fossiilidele paari sentimeetri pikkused (Liebermann, 1994). Devonist leitav *P. nemus* võis seevastu olla kuni 5 cm pikkune (Edgecombe & Wright, 2004). Männil (1997) kirjeldas *Proetus*'t kui Lõuna-Eestis sageli leitavaid fossiile. Samuti viitas perekond *Proetus*'e liigirikkuse kasvuperioodiks Llandovery-Wenlocki üleminekuajaga, kui varem domineerinud trilobiidid välja surid.



Joonis 4. *Proetus* (Steininger 1831): (A) tervikliku eksemplari selgmine vaade (TUG 1858-1); (B) osaliselt ümbriskivimist välja ulatuv eksemplar, näha on rindmik ja osaline sabakilp (TUG 1858-2); (C) osaliselt ümbriskivimis peituv eksemplar, näha rindmik (TUG 1858-3); (D) trilobiidi peakilbi sisevaade (TUG 1858-4); (E) halvemini säilinud trilobiidi peakilbi sisevaade (TUG 1858-5)

Selts Lichida Moore, 1959
Sugukond Lichidae Hawle & Corda, 1847
Perekond *Arctinurus* (Castelnau, 1843)
Arctinurus ? norvegicus Angelin, 1854

- 1854 *Lichas Norvegicus* Angelin, lk. 73, joonis 38:2
1937 *Trimerolichas' norvegicus* Warburg, lk. 212-217, joonised 1-4
1988 *Arctinurus? norvegicus* Thomas & Holloway, lk. 192, joonised 23-27

Joonised 6 ja 7, eksemplariid TUG 1858-6 kuni TUG 1858-14.

Tüüpliik *Arctinurus boltoni* (Biggsby, 1825)

Diagnoos. Suur trilobiit, täiskasvanud isendite pikkus võib olla kuni 30 cm. Peakilp lai ja tugevalt kaarduv, tugevate põseogadega. *Glabella* lai, eespool kitsenev, sageli selgelt segmenteeritud. Rindmik koosneb 11 lülist, millel on tugevad külgogad. Sabakilp suur, sageli radiaalsete ribidega.

Levik. Perekonda *Arctinurus* on kirjeldatud Põhja-Ameerikast: *A. boltoni* (Rochesteri kihistu, New Yorgi osariik (Tetreault, 1992)) ja *A. shallopensis* (Jupiteri kihistu, Anticosti saar, Kanada (Tripp, 1958, lk 578)). Euroopast on kirjeldatud *A. norvegicus* (Rootsi, Norra (Warburg, 1937, Angelin, 1854)). Rochesteri kihistust leitud *A. boltoni* on kirjeldatud Wenlocki ladestust (Tetreault, 1992; Bicknell, *et al.*, 2019). Anticosti saare Jupiteri kihistu *A. shallopensis* on kirjeldatud Aeroni-Telychi (Llandovery) vanustest kivimitest (Copper & Long, 1990).

Materjal. Kalanast on kokku leitud 9 erineva säilivusega eksemplari. Viis sabakilpi, millest kaks on rohkemal määral säilinud, ülejäänud poolenisti või vähem säilinud. Leitud on üks peakilp ja kolm fragmenti.

TUG 1858-6 (Joonis 5, pilt A) on perekonna *Arctinurus* sabakilp. Sabakilp on 7 cm lai ja 8 cm pikk. Fossiilil on näha 6 ümardunud sabaoga, ülejäänud on halvasti säilinud või kadunud. Sabalülide tipmised ogad on liigile omaselt ümardunud ja voolujoonelise kujuga.

TUG 1858-7 (Joonis 5, pilt B) on sabakilbi vasak pool. Fossiil on kõige laiemast kohast 3,2 cm lai ja u 6 cm pikk. Fossiilil on 6 halvasti säilinud lüli, mille vajelised vaod on kohati täiesti kadunud.

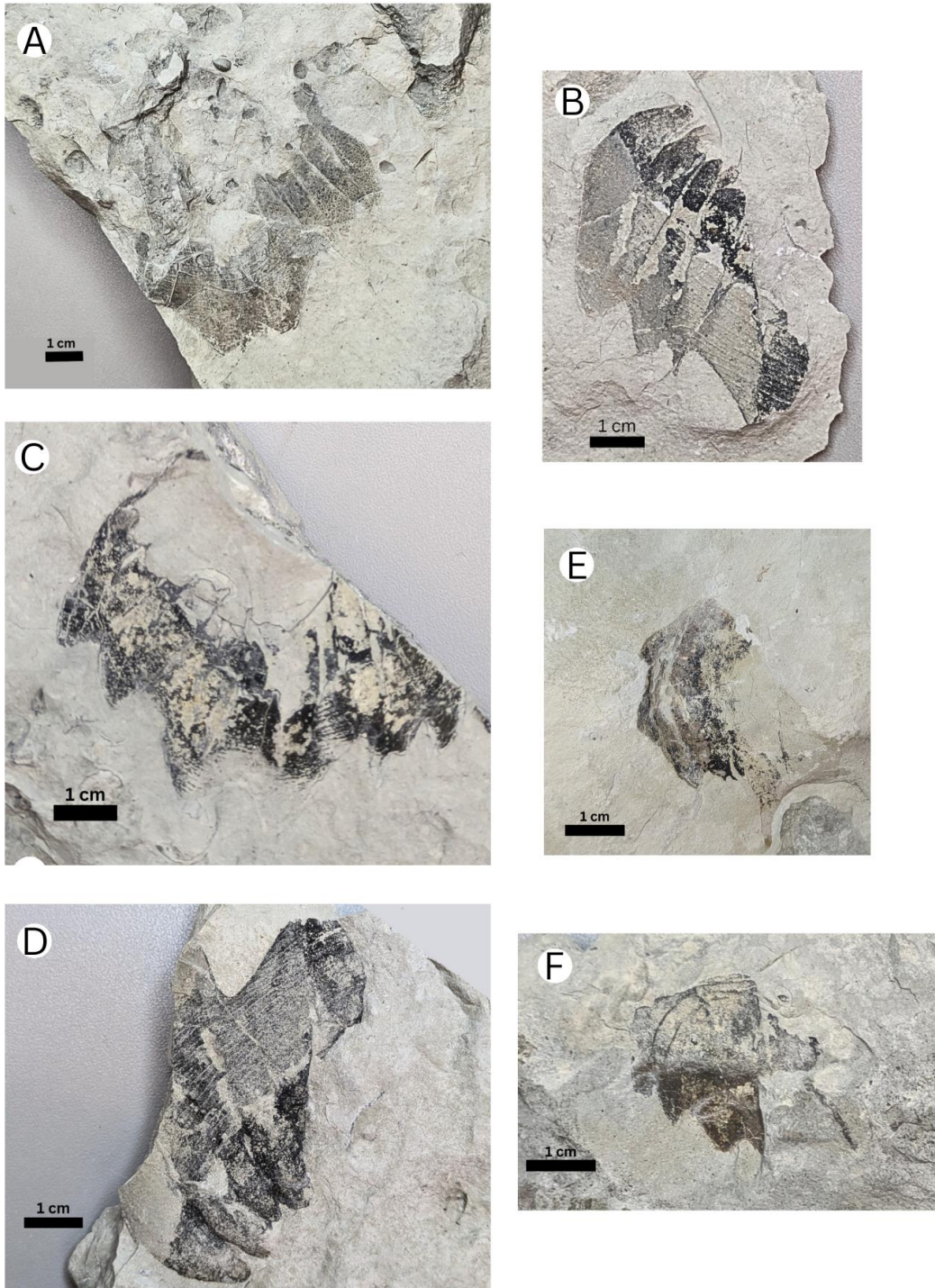
TUG 1858-8 (Joonis 5, pilt C) sabakilbi vasak pool, kus on säilinud ainult sabalülide otsad, sabakilbi keskosa on hävinud. Fossiil on 6 cm lai ja 5 cm pikk.

TUG 1858-9, TUG 1858-10, TUG 1858-11 (Joonis 5, pildid D-F) on erineva säilivusega fragmendid.

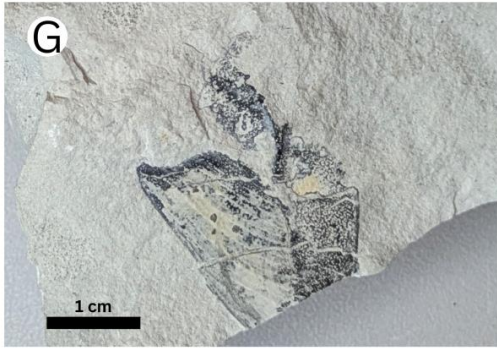
TUG 1858-12 (Joonis 6, pilt G) on sabakilbi osa, kus on näha kaks sabalüli. Fossiil on peaaegu 2 cm lai ja 2,5 cm pikk.

TUG 1858-13 ja TUG 1858-14 (Joonis 6, pildid H ja I) on leitud sama kivimtüki pealt, teineteisest 3 cm kauguselt. Sabakilbil (Joonis 6, pilt H) on näha 9 sabalüli ja sabakilbi keskosa. Sabakilp on 6 cm lai ja 5 cm pikk. Sabakilbi keskosa on 1,5 cm lai ja 2 cm pikk. Peakilbil (Joonis 6, pilt I) on näha kuklasagar ja silmavööndid, *glabella* on ümar.

Märkused. Kalanast on *A. norvegicus* leitud ainult fragmentidena. Fragmendid vastavad kirjeldustele *A. norvegicuse* kohta, kuid teatud määral sarnanevad ka lähedase liigi *A. boltoni* kirjeldustele ja piltidele. *A. boltoni* oli 15–20 cm (kuni 30 cm) pikad, nende pügiidiumid 4–6 cm (kohati 8 cm) pikad, Kalanast leitud sabakilp TUG 1858-6 (Joonis 5, pilt A) on samas suurusjärgus. Kalana *A. norvegicus* on Llanoverly vanusega kivimitest leitud, NY leitud *A. boltoni* jäävad Wenlocki ladestusse. *A. norvegicus*'e kohta avaldatud materjal on vähene, seega tuleb andmeid kõrvutada sarnase liigi *A. boltoni*'ga, keda peetakse bentiiliseks trilobiidiks (Tetreault, 1992), kes elasid soojades troopilistes vetes. Bicknell, *et al.*, 2019 hüpoteesi järgi võis osa leitud *A. boltoni* eksemplaridest olla suurema kiskja käest pääsenud, kuna fossiilidelt leitud vigastused võisid olla kisklusega seonduvad.



Joonis 5. *Arctinurus ? norvegicus* Angelin, 1854: (A) sabakilbi välisvalatis, teljeosa ei ole säilinud (TUG 1858-6); (B) sabakilbi välisvalatis, parem pool (TUG 1858-7); (C) sabakilp, keskosa ja osa lülisid ei ole säilinud (TUG 1858-8); (D) parem pool sabakilbist (TUG 1858-9); (E) juveniilse eksemplari sabakilbi fragment (TUG 1858-10); (F) juveniilse eksemplari sabakilp (TUG 1858-11)



Joonis 6. *Arctinurus ? norvegicus* Angelin, 1854: (G) sabakilbi tipmine osa, välisvalatis (TUG 1858-12); (H) sabakilp, näha sabakilbi keskosa ja pleuraalogad (TUG 1858-13); (I) trilobiidi osaline peakilp, näha lau- ehk palpebraalalad ja glabella (TUG 1858-14)

Selts Corynexochida Kobayashi, 1935

Alamselts Illaenina Jaanusson, 1959

Sugukond Illaenidae Hawle & Corda, 1847

Perekond *Stenopareia* Holm, 1886

Tüüpliik on *Stenopareia linnarssoni*, liigi nimetas Holm aastal 1886, kuid esialgu kirjeldas autor liigi kui *Illaeus linnarssoni* aastal 1882 (Bruton & Owen, 1988, lk 254). Holm kirjeldas *Stenopareia* fossiile Boda lubjakivist, Siljani piirkonnast (Rootsi) (Owen & Bruton, 1980, lk 15), Boda lubjakivi on dateeritud Hilis-Ordoviitsiumi (Eestis korreleeritav Pirgu-Porkuni lademetega) vanuseks (Ebbestad, et al., 2014).

Diagnoos. Peakilp on ümar, ovaalne. *Glabella* on lai ja kumer. Silmad on peakilbist kõrgemal, põskedele lähemal kui peakilbi keskosale. Eesmisel servakilbisel paralleelselt jooksvad jooned, ala kumer. Rindmik koosneb 8–10 lülist. Sabakilp suur ja vähe eristavate detailidega. Sabakilp on enamasti peakilbiga võrdse suurusega.

Levik. *Stenopareia sp* fossiile on leitud Ashgilli vanustest kivimitest Kanadas, kus moodustus *Stenopareia* fauna (Lespérance, 1968). Tšehhist on neid leitud Sandby vanustest kivimitest (Libeň kihistu) (Havlíček & Vaněk, 1964). *S. borealica* fossiile on leitud Taimõri poolsaarelt, Põhja-Siberist Hilis-Ordoviitsiumi kivimitest (Ebbestad & Fortey, 2020). Ühe Lespérance (1988) töö järgi võib *Stenopareia sp* trilobiite leida White Headi kihistust (Quebec, Kanada), mille dateerimine on keeruline, kuid arvatakse olevat Telychi vanuseline (Lesperance, 1988, lk 240-241). Vara-Siluri kivimitest on *Stenopareia* leide näiteks Kanadast (Ludvigsen & Tripp, 1990) ja Wenlocki kivimitest USAst (Holloway, 1980). Norrast on liiki *Stenopareia glaber* kirjeldanud Bruton ja Owen Oslo, Bærumi ja Askeri piirkondadest (Owen & Bruton, 1980) Eestis on eMaapõu (2024) andmetel on perekond *Stenopareia* trilobiite leitud Ülem-Ordoviitsiumi Katy ja Hirnanti lademetest ning Silurist Juuru ja Jaani regionaalsetest lademetest.

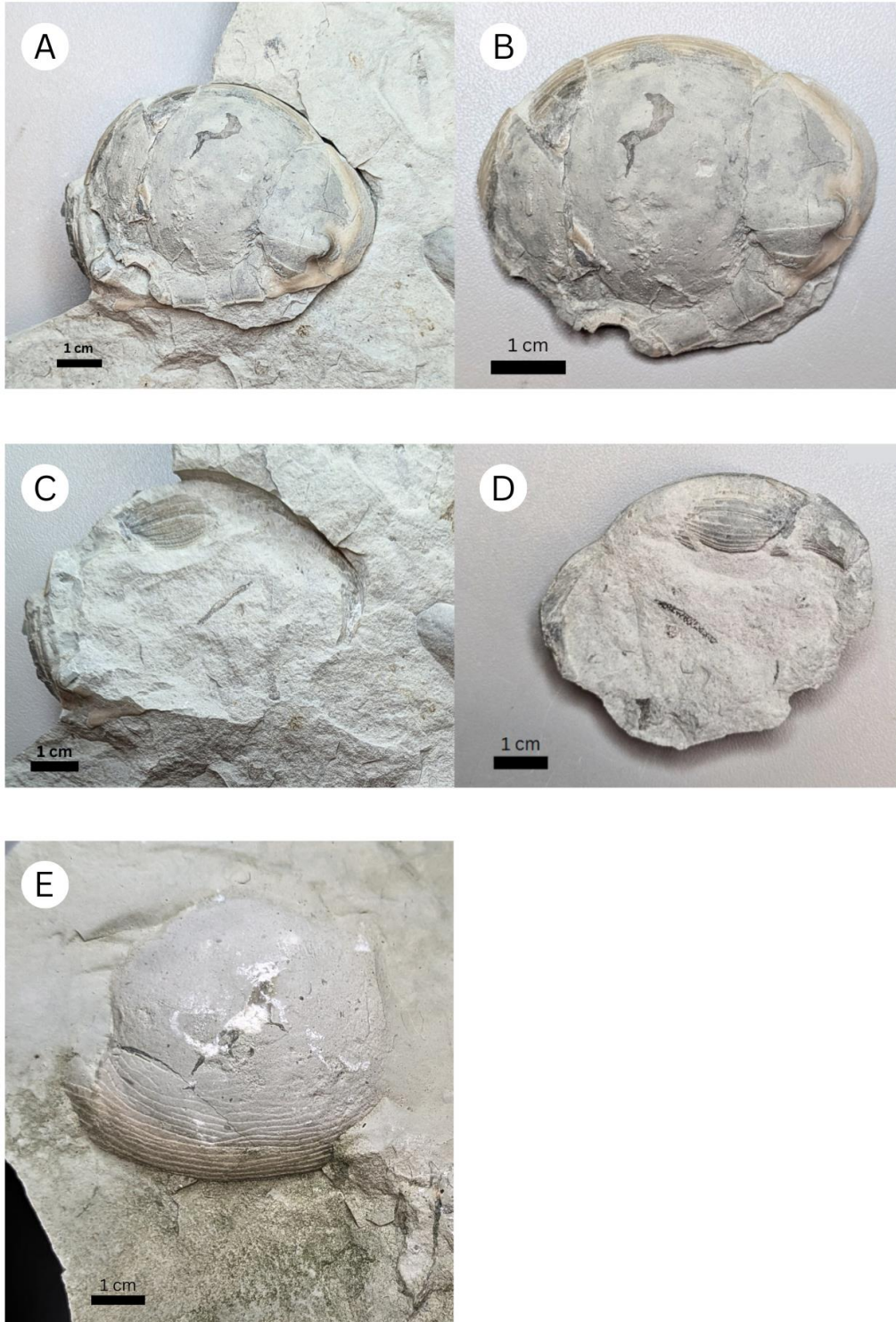
Stenopareia sp.

Materjal. Kalanast on leitud kaks peakilpi.

TUG 1858-15 on peakilp (Joonis 7, pildid A-D), mis on allolevast settekimist eraldunud ning paljastab peakilbi all oleva hüpostoomi. Peakilp on 5 cm lai ja 4 cm pikk. Fossiilil on näha eesmine servakilbis, silmavööndid ja *glabella*. Peakilbi all on jooneline skulptuuriga hüpostoom, mis on u 2 cm lai ja 1 cm pikk. Ümbriskivimis on hüpostoomi jäljend (Joonis 7, pilt C).

TUG 1858-16 (Joonis 7, pilt E) peakilp, näha on eesmine serviskilbis ja *glabella*.

Märkused. Perekond *Stenopareia* liike on peetud veekogu põhjas elavateks suspensioonitoidulisteks trilobiitideks (Bruthansová, 2002). Sellise toitumisviisiga isendeid on tihti seostatud nägemisvõime kaotamisega (Fortey, 2014). Praha basseinis on sugukond Illaenidae esindajaid leitud nii madalaveelistes kui ka sügavaveelistes setetes (Bruthansová, 2002). Perekond *Stenopareia* liigid on erineva kasvuga, *Stenopareia avus*'e peakilp on keskmiselt 2–4 cm laiune, *S. borealica* peakilp võib olla 5 cm laiune (Ebberstad & Fortey, 2020).



Joonis 7. *Stenopareia* Holm, 1886: pildid A–D üks fossiil (TUG 1858-15) eri vaadetes, (A) peakilp leidmishetke asendis; (B) peakilp pealtvaates; (C) kivimisse jäänud jäljend, näha *Stenopareia* hüpostoomi jäljend; (D) peakilp altvaates, näha hüpostoom; (E) peakilp (TUG 1858-16), näha eesmine servakilbis

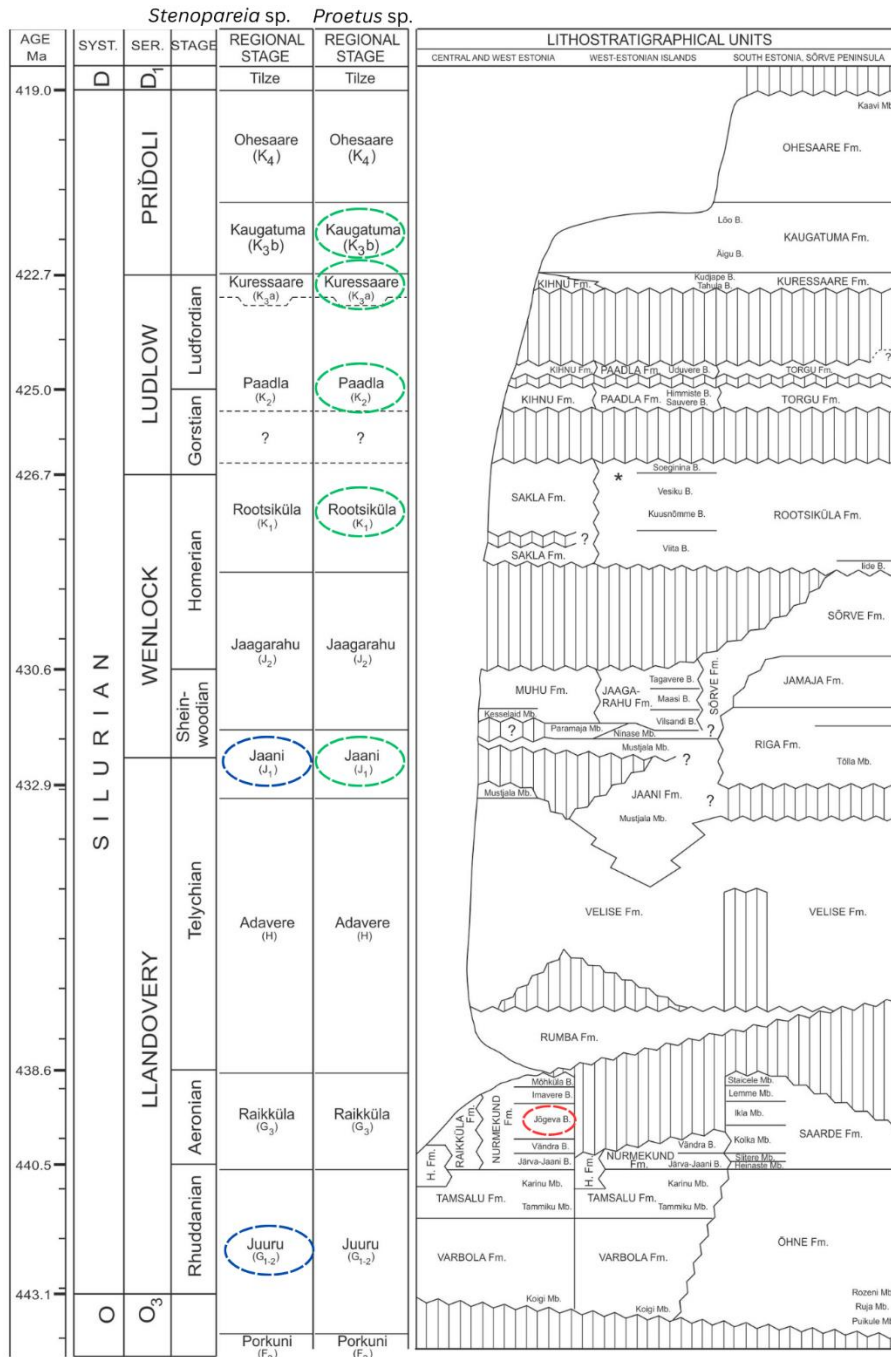
Arutelu

Kalana *Lagertsätte*'st leiti kolme trilobiidiliigi fossiilid: *Arctinurus ? norvegicus*, *Proetus* sp. ja *Stenopareia* sp. *A. norvegicus* leide ei ole varem Eestist dokumenteeritud. *Stenopareia* fossiile on Silurist leitud ainult Juuru ja Jaani lademetest (Lisa 3). Reet Männil (1997) on *Proetus* sp. leide Raikküla lademes pidanud võimalikuks (Lisa 3: Tabel 2 märgitud kui '?'), kuid kindlaid määranguid seni dokumenteeritud pole. See tähendab, et kõiki kolme töös mainitud liiki ei ole varem Eestis sellelt tasemelt kirjeldatud ning kohati ei ole neid ka Baltica palaeokontinendilt sellelt tasemelt kirjeldatud. *Proetus* sp. trilobiitide kohta saab öelda, et kõik siiani Eestis sellest perekonnast leitud ja kirjeldatud fossiilid on nooremad kui Kalana fossiilid.

Silurist on perekonna *Proetus* liike leitud viiest lademest kokku 168 eksemplari (Lisa 3: Tabel 3). Kaugatuma lademes on leitud *P. conspersus* ja *P. nieszowskii* fossiile. Kuressaare lademest on leitud *P. conspersus*, *P. kuressaarensis* ja *P. scalicus* fossiile. Paadla lademest on leitud *P. pulcher* fossiile. Rootsiküla lademetest on leitud üldise määranguga *Proetus* fossiile. Jaani lademest on leitud *P. concinnus*, *P. concinnus osiliensis* ja *P. ramisulcatus* fossiile. Nüüd saab sellesse nimekirja lisada Raikküla lademesse Kalana *Lagerstätte*'st leitud kolm tervet *Proetus* sp. fossiili ja kaks peakilbi sisevaadet (Joonis 4). *Stenopareia* sp. fossiile Siluri vanustest kivimitest on leitud vähe, Jaani lademest on siiani leitud üks *Stenopareia* sp. eksemplar ja Juuru lademest on leitud 15 *Stenopareia* sp. fossiili kuuest eri leiukohast (Lisa 3: Tabel 3) (Joonis 8)

Kalana *Lagerstätte* elukeskkonda on uuritud peaaegu 20 aastat. Lisaks karbonaatkivimite põhjal keskkonna tõlgendamisele on Kalana iseloomustamiseks kasutatud vetikafossiile ja muid *Lagerstätte*'st leitud fossiile. Vetikafossiilide nagu näiteks *Kalania pusilla* ja normaalmereliste fossiilileidude põhjal on Kalanat kirjeldatud kui sooja, troopilist ja madalaveelist keskkonda (Mastik, 2019). Lisaks sellele on Kalanast leitud eurüpteriidide fossiile, mille põhjal saab eurüpteriidileidudega kihte lugeda laguuniseteks (Pelska, 2023). Eesti kontekstis on Kalana *Lagerstätte* harukordne, kuna ühes leiukohas, kuigi eri tasemetelt, saab kirjeldada nii trilobiidifossiile kui ka eurüpteriide. *Proetus* sp. trilobiite on tõlgendatud kui madalas vees elavaid loomi ning lisaks on mainitud, et nad elasid kohati riffide vahetus läheduses (Fortey & Owens, 1975). *A. norvegicus*'e kohta ei ole palju informatsiooni, kuid tema lähedase liigi *A. boltoni* kohta on öeldud, et ka tema elas soojades troopilistes veekogudes (Tetreault, 1992). *Stenopareia* sp. oli veekogu põhjas elanud trilobiit, kes oma toitumisharjumuste tõttu eelistas madala vee-energiaga

keskkondi (Bruthansová, 2002). Kalanast ei ole varem trilobiitide fossiile määratud, kuid antud töös kirjeldatud trilobiidid toetavad varasemates töödes kirjeldatud elukeskkonna tõlgendusi.



Joonis 8. Eesti Siluri stratigraafia (Männik, 2024) muudetud kujul. Siniste ringidega on kujutatud lademed *Stenopareia* sp. leidudega geandmebaasi põhjal, rohelisega märgitud lademed *Proetus* sp. leidudega. Punasega märgitud Kalana Lagerstätte leiukoht.

Kokkuvõte

E. von Eichwaldi 1825. aasta tööst Ingeri- ja Baltimaa trilobiitidest on sellel aastal möödunud 200 aastat. Selle aja jooksul on Eestis uuritud ja kirjeldatud trilobiite läbi viie ladestu, Kambriumist Devonini. Kambriumist on siiani leitud kolme eri seltsi liike, Ordoviitsiumist on leitud seitsme eri seltsi trilobiite, Silurist neli ja Devonist ühest seltsist trilobiite. Antud töö käigus kirjeldati Raikküla lademest kolm liiki trilobiite erinevatest seltsidest: *Proetus* sp., *Stenopareia* sp. ja *Arctinurus ? norvegicus*.

Töös kirjeldati ja määrati kuueteistkümne trilobiidi fossiilid. Kirjeldati viis *Proetus* sp. fossiili, kolm neist tervelt säilinud kehafossiilid ja kaks peakilbi sisevaadet (Joonis 4). Trilobiidi *A. norvegicus* fossiilid olid fragmendid, osa neist sabakilbi fragmendid ning üks peakilp (Joonised 6-7). *Stenopareia* sp. eksemplaridena kirjeldati kaks peakilpi, ühel neist oli säilinud ka hüpostoom (Joonis 7). Varem ei ole sellelt tasemelt ega leiukohast trilobiite kirjeldatud ning *A. norvegicus*'e fossiile ei ole Eestis varem kirjeldatud. Perekonna *Proetus* trilobiite on Eestis leitud Siluri noorematest kivimitest: Kaugatuma, Kuressaare, Paadla, Rootsiküla ja Jaani lademetest. Andmebaasi eMaapõu on kantud kaheksa eri liiki: *Proetus nieszowskii*, *P. conspersus*, *P. pulcher*, *P. concinnus*, *P. kuressaarensis*, *P. scalicus*, *P. concinnus osiliensis* ja *P. ramisulcatus*. Perekonna *Stenopareia* trilobiite on kirjeldatud alla paarikümne isendi Juuru ja Jaani lademetest.

Kalana *Lagerstätte* keskkonda on varem rekonstrueeritud kui troopilist madalaveelist basseini (Mastik, 2019), mis kohati muutus laguuniks, kus elasid ka eurüpteriidid (Pelska, 2023). Töös kirjeldatud trilobiite on varasemalt iseloomustatud kui soojas ja madalaveelises keskkonnas elavaid liike. Sellise iseloomustuse kohaselt sobivad antud trilobiidid varasemalt püstitatud hüpoteesiga Siluri elukeskkonnast Kalanas.

Trilobites from Kalana: stratigraphic and palaeoecological context

Jane Pelska

Summary

Two hundred years have passed since E. von Eichwald's 1825 study on trilobites from Ingria and the Baltic region. During this time, trilobites in Estonia have been studied and described across five geological periods - from the Cambrian to the Devonian. From the Cambrian, species from three different orders have been discovered, from the Ordovician, species from seven orders; from the Silurian four orders and from the Devonian, trilobites from one order.

In this particular study, three trilobite species from different genus were described from the Raikküla stage: *Proetus* sp., *Stenopareia* sp., and *Arctinurus ? norvegicus*.

A total of sixteen trilobite fossils were described and identified. Five fossils of *Proetus* sp. were described - three of them three-dimensionally preserved specimens and two internal views of the cephalon (Figure 5). The fossils of *A. norvegicus* were fragments, including parts of pygidia and one cephalon (Figures 6–7). For *Stenopareia* sp., two cephalons were described, one of which had a preserved hypostome (Figure 8). Previously, no trilobites had been described from this stratigraphic level or locality and *A. norvegicus* fossils had not been documented in Estonia before.

Trilobites of the genus *Proetus* have been found in younger Silurian rocks in Estonia - in the Kaugatuma, Kuressaare, Paadla, Rootsiküla, and Jaani formations. The eMaapõu database includes eight different species: *Proetus nieszowskii*, *P. conspersus*, *P. pulcher*, *P. concinnus*, *P. kuressaarensis*, *P. scalicus*, *P. concinnus osiliensis*, and *P. ramisulcatus*. Fewer than twenty specimens of the genus *Stenopareia* have been described from the Juuru and Jaani formations.

The Kalana *Lagerstätte* has previously been reconstructed as a tropical shallow marine basin (Mastik, 2019), occasionally transforming into a lagoon environment inhabited by eurypterids (Pelska, 2023). The trilobites described in this study have previously been characterized as species inhabiting warm, shallow-water environments. This characterization supports the previously proposed hypothesis regarding the Silurian marine environment in Kalana.

Tänuavaldused

Täna oma kannatlikku ja toetavat juhendajat, kes oli alati kättesaadav. Lisaks täna kõiki õppejõude, kes on viimase viie aasta jooksul mulle geoloogiast ja paleontoloogiast teadmisi edasi andnud.

Kasutatud kirjandus

- Adrain, J. M., 2011. Class Trilobita Walch, 1771. *Zootaxa*, Köide 3148, pp. 104-109.
- Ainsaar, L., Tinn, O., Männik, P. & Meidla, T., 2014. Stop B1: Kalana quarry. rmt.: *4th Annual Meeting of IGCP 591, Estonia, 2014*. s.l.:s.n., pp. 174-177.
- Ausich, W., Wilson, M. A. & Tinn, O., 2019. Kalana Lagerstätte crinoids: Early Silurian (Llandovery) of central Estonia. *Journal of Paleontology*.
- Bault, V. et al., 2023. Rise and fall of the phacopids: the morphological history of a successful trilobite family.. *Palaeontology*, Köide 66.
- Benton, M. & Harper, D., 1997. Trilobite morphology. rmt.: *Basic palaeontology*. s.l.:s.n., pp. 159-160.
- Bergström, J., 1997. Proetida - a disorderly order of trilobites. *Lethaia*, pp. 95-105.
- Bicknell, R. D., Paterson, J. R. & Hopkins, M. J., 2019. A trilobite cluster from the Silurian Rochester Shale of New York: predation patterns and possible defensive behavior. *American Museum Novitates*, pp. 1-16.
- Bicknell, R. D., Paterson, J. R. & Hopkins, M. J., 2019. A Trilobite Cluster from the Silurian Rochester Shale of New York: Predation Patterns and Possible Defensive Behavior. *American Museum Novitates*, pp. 1-16.
- Biggsby, J. J., 1825. Description of a new species of trilobite. *Journal of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*, pp. 365-368.
- Brezinski, D. K., 1992. Permian trilobites from West Texas. *Journal of Paleontology* , Köide 66, pp. 924-943.
- Bruthansová, J., 2002. The trilobite Family Illaenidae Hawle et Corda, 1847 from the Ordovician of the Prague Basin (Czech Republic). *Earth and Environmental Science Transactions of the Royal Society of Edinburgh*, pp. 167-190.
- Bruton, D. L. & Owen, A. W., 1988. *Stenopareia linnarssoni* (Holm, 1882). *Norsk Geologisk Tidsskrift*, p. 254.
- Copper, P. & Long, D. G. F., 1990. Stratigraphic revision of the Jupiter Formation, Anticosti Island, Canada: A major reference section above the Ordovician-Silurian boundary. *Newsletters on Stratigraphy*, pp. 11-36.
- Cotton, T. J. & Fortey, R. A., 2005. Comparative morphology and relationships of the Agnostida. *Crustacean Issues*, pp. 95-136.
- Crônier, C., Bignon, A. & François, A., 2011. Morphological and ontogenetic criteria for defining a trilobite species: the example of Siluro-Devonian Phacopidae.. *Comptes Rendus Palevol*, Issue 10, pp. 143-153.

da Costa, E. M., 1753. A Letter from Mr. Emanuel Mendez Da Costa, F. R. S. to the Rev. Thomas Birch, D. D. Sec. R. S. Concerning the Fossil, Found at Dudley in Staffordshire, and Described in the Phil. Trans. N. 496.. *Philosophical Transactions*.

Dobzhansky, T., 1937. Genetics and the origin of species. New York: *Columbia University Press*.

Ebberstad, J.-O. R. & Fortey, R. A., 2020. Late Ordovician trilobites from the Taimyr Peninsula, Arctic Russia. *Journal of Systematic Palaeontology*, Köide 18, pp. 1-135.

Ebbestad, J.-O.R. et al., 2014. Chemostratigraphy and age of the Boda Limestone (Siljan, Sweden), s.l.: *4th Annual Meeting of IGCP 591, Estonia*.

Edgecombe, G. D. & Wright, A. J., 2004. Silicified early devonian trilobites from Brogans Creek, New South Wales. *Faculty of Science, Medicine and Health -Papers: part A*, pp. 177-188.

Eichwald, E., 1825. Geognostico-zoologicae per Ingriam marisque Baltici provincias; nec non de Trilobitis observationes. s.l.:*Typis Universitatis Caesareis*.

Eichwald, E., 1840. rmt:: Ueber das silurische Schichtensystem in Esthland. s.l.:*Medizinischen Akademie*, pp. 22-27.

eMaapõu, 2024. Trilobiitide eksemplarid. [Võrgumaterjal]
Kättesaadav: <https://geoloogia.info/search/specimens?q=trilobiit>

Enay, R., 1990. The Trilobites. rmt:: *Paleontology of Invertebrates*. s.l.:Springer-Verlag, pp. 145-160.

Fortey, R., 2014. The palaeoecology of trilobites. *Journal of Zoology*, Köide 29, pp. 221-303.

Fortey, R. A., 1997. Classification.. rmt:: *Treatise on Invertebrate Paleontology, Part O, Arthropoda 1, Trilobita, revised*. s.l.:s.n., pp. 297-302.

Fortey, R. A. & Owens, R. M., 1975. Proetida - a new order of trilobites. *Lethaia*, pp. 227-239.

fossiilid.info, *alamhõimkond* *Trilobita*. [Võrgumaterjal]
Kättesaadav:https://fossiilid.info/et/49?mode=in_baltoscandia
[Kasutatud 24. märts 2025].

Giribet, G. & Edgecombe, G. D., 2019. The phylogeny and evolutionary history of arthropods. *Current Biology*, 29(12), pp. R592-R603.

Gon III, S. M., 2009. *Pictorial guide to the orders of trilobites*. s.l.:s.n.

Guitor, S., 2016. *Kalana lagerstätte makrofauna analüüs*, s.l.: s.n.

Havlíček, V. & Vaněk, J., 1964. The Biostratigraphy of the Ordovician of Bohemia. *Sborník Geologických Věd, Paleontologie*, Köide 8, pp. 7-69.

Hegna, T. A., Martin, M. J. & Darroch, S. A., 2017. Pyritized in situ trilobite eggs from the Ordovician of New York. *Geology*, pp. 199-202.

- Hessler, R. R., 1965. Lower Mississippian Trilobites of the Family Proetidae in the United States, Part II. *Journal of Paleontology*, Köide 39, pp. 248-264.
- Holloway, D. J., 1980. Middle Silurian trilobites from Arkansas and Oklahoma, USA. Order Corynexochida. *Palaeontographica*.
- Hughes, N. C., 2007. The evolution of trilobite body patterning. rmt.: *Annu. Rev. Earth Planet. Sci.* 35, no. 1. s.l.:s.n., pp. 401-434.
- Jaanusson, V., 1953. Untersuchungen über baltoskandische Asaphiden I. Revision der mittordovizischen Asaphiden des Siljan-Gebietes in Dalarna. *Arkiv för Mineralogi och Geologi*, p. 377–464.
- Jaanusson, V., 1975. Evolutionary processes leading to the trilobite suborder Phacopina. *Fossils and Strata*, Köide 4, p. 209–218.
- Kobayashi, 1934. Genus LEIOSTEGIOIDES, new genus.. rmt.: *Journal of the faculty of science*. Tokyo: Imperial University of Tokyo, p. 540.
- Kraft, P. et al., 2023. Uniquely preserved gut contents illuminate trilobite palaeophysiology.. *Nature*, pp. 545-551.
- Lamsdell, J. C. S. P. A., 2015. Phylogenetic support for the monophyly of proetide trilobites. *Lethaia*, pp. 375-386.
- Lespérance, P. J., 1968. Ordovician and Silurian Trilobite Faunas of the White Head Formation, Percé Region, Québec. *Journal of Paleontology*, Köide 42, pp. 811-826.
- Lesperance, P. J., 1988. Perce, Quebec, Canada. *Bulletin of the British Museum (Natural History), Geology*, pp. 239-245.
- Lhwyd, E., 1698. IV. Part of a letter from Mr. Edw. Lhwyd to Dr. Martin Lister, Fell. of the Coll. of Phys. and R. S. concerning several regularly figured stones lately found by him.. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London Volume 20, Issue 243*, 31 august, pp. 279-280.
- Liebermann, B. S., 1994. Systematic Paleontology of Taxa Used in Phylogenetic Analysis of the Proetinae. rmt.: *Evolution of the trilobite subfamily Proetinae Salter, 1864, and the origin, diversification, evolutionary affinity, and extinction of the Middle Devonian proetid fauna of eastern North America*. s.l.:s.n., pp. 20-24.
- Ludvigsen, R. & Tripp, R. P., 1990. Silurian Trilobites from the Northern Yukon Territory. *Life Science Contribution, Royal Ontario Museum* , Köide 153, pp. 1-59.
- Lytteelton, C. & Folkes, M., 1750. XIV. A letter from the Rev. Charles Lyttelton LL. D. and F. R. S. Dean of Exeter to the President, concerning a non- descript petrified insect.. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 31. detsember, pp. 598-600.
- Männik, P., Tinn, O., Loydell, D. K. & Ainsaar, L., 2016. Age of the Kalana Lagerstätte, early Silurian, Estonia. *Estonian Journal of Earth Sciences*, pp. 105-114.

- Männil, R., 1992. Trilobite Faunal Chagnes In The East Baltic Silurian. *Proceedings of the Estonian Academy of Sciences. Geology*, pp. 198-204.
- Männil, R., 1997. Evolution of life during the Vendian - Devonian. rmt.: *Geology and Mineral Resources of Estonia*. s.l.:Estonian Academy Publishers, p. 239.
- Männil, R. M., 1958. ТРИЛОБИТЫ СЕМЕЙСТВ CHEIRURIDAE И ENCRINURIDAE ИЗ ЭСТОНИИ. *ENSV TEADUSTE AKADEEMIA GEOLOGIA INSTITUUDI UURIMUSED III*, pp. 165-212.
- Mastik, V. (5.. juuli 2016. a.). *Kalana karjäär kui geoloogide kullaauk*. Allikas: Eesti Geoloog: <https://eestigeoloog.ee/kategooriad/teadusgeoloogia/kalana-karjaar-kui-geoloogide-kullaauk>
- Mastik, V., 2019. Silurian noncalcified macroscopic algal fossils from the Kalana Lagerstätte, Estonia, Tartu
- Mastik, V. & Tinn, O., 2015. New dasycladalean algal species from the Kalana Lagerstätte (Silurian, Estonia). *Journal of Paleontology*, Köide 89.
- Mastik, V. & Tinn, O., 2017. *Leveilleites hartnageli* Foerste 1923 (Rhodophyta?) from the Ordovician and Silurian of Laurentia and Baltica: redescription and designation of a neotype. *Palaeoworld*.
- Mayr, E., 1942. Speciation phenomena in birds. *American Naturalist*, pp. 249-278.
- Moysiuk, J. & Caron, J. B., 2019. Burgess Shale fossils shed light on the agnostid problem. *The Royal Society*, 16 jaanuar.
- Nieszkowski, J., 1857. Einleitung. rmt.: *Versuch einer Monographie der in den silurischen Schichten der Ostseeprovinzen vorkommenden Trilobiten*. Tartu: s.n., pp. 3-5.
- Nieszkowski, J., 1859. Zusätze zur Monographie der Trilobiten der Ostseeprovinzen, nebst der Beschreibung einiger neuen obersilurischen Crustaceen. *Archiv für die Naturkunde Liv-, Ehst- und Kurlands*, Köide 2, pp. 345-384.
- Öpik, A., 1937. Trilobiten aus Estland. *Tartu Ülikooli Geoloogia Instituudi Toimetused*, Köide 52, pp. 1-163.
- Owen, A. W. & Bruton, D. L., 1980. Late Caradoc–early Ashgill trilobites of the central Oslo Region, Norway. Oslo: *Paleontological Contributions from the University of Oslo*. No. 245 .
- Owen, A. W., Harper, D. A. T. & Rong, J., 1991. Hirnantian trilobites and brachiopods in space and time. rmt.: *Advances in Ordovician geology*. s.l.:Geological survey of Canada, pp. 179-190.
- Owens, R. M., 1973. British Ordovician and Silurian Proetidae (Trilobita). *Monographs of the Palaeontographical Society*, p. 84.
- Pander, C. H., 1830. *Beiträge zur Geognosie des Russischen Reiches*. St. Peterburg: Karl Kray.

Paterson, J., 2020. The trouble with trilobites: classification, phylogeny and the cryptogenesis problem.. *Geological Magazine*, pp. 35-46.

Pelska, J., 2023. Eurüpteriidid Eestis: stratigraafiline ja geograafiline levik ning taksonoomia, Tartu.

Rõõmusoks, A., 1986. Oculichasmops - a new genus of the trilobite subfamily Chasmopinae. *Eesti NSV Teaduste Akadeemia Toimetised*, Köide 35, pp. 156-159.

Schmidt, F., 1881. Ostbaltischen Silurischen Trilobiten. rmt.: *Revision der ostbaltischen silurischen Trilobiten nebst geognostischer Übersicht des ostbaltischen Silurgebiets. Abt. I. Phacopiden, Cheiruriden und Encrinuriden*. s.l.:Mémoires de l'Académie Impériale des Sciences de St.-Petersbourg, p. 50.

Schmidt, F., 1881. Revision der ostbaltischen silurischen Trilobiten nebst geognostischer Übersicht des ostbaltischen Silurgebiets. *Mémoires de l'Académie Impériale des Sciences de St.-Petersbourg*, Köide 30, pp. 1-237.

Schmidt, F., 1882. Soobšenie o rezul'tatah izučeniâ tilobitov gruppy Encrinuridae.. *Trudy St. Peterburgskovo obshestva esteistvoispytateli*, 12, pp. 145-147.

Schmidt, F., 1883. Nachtrag zur Monographie der russischen silurischen Leperditien.. *Miscellanea Silurica III*, 31, pp. 4-27.

Schmidt, F., 1885. Revision der ostbaltischen silurischen Trilobiten. Abt. II. Acidaspiden und Lichiden. *Mémoires de l'Académie Impériale des Sciences de St.-Petersbourg*, pp. 1-127.

Schmidt, F., 1886. Über einige neue ostsibirische Trilobiten und verwandte Thierformen. *Bulletin de l'Académie impériale des sciences de St.-Petersbourg*, pp. 501-512.

Schmidt, F., 1888. Eine neuentdeckte unterkambrische Fauna in Estland. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie. Abhandlungen*, pp. 71-73.

Schmidt, F., 1894. Revision der ostbaltischen silurischen Trilobiten. Abt. IV. Calymmeniden, Proetiden, Bronteiden, Harpediden, Trinucleiden, Remopleuriden und Agnostiden. *Mémoires de l'Académie Impériale des Sciences de St.-Petersbourg*, pp. 1-93.

Schmidt, F., 1898. Revision der ostbaltischen silurischen Trilobiten. Abt. V. Asaphiden. Lief I. *Mémoires de l'Académie Impériale des Sciences de St.-Petersbourg*, pp. 6-46.

Schmidt, F., 1901. Revision der ostbaltischen silurischen Trilobiten. Abt. V. Asaphiden. Lief. II. Die Gattungen Asaphus sens. str., Onchometopus, Isotelus und Niobe enthaltend. *Mémoires de l'Académie Impériale des Sciences de St.-Petersbourg*, pp. 1-113.

Schmidt, F., 1904. Über die neue Merostomenform *Stylonurus* (?) *Simonsoni* aus dem Obersilur von Rotziküll auf Oesel. *Bull. Sci. Acad. Imp. Sci. Saint-Petersbourg*, pp. 99-105.

Schmidt, F., 1906. Revision der ostbaltischen silurischen Trilobiten. Abt. V. Asaphiden. Lief IV. Enthaltend die Gattung *Megalaspis*. *Mémoires de l'Académie Impériale des Sciences de St.-Petersbourg*, pp. 1-62.

Schmidt, F., 1907. Revision der ostbaltischen silurischen Trilobiten. Abt. VI. Allgemeine Übersicht mit Nachträgen und Verbesserungen. *Mémoires de l'Académie Impériale des Sciences de St.-Petersbourg*, pp. 1-104.

Schmidt, F., 1930 . Gliederung, Korrelation und Biostratigraphie des estländischen (resp. ostbaltischen) Ordoviziums.. rmt.: *Acta et commentationes. Mathematica, Physica, Medica XVII*. Tartu: Eesti Vabariigi Tartu Ülikooli Toimetused, p. 49.

Tetreault, D. K., 1992. Paleocologic implications of epibionts on the Silurian lichid trilobite *Arctinurus*. *The Paleontological Society Special Publications*, p. 289.

The Paleobiology Database, *Trilobita*. [Võrgumaterjal]
Kättesaadav: https://paleobiodb.org/classic/checkTaxonInfo?taxon_no=19100&is_real_user=1
[Kasutatud 15. mai 2025].

Tinn, O. et al., 2015. *The Kalana Lagerstätte: puzzling biota among familiar fossils*, Liège.

Tinn, O. et al., 2021. A demineralized osteostracan fossil from the Silurian Kalana Lagerstätte of Estonia: revealing its internal anatomy and uncovering a unique type of fossilization. *Lethaia*, oktoober.

Tinn, O. & Märss, V., 2018. The earliest osteostracan *Kalanaspis delectabilis* gen. et sp. nov. from the mid-Aeronian (mid-Llandovery, lower Silurian) of Estonia. *Journal of Vertebrate Paleontology*.

Tinn, O., Mastik, V., Ainsaar, L. & Meidla, T., 2015. *Kalania pusilla*, an exceptionally preserved non-calcified alga from the lower Silurian (Aeronian, Llandovery) of Estonia. *Palaeoworld*, Köide 24.

Tinn, O., Meidla, T., Ainsaar, L. & Pani, T., 2009. Thallophtytic algal flora from a new Silurian Lagerstätte. *Estonian Journal of Earth Sciences*, pp. 39-42.

Tripp, R. P., 1958. Stratigraphical and Geographical Distribution of the Named Species of the Trilobite Superfamily Lichacea. *Journal of Paleontology*, Köide 32, pp. 574-582.

Truuver, K., 2009. Skolekodondid Kalana karjääris.

Whittington, H. B., 1957. The ontogeny of trilobites. *Biological Reviews*, pp. 421-467.

Lisa 1

Tabel 1. Trilobiitide süstemaatika, Fortey (1997) ja Adrain (2011) põhjal

| selts | alamselts | ülemsugukond | sugukond |
|---------------|---------------|---------------|---|
| Asaphida | | Asaphoidea | Asaphidae Ceratopygidae Dikelocephalinidae Remopleurididae |
| | | Cyclopygoidea | Cyclopygidae Nileidae |
| | | Trinucleoidea | Alsataspididae Dionididae Raphiophoridae Trinucleidae |
| Corynexochida | Corynexochina | | Dinesidae Dorypygidae |
| | Illaenina | | Illaenidae Panderiidae Phillipsinellidae Styginidae |
| | Leiostegiina | | Leiostegiidae |
| Librostoma | Harpetida | | Harpetidae |
| Lichida | | | Lichakephalida Lichidae Odontopleuridae |
| Olenida | | | Aphelaspidae Idahoidea Parabolinoidea |
| Phacopida | | | |

| | | |
|------------------|--------------------|--|
| Calymenina | | Bathycheilidae Calymenidae Homalonotidae Pharostomatidae |
| Cheirurina | | Cheiruridae Encrinuridae Pilekiidae Pliomeridae Staurocephalidae |
| Phacopina | | Acastidae Dalmanitidae Diaphanometopidae Phacopidae Pterygometopidae |
| Proetida | | |
| Aulacopleuroidea | | Aulacopleuridae Rorringtoniidae Scharyiidae |
| Bathyroidea | | Bathyruridae Dimeropygidae Telephinidae |
| Proetoidea | | Proetidae Tropidocoryphidae |
| Ptychopariida | | |
| Harpina | Acrocephalitidae | Andrarinidae Anomocariidae Conocoryphidae Solenopleuridae |
| Olenina | | Pelturinae Eulomidae Olenidae |
| Ptychopariina | Ellipsocephaloidea | Agraulidae |

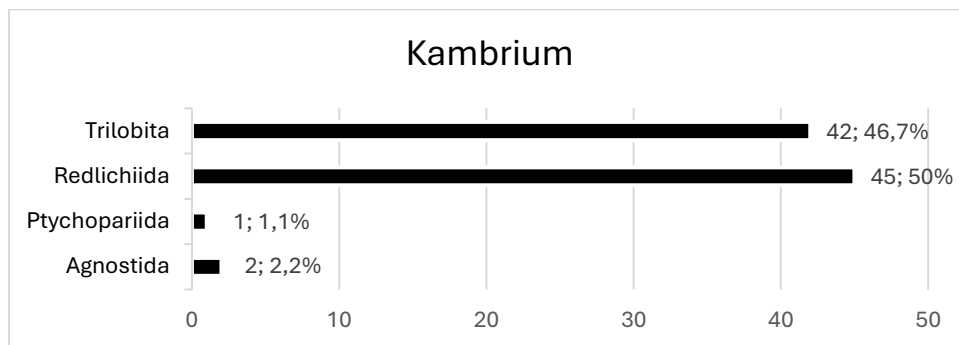
| | | | |
|------------------|-------------|-------------------|--|
| | | | Alokistocaridae Andrarinidae Anomocariidae Conocoryphidae Solenopleuridae |
| Redlichiida | Olenellina | | Holmiidae Olenellidae |
| | Redlichiina | Paradoxoidea | Centropleuridae Paradoxidae |
| | | Ellipsocephalacea | Ellipsocephalidae |
| <u>Agnostida</u> | Agnostina | | Agnostidae Metagnostidae Peronopsidae |
| | Eodiscina | Eodiscoidea | Calodiscidae Eodiscidae |
| | | määranguta | Clavagnostidae Diplagnostidae Glyptagnostidae Ptychagnostidae Spinagnostidae |

Lisa 2

Trilobiidileiud Eestis

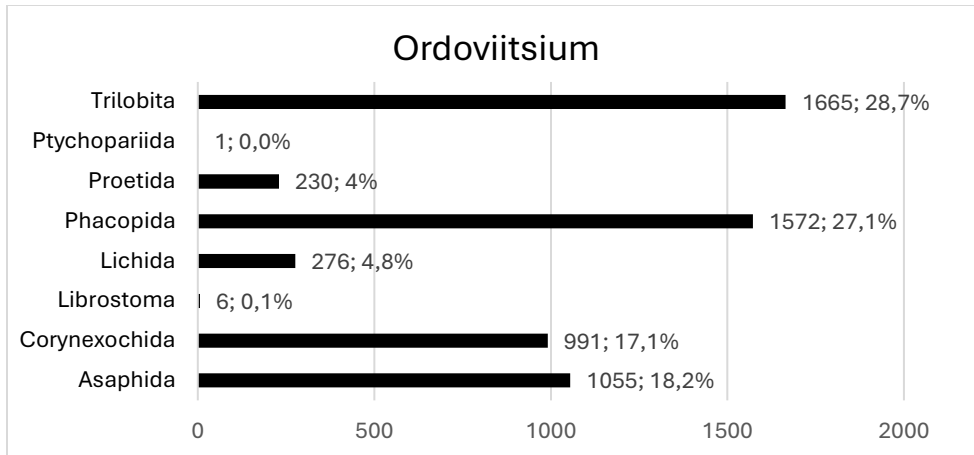
Eestist on leitud trilobiite üheksast seltsist: Asaphida, Agnostida, Corynexochida, Librostoma, Lichida, Phacopida, Proetida, Ptychopariida ja Redlichiida. Eelmainitud seltsid jaotuvad nelja Paleosoikumi ajastu vahele: Kambrium (Joonis 3), Ordoviitsium (Joonis 4), Silur (Joonis 5) ja Devon (Joonis 6). Geoandmebaasi isendite sissekannete alusel ei ole Eestist leitud seltsi Olenida fossiile. Geoandmebaasi põhjal tehtud statistikas leidus ka fossiile, millele ei olnud lisatud stratigraafilist kirjet (Joonis 7).

Kambriumist on leitud trilobiite seltsidest Agnostida, Ptychopariida ja Redlichiida, lisaks on 42 fossiili, mida ei ole täpsemalt määratud (Joonis 9). Kambriumist on (seisuga mai 2025) leitud kokku 90 fossiili, millest kõige enam seltsi Redlichiida kuuluvaid eksemplare (45; 50%).



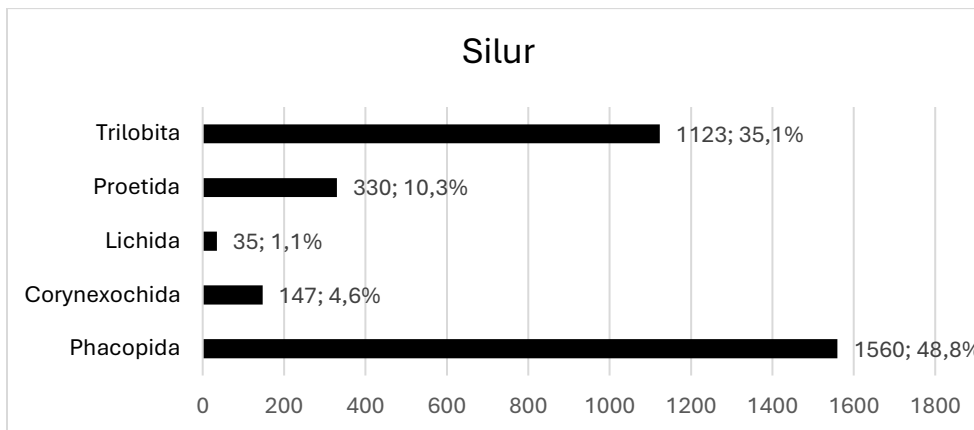
Joonis 3. Geoandmebaasi andmetel (eMaapõu, 2024) Kambriumi ladestust leitud trilobiidi fossiilid.

Ordoviitsiumi ladestust on leitud kokku 5796 trilobiidifossiili seitsmest seltsist. Geoandmebaasi on sisse kantud fossiilid on määratud seltsidesse Asaphida, Corynexochida, Librostoma, Lichida, Phacopida, Proetida ja Ptychopariida (Joonis 10). Kõige enam sissekantud fossiile on täpsemalt määramata, seega paigutatud üldisemasse alamhõimkonda Trilobita (1665; 28,7%).



Joonis 4. Geoandmebaasi andmetel (eMaapõu, 2024) Ordoviitsiumi ladestust leitud trilobiidi fossiilid.

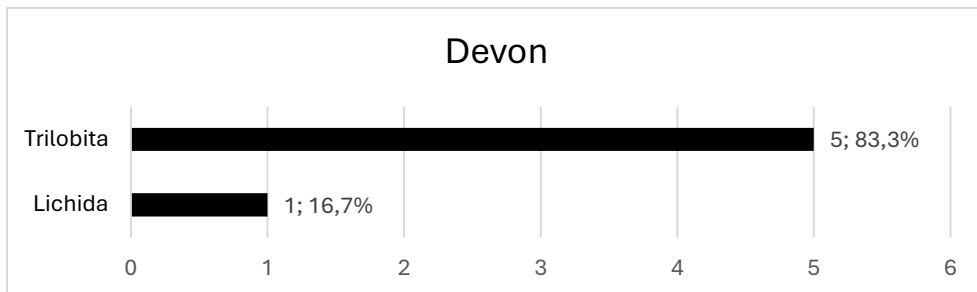
Siluri ladestust leitud ja geoandmebaasi sisse kantud trilobiite oli 2024. aasta seisuga 3195. Kõige rohkem on Silurist leitud seltsi Phacopida kuuluvaid fossiile (1560; 48,8%), lisaks leidub seal seltside Corynexochida, Lichida ja Proetida fossiile (Joonis 5). Eelnevatele ladestutele sarnaselt on ka Siluri kohta geoandmebaasi sisse kantud üldistavalt alamhõimkond Trilobita eksemplare (1123; 35,1%).



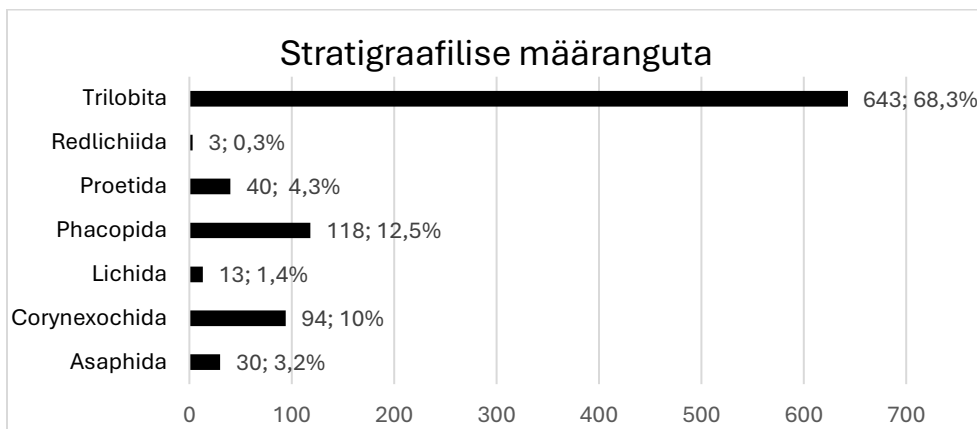
Joonis 5. Geoandmebaasi andmetel (eMaapõu, 2024) Siluri ladestust leitud trilobiidi fossiilid.

Kõige nooremad Eestist leitud trilobiidid pärinevad Devonist. Geoandmebaasi andmetel on Devoni settekivimitest leitud üks Lichida ja viis täpsemalt määramata Trilobita leidu (Joonis 12).

Geoandmebaasist saab leida 941 trilobiidi sissekannet, millel puudub stratigraafiline määrang. Neist enim on Trilobita leide (643; 68,3%), kuid ülejäänud fossiilid on seltsidest Asaphida, Corynexochida, Lichida, Phacopida, Proetida ja Lichida (Joonis 13).



Joonis 6. Geoandmebaasi andmetel (eMaapõu, 2024) Devoni ladestust leitud trilobiidi fossiilid.



Joonis 7. Geoandmebaasist (eMaapõu, 2024) stratigraafilise määranguta trilobiitide sissekanded

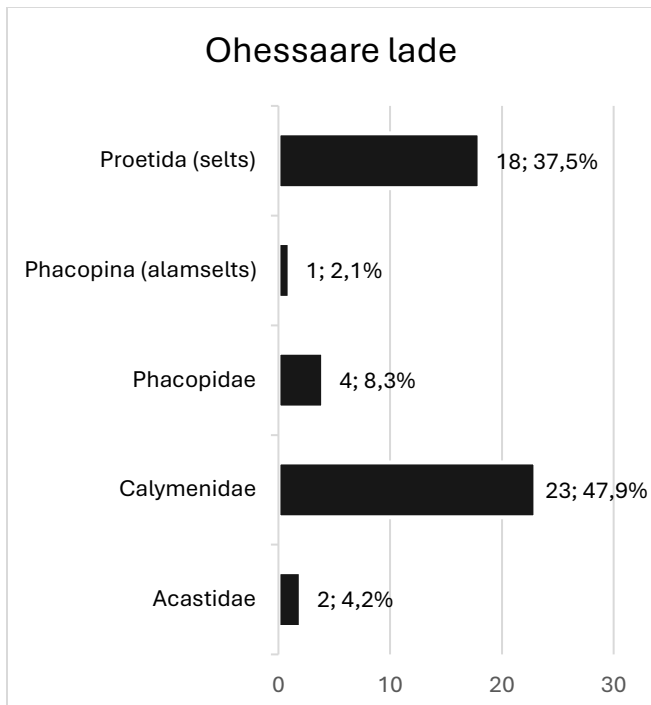
Lisa 3

Analüüs Siluri ladestu leidudest

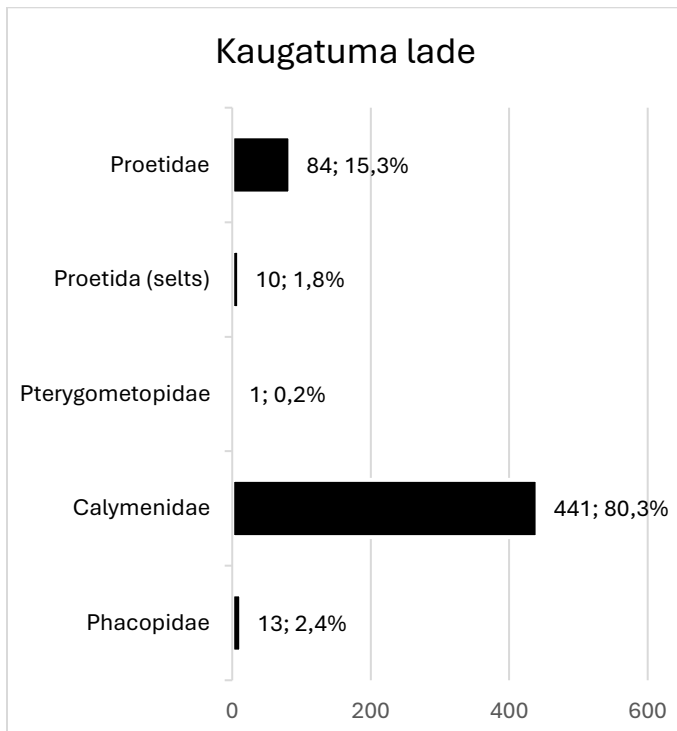
Eesti Siluri trilobiitide kohta on välja antud kokkuvõtlik tabel raamatus *Geology and Mineral Resources of Estonia*, 1997. Raamatusse on kirjutanud Siluri trilobiitide kohta Reet Männil selleks ajaks ilmunud tööde põhjal. Selle tabeli andmetele saab vastandada eMaapõu andmebaasi andmed Eestist leitud trilobiitide kohta seisuga november 2024.

Siluri trilobiitide kohta tehtud tabelist (Tabel 2) saab välja lugeda, et nii Ohessaare kui ka Kaugatuma lademetes esinevad seltside Phacopida ja Proetida trilobiidid. Ohessaare ja Kaugatuma lademetes esinevad seltsi Phacopida sugukonnad Acastidae, Calymenidae, Phacopidae ja seltsi Proetida sugukond Proetidae. Vaadates tabelit, mis on loodud eMaapõue eksemplaridest, saame öelda, et Ohessaare lademe eksemplarid kattuvad 1997. aasta tabeli andmetega, kuid Kaugatuma lademes tekivad erinevused. Tabelis 2 on Kaugatuma lademe kohta välja toodud sugukond Acastidae, kuid eMaapõu andmete järgi (Tabel 3) on neid vaid Ohessaare lademest leitud. Lisaks on eMaapõu andmetest välja loetav sugukond Pterygometopidae, mida Tabel 2 ei näita.

Geoandmebaasi põhjal tehtud statistika järgi on Ohessaare lademes (Joonis 14) enim leitud ja kirjeldatud sugukond Calymenidae, sealt on leitud 23 eksemplari ehk 48%. Kõige vähem on kirjeldatud üks eksemplar üldist alamseltsi Phacopina isendit (2%), millele järgneb sugukond Acastidae 2 eksemplariga, mis on 4% lademe koguleidudest. Kaugatuma lademe statistika (Joonis 15) näitab, et sarnaselt Ohessaare lademega on ka siin leitud enim sugukonna Calymenidae isendeid. Kaugatuma lademes on kirjeldatud neid 441 eksemplari ehk 80%. Kõige vähem on kirjeldatud sugukonnast Pterygometopidae üks eksemplar, talle järgneb üldisemalt määratud seltsi Proetida 10 eksemplari.



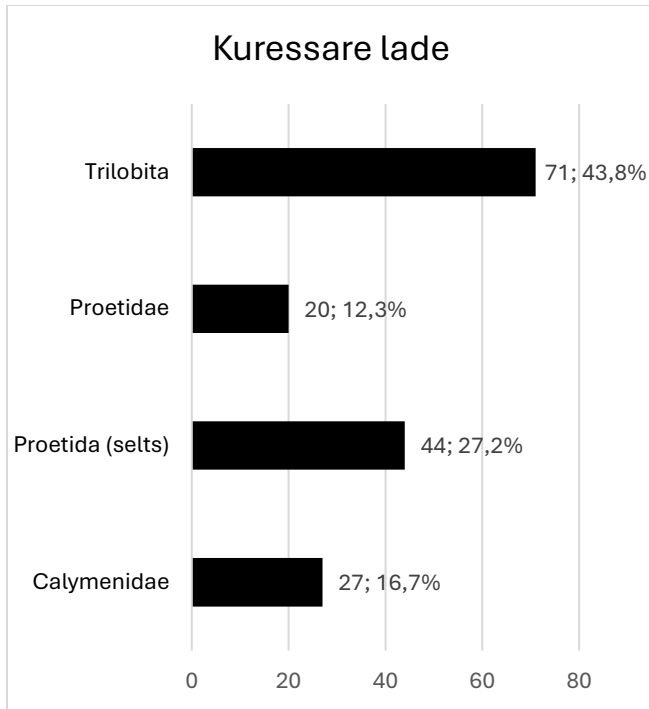
Joonis 14. Ohessaare lademest leitud trilobiidid (seisuga november 2024)



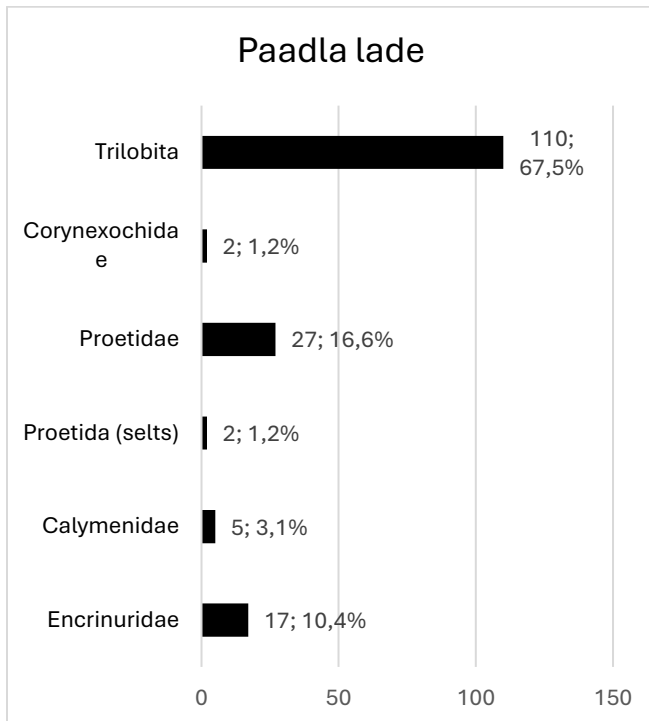
Joonis 15. Kaugatuma lademest leitud trilobiidid (seisuga november 2024)

Tabeli 2 järgi on Kuressaare lademes leitavad seltsist Phacopida sugukond Calymenidae esinedajad ja seltsi Proetida sugukond Proetidae trilobiidid. Paadla lademe kohta on välja toodud selts Phacopida sugukonnad Calymenidae ja Encrinuridae, seltsi Proetida sugukond Proetidae ja seltsi Lichida sugukond Lichidae. Võrreldes nende andmetega eMaapõust leitavaid eksemplare, on Kuressaare lademes sarnaselt sugukonnad Calymenidae ja Proetidae esindatud ja Paadla lademes on esindatud sugukonnad Calymenidae, Encrinuridae ja Proetidae, kuid sealt puuduvad sugukonna Lichidae eksemplariid ja on leitud kaks eksemplari sugukonna Corynexochidae trilobiite. Lisaks on geoandmebaasis Kuressaare ja Paadla lademete vanusega trilobiite (joonisel kui Trilobita), millel ei ole täpsemat määrangut ja üldise Ludlow vanusemääranguga seltsi Proetida (4 eksemplari) ja Trilobita (3 eksemplari) leide.

Kuressaare lademest on geoandmebaasis (Joonis 16) enim leitud üldise määranguga Trilobita isendeid (71 tk), kuid määratud isenditest on enim selts Proetida ja sugukond Proetidae isendeid, kokku 64 isendit. Sugukond Calymenidae trilobiite on geoandmebaasis kohaselt 27 eksemplari ehk 17%. Paadla lademe andmed geoandmebaasis (Joonis 17) näitavad, et ka selles lademes on enim leitud üldise määranguga Trilobita isendeid, kokku 110 trilobiiti ehk 68% leidudest. Täpsema määranguga trilobiite on enim sugukond Proetidae isendeid, vastavalt 27 isendit ehk 17%. Kõige vähem on Paadla lademest leitud 2 sugukond Corynexochidae trilobiiti ja 2 eksemplari üldise määranguga selts Proetida liiget, mõlemad leiud vastavad 2%-le koguleidudest.



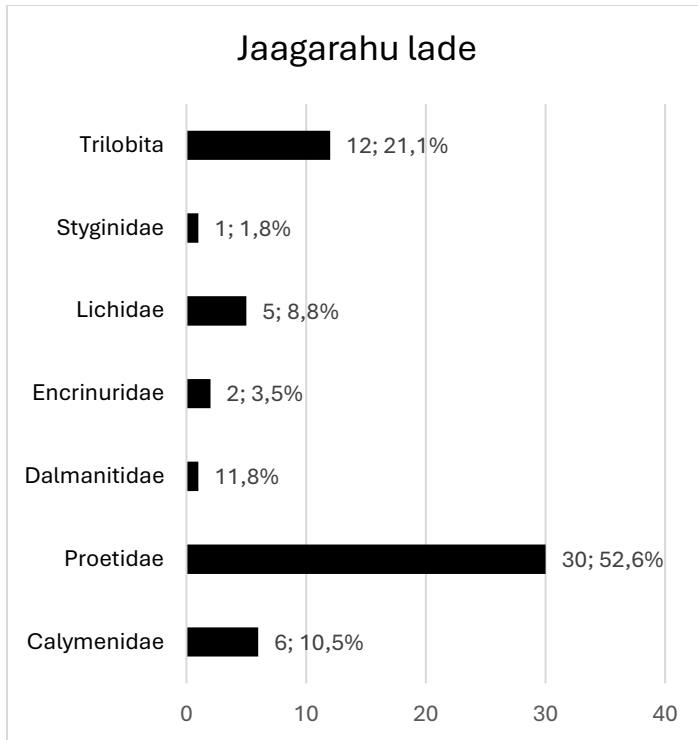
Joonis 16. Kuressaare lademest leitud trilobiidid (seisuga november 2024)



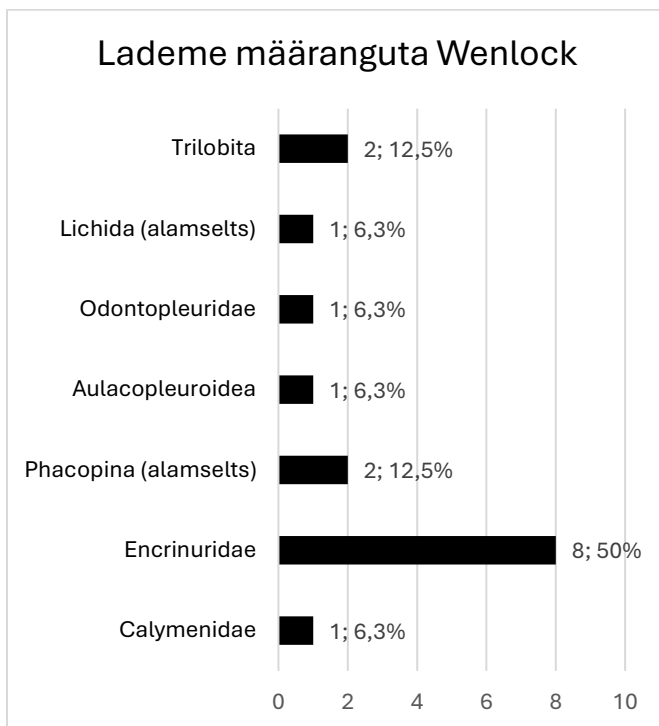
Joonis 17. Paadla lademest leitud trilobiidid (seisuga november 2024)

Tabelis 2 on märgitud, et Rootsiküla lademest ei ole leitud trilobiite. Jaagarahu lademest kohta on antud töös öeldud, et võib leida seltsi Phacopida sugukondade Calymenidae, Dalmanitidae ja Encrinuridae trilobiite, selts Proetida sugukond Proetidae erinevate perekondade trilobiite ning selts Lichida sugukondade Lichidae ja Odontopleuridae isendeid. Vaadates geoandmebaasi andmeid (Tabel 3) saab öelda, et kuigi 1997 aasta töös ei ole Rootsiküla lademesse määratud ühtegi trilobiiti, on geoandmebaasist leitav üks trilobiidi eksemplar perekonnast *Proetus*. Jaagarahu lademe geoandmebaasi vastused näitavad ka erinevalt Tabel 2 andmetest ühte sugukond Corynexochidae trilobiiti. Geoandmebaasi andmete kohta statistikat tehes on leitavad ka üldise Wenlock vanusemääranguga trilobiite sugukondadest Phacopida, Proetida ja Lichida ja üldise Trilobita määranguga trilobiite (Joonis 19).

Jaagarahu lademe leiududest geoandmebaasis on enim tuvastatud sugukonnast Proetidae 30 trilobiiti (Joonis 18). Kõige vähem on tuvastatud sugukondadest Dalmanitidae ja Corynexochidae üks trilobiit, mõlemad vastavad koguleidudest kahele protsendile. Lademest on leitud ka sugukondade Calymenidae (6, 10%), Encrinuridae (2, 3%), Lichidae (5, 9%) ja täpsustamata määranguga Trilobita (12, 21%) trilobiite. Üldise Wenlock vanusemääranguga trilobiite on leitud kahanevalt sugukond Encrinuridae (8, 50%), alamseltsi Phacopina (2, 13%), üldise määranguga Trilobita (2, 13%), sugukond Calymenidae (1, 6%), sugukond Aulacopleuroidea (1, 6%), sugukond Odontopleuridae (1, 6%) ning alamseltsi Lichida (1, 6%) trilobiite.



Joonis 18. Jaagarahu lademest leitud trilobiidid (seisuga november 2024)

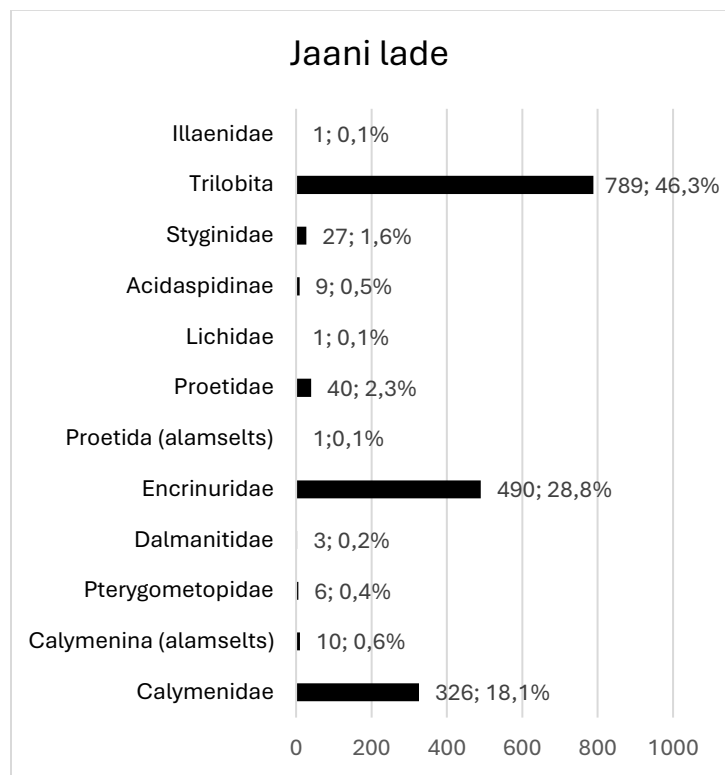


Joonis 19. Wenlockist leitud lademe määranguta trilobiidid (seisuga november 2024)

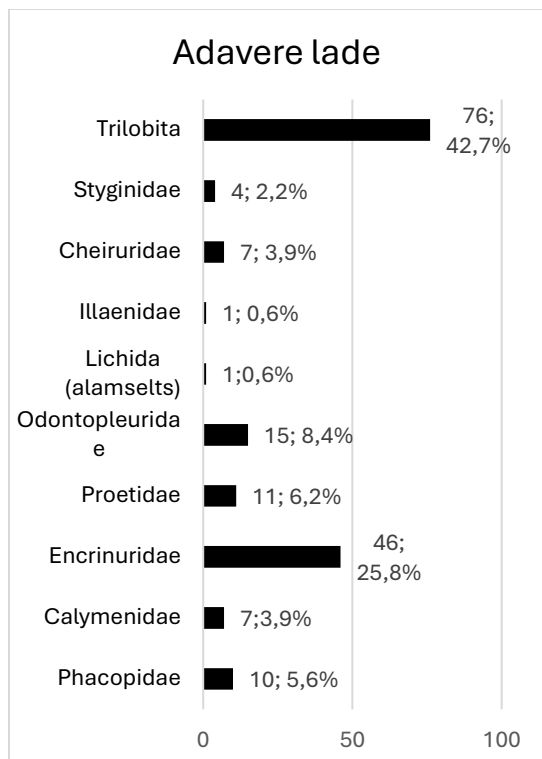
Tabel 2 andmetes viidatakse Jaani lademes seltsi Phacopida sugukondadele Calymenidae, Dalmanitidae ja Encrinuridae, seltsi Proetida sugukondadele Aulacopleuridae ja Proetidae sugukondadele, seltsi Lichida sugukondadele Lichidae ja Odontopleuridae ja seltsi Corynexochidae sugukonnale Stryginidae. Adavere lademe kohta on 1997. aasta töös seltsi Phacopida sugukondade Calymenidae, Cheiruridae, Encrinuridae ja Phacopidae viited, seltsi Proetida sugukond Aulacopleuridae ja võimalikud Proetidae tulemused, selts Lichida võimalik sugukond Odontopleuridae tulemus ja seltsi Corynexochidae sugukonnad Illaenidae ja Stryginidae. Raikküla lademe kohta on samas töös välja toodud seltsi Phacopida sugukonnad Calymenidae, Cheiruridae, Encrinuridae ja Phacopidae, seltsi Lichida sugukonnad Lichidae ja Odontopleuridae ning seltsi Corynexochida sugukonnad Illaenidae ja Styrididae. Võrreldes geoandmebaasi põhjal tehtud statistikaga, on Jaani lademes (Joonis 20) esindatud kõik sugukonnad, välja arvatud sugukond Aulacopleuridae. Lisaks on Jaani lademest leitud kuus sugukonna Pterygometopidae trilobiiti perekonnast Chasmops ja üks sugukond Illaenidae perekond Stenopareia trilobiit. Adavere lademe andmed (Joonis 21) on samuti erinevad, seltside Phacopida ja Lichida trilobiidid ühtivad 1997. aasta kokkuvõtliku tööga, kuid sugukonna Proetida trilobiite Adavere lademega geoandmebaasis seotud ei ole ning seltsist Corynexochida on lisaks leitud sugukonnad Illaenidae üks eksemplar. Raikküla lademe andmed tabelis kaks toovad välja seltsi Phacopida sugukonnad Calymenidae, Cheiruridae ja Phacopidae ning seltsi Lichida sugukond Odontopleuridae, mis on leitavad ka geoandmebaasi andmetest (Joonis 22) kuid erinevus tekib seltside Proetida ja Corynexochida andmetes. Geoandmebaasist ei ole leitavad seltsi Corynexochida eksemplariid ja seltsist Proetida on leitav küll Proetidae üks eksemplar, aga Aulacopleuroidea leide ei ole kirjeldatud. Juuru lademe andmed (Joonis 23) geoandmebaasis ja Männil (Tabel 2) töös kattuvad üldiste sugukondade Phacopida, Proetida, Lichida ja Corynexochida osas, kuid perekondlikud detailid ei kattu alati. Lisaks on geoandmebaasi sisse kantud trilobiidid üldiste Llandovery (Joonis 24) määrangutega, kus on välja toodud seltsid Phacopida, Proetida, Corynexochida ja üldine Trilobita, ning määrang Alam-Silur (Tabel 3), kus on välja toodud kaks isendit perekonnast Proetus, muude vanusemääranguteta.

Jaani lademest (Joonis 19) leitud enim üldise Trilobita määranguga eksemplare (789, 46%), millele järgneb 490 (29%) leitud sugukonnast Encrinuridae. Kõige vähem on sealt leitud üks isend sugukonnast Illaenidae ja üks isend sugukonnast Lichidae. Adavere lademes (Joonis 21) on sarnaselt Jaani lademele leitud üldise määranguga Trilobita leide (76, 43%), millele järgneb

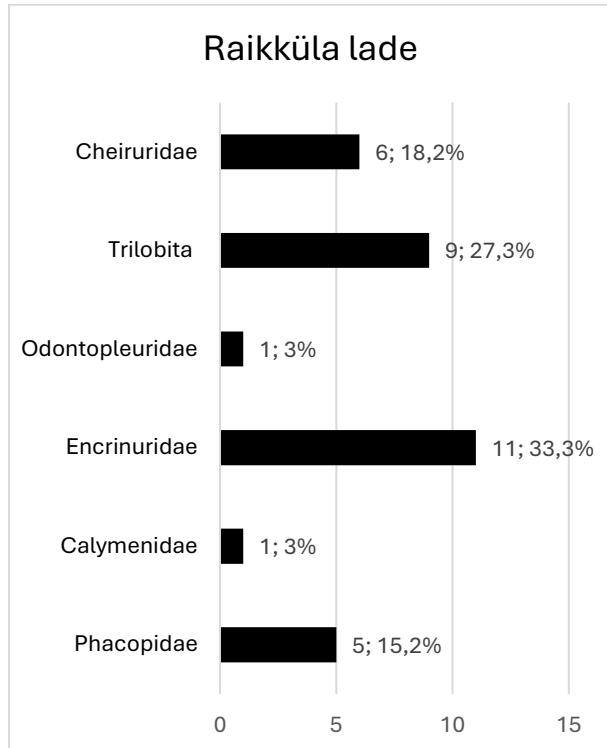
sugukond Encrinuridae 46 leidu (26%). Kõige vähem on Adavere lademest siiani leitud üks alamseltsi Lichida isend ja üks sugukond Illaenidae isend. Raikküla lademest (Joonis 22) on enim isendeid leitud sugukonnast Encrinuridae (11, 33,3%) ning kõige vähem on sugukondadest Calymenidae ja Odontopleuridae ühe isendiga. Juuru lademe (Joonis 23) 101 isendit on leitud sugukonnast Illaenidae (44%) ja kõige väiksemad kogused sugukonnast Odontopleuridae ja alamseltsist Phacopina. Lihtsalt Llandoverly määranguga leiud (Joonis 24), on neist enim sugukonnast Calymenidae 15 leidu (28%) ja kõige vähem kaks leidu sugukonnast Dalmanitidae (4%) ja üks leid alamseltsist Phacopina (2%).



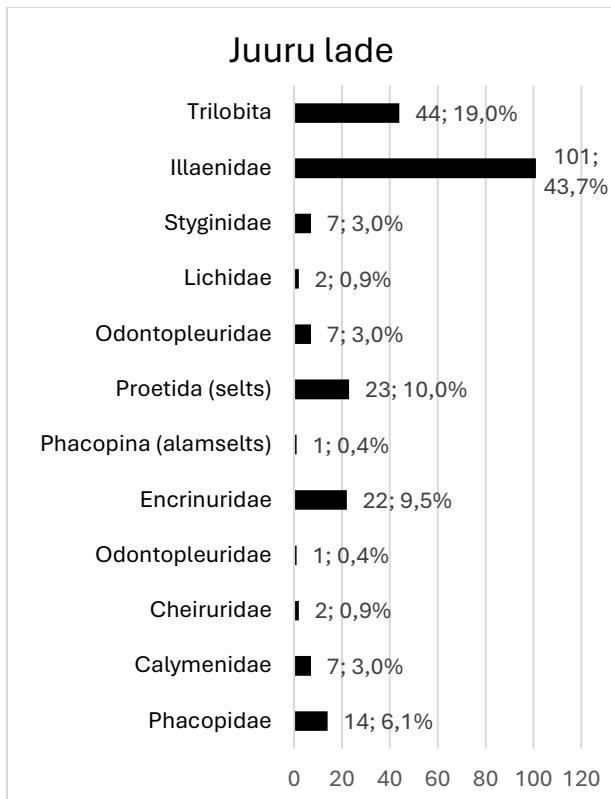
Joonis 20. Jaani lademest leitud trilobiidid (seisuga november 2024)



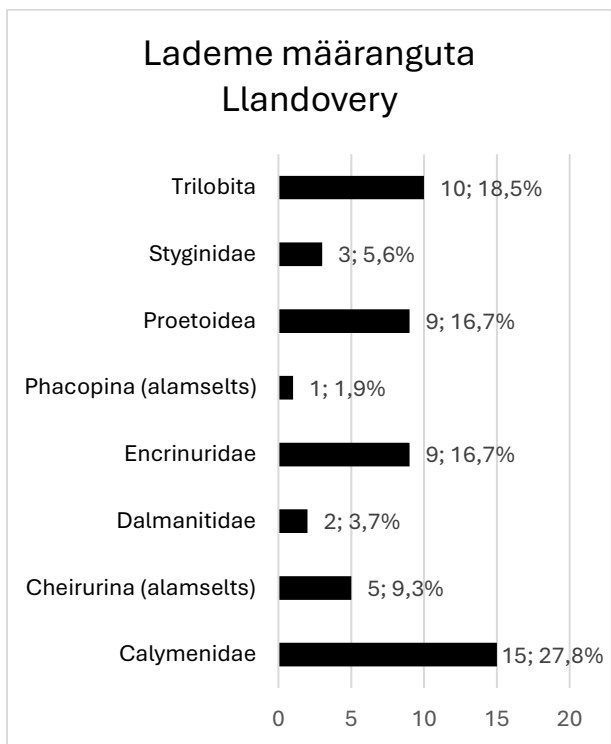
Joonis 21. Adavere lademest leitud trilobiidid (seisuga november 2024)



Joonis 22. Raikküla lademest leitud trilobiidid (seisuga november 2024)



Joonis 23. Juuru lademest leitud trilobiidid (seisuga november 2024)



Joonis 24. Llandoveryst leitud lademe määranguta trilobiidid (seisuga november 2024)

Tabel 2. Trilobiidid Siluris. Originaaltabel raamatust Geology and Mineral Resources of Estonia, modifitseeritud selle töö jaoks loodud tabelite sarnaseks kergema loetavuse nimel (Männil, 1997).

| ladestik | lade | selts | sugukond | perekond | |
|------------|------------|------------|-----------------------|-----------------------------|---------------------|
| Pridoli | Ohesaare | Phacopida | Acastidae | <i>Acaste</i> | |
| | | | Calymenidae | <i>Calymene</i> | |
| | | Proetida | Phacopidae | <i>Eophacops</i> | |
| | | | Proetidae | <i>Pulcherproetus</i> | |
| | Kaugatuma | Phacopida | Acastidae | <i>Acaste</i> | |
| | | | Calymenidae | <i>Calymene</i> | |
| Proetida | | Phacopidae | <i>Eophacops</i> | | |
| | | Proetidae | <i>Pulcherproetus</i> | | |
| Ludlow | Kuressaare | Phacopida | Calymenidae | <i>Calymene</i> | |
| | | Proetida | Proetidae | <i>Pulcherproetus</i> | |
| | Paadla | Phacopida | Calymenidae | <i>Calymene</i> | |
| | | | Encrinuridae | <i>Struszia</i> | |
| | | Proetida | Proetidae | <i>Pulcherproetus</i> | |
| | | | Lichida | Lichidae | <i>Richterarges</i> |
| Wenlock | Rootsiküla | - | | | |
| | Jaagarahu | Phacopida | Calymenidae | <i>Calymene</i> | |
| | | | Dalmanitidae | <i>Dalmanites</i> | |
| | | | Encrinuridae | <i>Encrinurus</i> | |
| | | | Proetida | Proetidae | <i>Proetus</i> |
| | | Lichida | Proetidae | <i>Warburgella</i> | |
| | | | Proetidae | <i>Cyphoproetus</i> | |
| | | | Lichidae | <i>Pseudotupolichas</i> | |
| | | | Lichidae | <i>Lichidae</i> gen. Indet. | |
| | | | Odontopleuridae | <i>Exallaspis</i> | |
| | | | | | |
| Llandovery | Jaani | Phacopida | Calymenidae | <i>Calymene</i> | |
| | | | Dalmanitidae | <i>Dalmanites</i> | |
| | | | Encrinuridae | <i>Encrinurus</i> | |
| | | Proetida | Aulacopleuridae | <i>Maurotarion</i> | |
| | | | Proetidae | <i>Proetus</i> | |
| | | | Proetidae | <i>Warburgella</i> | |
| | | Lichida | Odontopleuridae | <i>Exallaspis</i> | |
| | | | Odontopleuridae | <i>Anacaenaspis</i> | |
| | | | Odontopleuridae | <i>Kettneraspis</i> | |
| | | | Lichidae | <i>Richterarges</i> | |
| | | | Corynexochida | Stryginidae | <i>Bumastus</i> |

| | | | | |
|---------------|-----------------|---------------------|--------------------|---------------------|
| Adavere | Phacopida | Calymenidae | <i>Calymene</i> | |
| | | Cheiruridae | <i>Radiurus</i> | |
| | | Encrinuridae | <i>Elsarella</i> | |
| | | Encrinuridae | <i>Distyrax</i> | |
| | | Encrinuridae | <i>Wallacia</i> | |
| | | Encrinuridae | <i>Encrinurus</i> | |
| | | Phacopidae | <i>Acernaspis</i> | |
| | | Proetida | Aulacopleuroidea | <i>Otarion</i> |
| | | ? | Proetidae | <i>Hedstroemia?</i> |
| | | Lichida | | |
| ? | Odontopleuridae | <i>Anacaenaspis</i> | | |
| Corynexochida | | Illaeidae | <i>Stenopareia</i> | |
| | | Stryginidae | <i>Bumastus</i> | |
| | | Stryginidae | <i>Meroperix?</i> | |
| | | | | |
| Raikküta | Phacopida | Calymenidae | <i>Calymene</i> | |
| | | Calymenidae | <i>Diacalymene</i> | |
| | | ? | Cheiruridae | <i>Hadromeros</i> |
| | | | Cheiruridae | <i>Deiphon</i> |
| | | | Phacopidae | <i>Acernaspis</i> |
| | | Proetida | Aulacopleuroidea | <i>Otarion</i> |
| | | ? | Proetidae | <i>Proetus</i> |
| | | Lichida | | |
| | | ? | Odontopleuridae | <i>Exallaspis</i> |
| | | Corynexochida | Illaeidae | <i>Stenopareia</i> |
| Juuru | Phacopida | Calymenidae | <i>Calymene</i> | |
| | | ? | Calymenidae | <i>Diacalymene</i> |
| | | | Cheiruridae | <i>Hadromeros</i> |
| | | | Cheiruridae | <i>Deiphon</i> |
| | | | Encrinuridae | <i>Elsarella</i> |
| | | | Phacopidae | <i>Acernaspis</i> |
| | | Proetida | Proetidae | <i>Thebanaspis?</i> |
| | | | Proetidae | <i>Astroproetus</i> |
| | | | Proetidae | <i>Hedstroemia?</i> |
| | | Lichida | Lichidae | <i>Lichas</i> |
| | | | Odontopleuridae | <i>Exallaspis</i> |
| | | ? | Odontopleuridae | <i>Anacaenaspis</i> |
| | | Corynexochida | Illaeidae | <i>Stenopareia</i> |
| | | | Stryginidae | <i>Opsypharus</i> |
| | | ? | Stryginidae | <i>Bumastus</i> |

Tabel 3. Eestist Siluri ladestust leitud ja geoandmebaasi kantud trilobiitide eksemplarid, neljandas tulbas originaalsissekande nimetus. (eMaapõu, 2024)

| ladestik | lade | selts | andmebaasi sissekanne | sugukond | arv |
|----------|-------------------------------|-----------|----------------------------|------------------|------------|
| Pridoli | Ohessaare | Phacopida | <i>Acaste downingiae</i> | Acastidae | 2 |
| | | | Calymene | Calymenidae | 8 |
| | | | <i>Calymene conspicua</i> | Calymenidae | 12 |
| | | | <i>Calymene soervensis</i> | Calymenidae | 3 |
| | | | Eophacops | Phacopidae | 1 |
| | | | <i>Eophacops serotinus</i> | Phacopidae | 3 |
| | | | Phacopina (alamselts) | | 1 |
| | | Proetida | Proetida (selts) | | 17 |
| | | | <i>Proetus nieszowskii</i> | Proetidae | 1 |
| | | Kaugatuma | Phacopida | Acernaspis | Phacopidae |
| | Eophacops helmuti | | | Phacopidae | 12 |
| | Calymene | | | Calymenidae | 49 |
| | <i>Calymene blumenbachi</i> | | | Calymenidae | 5 |
| | <i>Calymene carinata</i> | | | Calymenidae | 9 |
| | <i>Calymene dnestroviana</i> | | | Calymenidae | 7 |
| | <i>Calymene kaugatumensis</i> | | | Calymenidae | 7 |
| | <i>Calymene schmidtii</i> | | | Calymenidae | 17 |
| | <i>Calymene spectabilis</i> | | | Calymenidae | 6 |
| | Calymenina | | | Calymenidae | 341 |
| | Chasmops | | | Pterygometopidae | 1 |
| | Proetida | | | Proetida (selts) | |
| | | Proetus | Proetidae | 37 | |
| | <i>Proetus conspersus</i> | Proetidae | 19 | | |
| | <i>Proetus nieszowskii</i> | Proetidae | 26 | | |

| ladestik | lade | selts | andmebaasi sissekann | sugukond | arv |
|-------------------------------|-------------------------|-----------|-------------------------------|------------------|--------------|
| | | | Warburgella | Proetidae | 2 |
| | | | andmebaasi sissekann | sugukond | arv |
| Ludlow | Kuressaare | Phacopida | Calymene | Calymenidae | 7 |
| | | | <i>Calymene ezerensis</i> | Calymenidae | 1 |
| | | | <i>Calymene flabellata</i> | Calymenidae | 13 |
| | | | <i>Calymene spectabilis</i> | Calymenidae | 6 |
| | | Proetida | Proetida (selts) | | 44 |
| | | | <i>Proetus conspersus</i> | Proetidae | 2 |
| | | | <i>Proetus kuressaarensis</i> | Proetidae | 17 |
| | | | <i>Proetus scalicius</i> | Proetidae | 1 |
| | | Trilobita | | 71 | |
| | | Paadla | Phacopida | Balizoma | Encrinuridae |
| | <i>Balizoma obtusus</i> | | | Encrinuridae | 4 |
| | Calymene | | | Calymenidae | 5 |
| | Encrinurus | | | Encrinuridae | 1 |
| | Proetida | | Proetida | Proetida (selts) | 2 |
| | | | Proetus | Proetidae | 14 |
| | | | <i>Proetus pulcher</i> | Proetidae | 9 |
| | | | Pulcherproetus | Proetidae | 4 |
| | Corynexochida | | Illaeonina | 2 | |
| | Trilobita | | | 110 | |
| Ludlow ilma lademe määranguta | Proetida | | 4 | | |
| | Trilobita | | 3 | | |
| | | | andmebaasi sissekann | sugukond | arv |
| Wenlock | Rootsiküla | Proetida | Proetus | Proetidae | 1 |
| | Jaagarahu | Phacopida | Calymene | Calymenidae | 2 |
| | | | Calymenina | Calymenidae | 4 |

| | | | | | |
|------------|---------|---------------|---|------------------|-----|
| | | | Dalmanites | Dalmanitidae | 1 |
| | | | Encrinurus | Encrinuridae | 1 |
| | | | <i>Encrinurus (Encrinurus) punctatus</i> | Encrinuridae | 3 |
| | | Proetida | Warburgella | Proetidae | 4 |
| | | | <i>Warburgella estonica</i> | Proetidae | 23 |
| | | | <i>Proetus concinnus osiliensis</i> | Proetidae | 3 |
| | | Lichida | <i>Pseudotupolichas ornatus</i> | Lichidae | 5 |
| | | Corynexochina | Bumastus | Styginidae | 1 |
| | | Trilobita | | | 12 |
| | Wenlock | Phacopida | Cheirurina | Cheiruridae | 2 |
| | | | <i>Encrinurus (Encrinurus) punctatus</i> | Encrinuridae | 2 |
| | | | <i>Encrinurus (Encrinurus) ruhnuensis</i> | Encrinuridae | 6 |
| | | | Phacopina (alamselts) | | 2 |
| | | Proetida | <i>Harpidella elegantula</i> | Aulacopleuroidea | 1 |
| | | Lichida | <i>Exallaspis mutica</i> | Odontopleuridae | 1 |
| | | | Lichida (alamselts) | | 1 |
| | | Trilobita | | | 2 |
| ladestik | lade | selts | andmebaasi sissekanne | sugukond | arv |
| Llandovery | Jaani | Phacopida | Calymene | Calymenidae | 95 |
| | | | <i>Calymene blumenbachi</i> | Calymenidae | 205 |
| | | | <i>Calymene mimaspera</i> | Calymenidae | 4 |
| | | | <i>Calymene mimaspera livonica</i> | Calymenidae | 7 |
| | | | <i>Calymene mimaspera mimaspera</i> | Calymenidae | 11 |
| | | | <i>Calymene orthomarginata</i> | Calymenidae | 3 |
| | | | <i>Calymene tuberculata</i> | Calymenidae | 1 |
| | | | Calymenina (alamselts) | | 10 |
| | | | Chasmops | Pterygometopidae | 6 |

| | | | | |
|---------|--|---|-----------------|-----|
| Adavere | | Dalmanites | Dalmanitidae | 3 |
| | | Encrinurus | Encrinuridae | 68 |
| | | <i>Encrinurus (Encrinurus) punctatus</i> | Encrinuridae | 421 |
| | | <i>Encrinurus (Encrinurus) ruhnuensis</i> | Encrinuridae | 1 |
| | Proetida | Proetida (alamsetls) | | 1 |
| | | <i>Proetus concinnus</i> | Proetidae | 1 |
| | | <i>Proetus concinnus osiliensis</i> | Proetidae | 38 |
| | | <i>Proetus ramisulcatus</i> | Proetidae | 1 |
| | Lichida | <i>Pseudotupolichas ornatus</i> | Lichidae | 1 |
| | | <i>Exallaspis mutica</i> | Odontopleuridae | 9 |
| | Corynexochida | Bumastus | Styginidae | 5 |
| | | <i>Bumastus barriensis</i> | Styginidae | 22 |
| | | Stenopareia | Illaenidae | 1 |
| | Trilobita | | | 789 |
| | Phacopida | Acernaspis | Phacopidae | 1 |
| | | <i>Acernaspis? Konoverensis</i> | Phacopidae | 9 |
| | | Calymene | Calymenidae | 2 |
| | | <i>Calymene frontosa</i> | Calymenidae | 3 |
| | | <i>Calymene tuberculata</i> | Calymenidae | 2 |
| | | Cheirurina | Cheiruridae | 4 |
| | <i>Radiurus estonicus</i> | Cheiruridae | 3 | |
| | <i>Elsarella palmrei</i> | Encrinuridae | 1 | |
| | <i>Elsarella rumbaensis</i> | Encrinuridae | 14 | |
| | Encrinurus | Encrinuridae | 6 | |
| | Encrinurus (Encrinurus) | Encrinuridae | 1 | |
| | <i>Encrinurus (Encrinurus) schisticola</i> | Encrinuridae | 18 | |
| | <i>Encrinurus quinquecostatus</i> | Encrinuridae | 2 | |

| | | | | |
|----------|---------------|----------------------------------|-----------------|----|
| | | <i>Encrinurus ralfi</i> | Encrinuridae | 4 |
| | | <i>Wallacia triangula</i> | Encrinuridae | 11 |
| | | Phacopina (alamselts) | | 1 |
| | Lichida | <i>Kettneraspis reetae</i> | Odontopleuridae | 15 |
| | | Lichida (alamselts) | | 1 |
| | Corynexochida | Illaenus | Illaenidae | 1 |
| | | <i>Scutellum estonicum</i> | Styginidae | 4 |
| | Trilobita | | | 76 |
| Raikküla | Phacopida | <i>Acernaspis incerta</i> | Phacopidae | 2 |
| | | <i>Acernaspis rectifrons</i> | Phacopidae | 3 |
| | | <i>Calymene frontosa</i> | Calymenidae | 1 |
| | | Cheirurina | Cheiruridae | 6 |
| | | Diacalymene | Calymenidae | 1 |
| | | Encrinurus | Encrinuridae | 10 |
| | | <i>Encrinurus kiltsiensis</i> | Encrinuridae | 1 |
| | Lichida | Leonaspis | Odontopleuridae | 1 |
| | Trilobita | | | 9 |
| Juuru | Phacopida | Acernaspis | Phacopidae | 7 |
| | | <i>Acernaspis estonica</i> | Phacopidae | 5 |
| | | <i>Acernaspis semicircularis</i> | Phacopidae | 1 |
| | | <i>Acernaspis sulcata</i> | Phacopidae | 1 |
| | | Calymene | Calymenidae | 2 |
| | | <i>Calymene ansensis</i> | Calymenidae | 4 |
| | | Diacalymene | Calymenidae | 1 |
| | | Cheirurina | Cheiruridae | 2 |
| | | <i>Elsarella rotunda</i> | Encrinuridae | 3 |
| | | Encrinurus | Encrinuridae | 13 |

| | | | | | |
|--|------------|---------------|-------------------------------|-----------------|----|
| | | | Encrinurus (Encrinurus) | Encrinuridae | 1 |
| | | | <i>Encrinurus kiltsiensis</i> | Encrinuridae | 5 |
| | | Proetida | Phacopina (alamselts) | | 1 |
| | | | Proetida (selts) | | 23 |
| | | Lichida | <i>Exallaspis varbolensis</i> | Odontopleuridae | 7 |
| | | | Pseudotupolichas | Lichidae | 2 |
| | | Corynexochida | Bumastus | Styginidae | 7 |
| | | | Iliaenina | Iliaenidae | 86 |
| | | | Stenopareia | Iliaenidae | 15 |
| | | Trilobita | | | 44 |
| | Llandovery | Phacopida | Calymene | Calymenidae | 15 |
| | | | Cheirurina (alamselts) | | 5 |
| | | | Dalmanites | Dalmanitidae | 2 |
| | | | Encrinurus | Encrinuridae | 9 |
| | | | Phacopina (alamselts) | | 1 |
| | | Proetida | Proetoidea | | 9 |
| | | Corynexochida | Burmastus | Styginidae | 3 |
| | | Trilobita | | | 10 |
| | Alam-Silur | Proetida | Proetus | Proetidae | 2 |
| | | | | | |

Lihthtsents lõputöö reprodutseerimiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Jane Pelska, annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihthtsentsi) minu loodud teose

Kalana trilobiidid: stratigraafiline ja paleoökoloogiline kontekst,

mille juhendaja on Oive Tinn, PhD,

reprodutseerimiseks eesmärgiga seda säilitada, sealhulgas lisada digitaalarhiivi DSpace kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.

1. Annan Tartu Ülikoolile loa teha punktis 1 nimetatud teos üldsusele kättesaadavaks Tartu Ülikooli veebikeskkonna, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace kaudu Creative Commons'i litsentsiga CC BY NC ND 4.0, mis lubab autorile viidates teost reprodutseerida, levitada ja üldsusele suunata ning keelab luua tuletatud teost ja kasutada teost ärieesmärgil, kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.
2. Olen teadlik, et punktides 1 ja 2 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.
3. Kinnitan, et lihthtsentsi andmisega ei riku ma teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse õigusaktidest tulenevaid õigusi.

Jane Pelska

26.05.2025