

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

Jane Pelska

Eurüpteriidid Eestis: stratigraafiline ja geograafiline levik ning
taksonoomia

Bakalaureusetöö geoloogias (12EAP)

Juhendaja: Oive Tinn, PhD

Kaitsmisele lubatud

Juhendaja

allkiri, kuupäev

Tartu 2023

Eurüpteriidid Eestis: stratigraafiline ja geograafiline levik ning taksonoomia

Eurüpteriidid on Paleosoikumi väljasurnud lülijalgset (Arthropoda), kes elasid Hilis-Ordoviitsiumist kuni Permi ajastu lõpuni. Selles bakalaureusetöös käsitletakse varasemaid uurimusi eurüpteriidide fossiilide kohta, Eesti eurüpteriidide materjali geoandmebaasist ja uusi fossiile Kalana *lagerstätte* 'st. Raikküla-vanused Kalana *lagerstätte* on säilivus-*lagerstätte* ehk erakordse säilivusega fossiilide leiukoht. Geoandmebaasi on Eesti aladelt kantud 545 eurüpteriidi või täpsemalt määramata lõugtundlase fossiili, mis on leitud Jaagarahu, Rootsiküla, Kuressaare, Raikküla ja Paadla lademetest. Kõige leiduderohkemad on Rootsiküla lade ja Viita leiukoht.

Märksõnad: eurüpteriid, Kalana, *lagerstätte*, stratigraafia, paleontoloogia

CERCS kood: P450 stratigraafia

Eurypterids in Estonia: stratigraphic and geographic distribution and taxonomy

Eurypterids are extinct arthropods from the Paleozoic era who lived from Late-Ordovician until the end of Permian. This bachelor thesis compiles previous work on eurypterid fossils, material from the Estonian geoscience data portal and new fossils from the Kalana *lagerstätte*. Kalana *lagerstätte* is a conservation-*lagerstätte*, meaning it has yielded fossils with extraordinary preservation. Kalana *lagerstätte* is of Raikküla (Silurian, Aeronian) age. The Estonian geoscience data portal has data from 545 eurypterid or chelicerata fossil finds in Estonia from Jaagarahu, Rootsiküla, Kuressaare, Raikküla and Paadla regional stages. The most fossils have been found in Rootsiküla regional stage and Viita fossil site.

Keywords: eurypterid, *Kalana*, *lagerstätte*, stratigraphy, paleontology

CERCS kood: P450 stratigraphy

Sisukord

Sissejuhatus.....	4
1. Ülevaade eurüpteriididest	5
1.1. Uurimise varane ajalugu.....	5
1.2. Süstemaatika.....	7
1.3. Stratigraafiline levik.....	9
1.4. Geograafiline levik.....	11
1.5. Morfoloogia.....	12
2. Eesti eurüpteriidid.....	14
2.1. Uurimise ajalugu	14
2.2. Stratigraafiline ja geograafiline levik.....	15
2.3. Ülevaade Kalanast.....	23
2.4. Kalana eurüpteriidid.....	25
2.4.1. Fossiil 1.....	26
2.4.2. Fossiil 2.....	26
2.4.3. Fossiil 3.....	27
2.4.4. Fossiil 4.....	28
Kokkuvõte.....	29
Summary.....	30
Tänuavaldused	31
Kasutatud kirjandus	32
Lisa 1. Tabel Eesti ala eurüpteriidi leidudest.....	37
Lisa 2. Eurüpteriidide klassifikatsioon	38

Sissejuhatus

Eurüpteriidid ehk meriskorpionid on lülijalgsete (hõimkond Arthropoda), kes kuuluvad alamhõimkonda lõugtundlased (Chelicerata) ja seltsi Eurypterina. Nende vanimad fossiilid on leitud Walesi Ülem-Ordoviitsiumi kihtidest (Stømer, 1951) ning viimased surid välja Permi ajastu lõpus, nende ajaline ulatus on umbes 210 miljonit aastat. Eurüpteriidid on jagatud kümnesse ülemsugukonda, millest Eestis on esindatud neli.

Eestis on peamiselt tuntud Saaremaa leiukohad (Viita ja Rootsiküla), tuntuim ja enimkirjeldatud eurüpteriid on *Eurypterus tetragonophthalmus*. Kõik Eesti eurüpteriidid on leitud Siluri ladestust, kirjeldatud on neid Rootsiküla, Raikküla, Paadla, Kuressaare ja Jaagarahu lademest. Kokku on Eesti aladelt andmebaasi kantud 545 fossiilset leidu. Kuigi valdav osa Eesti eurüpteriididest pärineb Saaremaalt, on üksikuid leide teada ka Kesk-Eestist Kalana karjäärist.

Selle töö eesmärk on koguda kokku informatsioon Eestist leitud eurüpteriide fossiilidest geoandmebaasi abil ning täiendada Eesti eurüpteriidide kohta käivaid teadmisi uute Kalana leidudega. Samuti on selles töös koondatud informatsioon eurüpteriidide kohta, keskendudes nende uurimise ja kirjeldamise ajaloole. Kalanast leitud eurüpteriidifossiilid vajavad edasist uurimist ja analüüsi, ning nende põhjalikum kirjeldamine antud töö eesmärkide hulka ei kuulu.

1. Ülevaade eurüpteriididest

1.1. Uurimise varane ajalugu

Eurüpteriidide fossiile on leitud juba 19. sajandist. Aastal 1818 leidis S. L. Mitchill fossiili ning kirjeldas seda kui kala perekonnast *Silurus*. Aastal 1825 avastas New Yorgi osariigis Siluri kihtides sarnase fossiili Ameerika zooloog James E DeKay, kirjeldades ja määrares leiu eurüpteriidiks, nimetades selle *Eurypterus lacustris*'ks. Aastal 1831 leidis J. Scouler suure eurüpteriidi fossiili Šotimaalt Karboni ladestust, kirjeldades seda kuid jättes leiule nime panemata. Paar aastat hiljem (1836) nimetas S. Hibbert selle liigi *Hibbertopterus scouleri*'ks. Samal aastal avastas R. Harlan New Yorki Siluri ladestust veel ühe *Eurypterus*'e. Walesi piirialadelt leiti Siluri ladestust eurüpteriid, mille naturalist Louis Agassiz nimetas kalaks, andes talle nime *Pterygotus problematicus*, kuid mis paar aastat hiljem parandati liigiks *Pterygotus anglicus*. (Kjellesvig-Waering, 1961)

Eurüpteriidide käitumist ja eluviisi on raske üksnes fossiilide põhjal järeldada, mistõttu on esimeste fossiilide leidmisest saati püstitatud palju erinevaid hüpoteese nende elukoha, keskkonna, käitumismustrite ja paljude muude aspektide kohta. 20. sajandil pakuti välja neli hüpoteesi eurüpteriidide elukeskkonna kohta: jõe hüpotees, siirde hüpotees, eurihaliinsuse hüpotees ja faatsiiste hüpotees (Braddy, 2001). Ühe hüpoteesi kohaselt (Donovan, 2001) arvatakse, et enne Devoni ajastut elasid eurüpteriidid merelistes keskkondades ja osa hilisemaid rühmi elutsesid mageveekogudes.

Jõe hüpoteesi käis välja professor T. C. Chamberlin aastal 1900. Ta kirjutas, et eurüpteriidid on oma kehaehituse poolest jõelise eluviisiga (Chamberlin, 1900). Oma hüpoteesi põhjendas ta sellega, et fossiile ei olnud leitud normaalmerelistest setetest ja need mis leidsid, olid Chamberlini meelest sattunud sinna transpordi käigus ja pärinesid algselt jõgedest. Seda hüpoteesi arendas edasi Ruedemann aastal 1924, kirjutades, et eurüpteriidid said alguse kontinentaalsetelt aladelt ja ei elutsenud merelistes keskkondades, mööndes, et Ordoviitsiumis oli siiski ka merelisi liike (Ruedemann, 1924).

Siirde hüpoteesi püstitas Clarke samuti aastal 1900. Ta arvas, et Ordoviitsiumi eurüpteriidid elasid merelises elukeskkonnas, kuid leidsid oma tee Siluris ja Devonis ka teistesse keskkondadesse, nagu näiteks laguunid ja jõesuudmed (Clarke, 1900). Clark arutles, et eurüpteriidid jäid Paleosoikumi lõpuks elama ainult mage- ja riimveelistesse veekogudesse.

Peale seda püstitas L. Stømer hüpoteesi, et eurüpteriidid olid eurihaliinsed ja said elada erineva soolsusega vetes ja olid harjunud kõikuva soolsusega. Ta ütles ka, et nad elutsesid peamisest magevetes ja eelistasid mage- ja riimvett, kuid vahetevahel külastasid merelisi keskkondi. Samuti jagas Stømer eurüpteriidid kahte gruppi jalgade morfoloogia põhjal: liigid, kelle jalad sobivad eluks mudasel põhjal, ja liigid, kelle jalad sobivad eluks liivasel põhjal. (Stømer, 1934a)

Aastal 1961 pakkus faatsieste hüpoteesi välja E. N. Kjellsvig-Waering, kes püstitas hüpoteesi kolmest biofaatsiesest. Kjellsvig-Waering uuris lähemalt eurüpteriidide morfoloogiat, nende leiukohtade litoloogiat ja stratigraafilist asendit ning püüdis oma hüpoteesiga selgitada nende elukeskkondi. Esimest biofaatsiest iseloomustavad merelised tingimused, näiteks avameri. Teine faatsies iseloomustas üleminekut merelisest keskkonnast riimveeliseks, kus on ka hüpersaliinseid tingimusi, näiteks laguunid. Teist faatsiest iseloomustavad karbonaatsed kivimid. Kolmas biofaatsies iseloomustas kõige kaldaäärsemaid ja mageveele kalduvaid alasid, kus võis setetes kirjeldada ka klastilist materjali. (Braddy, 2001)

Eurüpteriidide käitumist püüdis kirjeldada ka Ruedemann aastal 1934. Ta pakkus välja idee, et eurüpteriidid võisid veest välja roomata järglaste saamiseks. Stømer arvas aastal 1976, et eurüpteriidid võisid muneda rannikuäärsetel aladel, laguunides või rannikul. Aastal 1983 nõustusid ka Briggs ja Rolfe, et eurüpteriidid võisid rannikul munemas käia. Selliste ideede peale lõi paleontoloog Simon J. Braddy 'massilise kestumise ja paaritumise' [*mass-moult-mate*] hüpoteesi, mille kohaselt migreerusid eurüpteriidid suurtes rühmades rannikulähedastele aladele või laguunidesse, et seal kestuda ja paarituda. Seda hüpoteesi põhjendas Braddy faktidega, et eurüpteriidide jäljefossiilid viitavad massilisele liikumisele ranniku suunas (Braddy, 2001) ning osal liikide hingamiselundid olid võimelised toimima ka õhukeskkonnas (Manning & Dunlop, 1995).

Aastal 2011 avaldas Simon Braddy koos Matthew Vrazoga täiendatud hüpoteesi, kutsudes seda 'massilise paaritumise, kudemise ja kestumise' [*mass-mate-spawn-moult*] hüpoteesiks. Selles töös analüüsisid autorid kolmest leiukohast fossiile ja püüdsid tõlgendada eurüpteriidide paaritumiskäitumist. Töö aluseks analüüsiti fossiilide sugu, suurust ja eeldatavat vanust ning leiti, et sigimispaikades on ülekaalus emased fossiilid ning suuremate isaste fossiilid on rohkem levinud kui väikesed. Selle põhjal järeldati, et emased ja isased eurüpteriidid kogunesid sigimispaika ning peale paaritumist isased lahkusid tagasi sügavamatesse vetesse ja emased jäid paigale. Autorid

arvasid, et emased isendid jäid kas järglasi valvama või suutsid munemisega viivitada kuni keskkonnatingimused olid parimad ning alles seejärel kestusid ja naasid sügavale vette. Selline hüpotees toetaks arvamust, et maha on jäänud rohkem emasloomade kesti. Emasloomade kestade üleküllust võib põhjendada ka see, et emased kestusid elu jooksul rohkem kordi kui isased. Autorid nentisid, et kuna eurüpteriidide sugu on praeguste teadmiste juures kokkuleppeliselt määratletud ning kindlaid tõendeid selle kinnitamiseks ei ole, siis pakkusid autorid välja ka lisahüpoteesi. Lisahüpoteesis kirjeldati olukorda, kus isaseid kesti on rohkem kui emasloomade omi, mis tähendaks, et ühes sigimispaigas toimus võitlus väiksema hulga emasloomade üle ning isasloomad kestusid sigimispaigas enne süvavettesse naasmist. (Vrazo & Braddy, 2011)

Eelmainitud eurüpteriidide hingamisorganitest kirjutas esimesena M. Laurie aastal 1983. Aastal 1995 kirjutasid põhjaliku artikli Phillip L. Manning ja Jason A. Dunlop, kes uurisid Inglismaalt Siluri ladestust pärit fossiili skanneerivelektronmikroskoobiga (SEM). Artiklis tõid nad välja, et osadel eurüpteriididel oli lisaks tavalistele lõpustele ka eriline hingamisorgan, mida Laurie (1983) hakkas nimetama terminiga *Kiemenplatten*, mis võimaldas loomal maismaal õhuhapnikku hingata. (Manning & Dunlop, 1995)

1.2.Süstemaatika

Eurüpteriidid kuuluvad hõimkonda lüliljalgsed (Arthropoda) ja alamhõimkonda lõugtundlased (Chelicerata). Lõugtundlased jagunevad kolmeks seltsiks. Eurüpteriidid kuuluvad seltsi Eurypterida, mis jaguneb omakorda kaheks alamseltsiks: Stylonurina ja Eurypterina. James Lamsdelli poolt (Lamsdell, 2023a) kokku pandud eurüpteriidide klassifikatsioonis jaguneb alamselts Stylonurina neljaks ülemsugukonnaks ja alamselts Eurypterina kuueks ülemsugukonnaks. Stylonurina jaguneb ülemsugukondadeks Rhenopteroidea, Stylonuroidea, Kokomopteroidea ja Hibbertopteroidea (Lisa 2). Eurypterina jaguneb ülemsugukondadeks Megalogrptoidea, Euryptoidea, Mixopteroidea, Waeringopteroidea, Adeloptalmoidea ja Pterygoidea (Lisa 2).

Alamseltsi Stylonurina kuuluvad liigid erinevad alamseltsi Eurypterina liikidest selle poolest, et ujujala asemel on neil kõndimisjalg. Võrreldes Eurypterina leidudega on Stylonurina leide vähe, Tetlie tööde kohaselt võib eksemplare olla ainult 1-5% kõigist leidudest. Neid fossiile on kõige rohkem leitud jõelistest ja riimveelistest setetest (Tetlie, 2007). Kõige vanem eurüpteriidi

leid pärineb Walesi alade Ülem-Ordoviitsiumist (Tetlie, 2007), ülemsugukonnast Rhenopteroidea kladist *Brachyopterus* (Lamsdell, Braddy, & Tetlie, 2010).

Evolutsiooniliselt kõige vanem on ülemsugukond Rhenopteroidea (Tetlie, 2007), kuhu kuulub kokku 6 sugukonda eurüpteriide (Lisa 2). Ülemsugukond Hibberopteroidea oli enamasti bentilise eluviisiga, nad on teada alates Hilis-Devonist mageveekogudes ning arvatavasti suutsid nad liikuda ka maismaal (Lamsdell & Braddy, 2010). Hibberopteroidea ja Kokomopteroidea loetakse lähedalt suguluses olevaks, sest neid ühendab morfoloogiliselt seljakilbi keskel olev kõrgendatud ala (Lamsdell *et al.*, 2010). Ülemsugukonnas Kokomopteroidea on 5 ja Hibbertopteroideas 11 perekonda (lisa 2). Ülemsugukonda Stylonuroidea kuulub plesioni-tasemel sugukond Parastylonuridae, sugukond Stylonuridae ja alamsugukond Laurieipterinae.

Alamseltsi Eurypterina kuuluvad eurüpteriidid, kelle kuues jäse on arenenud ujujalaks (vt Joonis 2). See alamselts ilmus hiljem kui Stylonurina ning suri varem välja (Lamsdell *et al.*, 2010), tehes selle alamseltsi ajaliseks ulatuseks umbes 185 miljonit aastat (Tetlie & Cuggy, 2007).

Ülemsugukonnal Megalograptoida on sarnaseid tunnuseid ülemsugukondade Euryptoida ja Mixopteroideaga, näiteks on nende ujujala morfoloogia sarnane, rohkelt on neid kirjeldatud Laurentia paleokontinendilt Siluri lõpust (Tetlie, 2007). Ülemsugukonda Megalograptoida loetakse 2 perekonda, ülemsugukonda Euryptoida 8 perekonda ning Mixopteroideas on 6 perekonda (lisa 2).

Eurypteroidea on üks kõige paremini tuntud rikkalikum eurüpteriidide ülemsugukondi, sellesse kuuluvad perekonnad *Eurypterus*, *Eriopterus*, *Dolichopterus*, *Ruedemannipterus*, *Buffalopterus*, *Strobilopterus* ja *Syntomopterus*. Siia sugukonda kuulub ka valdav enamus Eesti aladelt leitud fossiile. See ülemsugukond asustas Laurentia ja Baltica paleokontinente ning üks liik on leitud Avalonia paleokontinendil. Üheks hüpoteesiks on, et *Eurypterus* sai alguse Baltica paleokontinendilt ja liikus sealt edasi Laurentiale, kus leidis samuti endale sobivad elukeskkonna, kuna kõige vanemad Dolichopteridae leiud on Balticalt (Tetlie, 2007).

Mixopteroidea leiud on valdavalt Laurentia, Baltica ja Avalonia paleokontinentidelt. Arvatakse, et siia kuuluvad liigid olid valdavalt merelise eluviisiga ja võisid eelistada elu sügavamates vetes (Tetlie, 2007).

Waeringopteroidea on üks väiksemaid ülemsugukondi, koosnedes ainult kolmest perekonnast ja viiest liigist (Tetlie, 2007). Nende liikide fossiilsed leiud on haruldased, mistõttu ei ole nende morfoloogiast palju teada. Neli liiki viiest on leitud Laurentia paleokontinendilt ja üks Devoni vanuseline liik, *Grossopterus overathi*, on leitud Saksamaa aladelt (Tetlie, 2007).

Adelophtalmoidea on suuruselt teise suurima liigiarvuga ülemsugukondi, kuhu praegu loetakse 43 liiki (Tetlie, 2007) kaheksast eri perekonnast (lisa 2). Voolujoonelise kehakuju järgi otsustades olid need liigid head ujujad. Eurüpteriidid ülemsugukonnast Adelophtamoidea elasid Devoni algusaegadest Permi lõpu väljasuremiseni, kokku umbes 170 miljonit aastat. Peale superkontinendi Pangea moodustamist valitsesid need liigid kõige suuremaid alasid eurüpteriidide hulgas. (Tetlie, 2007)

Pterygotoidea on kõige suurema liigirikkusega (kokku 53 liiki üheksast perekonnast) eurüpteriidide ülemsugukond, ühtlasi kuuluvad sinna ühed suurimad leitud eurüpteriidid (Tetlie, 2007). Eurüpteriidid ülemsugukonnast Pterygotoidea elasid umbes 40 miljonit aastat (Lamsdell & Braddy, 2010) ja asustasid kõige suuremaid alasid. Nad olid väga head ujujad ja neid on leitud enamikul paleokontinentidel, Erik Tetlie arvates (2007) võisid nad olla ainukesed eurüpteriidid, kes ujusid ookeanides pikki vahemaid. See sugukond said alguse Laurentia paleokontinendil, nende kõige varasemad leiud pärinevad Llandovery'st; samuti on neid teada Laurentia, Šotimaa ja Lõuna-Hiina aladelt (Tetlie, 2007).

1.3.Stratigraafiline levik

Eurüpteriidid elasid Paleosoikumi aegkonnas, Hilis-Ordoviitsiumist kuni Permi lõpuni. Kogu nende elutsemiaega saab iseloomustada umbes 210 miljoni aastaga.

Siiani kõige vanem fossiilne leid on Avalonia aladelt Sandby lademest (Hilis-Ordoviitsium) (Tetlie, 2007), vanusega 458.4-453 miljonit aastat. Hilis-Ordoviitsiumi liigirikkus oli võrreldes Siluri omaga väike, eurüpteriidid saavutasid oma liigirikkuse Siluri ladestus, mida kinnitab fossiilide mitmekesisus. Evolutsioonipuul (joonis 1) saab Ordoviitsiumi ladestus jälgida kaht sugukonda, Rhenopteridae ja Megalopteridae, kellest viimane suri Ordoviitsiumi lõpuga välja. Siluri ladestus saab seevastu jälgida 15 sugukonda eurüpteriide. Eurüpteriidide liigirikkus kestis kuni Devoni ladestu keskpaigani, kuigi juba Devoni ladestu alguses toimus mitmekesisuse

kuuluvad alamseltsi *Stylonurina* (Lisa 2). Jooniselt 1 on ka näha, et sugukonnad *Mycteropidae* ja *Hibbertopteridae* on elanud mageveelises keskkonnas ning sugukond *Adelophthalmidae* on aja jooksul liikunud merelisest keskkonnast riimveelisesse keskkonda.

Permi ajastu alguses suri välja mageveeline sugukond *Mycteropidae*. Permi ajastul pidasid kauem vastu liigid sugukondadest *Hibbertopteridae* ja *Adelophthalmidae* (Lamsdell & Braddy, 2010). Mõlema sugukonna ajaline ulatus on umbes 130-140 miljonit aastat. Sugukond *Hibbertopteridae* on tuntud oma suure kehassuuruse poolest, kasvades kohati 2m pikkuseks (Lamsdell & Braddy, 2010).

1.4. Geograafiline levik

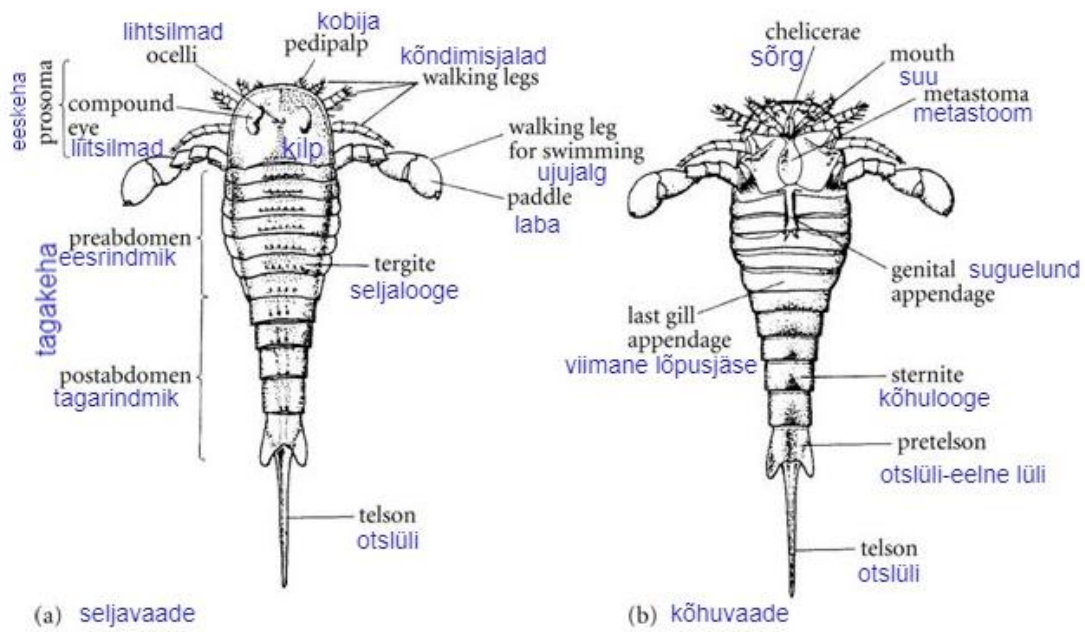
Eurüpteriidid asutasid Maad ligi 210 miljonit aasta jooksul. Nii kõige vanem kui ka kõige noorem eurüpteriidi fossiil kuuluvad mõlemad alamseltsi *Stylonurina*, mis tähendab, et *Stylonurina* ajaline ulatus oli umbes 210 miljonit aastat, alamseltsi *Eurypterina* ajaline ulatus fossiilsete leidude järgi oli umbes 185 miljonit aastat (Tetlie, 2007). Geograafiliselt on eurüpteriidide peamiseks levikualadeks olnud *Laurentia* (tänapäevaste aladena Ameerika Ühendriigid (v.a Florida), Kanada, Gröönimaa ja Šotimaa); *Baltica* (tänapäeva Skandinaavia, Ukraina, Rumeenia ja Moldova alad, Balti riigid ja Uurali mäestikest läänes asuvad alad); *Avalonia* (tänapäeva Inglismaa, Wales ja Belgia) ning nn Reini-Hertsüünia alad (tänapäevased Saksamaa läänepoolsed alad, Luksemburg) ja osa Siberi piirkondi. Eurüpteriidide sünnipaigaks peetakse *Laurentia* paleokontinenti, mis Siluri ajastul pörkas kokku *Baltica* ja *Avaloniaga*, luues uue kontinenti Laurussia. Devoni ajastul liitus Laurussiaga ka Reini-Hertsüünia terrään. Ülejäänud paleokontinendid moodustasid Gondwana, kust on samuti leitud eurüpteriidide fossiile. Paleosoikumi lõpus, kui hakkas lagunema hiidkontinent *Pangea*, surid eurüpteriidid välja. (Tetlie, 2007)

Laurentia paleokontinenti aladelt, mida peetakse eurüpteriidide alguspaigaks, on leitud Hilis-Ordoviitsiumi vanuseid *Megalogrptoidea* fossiile (Tetlie, 2007). Kõige enam fossiile Siluri ja Devoni ajastust on samuti leitud *Laurentia* aladelt, eriti Šotimaalt. Siluri ja Devoni ajastutel liikusid eurüpteriidid ka *Baltica* ja *Avalonia* paleokontinentidele, Tetlie sõnul on näiteks ülemsugukonna *Mixeroptoidea* leiud valdavalt *Laurentia*, *Baltica* ja *Avalonia* aladelt. Ülemsugukonnast *Waeringopteroidea* on Devoni ladestust leide ka Reini-Hertsüünia terrääni aladelt.

Adelophthalmuse leide on leitud Reini-Hertsüünia terrääni aladelt (Tetlie, 2007). Ülemsugukond Pterygotoidea elutsemisaeg on umbes 40 miljonit aastat Siluri ja Devoni ajastus (joonis 1) ja geograafiliselt jõudsid nad peaaegu kõikidesse tole aja paleokontinentidele, kuna olid head ujujad. Siiski on kõige suurem konsentratsioon fossiile Laurentia, Baltica, Avalonia ja Reini-Hertsogüünia terrääni aladel. Kõige levinumate fossiilsete leidudega ülemsugukond Eurypteroidea on tõenäoliselt alguse saanud Baltica paleokontinendilt Siluri ajastul ja edasi liikunud ka Laurentia paleokontinendile. (Tetlie, 2007)

1.5. Morfoloogia

Eurüpteriidid kuuluvad lüljalgsete hulka, nende keha koosneb lülidest. Eurüpteriidi keha jaguneb eeskehaks ja tagakehaks. Eeskeha koosneb kilbist (*carapace*) ja kuuest jalast. Kilbi selgmisel poolel on loomal kaks paari silmi: liitsilmad ja valgustundlikud lihtsilmad (*ocelli*); ja kõhtmisel poolel asuvad suu ja metastoom (*metastoma*). Eeskeha küljes on kobija, mida loetakse esimeseks kõndimisjalaks, kokku on kõndimisjalgu neli; sõrg, mis enamikul liikidel on väike ja suu ligidal ja mida kasutati söögi haaramiseks ning suuni toimetamiseks; ja ujujalg, mis alamselts Stylonurinal jäi kõndimisjalaks. Eurüpteriidide tagakeha koosneb 12 lülist, pluss otslüli. Tagakeha jaotub eesrindmikuks ja tagarindmikuks, eesrindmiku hulka loetakse lülid 1-7 ja tagarindmikuks lülid 8-12. Selgmises vaates on fossiilil olla näha seljalooge (tergiit) ja kõhtmises vaates kõhulooge (sterniit). (Lamsdell J., 2023; Tetlie & Cuggy, 2007) Eurüpteriidide välisskelett koosnes kitiinist (Cody, *et al.*, 2011).



Joonis 2. Eurüpteriidide morfoloogia (McKinney 1991 põhjal) täiendatult eestikeelsete terminitega.

2. Eesti eurüpteriidid

2.1. Uurimise ajalugu

Eesti eurüpteriididel on samuti pika ajaloo uurimistaust. Eesti esimesed eurüpteriidifossiilid avastati Siluri vanusega kivimitest Saaremaalt. Eriti kuulus leiupaik, Viita talu paemurd, avastati aastal 1852 dr. Schrenk'i poolt (Neuhaus, 1940). Viita talu paemurrus avanevad Rootsiküla lademe (mis oli varem tuntud kui Kaarma lade) kivimid. Sama Viita talu paemurd on ka Viita kihtide holostatotüübiks (Eesti stratotüüpsed paljandid, 2018b). Neuhaus kirjeldab, et peale fossiilide avastamist hakkasid paemurdu külastama paljude riikide geoloogid, sealhulgas Rootsi, Ameerika ja Venemaa geoloogid. Paemurd oli eriti rikkalik liigi *Eurypterus tetragonophthalmus* poolest (fossiilid.info, 2023). Viita paemurrust on leitud ka muid fossiile, näiteks leperditiide ning peajalgseid (Märss, 1990).

Aastal 1934 geoloogi ja paleontoloogi Leif Størmeri poolt kokku pandud teoses "A New Eurypterid From The Saaremaa- (Oesel-) Beds In Estonia" kirjeldab tol hetkel Eesti aladelt varem leitud eurüpteriide ja ka uusi leide (Størmer, 1934b).

Eesti fossiile on uuritud nii Eesti kui muude riikide teadlaste poolt. Geoandmebaasis on välja toodud 38 kirjandustööd, milles on kajastatud Eesti eurüpteriidide fossiilset materjali. Kõige vanem töö, mis sisaldab Eesti eurüpteriide, on saksakeelne artikkel „Die Grauwackenschichten von Liv- und Estland“, mille kirjutas E. Eichwald aastal 1854. Aastatel 1855 ja 1857 avaldas Eichwald veel artikleid, mis sisaldasid Eesti eurüpteriide: „Ueber die Gattungen Cryptonymus und Zethus“ (Eichwald, 1855) ja „Beitrag zur geographischen Verbreitung der fossilen Thiere Russlands“ (Eichwald, 1857). 19. sajandil ilmusid saksakeelsed artiklid veel Roemer'i, Schmidt'i ja Gottsche poolt.

20. sajandi esimesel poolel ilmus 4 artiklit Clark & Ruedemanni, Størmer'i, Tobieni ja Tchernyshev'i poolt. Størmer ja Tobien kirjutasid Eestis avastatud eurüpteriididest, Clark & Rudemann kirjeldasid New Yorki liike, tuues paralleele Balti eurüpteriididega ning Tchernyshev kirjeldas klassi ürglõugtundlased (Merostomata).

20. sajandi teisel poolel ilmus kokku 16 artiklit. Aastatel 1952-1958 ilmus 4 artiklit, millest kõigis võttis osa Erik N. Kjellesvig-Waering. Kolmes esimeses artiklis tegi autor koostööd L. Størmer'i ja ühes K. E. Casteriga, kus kirjeldati erinevaid eurüpteriide. Aastal 1958 andis Kjellesvig-

Waering välja kokkuvõtva töö nimega „The Genera, Species and Subspecies of the Family Eurypteridae, Burmeister, 1845“. Järgneva 10 aasta jooksul tuli välja 5 tööd, millest kaks kirjutas Kjellesvig-Waering ja ülejäänud N. E. Tchernysheva, N. Novozilov ja B. B. Rohdendorf, kus kõikides mainiti Eesti aladelt leitud liike. Aastal 1970 ilmus esimene eesti geoloogi Dimitri Kaljo toimetatud raamat Eesti Siluri ladestu kohta, milles on kokkuvõtte ürglõugtundlaste fossiilidest. Aastatel 1970-1981 ilmus Eesti eurüpteriide mainivalt 4 tööd nii Eesti kui välismaa teadlaste poolt. Aastal 1995 ilmus R. Einasto poolt ajakirjas Eesti Loodus artikkel nimega „Eurüpteriidid“ ja aastal 1997 S. Braddy ning J. A. Dunlop poolt artikkel Balti eurüpteriididest.

21. sajandil on Eesti eurüpteriide mainivaid töösid ilmunud 11 tükki, sajandi esimesel kümnendil 4 artiklit ja teisel kümnendil 7. Nendes töödes on tegeletud nii uute eurüpteriidide leidude, nende süstemaatika, käitumismustrite, stratigraafia ja morfoloogiaga, millest paljusid on kasutatud ka selle töö kirjutamisel.

Kuigi eurüpteriide on globaalselt leitud juba Ordoviitsiumi lõpu lademetest alates, siis Eesti aladelt on nende fossiile leitud üksnes Siluri ladestust. Nestor ja Mark-Kurik (1997) on seda seletanud nii liigirikkuse kasvu kui ka heaks säilivuseks vajalike tingimuste paranemisega.

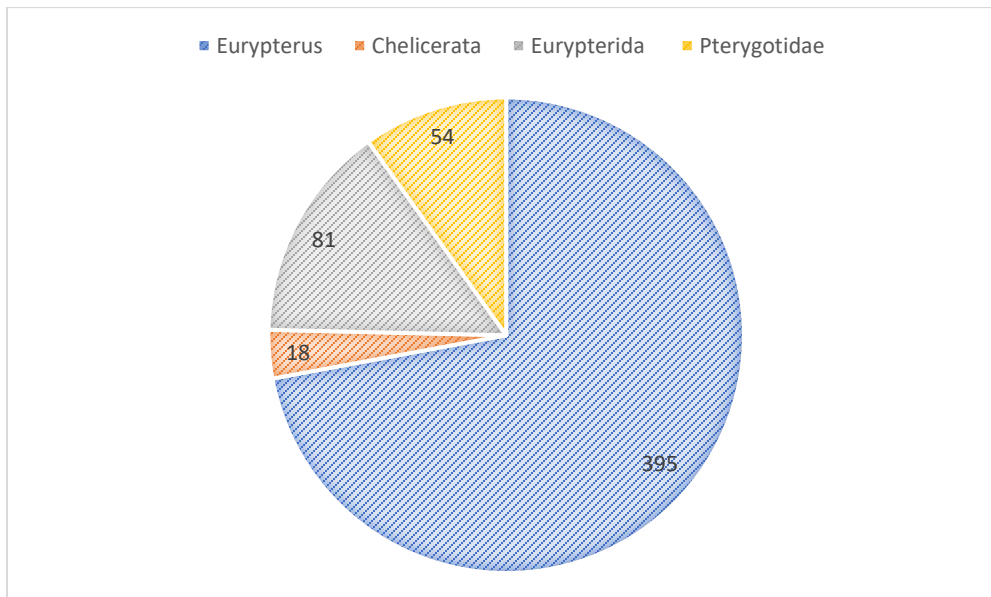
2.2. Stratigraafiline ja geograafiline levik

Eestis on seni avastatud kümme liiki eurüpteriide. Eestis leiduvad eurüpteriidiliigid kuuluvad kõik alamseltsi Eurypterina. Ülemsugukondadest on esindatud Adelophthalmoidea, Eurypteroidea, Mixopteroidea ja Pterygopteroidea, mis on kantud joonisele 3. Eesti eurüpteriidid on kirjeldatud Siluri ladestust, Llandovery, Wenlocki ja Ludlow ladestikest, ning jäävad vanuselt vahemikku 440 - 419,2 miljonit aastat tagasi. Eurüpteriidide leiukohad on valdavalt Saaremaal, Mandri-Eesti leiukohtadeks on Virtsu ja Kalana karjäär.

Selts	Alamselts	Ülemsugukond	Sugukond	Perekond	Liik	Ladestik
Eurypterida	Eurypterina	Adelophthalmoidea	Adelophthalmidae	<i>Esyslopterus</i>	<i>patteni</i>	Wenlock → Pridoli
		Eurypteroidea	Dolichopteridae	<i>Dolichopterus</i>	<i>stoermeri</i>	Ludlow
		Eurypteroidea	Erieopteridae	<i>Erieopterus</i>	<i>laticeps</i>	Ludlow
		Eurypteroidea	Eurypteridae	<i>Eurypterus</i>	<i>henningsmoeni</i>	Wenlock
		Eurypteroidea	Eurypteridae	<i>Eurypterus</i>	<i>tetragonophthalmus</i>	Wenlock
		Eurypteroidea		<i>Strobilopterus</i>	<i>laticeps</i>	Ludlow
		Mixopteroidea	Mixopteridae	<i>Mixopterus</i>	<i>simonsoni</i>	Wenlock
		Pterygotoidea	Pterygotidae	<i>Erettopterus</i>	<i>laticauda</i>	Ludlow
		Pterygotoidea	Pterygotidae	<i>Erettopterus</i>	<i>osiliensis</i>	Ludlow
		Pterygotidae	<i>Pterygotus</i>	<i>impacatus</i>	Ludlow	

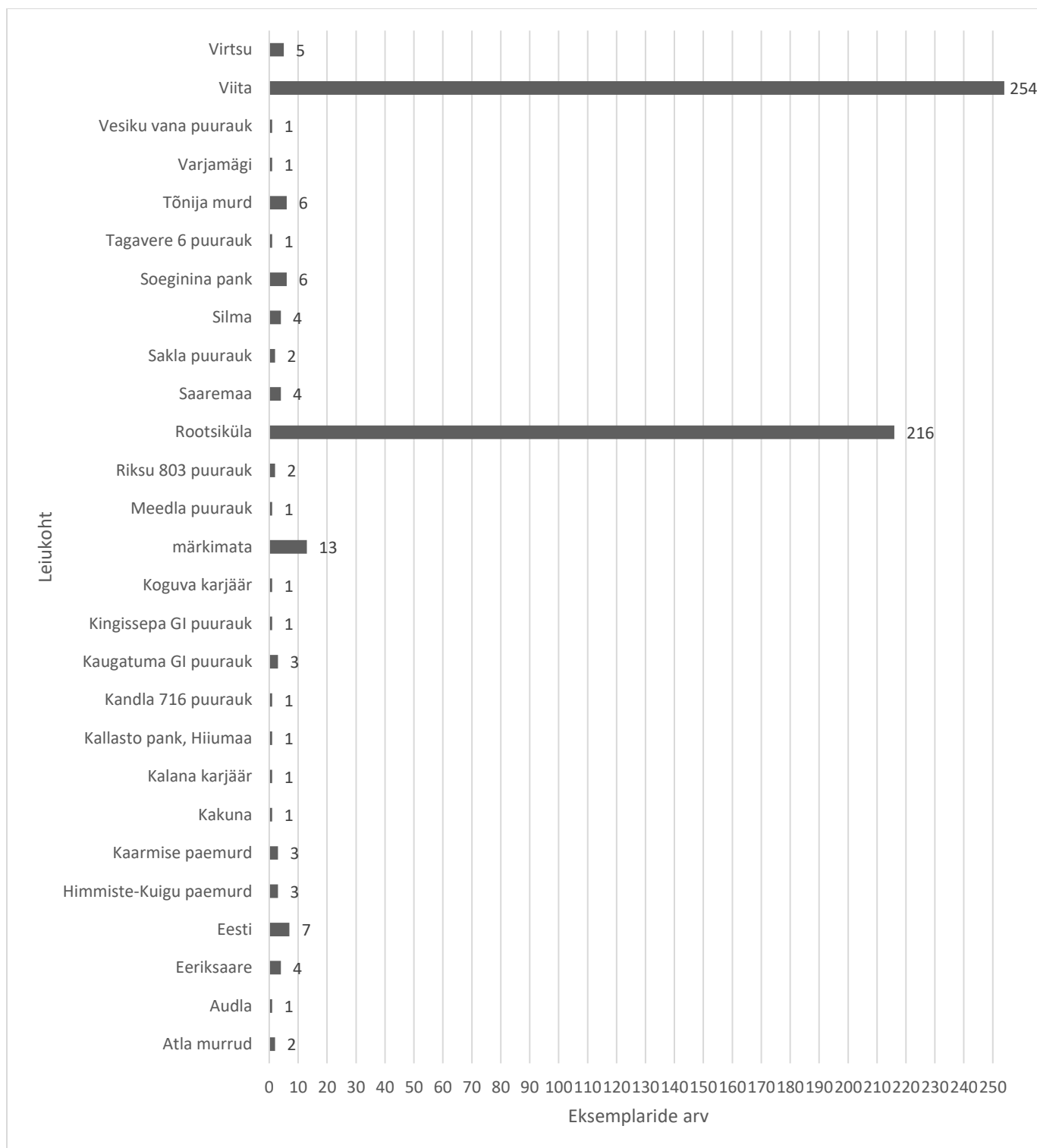
Joonis 3. Eesti aladelt leitud eurypteriidiliigid ning nende süstemaatiline asend

Eesti geokogude andmebaasi kohaselt on Eesti aladelt andmebaasi kantud 545 eksemplari. Andmed said jaotada nelja kategooriasse: perekond *Eurypterus*, sugukond Pterygotidae, selts Eurypterida ja alamhõimkond Chelicerata ehk lõugtundlased, kelle fossiile ei olnud võimalik täpsemalt määrata. Perekonda *Eurypterus* kuulub 395 eksemplari, sugukonda Pterygotidae 54 eksemplari, seltsi Eurypterida 81 eksemplari ning määramata lõugtundlasi 18 eksemplari (vt joonis 4).



Joonis 4.. Geoandmebaasi kantud fossiilid.

Leiukohtadena on geoandmebaasis märgitud 29 eri asukohta: 'Rootsiküla', 'Viita paemurd', 'Viita kaevik', 'Viita kaitsekraav', 'Soeginina pank', 'Eeriksaare, Saaremaa', 'Saaremaa', 'Virtsu', 'Kakuna', 'Himmiste-Kuigu paemurd', 'Tõnija murd', 'Silma oja', 'Meedla puurauk', 'Kingissepa GI puurauk', 'Sakla puurauk', 'Vesiku vana puurauk', 'Varjamägi', 'Eesti', 'Kalana karjäär', 'Audla', 'Kandla 716 puurauk', 'Silma rand', 'Kaugatuma GI puurauk', 'Tagavere 6 puurauk', 'Koguva karjäär', 'Riksu 803 puurauk', 'Kallasto pank, Hiiumaa', 'Atla murrud, Saaremaa', 'Kaarmise paemurd'. Leiukohad on märgitud nii joonisel 5 kui ka Eesti kaardil (joonis 6).

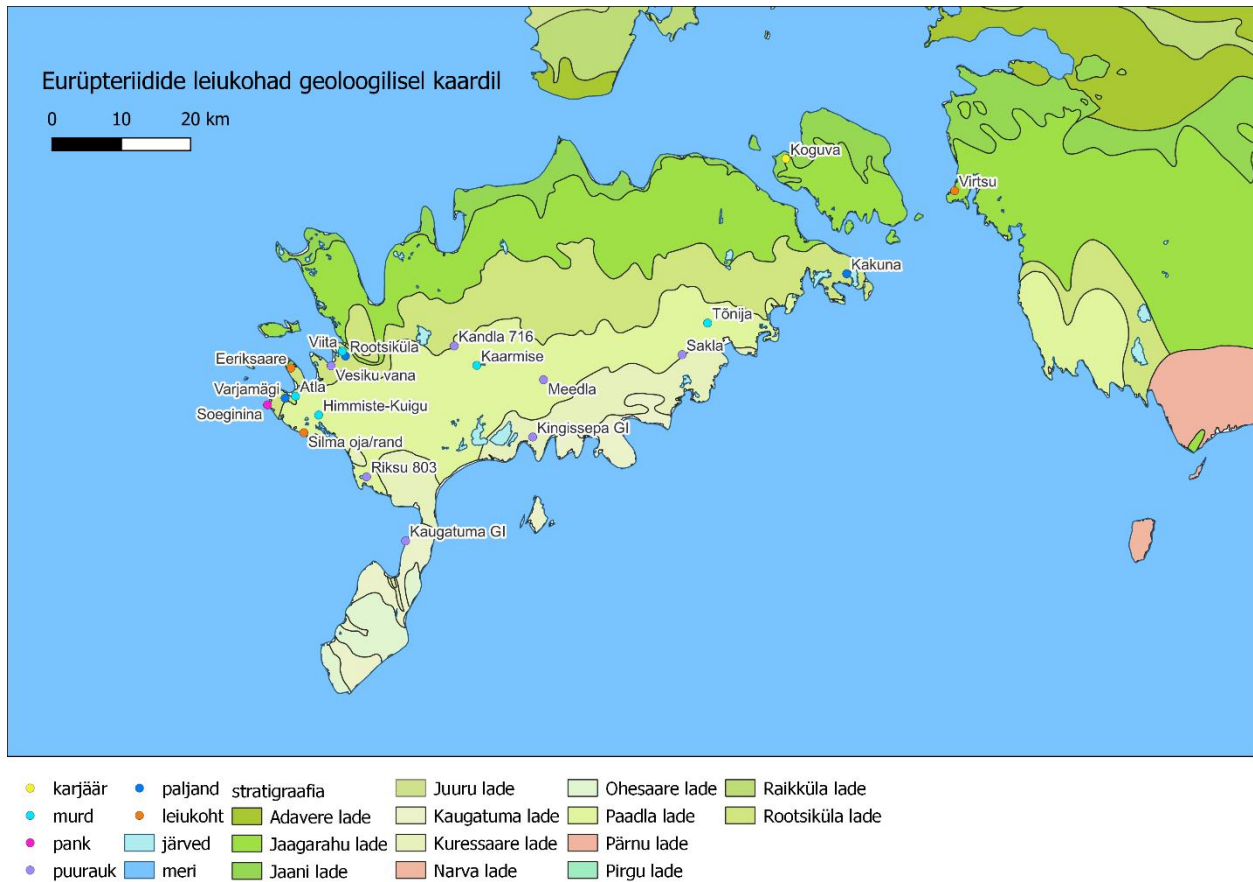


Joonis 5. Eesti eurüpteriidide leiukohad ja nende eksemplaride arv.

Joonis 6 näitab, et Rootsiküla ja Viita leiukohad on siiani olnud väga leiduserohked ja seeläbi ka enam uuritud kui teised leiukohad. Andmebaasi on ka lisatud üldisema sõnastusega leiukohti, näiteks 'Eesti', 'Saaremaa' või lihtsalt märkimata jäänud leiukoht. Eurüpteriidide fossiilseid leide on ka puuraukudest, näiteks Sakla puurauk ja Meedla puurauk. Palju leide on samuti paemurdudest ja pankadelt, näiteks Soeginina pank, Tõnija murd ja Viita paemurd.



Joonis 6. Eurüpteriidide leiukohad Eesti geoloogilisel kaardil.



Joonis 7. Eurüpteriidide leiukohad Saaremaal, taustaks Eesti geoloogiline kaart.

Saaremaal on peale üldistamist 17 leiukohta (joonis 7), millest 7 on puuraugud, 5 on murrud, 2 on paljandid, 1 on pank ja 2 leiukohta on geoandmebaasis lihtsalt märgitud kui 'geograafiline koht', mis kaardil on märgitud kui 'leiukoht'. Kõikide leiukohtade stratigraafiline asend on esitatud joonisel 9. Kõige leiduserohkem on Viita, mille alla koondub kolm leiukohta: Viita paemurd, Viita kaevik ja Viita kaitsekraav; kuid mis selles töös on üldistatud üheks leiukohaks. Viita talu paemurd, mis avastati aastal 1852 (Neuhaus, 1940) ja aeti kinni 1970-ndatel (Märss, 1990). Peale paemuru kinniajamist jätkati paleontoloogilisi uuringuid Viita kaevikus ja kaitsekraavis, mis kohati avasid madalamaid intervale kui algses paemurrus (Märss, 1990). Praegusel hetkel on selles piirkonnas ainult heinamaad (Eesti stratotüüpsed paljandid, 2018b). Viita leiukohale lähedal asuv teine leiduserikas asukoht on Rootsiküla paljand (vt joonis 7). R. Einasto kirjeldab oma 1961. aasta välipäevikus Rootsiküla kruusaaugus paljanduvat geoloogiat, kus toob välja eurüpteriidide fragmentide leiud (R. Einasto välipäevik, 1961). Saaremaal asuvatest puuraukudest on geoandmebaasi andmetel Sakla puuraugust leitud 61 fossiili, Vesiku vanast puuraugust 10 fossiili,

Kandla 716 puuraugust 5 fossiili, Riksu 803 puuraugust 95 fossiili, Kaugatuma GI puuraugust 49 fossiili, Kingissepa GI puuraugust 124 fossiili ja Meedla puuraugust 1 fossiil (eMaapõu). Soeginina pank on tuntud nii eurüpteriidide kui onkoliitide poolest, kuigi terved eurüpteriidide fossiilid on ka seal haruldased (Meidla, Tinn, & Männik, 2014). Paljanditest asub eelmainitud Rootsiküla kruusaaugule lisaks Saaremaal ka Kakuna leiukoht, mis R. Einasto välipäevikus on iseloomustatud kui ajutine paljand, mida sai vaadelda sel ajal kui alspõhjakivimeisse raiuti auk maja vundamendi jaoks (R. Einasto välipäevik, 1958). Murdudest asuvad Saaremaal Atla murrud, Tõnija murd, Kaarmise murd, Himmiste-Kuigu murd ja eelnevalt kirjeldatud Viita murd. Atla murrud on kaks murdu Atla mõisa juures, millest mõlemad on kinni kasvamas (eMaapõu), Tõnija murru kohta on A. Aaloe oma välipäevikus märkinud eurüpteriidide fragmentide leiud (A. Aaloe välipäevik, 1963). Kaarmise paemurrust on leitud 4 tüüpi fossiile: brahhiopode, rugoose, eurüpteriide ja ostrakoode (eMaapõu); Himmiste-Kuigu vana paemurd on Himmiste kihtide holostatotüüp, kus 4meetrisel lõigul on 1 meetri kõrgune paljand (Eesti stratotüüpsed paljandid, 2018a). Silma leiukohas on leide märgitud nii Silma ojast kui Silma rannast, Silma oja suubub merre (eMaapõu). Eeriksaare leiukohast on eurüpteriide kogunud 1924. aastal H. Bekker ja sellest on oma välipäevikutes kirjutanud A. Aaloe (eMaapõu).

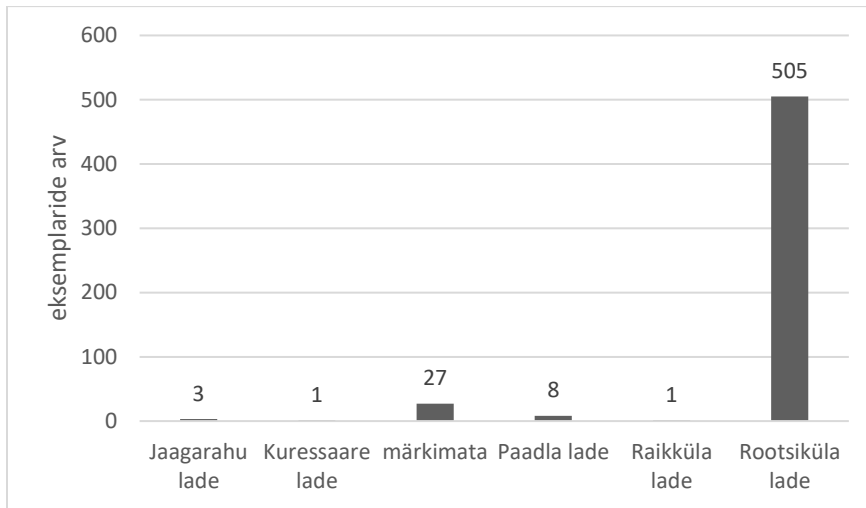
Koguva karjäärast on samuti kogutud määramata lõugtundlase fossiil. Virtsu leiukohast on aastal 1990 Ü. Kestlase poolt kogutud 5 *Eurypterus*'e fossiili (Eesti geokogude portaal, 2023). Peale Virtsu leiukoha on Mandri-Eestis Kalana leiukoht, kus avanevad Raikküla lademe kihid (Mastik & Tinn, 2015) on vanem kui senised leiukohad (vt joonis 10).

Hiiumaal on üks leiukoht, Kallasto pank, kust pärineb üks määramatu lõugtundlase fossiil, stratigraafilise asendi kohta andmebaasis märke puudub.

Stratigraafiliselt on Eesti eurüpteriidide fossiilid seotud viie lademega: Jaagarahu, Rootsiküla, Kuressaare, Raikküla ja Paadla; andmebaasis leidub ka täpsustamata stratigraafilise asendiga eksemplare. Kõik viis ladet kuuluvad Siluri ladestusse, jaotudes Wenlock ja Ludlow ladestike vahele (vt joonis 10).

Leidude arvu poolest on kõige rikkalikum Rootsiküla lade, sealt on andmebaasi kantud 505 eksemplari. Rootsiküla lademele järgneb Paadla lade 8 leiuga, Jaagarahu lade 3 leiuga ning Raikküla ja Kuressaare lade mõlemad 1 leiuga. Andmebaasis leidub ka 26 märkimata stratigraafiaga sissekannet. Fossiilileidude hulka lademete kaupa väljendab joonis 8. Rootsiküla

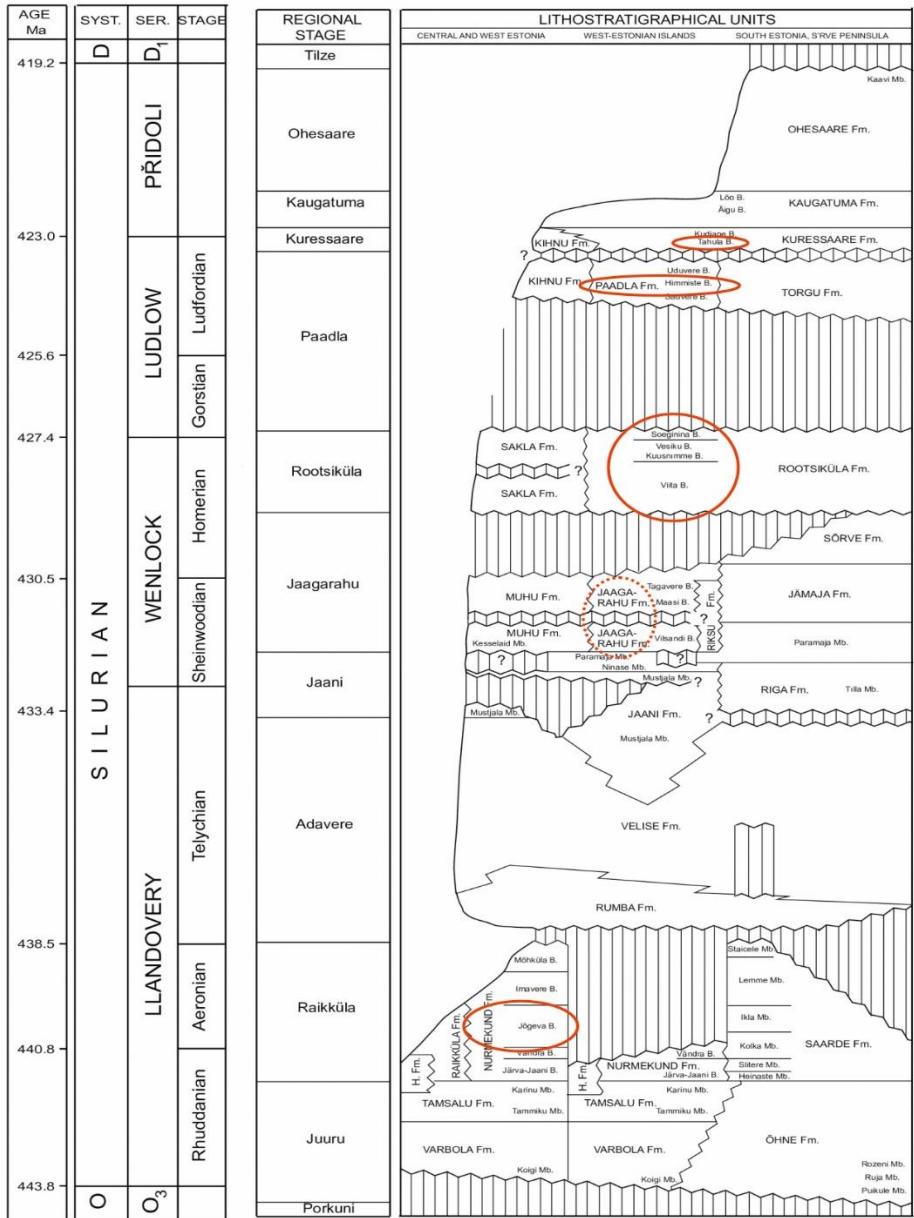
lademega on kindlalt seotud 11 leiukohta, kuigi andmebaasis on üldiste leiukohtade 'Saaremaa' ja 'Eesti' stratigraafia kohta samuti märgitud Rootsiküla lade. Jaagarahu lademega on seotud 3 leiukohta, Paadla lademega 2 leiukohta, Raikküla ja Kuressaare lademetegas üks leiukoht (vt joonis 9).



Joonis 8. Eurüpteriidide fossiilileiud lademete ja eksemplaride kaupa.

Leiukoht	Lade
Eeriksaare	Rootsiküla
Kakuna	Rootsiküla
Kandla 716 puurauk	Rootsiküla
Kaugatuma GI puurauk	Rootsiküla
Meedla puurauk	Rootsiküla
Riksu 803 puurauk	Rootsiküla
Rootsiküla	Rootsiküla
Soeginina pank	Rootsiküla
Tõnija murd	Rootsiküla
Varjamägi	Rootsiküla
Viita	Rootsiküla
Koguva karjäär	Jaagarahu
Sakla puurauk	Jaagarahu
Tagavere 6 puurauk	Jaagarahu
Himmiste-Kuigu paemurd	Paadla
Kaarmise paemurd	Paadla
Kalana karjäär	Raikküla
Kingissepa GI puurauk	Kuressaare

Joonis 9. Eesti eurüpteriidileiukohad ja nende stratigraafiline asend.



Joonis 10. Eurüpteriidide stratigraafiline levik Eestis. Joonise stratigraafiliseks aluseks on Männiku (2014) koostatud Eesti Siluri stratigraafiline skeem. Eurüpteriidifossiilide kindel levik on tähistatud tugeva punase joonega, Jaagarahu kihistust leitud fossiilid on tähistatud katkendjoonega, kuna nende leidude täpne strat. asend on teadmata.

2.3.Ülevaade Kalanast

Termin “lagerstätte” on üle toodud saksa keelest nii inglise kui eesti keelde, sest väljendab selgelt oma olemust. Lagerstätte iseenesest väljendab settekivimit, mis on majanduslikult kasulik, fossil-lagerstätte seega väljendab settekivimit, mis omab tähtsat fossiilset materjali ja on seeläbi

teadusele kasulik. Seilacher nendib, et kuna termin on siiski veidi piiritlematu, on vaja lisada, et kuigi kõik fossiilid on teadusele kasulikud, määratakse *lagerstätte* nimi leiukohale, mille säilivuses on midagi erakordset. (Seilacher, 1990)

Erakordsed leiukohad jagunevad veel omakorda kaheks: kontsentratsiooni-*lagerstätte* ja säilivus-*lagerstätte*. Kontsentratsiooni-*lagerstätte* 'd on sellised leiukohad, kus on erakordselt palju fossiile säilinud. Sellised kohad võivad iseloomustada olukorda, kus toimus suur akumulatsioon või iseloomustada keskkonda kus loomad ei lagunenu nii nagu peaks. Säilivus-*lagerstätte* 'd seevastu on leiukohad, kus on toimunud erakordne säilimine, fossiilide kogus ei loe. Sellised *lagerstätte* 'd toovad teadlaste luubi alla fossiilid elusolenditest, kelle pehme keha on settekivimites ainulaadselt säilinud. Säilivus-*lagerstätte* 'ks on ka näiteks merevaigu sisse kinni jäänud ja seeläbi suurepäraselt säilinud putukad. (Seilacher, 1990)

Selles töös on kasutatud materjale Kalana *lagerstätte* 'st, mis on karjäär Kesk-Eestis. Kalana *lagerstätte* on kontsentratsiooni-*lagerstätte*, mis avaneb Nurmekunna kihistu kirde osas (Männik *et al.*, 2016). Karjäär avab Raikküla lademe, mis on stratigraafiliselt Siluri lademe, Llandovery ladestiku vanuseline kohalik lade. Raikküla lade koosneb karbonaatsetest kivimitest, eriti iseloomulikud on mikro- ja peitkristalsed lubjakivid. Biostratigraafiliselt korreleerub Raikküla lade *Aspelundia* tsooniga ja *Pranognathus tenuis* konodontitsooniga. (Mastik & Tinn, 2015) Kalana *lagerstätte* vanus on korreleeritud *Pribylograptus leptotheca* konodontitsooniga (Männik *et al.*, 2016).

Karjääris on rikkalikult vetikafossiile ja on leitud fossiliseerunud selgrootuid ja selgroogseid organisme. (Männik *et al.*, 2016) Kalanast on aastate jooksul makrofaunast kogutud brahhiopode (Brachiopoda), gastropode (Gastropoda), meriliiliad (Crinoidea), nautiloide (Nautiloidea), karpe (Bivalvia), rugoose (Rugosa), tabulaate (Tabulata), trilobiite (Trilobita), sammalloomi (Bryozoa), konulariite (Conulata), graptoliite (Graptolithina), käsni (Porifera) ja leperditiite (Leperditicopida) (Guiton, 2016) ning nüüd ka eurüpteriide. Floorast on leitud umbes kümme eristatavat maksroskoopilist vetikat, eriti palju on leitud sealt vetikaid seltsist Dasycladales (hõimkond Chlorophyta, klass Ulvophyceae). (Tinn *et al.*, 2015)

2.4.Kalana eurüpteriidid

Hõimkond ARTHROPODA Siebold 1848

Alamhõimkond CHELICERATA Heymons 1901

Klass ARACHNIDA Lamarck 1801

Selts EURYPTERIDA Burmeister 1843

Alamselts EURYPTERINA Burmeister 1843

Ülemsugukond EURYPTEROIDEA Burmeister 1843

Sugukond EURYPTERIDAE Burmeister 1843

Perekond EURYPTERUS DeKay 1825

Eurypterus tetragonophthalmus Fischer 1839

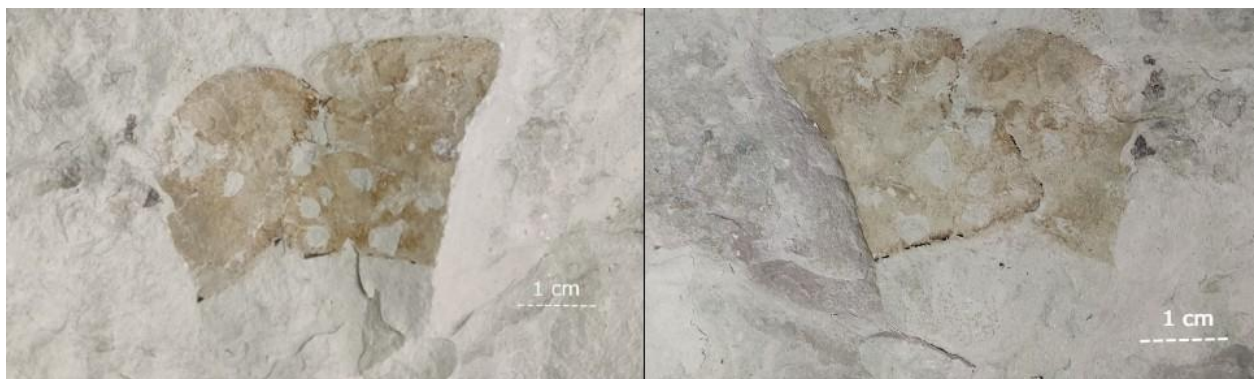
Materjal: peakilp ja ujujäsemete fragmendid

2.4.1. Fossiil 1



Joonis 11. *Eurypterus tetragonophthalmus*'e peakilp Kalanast

2.4.2. Fossiil 2



Joonis 12. *Eurypterus tetragonophthalmus*'e ujujäseme fragment Kalanast

2.4.3. Fossiil 3

Ülemsugukond ADELOPHTHALMOIDEA Tollerton 1989

ADELOPHTHALMOIDEA perekond ja liik määramatu [*gen. et sp. indet.*]

Materjal: Üks eksemplar, skeleti selgmine vaade.

Kirjeldus: Umbes 9 mm pikkune, osaliselt säilinud fossiil. Säilinud on peakilbi vasak pool ja neli rindmikulüli.



Joonis 13. Kalana eurüpteriidi leid, fossiliseerunud peakil ja neli rindmikulüli.

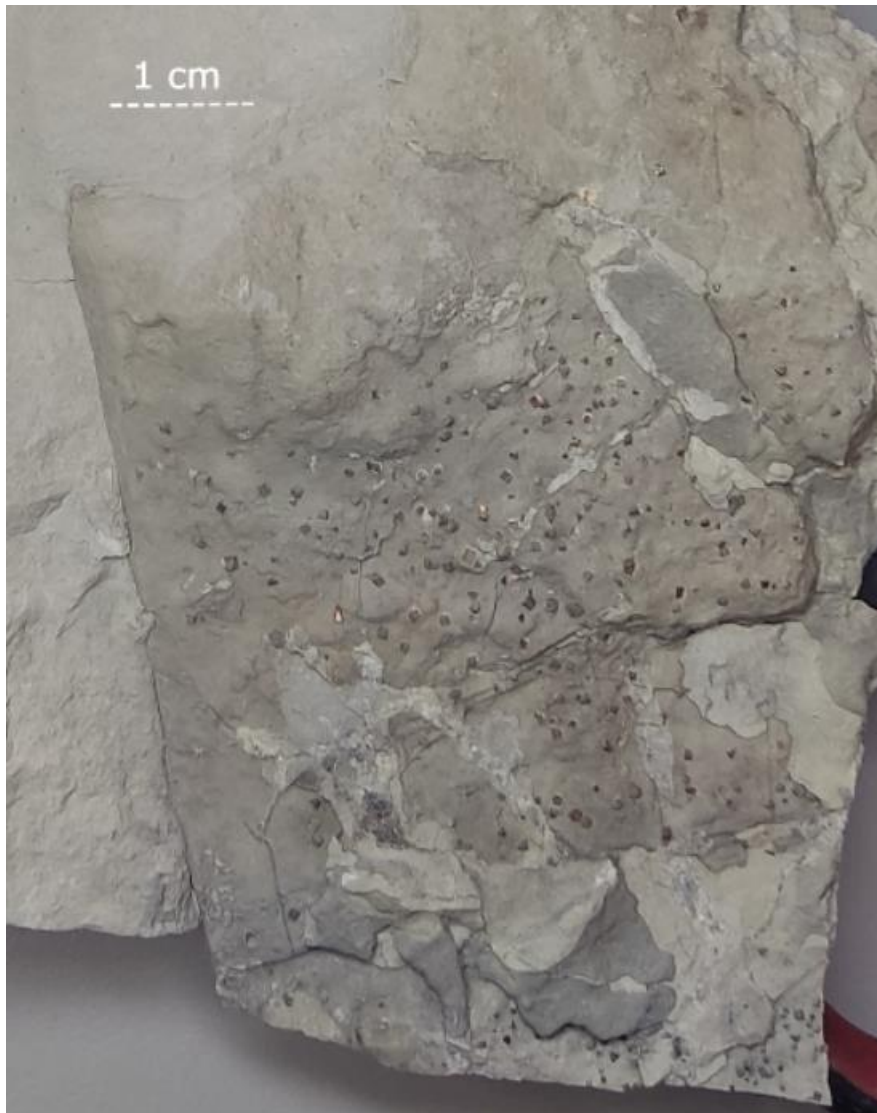
2.4.4. Fossiil 4

Ülemsugukond PTERYGOTOIDEA Clarke et Ruedemann 1912

Sugukond PTERYGOTIDAE Clarke et Ruedemann 1912

PTERYGOTIDAE perekond ja liik määramatu [*gen. et sp. indet.*]

Materjal: Jäsemete ja tagakeha fragmendid.



Joonis 14. Pterügotiidi jäseme fragment Kalanast.

Kokkuvõte

Eurüpteriidid kuuluvad hõimkonda lülijalgsete (Arthropoda) ja alamhõimkonda lõugtundlased (Chelicerata) ja jaotuvad kahte alamseksi: Eurypterina ja Stylonurina.

Eurüpteriidide fossiile on leitud juba 19. sajandist alates, esimesed leiud pärinevad aastatest 1818 ja 1825. Hiljem on paleontoloogid neid uurinud ja püstitanud erinevaid hüpoteese nende elukeskkonna ja käitumise kohta, näiteks S. J. Braddy poolt välja pakutud massilise paaritumise ja kestumise hüpotees. Lisaks on uuritud nende evolutsiooni, morfoloogiat ja anatoomiat, näiteks nende hingamiselundkonda.

Eurüpteriidid elasid Paleosoikumis, Hilis-Ordoviitsiumi lõpust kuni Permi lõpuni, kokku umbes 210 miljonit aasta jooksul. Nad said alguse Laurentia paleokontinendilt, ning levisid selle aja jooksul peaaegu kõigile paleokontinentidele. Oma liigilise mitmekesisuse tipu saavutasid eurüpteriidid Siluris, Hilis-Devoni väljasuremissündmuse elased üle vaid üksikud sugukonnad.

Eesti aladelt on eurüpteriide leitud 1852. aastast alates, Eesti leiukohti on külastanud erinevate riikide paleontoloogid, paljud neid on uurimustööks materjali kaasa viinud. Eesti eurüpteriide on mainitud 37 teadustöös.

Eesti eurüpteriidide leiukohad on kõik Siluri vanusega, leide on Jaagarahu, Rootsiküla, Kuressaare, Raikküla ja Paadla lademetest. Kokku on Eesti geoandmebaasis 545 leidu 29 leiukohast. Leidudest kuulub perekonda *Eurypterus* 395 eksemplari, sugukonda Pterygotidae 54 eksemplari, seltsi Eurypterida 81 eksemplari ning määramata lõugtundlasi 18 eksemplari. Analüüs geoandmebaasi andmetest näitab, et leidurikkamad on Rootsiküla lade ja Viita leiukoht.

Eurypterids in Estonia: stratigraphic and geographic distribution and taxonomy

Jane Pelska

Summary

This bachelors thesis aims to collect information on eurypterid fossils found in Estonia based on the data from Estonian geoscience data portal and new fossils found in Kalana *lagerstätte*. This thesis joins information on eurypterids, their history and descriptions. The fossils found in Kalana *lagerstätte* need further studying.

Eurypterids are extinct arthropods from the Paleozoic era who lived from Late-Ordovician until the end of Permian, for about 210 milion years. The first eurypterid fossils were found in 1818 and 1825 by M. L. Mitchill and J. E. DeKay. Over the years many hypothesis have been proposed about the way eurypterids lived and where they lived.

Eurypterids are classified into two suborders: Eurypterina and Stylonurina. They are further classified into superfamilies: Eurypterina into Megalograptioidea, Euryptoidea, Mixopteroidea, Waeringopteroidea, Adelophtalmoidea, Pterygoidea and Stylonurina into Rhenopteroidea, Stylonuroidea, Kokomopteroidea, Hibbertopteroidea. Eurypterids lived in Laurentia, Baltica, Avalonia and Rheno-Hercynian Terrane palaeocontinents.

The Estonian fossil database shows 545 eurypterid (or unspecified chelicerate) fossil finds in Estonia from Jaagarahu, Rootsiküla, Kuressaare, Raikküla and Paadla regional stages. The data showed that 395 fossils from genus *Eurypterus*, 54 fossils from family Pterygotidae, 81 fossils from order Eurypterida and 18 unspecified chelicerate fossils have been found from 29 different locations in Estonia. The largest number of fossils come from the Rootsiküla Regional Stage and Viita fossil locality.

Tänuavaldused

Töö autor soovib tänada juhendajat Oive Tinni suure toetuse ja abi eest.

Samuti soovib autor tänada kõiki, kes on võtnud aja, et andmebaase hoolega täita ja korras hoida.

Kasutatud kirjandus

- Aaloe, A. (1963). Tõnija murd. rmt: A. Aaloe, *Välipäevik nr 10: Saaremaa paljandid, Kaali ekspeditsioon 1963* (lk 26-27).
- Bicknell, R. D., Paterson, J. R., Caron, J., & Skovsted, C. B. (2018). The gnathobasic spine microstructure of recent and Silurian chelicerates and the Cambrian artiopodan *Sidneyia*: Functional and evolutionary implications. *Arthropod Structure & Development*, 12-24.
- Braddy, S. J. (2001). Eurypterid palaeoecology: palaeobiological, ichnological and comparative evidence for a 'mass-moult-mate' hypothesis. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 172(1-2), 115-132.
- Braddy, S. J., & Dunlop, J. A. (1997). The functional morphology of mating in the Silurian eurypterid, *Baltoeurypterus tetragonophthalmus* (Fischer, 1839). *Zoological Journal of the Linnean Society*.
- Briggs, D. E., & Rolfe, W. D. (1983). A giant arthropod trackway from the Lower Mississippian of Pennsylvania. *Journal of Paleontology*, 377-390.
- Caster, K. E., & Kjellesvig-Waering, E. N. (1955). *Marsupipterus*, an unusual eurypterid from the Downtonian of England. *Journal of Paleontology*, 1040-1041.
- Caster, K. E., & Kjellesvig-Waering, E. N. (1956). Some notes on the genus *Dolichopterus* Hall. *Journal of Paleontology*, 19-28.
- Chamberlin, T. C. (1900). On the Habitat of the Early Vertebrates. *The Journal of Geology*, 400-412.
- Clark, J. M., & Ruedemann, R. (1912). The Eurypterida of New York. *New York State Museum Memoirs*.
- Clarke, J. M. (1900). Merostomata. rmt: C. R. Eastman, & K. A. von Zittel, *Textbook of Paleontology* (lk 669-678).
- Cody, G. D., Gupta, N. S., Briggs, D. E., Kilcoyne, A. L., Summons, R. E., Kenig, F., . . . Scott, A. C. (2011). Molecular signature of chitin-protein complex in Paleozoic arthropods. *Geology*, 255-258.
- Copeland, M. J., & Bolton, T. E. (1985). *Fossils of Ontario Part 3: The Eurypterids and Phyllocarids*. Toronto: Royal Ontario Museum.
- Dalingwater, J. E. (1975). Further observations on eurypterid cuticles. *Fossils and Strata*, 271-279.
- Donovan, S. K. (2001). Fossils explained 37: Eurypterids. *Geology today* 17(5), 195-199.
- Dunlop, J. A., Penney, B., & Jekel, D. (2018). A summary list of fossil spiders and their relatives. In *World Spider Catalog*. rmt: *World Spider Catalog*. Natural History Museum Bern.

- Eesti geokogude portaal. (2023). Allikas: Eesti geokogude portaal:
<https://geocollections.info/search/virtsu/specimen/1/100>
- Eesti startotüüpsed paljandid. (2018a). *Himmiste-Kuigu paemurd*. Allikas: Eesti startotüüpsed paljandid: <https://stratotuup.ut.ee/s-himmiste-kuigu-paemurd>
- Eesti stratotüüpsed paljandid. (2018b). *Viita paemurd*. Allikas: Eesti stratotüüpsed paljandid: <https://stratotuup.ut.ee/s-viita-paemurd>
- Eichwald, E. (1854). Die Grauwackenschichten von Liv- und Estland.
- Eichwald, E. (1855). Ueber die Gattungen Cryptonymus und Zethus.
- Eichwald, E. (1857). Beitrag zur geographischen Verbreitung der fossilen Thiere Russlands.
- Einasto, R. (1958). Vaatluspunkt 5. rmt: *Einasto, 1958, välipäevik 1: Välipäevik nr 1: Saaremaa paljandid ja puuraugud* (lk 43).
- Einasto, R. (1961). Rootsiküla kruusaaauk. rmt: *Välipäevik nr 3: Podoolia ekspeditsioon 1961, Saaremaa paljandid ja puuraugud (1962-64 kirjeldused)* (lk 28-30).
- Einasto, R. (1995). Eurüpteriidid. *Eesti Loodus*, 16-18.
- Einasto, R. (2010). Kallid kivistised. *Loodusesõber*, 12-13.
- eMaapõu. (2023). *eMaapõu*. Allikas: geoloogia.info: <https://geoloogia.info/>
- eMaapõu. (2023). *Geokirjandus*. Allikas: Teavikud: <https://kirjandus.geoloogia.info/reference?isEstonianReference&query=eurypterida>
- Erwin, D. H. (1993). *The Great Paleozoic Crisis. Life and Death in the Permian*. Columbia University Press.
- fossiilid.info*. (mai 2023. a.). Allikas: liik *Eurypterus tetragonophthalmus* Fischer, 1839: https://fossiilid.info/2874?mode=in_global&lang=et
- Gottsche, C. (1887). über eine Geschiebe ... mit *Eurypterus Fischeri* Eichw. *Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft*, 622.
- Guiton, S. (2016). *Kalana lagerstätte makrofauna analüüs*. Tartu.
- Haug, C. (2020). The evolution of feeding within Euchelicerata: data from the fossil groups Eurypterida and Trigonotarvida illustrate possible evolutionary pathways. *PeerJ*.
- Kaljo, D. (1970). Ракообразные, мечехвосты, скорпиономорфы. rmt: D. Kaljo, *Силур Эстонии* (lk 171-172).
- Kjellesvig-Waering, E. N. (1958). The genera, species and subspecies of the family Eurypteridae, Burnmeister, 1845. *Journal of Paleontology*, 1107-1148.
- Kjellesvig-Waering, E. N. (1961). The Silurian Eurypterida of the Welsh Borderland. *Journal of Paleontology* 35 (4), 789–835.

- Kjellesvig-Waering, E. N. (1964). A synopsis of the Family Pterygotidae Clarke and Ruedemann 1912 (Eurypterida). *Journal of Paleontology*, 331-361.
- Kjellesvig-Waering, E. N., & Størmer, L. (1952). The Dolichopterus–Strobilopterus group in the Eurypterida. *Journal of Paleontology*, 659–661.
- Klaamann, E. R., Einasto, R. E., Viira, V. J., Männil, R. P., Nestor, V. V., Rubel, M. P., & Sarv, L. I. (1980). Фациальные закономерности распределения фауны в верхнем лландовери и венлоке Северной Прибалтики. rmt: *Экостратиграфия и экологические системы геологического прошлого. Труды XXII сессии Всесоюзного Палеонтологического Общества* (lk 38-47).
- Lamsdell, J. (2023a). *Full systematic list of known eurypterid species*. Allikas: Eurypterids.co.uk: <https://web.archive.org/web/20110815213632/http://eurypterids.co.uk/encyclopedia.htm>
- Lamsdell, J. (2023b). *Eurypterid Basics*. Allikas: Eurypterids.co.uk: <https://web.archive.org/web/20111009021254/http://www.eurypterids.co.uk/eurypterids.htm>
- Lamsdell, J. C., & Braddy, S. J. (2010). Cope’s Rule and Romer’s theory: patterns of diversity and gigantism in eurypterids and Palaeozoic vertebrates. *Biology Letters* 6, 265-269.
- Lamsdell, J. C., & Selden, P. A. (2013). Babes in the wood – a unique window into sea scorpion ontogeny. *BMC Evolutionary Biology*, 98.
- Lamsdell, J. C., Braddy, S. J., & Tetlie, O. E. (2010). The systematics and phylogeny of the Stylonurina (Arthropoda: Chelicerata: Eurypterida). *Journal of Systematic Paleontology*, 8:1, 49-61.
- Liu, J., Luo, G., Zunli Lu, W. L., Qie, W., Zhang, F., Wang, X., & Xie, S. (2019). Intensified Ocean Deoxygenation During the end Devonian Mass Extinction. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems* 20, 6187– 6198.
- Männik, P., Tinn, O., Loydell, D. K., & Ainsaar, L. (2016). Age of the Kalana Lagerstätte, early Silurian, Estonia. *Estonian Journal of Earth Sciences*, 65, 2, 105–114.
- Manning, P. L., & Dunlop, J. A. (1995). The respiratory organs of eurypterids. *Paleontology* 38, 287-298.
- Märss, T. (1990). Locality 6:5 Viita trench. rmt: D. N. Kaljo, *Field Meeting Estonia 1990. An Excursion Guidebook* (lk 168-169). Tallinn: Estonian Academy of Sciences.
- Mastik, V., & Tinn, O. (2015). New dasycladalean algal species from the Kalana Lagerstätte (Silurian). *Journal of Paleontology*, 89(2), 262-268.
- Meidla, T., Tinn, O., & Männik, P. (2014). Stop B8: Soeginina cliff. rmt: H. Bauert, O. Hints, T. Meidla, & P. Männik, *4th Annual Meeting of IGCP 591, Estonia, 10-19 June 2014. Abstracts and Field Guide* (lk 194-196). Tartu: University of Tartu.

- Nestor, H., & Mark-Kurik, E. (1997). Evolution of life during the Vendian - Devonian. Introduction. rmt: A. Raukas, & A. Teedumäe, *Geology and Mineral Resources of Estonia* (lk 209-210). Tallinn: Estonian Academy Publishers.
- Neuhaus, H. (1940). Eesti aluspõhja uhkus- Eurypterus. *Loodusesõber*, 10-12.
- Novozilov, N. (1962). *Основы палеонтологии. Справочник для палеонтологов и геологов СССР. Членистоногие — трахейные и хелицеровые.*
- Plotnick, R. E., & Bicknell, R. D. (2022). The Eurypterid Endostoma and Its Homology with Other Chelicerate Structures. *Peabody Museum Bulletin*, 91-109.
- Poschmann, M. (2020). A remarkable specimen of the Silurian sea scorpion Eysyslopterus patteni (Arthropoda, Eurypterida). *Mainzer naturwiss. Archiv*, 87-92.
- Pushkin, V. I. (1980). Фациальная зональность и брахиоподово-мшанковые ассоциации оандуского и раквереского горизонтов ордовика Северной Белорусии. rmt: *Экостратиграфия и экологические системы геологического прошлого. Труды XXII сессии Всесоюзного Палеонтологического Общества* (lk 20-30).
- Roemer, F. (1876). *Lethaea geognostica, Theil 1. Lethaea palaeozoica. Atlas.*
- Rohdendorf, B. B. (1962). *Основы палеонтологии. Справочник для палеонтологов и геологов СССР. Членистоногие — трахейные и хелицеровые.*
- Ruedemann, R. (1924). Recent publications on the origin and habitat of the Eurypterida. *American Journal of Science*, 227-232.
- Ruedemann, R. (1934). Eurypterids in graptolite shales. *American Journal of Science*, 374-385.
- Schmidt, F. (1883). Nachtrag zur Monographie der russischen silurischen Leperditien. *Mémoires de l'Académie Impériale des Sciences de St.-Petersbourg*, 4-27.
- Seilacher, A. (1990). Taphonomy of Fossil-Lagerstätten. rmt: D. E. Briggs, *Paleobiology. A synthesis* (lk 266-270). Blackwell Science Ltd.
- Selden, P. A. (1981). Functional morphology of the prosoma of Baltoeurypterus tetragonophthalmus (Fischer) (Chelicerata: Eurypterida). *Transactions of the Edinburgh Geological Society*, 9-48.
- Stømer, L. (1934a). Merostomata from the Downtonian Sandstone of Ringerike, Norway.
- Stømer, L. (1951). A New Eurypterid from the Ordovician of Montgomeryshire, Wales. *Geological Magazine*, 409-422.
- Stømer, L. (1976). Arthropods from the Lower Devonian (Lower Emsian) of Alken an der Mosel, Germany. Part 5: Myriapoda and additional forms, with general remarks on fauna and problems regarding invasion of land by arthropods.

- Størmer, L. (1934b). *A New Eurypterid From The Saaremaa- (Oesel-) Beds In Estonia*. Tartu: Tartu Ülikooli Geoloogia-instituudi toimetused.
- Tchernyshev, B. I. (1949). Класс Merostomata. Отряд Gigantostroma. rmt: *Атлас руководящих форм ископаемых фаун СССР. Том II. Силурийская систем* (lk 315-316).
- Tchernysheva, N. E. (1960). *Основы палеонтологии. Справочник для палеонтологов и геологов СССР. Членистоногие, трилобитообразные и ракообразные*. Gosudarstvennoe Nauchno-tehnicheskoye Izdatelstvo Literatury po Geologii i Ochrane Nedr.
- Tetlie, O. E. (2007). Distribution and dispersal history of Eurypterida (Chelicerata). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 252(3-4), 557-574.
- Tetlie, O. E., & Cuggy, M. B. (2007). Phylogeny of the basal swimming eurypterids (Chelicerata; Eurypterida; Eurypterina). *Journal of Systematic Palaeontology*, 345-356.
- Tetlie, O. E., & Poschmann, M. (2008). Phylogeny and palaeoecology of the Adelophthalmoidea (Arthropoda; Chelicerata; Eurypterida). *Journal of Systematic Palaeontology*, 237-249.
- Tinn, O., Mastik, V., Ainsaar, L., & Meidla, T. (2015). *Kalania pusilla*, an exceptionally preserved non-calcified alga from the. *Palaeoworld* 24, 207-214.
- Tobien, H. (1937). Über Sinneshaare bei *Pterygotus (Erettopterus) osiliensis* Schmidt aus dem Obersilur von Oesel. *Paläontologische Zeitschrift*.
- Tollerton, V. P. (1989). Morphology, taxonomy, and classificatsion of the order Eurypterida Burnmeister, 1843. *Journal of Paleontology* 63(5), 642-657.
- Vrazo, M. B., & Braddy, S. J. (2011). Testing the ‘mass-moult-mate’ hypothesis of eurypterid palaeoecology. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 311, 63-73.
- Vrazo, M. B., Brett, C. E., & Cieurca, S. J. (2017). Paleoecological and stratigraphic controls on eurypterid Lagerstätten: a model for preservation in the mid-Paleozoic. *Paleobiology*, 383-406.

Lisa 1. Tabel Eesti ala eurüpteriidi leidudest

Alamhõimkond	Selts	Sugukond	Perekond	Leiukoht	Stratigraafia	Eksemplaride arv
			<i>Eurypterus</i>	Rootsiküla	Rootsiküla lade	153
			<i>Eurypterus</i>	Viita paemurd	Rootsiküla lade	131
			<i>Eurypterus</i>	Viita kaevik	Rootsiküla lade	46
			<i>Eurypterus</i>	Viita kaitsekraav	Rootsiküla lade	18
			<i>Eurypterus</i>	Soeginina pank	Rootsiküla lade, 1 märkimata	6
			<i>Eurypterus</i>	Eeriksaare, Saaremaa	Rootsiküla lade, 1 märkimata	2
			<i>Eurypterus</i>	Saaremaa	Rootsiküla lade	4
			<i>Eurypterus</i>	Virtsu	märkimata	5
			<i>Eurypterus</i>	Kakuna	Rootsiküla lade	1
			<i>Eurypterus</i>	Himmiste-Kuigu paemurd	Paadla lade	1
			<i>Eurypterus</i>	Tõnija murd	Rootsiküla lade, 2 märkimata	3
			<i>Eurypterus</i>	Silma oja	märkimata	2
			<i>Eurypterus</i>	Meedla puurauk	Rootsiküla lade	1
			<i>Eurypterus</i>	Kingissepa GI puurauk	Kuressaare lade	1
			<i>Eurypterus</i>	Sakla puurauk	Jaagarahu lade, 1 märkimata	2
			<i>Eurypterus</i>	Vesiku vana puurauk	märkimata	1
			<i>Eurypterus</i>	Varjamägi	Rootsiküla lade K1	1
			<i>Eurypterus</i>	Eesti	Rootsiküla lade	1
			<i>Eurypterus</i>	Kalana karjäär	Raikküla lade	1
			<i>Eurypterus</i>	Audla	märkimata	1
<i>Eurypterus</i>	Kandla 716 puurauk	Rootsiküla lade	1			
<i>Eurypterus</i>	Silma rand	Paadla lade	2			
<i>Eurypterus</i>	märkimata	5 Rootsiküla lade, 6 märkimata	11			
		Pterygotidae	<i>Pterygotus</i>	Rootsiküla	Rootsiküla lade	25
		Pterygotidae	<i>Pterygotus</i>	Viita paemurd	Rootsiküla lade	10
		Pterygotidae	<i>Pterygotus</i>	Eesti	Rootsiküla lade, 3 märkimata	6
		Pterygotidae	<i>Pterygotus</i>	Viita kaevik	Rootsiküla lade	4
		Pterygotidae	<i>Pterygotus</i>	Kaarmise paemurd	Paadla lade	3
		Pterygotidae	<i>Pterygotus</i>	märkimata	Rootsiküla lade, 1 märkimata	2
		Pterygotidae	<i>Erettopterus</i>	Viita paemurd	Rootsiküla lade	1
		Pterygotidae	<i>Erettopterus</i>	Eeriksaare, Saaremaa	Rootsiküla lade K1	2
Chelicerata				Viita paemurd	Rootsiküla lade	5
Chelicerata				Tõnija murd	Rootsiküla lade	3
Chelicerata				Tagavere 6 puurauk	Jaagarahu lade	1
Chelicerata				Koguva karjäär	Jaagarahu lade	1
Chelicerata				Riksu 803 puurauk	Rootsiküla lade	2
Chelicerata				Kallasto pank, Hiiumaa	märkimata	1
Chelicerata				Himmiste-Kuigu paemurd	Paadla lade	2
Chelicerata				Atla murrud, Saaremaa	märkimata	2
	Eurypterida			Rootsiküla	Rootsiküla lade	38
	Eurypterida			Viita paemurd	Rootsiküla lade	26
	Eurypterida			Viita kaevik	Rootsiküla lade	13
	Eurypterida			Kaugatuma GI puurauk	Rootsiküla lade	3

Lisa 1. Eesti geoloogilise andmebaasi andmetel Eesti aladelt leitud eurüpteriidide eksemplarid, kategoriseeritud leiukoha põhiselt.

Lisa 2. Eurüpteriidide klassifikatsioon

Eurüpteriidide klassifikatsioon.

Lihtsustatud <https://web.archive.org/web/20110815213632/http://eurypterids.co.uk/encyclopedia.htm>
põhjal (vaadatud 11.05.2023)

Perekonnad tähisega '**' on leitavad Eesti aladelt

Hõimkond ARTHROPODA (LÜLIJALGSED)

Klass CHELICERATA (LÕUGTUNDLASED)

Selts EURYPTERIDA Burmeister, 1843 [= GIGANTOSTRACA Haeckel, 1866; = CYRTOCTENIDA Størmer & Waterston, 1968]

Alamselts STYLONURINA Diener, 1924 [= WOODWARDOPTERINA Kjellesvig-Waering, 1959; = HIBBERTOPTERINA Størmer 1974]

Ülemsugukond RHENOPTEROIDEA Størmer, 1951 [= BRACHYOPTERELLOIDEA Tollerton, 1989]

Sugukond RHENOPTERIDAE Størmer, 1951

[= **BRACHYOPTERELLIDAE Tollerton, 1989; = ALKENOPTERIDAE Poschmann & Tetlie, 2004]**

Brachyopterella Kjellesvig-Waering, 1966

Brachyopterus Størmer, 1951

Kiaeropterus Waterston, 1979

Leioptereella Lamsdell, Braddy, Loeffler & Dineley, 2010

Alamsugukond RHENOPTERINAE Størmer, 1951

Alkenopterus Størmer, 1974

Rhenopterus Størmer, 1936

Ülemsugukond STYLONUROIDEA Diener, 1924

[plesion] Sugukond PARASTYLONURIDAE Waterston, 1979

Parastylonurus Kjellesvig-Waering, 1966

Stylonurella Kjellesvig-Waering, 1966

Sugukond STYLONURIDAE Diener, 1924 [= LAURIEIPTERIDAE Kjellesvig-Waering, 1966; = PAGEIDAE Kjellesvig-Waering, 1966]

Pagea Waterston, 1962

Stylonurus Page, 1856

Alamsugukond LAURIEIPTERINAE Kjellesvig-Waering, 1966

Ctenopterus Clarke & Ruedemann, 1912

Laurieipterus Kjellesvig-Waering, 1966

Ülemsugukond KOKOMOPTEROIDEA Kjellesvig-Waering 1966

Sugukond KOKOMOPTERIDAE Kjellesvig-Waering, 1966

Kokomopterus Kjellesvig-Waering, 1966

Lamontopterus Waterston, 1979

Sugukond HARDIEOPTERIDAE Tollerton, 1989

Hallipterus Kjellesvig-Waering, 1963 [*Dolichocephala* Claypole, 1883]

Hardieopterus Waterston, 1979

Tarsopterella Størmer, 1951

Ülemsugukond HIBBERTOPTEROIDEA Kjellesvig-Waering, 1959

Sugukond DREPANOPTERIDAE Kjellesvig-Waering, 1966

Drepanopterus Laurie, 1892

Sugukond HIBBERTOPTERIDAE Kjellesvig-Waering, 1959 [= CYRTOCTENIDAE Waterston, Oelofsen & Oosthuizen, 1985]

Cyrtoctenus Størmer & Waterston, 1968

Dunsopterus Waterston, 1968

Hasimima White, 1908

Campylocephalus Eichwald, 1860

Hibbertopterus Kjellesvig-Waering, 1959

Vernonopterus Waterston, 1957

Sugukond MYCTEROPIDAE Cope, 1886 [= WOODWARDOPTERIDAE Kjellesvig-Waering, 1959]

Megarachne Hünicken, 1980

Mycterops Cope, 1886

Woodwardopterus Kjellesvig-Waering, 1959

STYLONURINA *incertae sedis*

Stylonuroides Kjellesvig-Waering, 1966

Alamselts EURYPTERINA Burmeister, 1843 [= PTERYGOTINA Caster & Kjellesvig-Waering 1964]

Basaalne Eurypterina [*plesion*-taksonid?]

Moselopterus Størmer, 1974

Onychopterella Størmer, 1951

Tylopterella Størmer, 1951

Vinetopterus Poschmann & Tetlie, 2004

Ülemsugukond MEGALOGRAPTOIDEA Caster & Kjellesvig-Waering, 1955

Sugukond MEGALOGRAPTIDAE Caster & Kjellesvig-Waering, 1955

Echinognathus Walcott, 1882

Megalograptus Miller, 1874

Ülemsugukond EURYPTEROIDEA Burmeister, 1843

Sugukond DOLICHOPTERIDAE Kjellesvig-Waering & Størmer, 1952

Clarkeipterus Kjellesvig-Waering, 1966

*Dolichopterus** Hall, 1859

Ruedemannipterus Kjellesvig-Waering, 1966

Buffalopterus Kjellesvig-Waering & Heubusch, 1962
*Strobilopterus** Ruedemann, 1935
Syntomopterella Tetlie, 2007 mixo

Sugukond EURYPTERIDAE Burmeister, 1843 [= ERIOPTERIDAE Tollerton, 1989]

*Eurypterus** de Kay, 1825 [= *Baltoeurypterus* Størmer, 1973]
*Erieopterus** Kjellesvig-Waering, 1958

Ülemsugukond MIXOPTEROIDEA Caster & Kjellesvig-Waering, 1955

Sugukond CARCINOSOMATIDAE Størmer, 1934

Carcinosoma Claypole, 1890
Eocarcinosoma Caster & Kjellesvig-Waering, 1964
Paracarcinosoma Caster & Kjellesvig-Waering, 1964
Rhinocarcinosoma Novojilov, 1962

Sugukond MIXOPTERIDAE Caster & Kjellesvig-Waering, 1955 [= LANARKOPTERIDAE Tollerton, 1989]

Lanarkopterus Ritchie, 1968
*Mixopterus** Ruedemann, 1921

Ülemsugukond WAERINGOPTEROIDEA Tetlie, 2004

Sugukond ORCANOPTERIDAE Tetlie, 2004

Orcanopterus Stott, Tetlie, Braddy, Nowlan, Glasser & Devereux, 2005

Sugukond WAERINGOPTERIDAE Tetlie, 2004

Grossopterus Størmer, 1934
Waeringopterus Leutze, 1961

Ülemsugukond ADELOPHTHALMOIDEA Tollerton, 1989

[plesion] Sugukond NANAHUGHMILLERIDAE Tetlie, 2004

Nanahughmilleria Kjellesvig-Waering, 1961
Pittsfordipterus Kjellesvig-Waering & Leutze, 1966

Sugukond ADELOPHTHALMIDAE Tollerton, 1989

Adelophthalmus Jordan in Jordan & von Mayer, 1854 [= *Lepidoderma* Reuss, 1855; = *Anthraconectes* Meek & Worthen, 1868; = *Polyzosternites* Goldenberg, 1873; = *Glyptoscorpis* Peach, 1882]
Bassipterus Kjellesvig-Waering & Leutze, 1966
*Eysyslopterus** Tetlie & Poschmann, 2008
Parahughmilleria Kjellesvig-Waering, 1961
Unionopterus Chernyshev, 1948

Ülemsugukond PTERYGOTOIDEA Clarke & Ruedemann, 1912

[plesion] Sugukond HUGHMILLERIIDAE Kjellesvig-Waering, 1951 [= SLIMONIDAE Novojilov, 1968]

Herefordopterus Tetlie, 2006b
Hughmilleria Sarle, 1903

Salteropterus Kjellesvig-Waering, 1951
Slimonia Page, 1856

Sugukond PTERYGOTIDAE Clarke & Ruedemann, 1912 [= JAEKELOPTERIDAE Størmer, 1974]

Acutiramus Ruedemann, 1935
Ciurcopterus Tetlie & Briggs, 2009
*Erettopterus** Salter *in* Huxley & Salter, 1859
Jaekelopterus Waterston, 1964
*Pterygotus** Agassiz, 1839

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

1. Mina, Jane Pelska,

annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) minu loodud teose

Eurüpteriidid Eestis: stratigraafiline ja geograafiline levik ning taksonoomia,

mille juhendaja on Oive Tinn, PhD,

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

2. 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.

Olen teadlik, et punktides 1 ja 2 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.

Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei riku ma teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse õigusaktidest tulenevaid õigusi.

Jane Pelska

18.05.2023