

**TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL**

**GEOLOOGIA INSTITUUT  
FÜÜSIKALISE GEOLOOGIA ÕPPETOOL**

**KESK-ORDOVIITSIUMI KONODONDID ASERI  
PAEMURRUS, KIRDE-EESTIS: TAKSONOOMIA,  
LEVIK JA BIOSTRATIGRAAFIA**

Magistritöö

**Raili KUKK**

Juhendaja: Olle Hints, TTÜ Geoloogia Instituut, vanemteadur

Kaasjuhendaja: Viive Viira, TTÜ Geoloogia Instituut, teadur

Maa-teaduste õppekava YAMM07/12

2014

Deklareerin, et käesolev magistritöö, mis on minu iseseisva töö tulemus, on esitatud Tallinna Tehnikaülikooli magistrikraadi taotlemiseks ja et selle alusel ei ole varem taotletud akadeemilist kraadi.

Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, olulised seisukohad, kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on viidatud või (avaldamata tööde korral) toodud autorlus välja põhitekstis.

.....  
Ees- ja perekonnanimi

# Sisukord

|                                                |    |
|------------------------------------------------|----|
| Sissejuhatus .....                             | 4  |
| 1. Konodontide uurimise ajalugu.....           | 6  |
| 2. Geoloogiline taust ja stratigraafia .....   | 9  |
| 2.1 Aseri stratotüüpne paljand .....           | 10 |
| 3. Materjal ja metoodika .....                 | 12 |
| 3.1 Terminoloogia.....                         | 16 |
| 4. Tulemused .....                             | 18 |
| 4.1 Konodontide levik ja biostratigraafia..... | 18 |
| 4.2 Süstemaatiline paleontoloogia .....        | 21 |
| 5. Diskussioon .....                           | 32 |
| Kokkuvõte .....                                | 35 |
| Abstract.....                                  | 37 |
| Tänuavaldused .....                            | 38 |
| Kasutatud kirjandus .....                      | 39 |
| Fototahvlid.....                               | 44 |

## Sissejuhatus

Balti regioon – ja eriti Eesti – on Ordoviitsiumi ajastu keskkonna ja elustiku uuringutes kujunenud üheks oluliseks mudelalaks terves maailmas (Nõlvak jt 2006). Sellel on mitu põhjust. Esiteks on Eesti ala kivimid ning neis sisalduv informatsioon väga hästi säilinud, kuna sinne Paleosoikumi settekompleks ei ole kunagi sügavale mattunud ega läbinud moondeprotsesse. Teiseks on Eesti ala geoloogiline ehitus suhteliselt lihtne, kivimid hästi paljandunud või kättesaadavad uurijatele puursüdamikes. Kolmandaks on Eesti Ordoviitsiumi settekompleks suhteliselt täielikult esindatud (Nõlvak 1997). Neljandaks, Eesti aluspõhja uurituse ajalugu on pikk ning väljatöötatud regionaalne ajaskaala on üks detailsemaid maailmas (Webby jt 2004; Gradstein jt 2012; Bergström jt 2010).

Ordoviitsiumi stratigraafilist liigestust on Eestis uuritud juba üle 150 aasta ning tänapäevases stratigraafilises skeemis on kasutusel 18 regionaalset ladet (Nõlvak jt 2006). Kui algselt kasutati stratigraafias peamiselt litoloogilisi tunnuseid ja makrofauna andmeid, siis alates 1960ndatest aastatest on lademetest piiritlemisel ja korreleerimisel olnud määravaks konodontide, kitiinikute ja graptoliitide biotsoonid (Nõlvak jt 2006). Kaasaegne detailne bio- ja kemostratigraafiline andmestik pärineb aga enamasti puuraukudest (Hints jt 2012) ning algsed stratotüüpsed paljandite läbilõiked on halvasti iseloomustatud. Nõnda on tekkinud olukord, kus mitme regionaalse lademe maht ja piirid on hästi teada laiemas regioonis, kuid mitte algses tüüpläbilõikes, mis peaks olema üksuse etaloniks.

Mõned autorid on väljendanud arvamust, et Balti regionaalne Ordoviitsiumi stratigraafiline liigestus vajaks kaasajastamist. Nii pakkus Jaanusson (1995) välja varasema Idavere ja Jõhvi lademe ühendamise Haljala lademeks, mis on leidnud ka toetust (Nõlvak 1997). Nielsen jt (2004) avaldasid arvamust, et Balti Ordoviitsium võiks olla jagatud 8–10 regionaalseks lademeks. Nõlvak & Hints (2005) olid seevastu seisukohal, et regionaalsed lademed tuleks selgemini defineerida, et olla vastavuses kaasaegsete korrelatsioonimeetodite ja suurenenud täpsusega.

Käesolev töö keskendub Aseri regionaalsele lademele, mis on Gradstein jt (2012) ajaskaala järgi kõige väiksema ajalise mahuga Balti Ordoviitsiumi lademeks, kuid mis markeerib siiski olulist etappi mitme organismirühma elurikkuse arengus (Webby jt 2004; Hints jt 2010) ning on regionaalse Viru ladestiku alumiseks üksuseks defineerides lisaks lademele ka ladestiku piir.

Parimaks korrelatsioonikriteeriumiks selles intervallis on konodontide biostratigraafia (Männik & Viira 2012; Nõlvak jt 2006). Konodontide levikut Aseri lademes ja naaberkihtides on hiljuti uuritud Lääne- ja Kagu-Eesti puuraukudes ning Loode-Eesti paljandites (Hints jt 2012; Hints jt 2014; Viira 2011). Suhteliselt palju on andmeid ka varasemast ajast nii Eestist (Viira 1970; Viira jt 2001) kui ka Skandinaaviast (Lindskog 2014; Löfgren 2004; Zhang & Sturkell 1998). Samas Aseri lademe tüüpala – Aseri piirkonna – andmestik sisuliselt puudub ning lademe algse kontseptsiooni ja tüüpläbilõike (Orviku 1940) vastavus hilisema käsitlusega (Hints 1997; Rõõmusoks 1970; jt) on ebaselge (Hints jt 2012).

Käesoleva töö sisuks on selle lünga täitmine ning Aseri lademe ning selle lamavate ja lasuvate kihtide biostratigraafiline iseloomustamine stratotüüpses läbilõikes, Aseri vanas paemurrus. Töö peamiseks eesmärgideks on:

- koguda Aseri lademe tüüpläbilõikest esinduslik materjal konodonte jt mikrofossiile;
- määrata konodondifauna taksonoomiline koosseis;
- anda põhjalik kirjeldus biostratigraafiliselt olulistest määratud liikidest;
- piiritleda Aseri stratotüüpses läbilõikes konodontide biotsoonid ja alamtsoonid;
- võrrelda stratotüüpe läbilõikes biostratigraafilist liigestust varasemalt uuritud Eesti ja Rootsi läbilõigetega;
- selgitada, kas konodonditsoonide piirid, lademe piirid stratotüübis ning üldistatud korrelatsiooniskeemid on omavahel vastavuses;
- kalibreerida Aseri regionaalne lade ja konodontide biotsonaalne skaala;
- vajadusel anda Aseri lademe piiritlemiseks ja korreleerimiseks ning edasisteks uuringuteks soovitusi.

Töö eeldatavad tulemused aitavad suurendada Balti regionaalse ajaskaala täpsust ning usaldusväärsust ning aitavad kaasa globaalsetele korrelatsioonidele, kuna samad konodondiliigid on lisaks Balti paleokontinendile levinud ka näiteks Hiinas (Zhang 1998a). Lisaks võiksid töö tulemused olla abiks, et hinnata vajadust regionaalse kronostratigraafilise liigestuse revisioniks, sh põhiühikute arvu korrigeerimiseks.

Uurimistöö viidi läbi Tallinna Tehnikaülikooli Geoloogia Instituudis, kus ka kogutud materjali ning andmeid säilitatakse.

# 1. Konodontide uurimise ajalugu

Konodontid on apatiidist (kaltsiumfosfaadist) koosnevad mikroskoopilised hambakesed – väljasurnud silmulaadsete mereloomade lõua-aparaadi elemendid. Konodontid on levinud Kambriumist kuni Triiaseni ning neil on oluline roll Paleosoikumi biostratigraafias mereliste settekivimite dateerimisel ja korreleerimisel.

Kõige suurem teadaolev konodonti hammas on ligikaudu 5 mm suurune, kuid enamus konodontide suurus jääb alla 1 mm. Seetõttu on loomulik, et need avastati alles 19. sajandi keskel (Lindström 1964). Kõige esimesena avastas ja kirjeldas konodonte Pander (1856), kogudes proove ka Eesti Alam-Ordoviitsiumi glaukoniitliivakividest. Pander näitas, et konodontid koosnevad õhukestest lamellidest ning pidas neid ürgsete kalade hammasteks.

Varajastest teadlastest puutus konodontidega kokku ka 1913. aastal Hadding, kes kirjeldas ja illustreeris 1913. aastal mitmeid olulisi liike. Ta uuris konodonte peamiselt Lõuna-Rootsi Kesk-Ordoviitsiumi mustast põlevkivist, kus koos konodontidega esineb ka graptoliite ja brahhiopode. Ta näitas, et stratigraafias on need fossiilid koos konodontidega kihtide korrelatsioonis kasulikud (Lindström 1964).

Ulrich ja Bassler (1926) käsitlesid üksikuid konodontide hambaid eraldi liikidena, kuna igast liigist oli uuritud vaid üksikuid elemente. Selleaegsed uuringud baseerusid peamiselt kihipindadel säilinud konodontidel, seega ei teadnud nad ka kuidas konodontid kolmemõõtmeliselt ning teisest küljest välja näevad. Esimese eestikeelse konodonte käsitleva artikli avaldas Öpik (1936).

Konodontide uurimise vastu hakkas huvi järjest enam kasvama alates 1930. aastast (Lindström 1964). Kui algselt määrati eri tüüpi hambaid viide erinevasse rühma, siis 1934. aastal leidis Schmidt Saksamaalt ning samal aastal Scott U.S.A'st loomulikus asendis konodontide lõua-aparaadid ning selgus, et varasemalt erinevateks liikideks määratud elemendid kuulusid ühele organismile (Lindström 1964). Olulise avastuse tegi ka Furnish (1938), kes leidis, et kasvuperioodil oli konodontist murdunud osa võimeline taastuma. Taastunud osa jäi aga võrreldes esialgsete mõõtmetega väiksemaks.

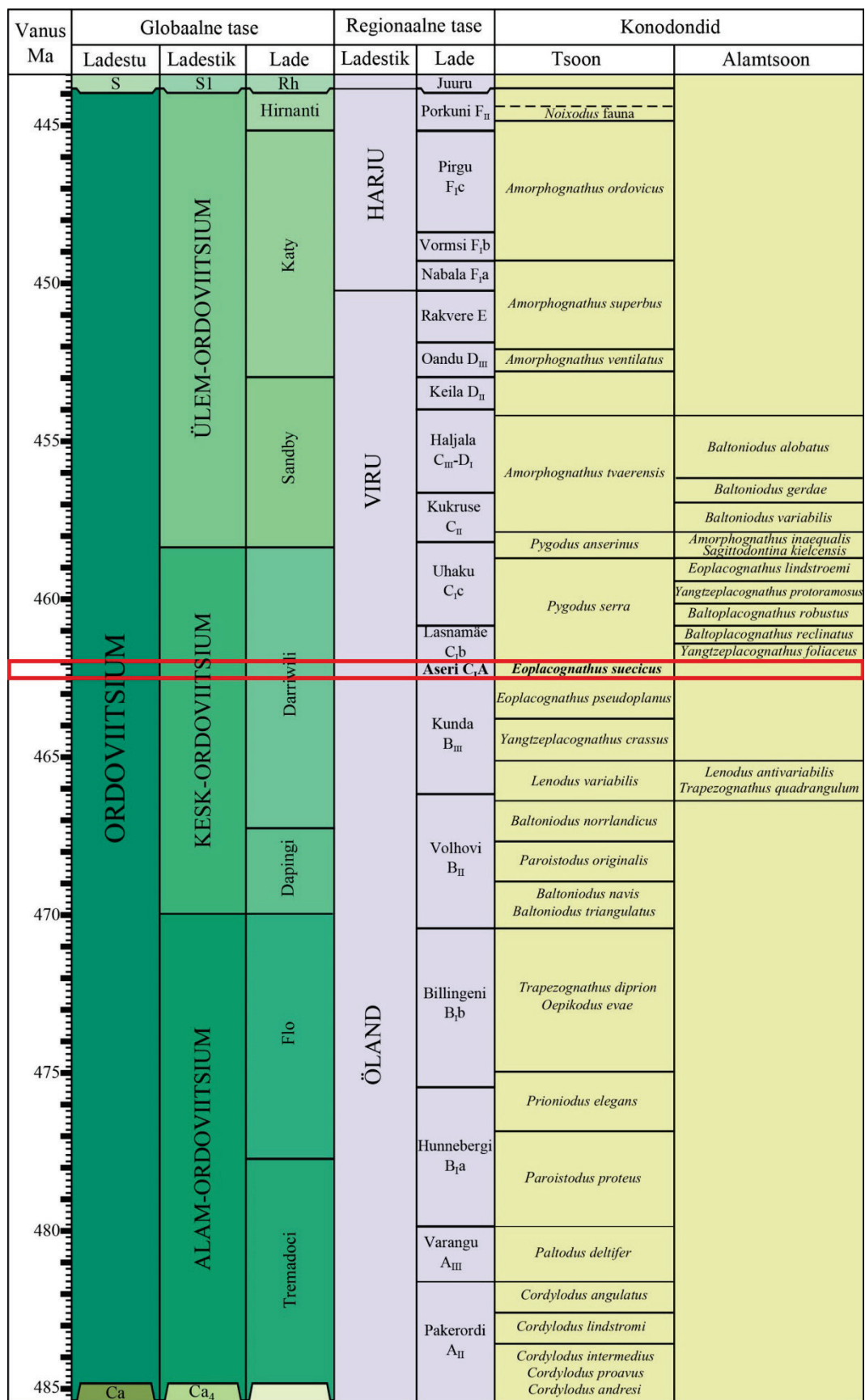
Graves ja Ellison (1941) olid esimesed, kes kasutasid konodontide kogumiseks karbonaatkivimite lahustamist äädikhappes. See võimaldas vähese vaevaga koguda küllaldaselt materjali ning soodustas konodontide uurimise efektiivsust ja populaarsust.

Konodontide keemilise ja mineraalse koostise tegi kindlaks Ellison (1944), kelle uurimus näitas, et konodondid koosnevad fluorapatiidi tüüpi kaltsiumfosfaadist. Konodontite käsitlevate teadusartiklite arvu suurenemisega kasvas järjest enam ka süstemaatiliselt kirjeldatud liikide ja perekondade arv. Fay 1952. aastal avaldatud kataloogis oli esindatud ligikaudu 1000 konodondi liiki ning 100 perekonda.

Temperatuurist tingitud konodontide värvuse muutuste alusel töötati välja konodondi värvusindeks CAI (*conodont color alteration index*; Epstein jt 1977), mis näitab apatiidiga seotud orgaanika küpsust ning võimaldab hinnata konodontite sisaldavate kivimite mattumistemperatuuri. Konodontide värvi mõjutab peamiselt temperatuur ja aeg, kuid mõningal määral ka nende kuju ja suurus. Näiteks kahvatud merevaigu värvi elemendid vastavad värvi muutuse indeksile 1 ning pärinevad kivimist, mida ei ole pika aja jooksul kuumutatud üle 80°C (Epstein jt 1977). Kõrgetel temperatuuridel olnud kivimites varieerub elementide värv punakas kollasest kuni pruuni ja mustani. Moondekivimites võivad elemendid olla hallid, valged või läbipaistvad. Neist viimased on tõenäoliselt olnud sügavale mattunud ning kõrge temperatuuri tulemusel kogu endasse seotud orgaanilise aine kaotanud (Sweet 1988).

Konodondilooma anatoomiast on võrdlemisi vähe teada, sest leitud on vaid üksikud vastavad fossiilid. Pander (1856) arvas, et konodondi hambad kuulusid pehmekehaga loomale, millele andis kinnitust 1983. aastal Šotimaalt Edinburgh'i lähedalt leitud esimene konodondilooma pehmekeha jäljend koos mineraliseerunud lõua-aparaadiga. Leitud konodondiloom oli ussilaadne, ligikaudu 4 cm pikkune ning 2 mm jämedune loomake (Sweet 1988). Hiljem on üksikuid konodondilooma fossiile leitud ka teistest piirkondadest, sh ligikaudu 40 cm pikkune perekond *Promissum* (Gabbot jt 1995).

**Eesti aluspõhja kivimites** on konodondid levinud Ülem-Kambriumi liivakividest kuni Ülem-Siluri lubjakivideni (Viira & Männik 1997). Konodontide esmakirjeldus maailmas pärineb Eestist (Pander 1856), kuid süstemaatiline Ordoviitsiumi ja Siluri konodontide uuring sai alguse 1960ndatel aastatel (Viira 1974). Praeguseks on Eesti konodondifauna küllaltki hästi uuritud, vastavad biostratigraafilised skeemid on välja töötatud (Hints jt 2012; Männik & Viira 2012) ning laialt kasutatavad nii regionaalsetes kui regioonidevahelistes korrelatsioonides.



**Joonis 1** Ordoviitsiumi globaalne ja Balti regionaalne ajaskaala, Baltoskandia konodonditsoonid ja alamtsoonid ning Aseri lademe vanus ja korrelatsioon. Numbriline ajaskaala ja Balti üksuste ajalised mahud on esitatud lähtuvalt Rahvusvahelise Stratigraafia Komisjoni 2012. a tabelist (Gradstein jt 2012).

## 2. Geoloogiline taust ja stratigraafia

Jaanusson (1976) jagas Ordoviitsiumi Baltoskandia konfaatsiesed sedimentoloogia ja paleontoloogia alusel erinevateks vöönditeks. Põhja-Eesti konfaatsieses on esindatud madalaveelised karbonaatsed kivimid ning Lõuna-Eestis ja Lätis Kesk-Baltoskandia konfaatsieses savikad sügava šelfi setted (Viira 2011).

Vastavalt hilisematele korrelatsiooni skeemidele vastab Kesk-Ordoviitsiumi Darriwili lade regionaalses ajaskaalas Volkhovi, Kunda, Aseri, Lasnamäe ja Uhaku lademetele (Cooper & Sadler 2012). Aseri lade kuulub regionaalses ajaskaalas Viru ladestiku Purtse alamladestikku. Ordoviitsiumi ajaskaala koos konodontide tsoonide- ja alamtsoonidega on toodud joonisel 1.

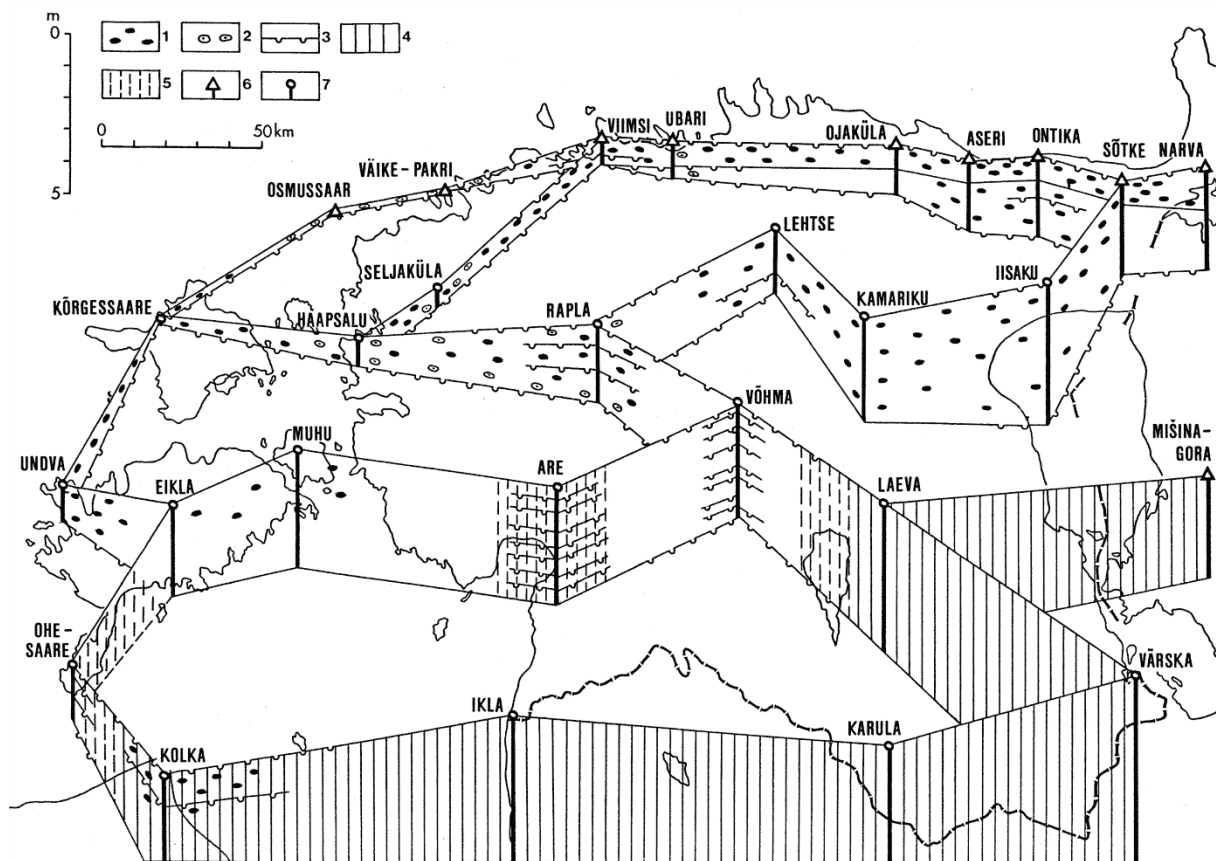
Aseri lademe kihte käsitles esmakordselt eraldi Schmidt (1881), kuid nimetuse lademele andis Bekker (1922). Aseri ladet on varasemalt iseloomustanud Orviku (1940; 1960), Rõõmusoks (1970), Männil (1966) ja Hints (1997) jt. Uuritud on makrofossiile ning litoloogiat. Aseri lademe stratigraafiline liigestus on toodud joonisel 2.

| Globaalne kronostratigraafia |           | Regionaalne kronostratigraafia |          | Konodontide biostratigraafia   |                        | Litostratigraafia |             |
|------------------------------|-----------|--------------------------------|----------|--------------------------------|------------------------|-------------------|-------------|
| Ladestik                     | Lade      | Ladestik                       | Lade     | Tsoon                          | Alamtsoon              | Kirde-Eesti       | Lõuna-Eesti |
| KESK-ORDOVIITSIUM            | DARRIWILI | VIRU                           | UHAKU    | <i>Pygodus serra</i>           | <i>E. lindstroemi</i>  | VÄO               | TAURUPE     |
|                              |           |                                | LASNAMÄE |                                | <i>Y. protoramosus</i> |                   |             |
|                              |           |                                |          |                                | <i>B. robustus</i>     |                   |             |
|                              |           |                                |          |                                | <i>B. reclinator</i>   |                   |             |
|                              |           |                                | ASERI    | <i>Eoplacognathus suecicus</i> |                        | KANDLE            | SEGERSTAD   |
|                              |           | ÖLAND                          |          |                                |                        |                   |             |

**Joonis 2** Aseri lademe ning lasuvate ja lamavate kihtide stratigraafiline liigestus Eestis (Nõlvak 1997 järgi).

Aseri lade koosneb ebaühtlaselt jaotunud ning valdavalt pruunide raudooiididega lubjakividest (Orviku 1940; 1960). Põhja-Eestis varieerub Aseri lademe paksus 0,1-4,2 m ning Lõuna-Eestis 1,5-5,6 m (Hints 1997). Aseri lademe levikut ja paksust Eestis on kujutatud joonisel 3. Aseri lademe lubjakivid on hallikad ja savikad. Makrofossiilidest on esindatud trilobiidid, peajalgseid ja okasnahksed. Aseri lademes ilmuvad esmakordselt näiteks trilobiitide perekonna *Asaphus* (*Neoasaphus*) ning merikerade perekonna *Echinosphaerites*'e

liigid. Mikrofossiilidest esineb Aseri lademes konodontidest *Eoplacognathus suecicus* (joonis 2) ja graptoliitidest *Pterograptus elegans* (Nõlvak jt 2006).



**Joonis 3** Aseri lademe levik Eestis (Hints 1997, joonis 38). Legend: 1. raudooiidid; 2. fosfaatsed ooiidid; 3. katkestuspind; 4. punasevärviline lubjakivi; 5. kirjuvärviline lubjakivi; 6. paljand; 7. puurauk.

## 2.1 Aseri stratotüüpne paljand

Aseri lademe tüüpläbilõige asub Aseri asulast ligikaudu 2 km kaugusel loode suunas Põhja-Eesti klindil, omaaegses tsemenditööstuse paemurrus. Aseri lade on paljandanud täies ulatuses paemurru läänepoolses osas. Paljandis on Aseri lademe kihid esindatud 2,3 m paksuselt moodustades seina alumise osa (Orviku 1940). Paljandi ülemise osa moodustavad Lasnamäe lademe valdavalt paksukihilised lubjakivid. Lasnamäe lademe alumist piiri markeerivad valged ooiidid (Rõõmusoks 1970). Paemurru põhi on tasane ning kohati paljandub kollase impregnatsiooniga katkestuspind, mis markeerib Kunda ja Aseri vahelist piiri. Kunda lademe ülemised kihid on esindatud murru idapoolses osas oru servas. Kunda ülemistes kihtides esineb samuti raudooide, aga ka pseudo-ooide. Orviku (1940) kirjeldas Aseri ladet Aseri paemurru kohal järgmiselt (vanematest kihtidest alustades):

- 50 cm – hall paksukihiline lubjakivi, milles on palju trilobiitide fragmente ning üsna vähe ja korrapäratult raudooiide; alumisel piiril tugev katkestuspind;
- 90 cm – helehall ja õhukesekihiline lubjakivi, milles esineb rohkelt okasnahksete kivistisi ning korrapäratult raudooiide;
- 15 cm – helehall, tihe ja paksukihiline lubjakivi, milles esineb väikeseid raudooiide (ülemises osas hõredamalt);
- 47 cm – helehall, tihe ja paksukihiline lubjakivi, milles esineb väikeseid raudooiide (ülemises osas vähem);
- 24 cm – hall ja savikas lubjakivi, kus esinevad iseloomulikud katkestuspinnad. Alumine osa on eriti savikas; raudooiide esineb ühtlaselt ning üsna palju; ülemised 7 cm on valgete ooiididega ning nende arv kasvab alt ülesse;
- 13 cm – hall, peenekristalliline ja paksukihiline lubjakivi, mille alumine osa sisaldab väheses koguses valgeid ooiide.

Aseri stratotüüpses läbilõikes on varasemalt uuritud ka konodontide biostratigaaftat. Ontika alamlademe stratotüüpse läbilõike iseloomustamisel kasutas Mägi (1984) suuremate lünkade täitmiseks ka naaberalade kihte. Oma uuringu käigus kogus ta proove ka Aseri paemurrust, kuid proovide arv oli suhteliselt tagasihoidlik ning tõenäoliselt ei ole uuritud konodontide eksemplarid säilinud. Uurimuses ei ole toodud ka fototahvleid, seega ei ole esmakordselt uuritud materjali võimalik otseselt praeguses töös uuritud materjaliga võrrelda, vaid pigem kaudselt läbilõike alusel.

Varasemalt on teada, et Aseri lade vastab *Eoplacognathus suecicus*'e tsoonile, Aseri lademest nooremad Lasnamäe lademe kihid *Pygodus serra* tsoonile ning Aseri lademest vanemad Kunda lademe ülemised kihid *Eoplacognathus pseudoplanus*'e tsoonile. Lisaks on teada, et *Pygodus serra* tsooni alumine osa vastab *Eoplacognathus* (=Yangtzeplacognathus) *foliaceus*'e alamtsoonile (Bergström 1971; Löfgren 1978; Viira 1974). Arvestades varasemalt uuritud Eesti materjali on *Eoplacognathus foliaceus*'e alamtsoon läbilõigetes esindatud suhteliselt kitsa alamtsoonina (Hints jt 2012). Seega võib Aseri stratotüüpses läbilõikes *Eoplacognathus foliaceus*'e alamtsoon samuti olla esindatud kitsa alamtsoonina. Lisaks tuleb arvestada, et loomastiku ja settimise muutused ei lange alati täpselt kokku, kuna loomastik on keskkonna muutustele tundlikum kui settimine (Jaanusson 1995).

### 3. Materjal ja metoodika

Käesoleva töö läbiviimiseks koguti Aseri paemurrust (joonis 4) 2013. a sügisel prooviseeria (nr OM13-1 kuni OM13-12), mis stratigraafiliselt hõlmas eeldatavalt läbilõiget Kunda lademe ülemistest kihtidest (joonis 5) kuni Lasnamäe lademe alumise osani (joonis 6). Proovide algne mass oli 0,5 kg kuni 2 kg. Proovimistihedus ulatus lausproovimisest Aseri/Lasnamäe piirikihtides kuni ~0,5 m intervallini Aseri lademe sees. Lasnamäe lademe alumine piir määratleti paljandis arvukate valgete ooidide esinemise järgi (Rõõmusoks 1970).



**Joonis 4** Aseri vana paemurru ning uuritud läbilõigete asendiskeem (aluskaardina kasutatud Eesti Maa-ameti ortofotot).

Konodontide eraldamiseks kivimist kasutati lahustusmeetodit, mis tugineb konodontide (apatiit) ja ümbriskivimi (kaltsiumkarbonaat) koostise erinevusel (Jeppsson jt 1999). Kõigist proovidest eraldati saagides litoloogiline näidispala (joonis 7). Lahustamiseks määratud proovid (keskmiselt 1,1 kg) puhastati esmalt käsiharjaga samblike jm orgaanika eemaldamiseks. Lahustamisel kasutati 8–10%-list äädikhappe vesilahust. Protseduur viidi läbi tõmbekapis ~10 l anumates.

Enamikes proovides oli äädikhappes lahustumatu jäägi kogus suhteliselt suur, koosnedes peamiselt dolomiidikristallidest. Dolomiidi lahustamiseks kasutati jääkide töötlemist 10%-lise sipelghappega, mis suurendas oluliselt konodontide otsimise efektiivsust. Proovide lahustumine äädikhappes kestis 4–8 nädalat ning dolomiidi lahustumine sipelghappes

keskmiselt 4 nädalat. Lahustumatust jäägist eraldati savifraktsioon märgsõelumise abil (sõel avadega 45 või 63  $\mu\text{m}$ ), seejärel jäägid kuivatati.

Kuivatatud jäägis esines valgeid ooiide proovides OM13-2 kuni 4. Viienda proovi jäägis oli hinnanguliselt valgeid ja pruune ooiide sama palju ning alates kuuendast proovist esinesid ainult pruunid ooiidid. Kunda lademesse jäävates proovides (OM13-10 kuni 12) esines üksikuid pruune ja pseudo-ooiide.



**Joonis 5** Aseri paemurru loodenurk (paljand 1 joonisel 4; proovid OM13-1 kuni 9). Vasara teravikust allapoole jäävad raudooiididega kihid (foto: O. Hints, 30.08.2013)

Konodondid nopiti kuivast jäägist elektrostaatilisel ükshaaval peene pintsliga, kasutades stereomikroskoopi (suurendus 20–40 korda). Konodondid koguti spetsiaalsetesse plastikust topsidesse ehk kaameratesse. Hiljem konodondielemendid sorteeriti süstemaatilise kuuluvuse järgi ning liimiti kaamera põhjale. Konodontide taksonid määrati erinevate tunnuste alusel. Seejuures keskenduti platvormsetele elementidele, kuid määrati ka liht- ja liitkonodonte. Konodontide pildistamiseks kasutati optilist mikroskoopi Nikon AZ 100 ja skaneerivat elektronmikroskoopi Zeiss EVO MA15. Viimase puhul kleebiti selekteeritud konodondid spetsiaalsele alusele kasutades süsinik-teipi ning kaeti kulla-pallaadiumi kihiga, et tagada elektrijuhtivus ja elektronmikroskoobi piltide parim kvaliteet. Pildistamisel kasutati sekundaarsete elektronide detektorit 20 kV pinge juures, suurendustel ~200–1000 korda.

Konodontide sisaldus proovides oli varieeruv, ulatudes ühes kilogrammis ~200-st kuni 4 000-ni, olles suurim proovis nr OM13-10 (Kunda lade). Kokku sisaldab töö käigus koondatud kollektsioon ~10 000 lahustusjäagist ükshaaval väljanopitud konodondielementi, millest ~100 pildistati elektronmikroskoobiga (fototahvlid 1–8). Põhitähelepanu pöörati stratigraafiliselt olulistele platvormsetele liikidele. Lisaks konodontidele nopiti samadest proovidest välja ka orgaanilise kestaga kitiinikud ning skolekodondid (hulkharjasusside lõua-aparaadi elemendid). Nende põhjalik uuring seisab alles ees.



**Joonis 6** Aseri paemurru "oru paljand" (paljand 2 joonisel 4; proovid OM13-10 kuni 12). Vasara teravik osutab rauaoiididerikka intervalli alumisele piirile Kunda lademe sees (foto: O. Hints, 30.08.2013).

Uuring viidi läbi Tallinna Tehnikaülikooli Geoloogia Instituudis (GIT), kus säilitatakse kogu uuritud ja kogutud materjal. Fototahvlitel kujutatud eksemplarid kuuluvad teaduskollektsiooni number 699. Pildistamiseks valiti konodonte arvestusega, et iga liik ja tema erinevad elemendid oleksid esindatud. Peamine rõhuasetus oli biostratigraafiliselt olulistematel liikidel. Andmed kogutud proovide, kasutatud meetodika, püsipreparaatide ning leitud ja ükshaaval numereeritud konodondieksemplaride kohta (sh fotod) kantakse Eesti geokogude andmebaasi (<http://geokogud.info>) ning informatsioon muutub teadlastele kättesaadavaks.



**Joonis 7** Töös kasutatud proovide litoloogia. Lihvitud pindadel on näha katkestuspindu ning makrofossiile. Mõõtskaala 3 cm.

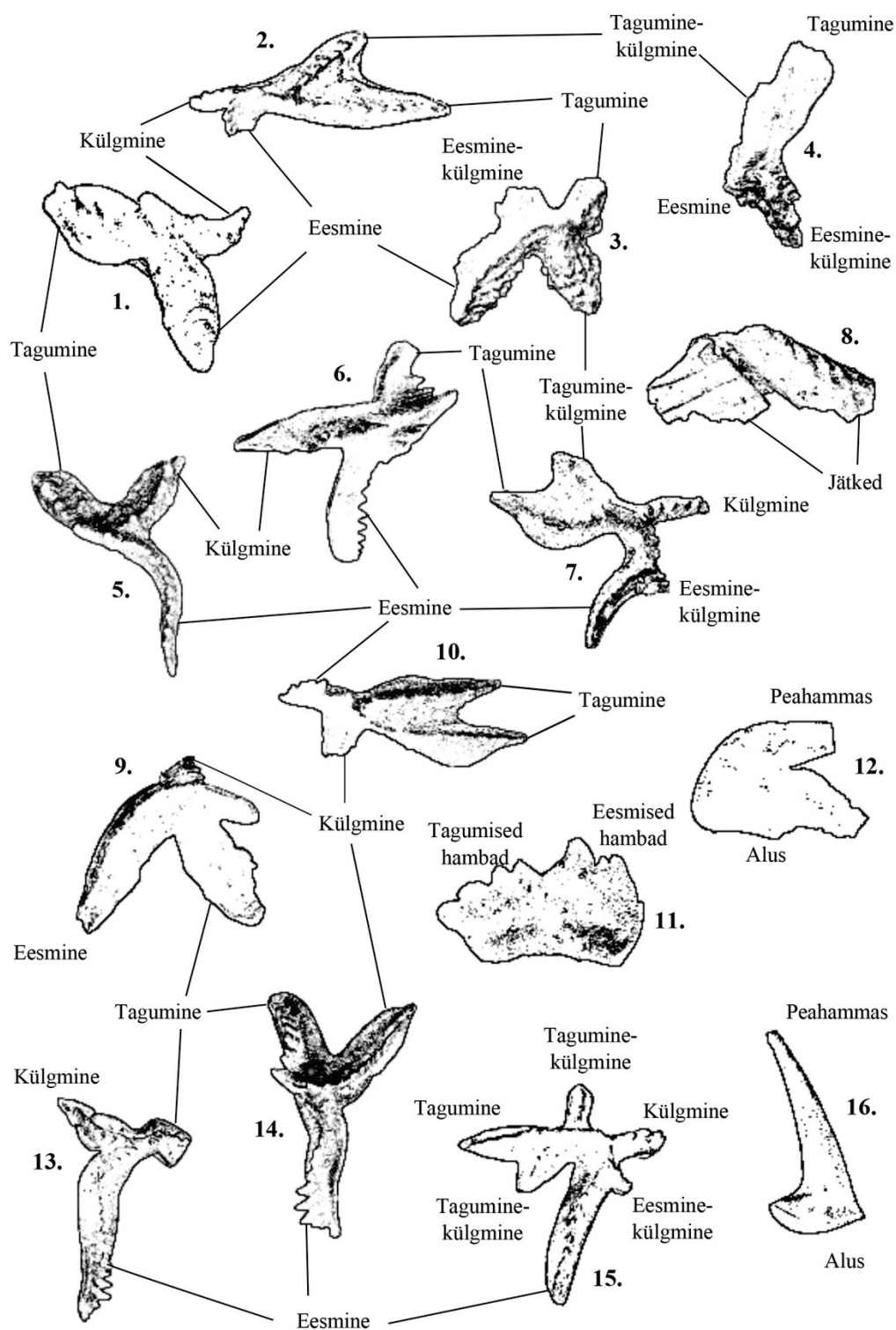
### 3.1 Terminoloogia

Konodontide elemendid on kuni paari millimeetri suurused hambad, mille kuju on väga mitmekesine. Peamiselt eristatakse kolme tüüpi konodonte – lihtkonodondid, liitkonodondid ja platvormsed konodondid. Lihtkonodondil on üksik hammas ja liitkonodondil (näiteks *Baltoniodus*'el) on lisaks peahambale 1 kuni 4 väiksemat hambakest.

Platvormsetel konodontidel on peahammas ja 3 kuni 6 jätket, mis võivad asuda erinevates tasapindades. Jätkeid nimetatakse eesmiseks, tagumiseks, külgmiseks, eesmiseks-külgmiseks ja tagumiseks-külgmiseks. Peahammas asub jätkete ristumiskohas ja on suunatud tagumise jätke poole. Peahammas võib olla arenenud madalaks või kõrgeks. Platvormsed elemendid on lamedad ja laiade madalate äärtega ning jätkete keskel asub enamasti hammaste rida. Jätketel olev hammastatus on erineva kõrguse, laiuse ja tihedusega.

Kõikidel konodontide elementidel on aluse osas suurem või väiksem avatud õõnsus, kus asub aluse täidis (ei ole alati säilinud). Nooremate isendite hammastel on tavaliselt aluse õõnsus laiem, mis täiskasvanud isenditel arengu käigus ahenes. Elemendid võivad olla sümmeetrilised või ebasümmeetrilised ning parem- või vasakpoolsed.

Alljärgnev joonis 8 iseloomustab süstemaatilise paleontoloogia alapeatükis 4.2 kirjeldatud liikide jätkete paiknemist. Jätkete paiknemise illustreerimine on oluline, kuna erinevad autorid ei defineeri jätkeid alati sama moodi.



**Joonis 8** Aseri lademe olulisemate konodontide elemendid, nende morfoloogia ning kirjeldamisel kasutatud terminoloogia. 1. *E. pseudoplanus*, Pb element; 2. *E. pseudoplanus*, vasakpoolne Pa element; 3. *D. tablepointensis*, vasakpoolne Pa element; 4. *D. tablepointensis*, vasakpoolne Pb element; 5. *E. suecicus*, parempoolne Pb element; 6. *E. suecicus*, vasakpoolne Pb element; 7. *E. suecicus*, parempoolne Pa element; 8. *Pygodus* sp., Pa element; 9. *S. kielcensis*, Pb element; 10. *S. kielcensis*, Pa element; 11. *M. ozarkodella*, P element; 12. *M. ozarkodella*, M element; 13. *B. reclinatus*, vasakpoolne Pb element; 14. *B. reclinatus*, parempoolne Pb element; 15. *B. reclinatus*, parempoolne Pa element; 16. *D. basiovalis*.

## 4. Tulemused

Proovides esinenud konodontide elemendid vastavad värvusindeksi väärtusele 1, mis viitab termalse mõju puudumisele (paleotemperatuurid alla 80°C; Epstein jt 1977). Kujutatud ja kirjeldatud elemendid on suures osas hästi säilinud, mida muuhulgas iseloomustab ka võrkja pinnastruktuuri säilimine. Kokku määrati uuritud proovidest 19 liiki, sealhulgas tsonaalselt olulised liigid. Mõnel juhul osutus materjal täpse määrangu jaoks ebapiisavaks. Näiteks proovist OM13-8 tehti kindlaks stratigraafiliselt olulise perekonna *Pygodus* fragmentide esinemine, kuid liiki nende alusel määrata ei olnud võimalik.

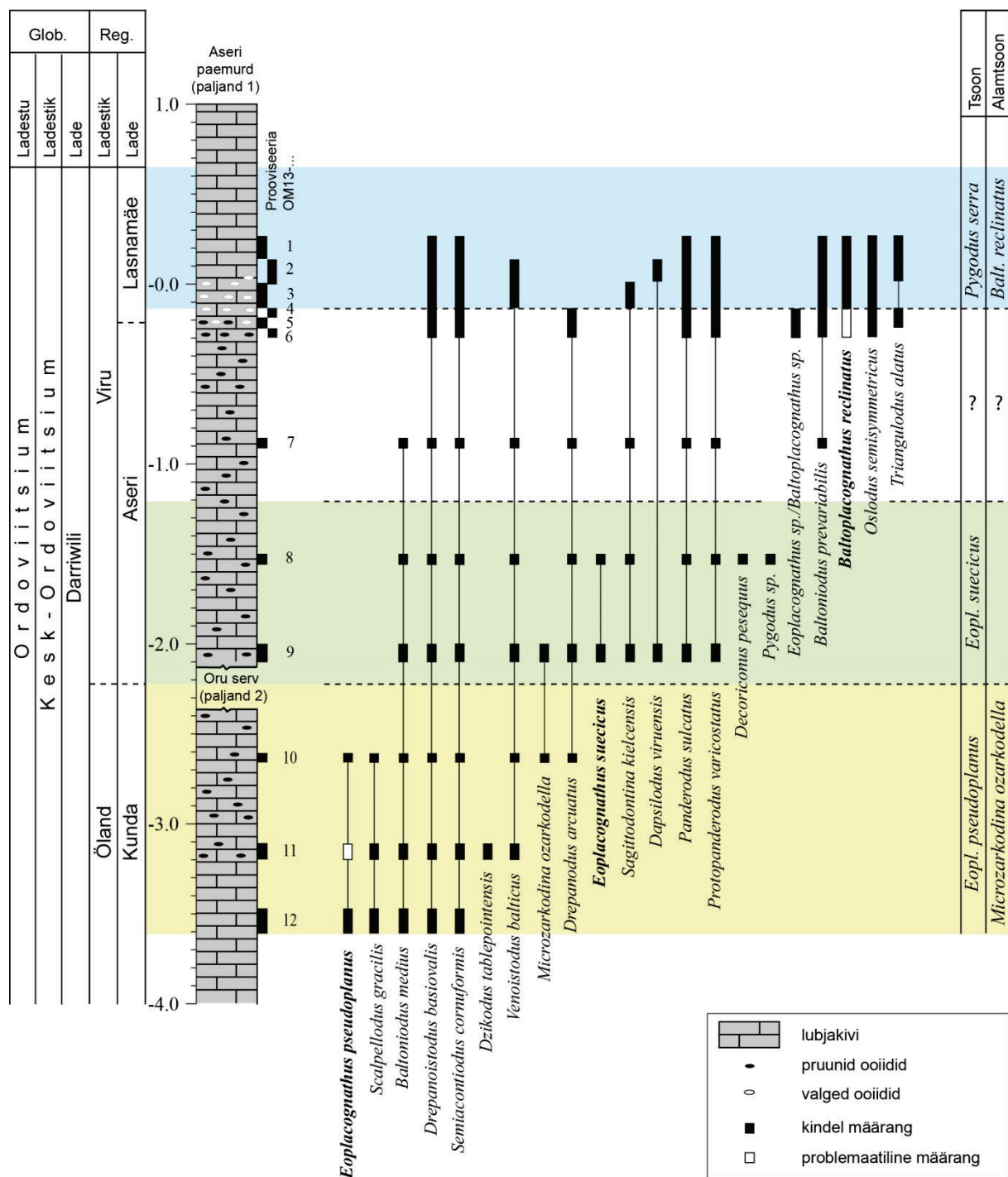
### 4.1 Konodontide levik ja biostratigraafia

Baltoskandia konodontide tsonaalsuse püstitasid Lindström (1971) ja Bergström (1971), mida hiljem modifitseerisid Löfgren (1978; 1985), Stouge (1989), Bagnoli & Stouge (1997) ning Zhang (1997; 1998a). Biostratigraafiliselt on kõige olulisemad tsooni ja alamtsooni liigid, milledeks uuritavas läbilõikes (joonis 9) on *Eoplacognathus pseudoplanus*, *Eoplacognathus suecicus* ja *Baltoplacognathus reclinatus*. Tsooni ja alamtsooni liikide esmakordse ilmunise alusel eraldati välja kolm tsooni – *Eoplacognathus pseudoplanus*, *Eoplacognathus suecicus* ja *Pygodus serra*. Olemasolev materjal ei võimalda neid piire täpsemalt hinnata, kuna määratud tsoonide piiridel ei ole proovide järgnevus pidev.

*E. pseudoplanus*'e tsooni püstitas esmakordselt Viira (1974) Eesti materjali põhjal. *P. serra* tsoonis jagas Bergström (1971) kiire evolutsiooniga *Eoplacognathus*'e perekonda kuuluvad liigid viieks alamtsooniks – *E. suecicus*, *E. foliaceus*, *E. reclinatus*, *E. robustus*, *E. lindstroemi*. *E. suecicus*'e alamtsooni käsitles esmakordselt tsoonina Löfgren (1978), kes leidis et *P. serra* ilmub koos *E. foliaceus*'ga ja seetõttu vastab *P. serra* tsooni alumine piir *E. foliaceus*'e alamtsooni alumisele piirile.

Uuritud proovides esinenud platvormsetest konodontidest on mainimisväärt ka *Dzikodus tablepointensis*, *Microzarkodina ozarkodella* (*E. pseudoplanus* tsooni alamtsooni liik), *Sagittodontina kieltensis* ning *Pygodus sp.* Lisaks platvormsetele liikidele määrati 11 lihtkonodondi liiki – *Scalpellodus gracilis*, *Drepanostodus basiovalis*, *Semiacontiodus cornuformis*, *Venoistodus balticus*, *Drepanodus arcuatus*, *Dapsilodus viruensis*, *Panderodus sulcatus*, *Protopanderodus varicostatus*, *Decoriconus pesequus*, *Oslodus semisymmetricus* ja

*Triangulodus alatus*. Proovides olevatest liikidest on arvukad *Baltoniodus medius*, *Semiacontiodus cornuformis* ja *Baltoniodus prevariabilis* (joonis 9). Lihtkonodonte on kujutatud fototahvilil 1 ning perekond *Baltoniodus*'e liike fototahvilil 2.



**Joonis 9** Aseri lademe stratotüüpse läbilõike globaalne ja regionaalne liigestus (Gradstein jt 2012), litoloogia (Orviku 1940 järgi) ning konodontide levik ja välja eraldatud biotsoonid

**Proovid OM13-10 kuni OM13-12** jäävad *Eoplacognathus pseudoplanus*'e tsooni, mis vastab *Microzarkodina ozarkodella* alamtsoonile. Tsooni liik *Eoplacognathus pseudoplanus* esineb kõigis kolmes proovis, kuid üheteistkümnendas proovis esineb vaid murdunud elemente. Lisaks esineb kõigis kolmes proovis ka *Scalpellodus gracilis*, *Baltoniodus medius*, *Drepanoistodus basiovalis* ja *Semiacontiodus cornuformis*. *Dzikodus tablepointensis*, *Microzarkodina ozarkodella* ja *Drepanodus arcuatus* esinevad tsooni piires ühes proovis ning *Venoistodus balticus* kahes proovis. *Eoplacognathus pseudoplanus*, *Scalpellodus gracilis* ja *Dzikodus tablepointensis* järgmisesse tsooni ei levi.

**Proovid OM13-8 kuni OM13-9** jäävad *Eoplacognathus suecicus*'e tsooni ning tsooni liik *Eoplacognathus suecicus* esineb mõlemas proovis. Zhang'i (1998b) järgi on *Eoplacognathus suecicus*'e tsoon jagatud kaheks alamtsooniks - *Pygodus lunnensis* ja *Pygodus anitae*. Uuritud proovide põhjal ei saa alamtsooni määrata, kuna esineb (proov 8) vaid *Pygodus*'e perekonna tunnustega murdunud elemente.

Mõlemas proovis esinevad *Baltoniodus medius*, *Drepanoistodus basiovalis*, *Semiacontiodus cornuformis*, *Venoistodus balticus*, *Drepanodus arcuatus*, *Sagittodontina kielcensis*, *Panderodus sulcatus* ja *Protopanderodus varicostatus*. *Decoriconus pesequus* ja *Pygodus sp.* esinevad vaid proovis 8 ning *Microzarkodina ozarkodella* proovis 9. Lisaks ilmuvad proovis 9 esmakordselt lisaks tsooni liigile *Sagittodontina kielcensis*, *Dapsilodus viruensis*, *Panderodus sulcatus* ja *Protopanderodus varicostatus*. Kõik eelpool nimetatud neli liiki levivad stratigraafiliselt noorematesse kihtidesse.

**Proovis OM13-7** esinevad *Baltoniodus medius*, *Drepanoistodus basiovalis*, *Semiacontiodus cornuformis*, *Venoistodus balticus*, *Drepanodus arcuatus*, *Sagittodontina kielcensis*, *Panderodus sulcatus*, *Protopanderodus varicostatus* ja *Baltoniodus prevariabilis*. Proovis biotsooni liike ei esine.

**Proovid OM13-4 kuni 6.** Kõigis kolmes proovis esinevad *Drepanoistodus basiovalis*, *Semiacontiodus cornuformis*, *Drepanodus arcuatus*, *Panderodus sulcatus*, *Protopanderodus varicostatus*, *Baltoniodus prevariabilis* ja *Oslodus semisymmetricus*. Kõigis kolmes proovis esines vaid murdunud biotooni liike, mis osaliselt võivad kuuluda *Baltoplacognathus reclinatus*'ele. Teisest küljes esines ka selliseid murdunud fragmente, mis ei ole *Baltoplacognathus reclinatus*'ele tüüpilised, seega võib olla tegemist varasemalt kirjeldamata taksoniga. Lisaks esines proovides OM13-4 ja 5 *Triangulodus alatus*.

**Proovid OM13-1 kuni 3.** Tsoonile iseloomulikke *Pygodus serra* liiki ei leitud ning tsooni alumine piir on määratud alamtsooni liigi *Baltoplacognathus reclinatus*'e kindla määranguga eksemplaride alusel. Alamtsooniliik *Baltoplacognathus reclinatus* levib kõigis kolmes proovis. Vanematest kihtidest levib *Pygodus serra* tsooni *Drepanoistodus basiovalis*, *Semiacontiodus cornuformis*, *Venoistodus balticus*, *Sagittodontina kielcensis*, *Dapsilodus viruensis*, *Panderodus sulcatus*, *Protopanderodus varicostatus*, *Baltoniodus prevariabilis*, *Oslodus semisymmetricus* ja *Triangulodus alatus*.

## 4.2 Süstemaatiline paleontoloogia

Järgnevalt on kirjeldatud Aseri paemurru proovidest määratud seitset olulisemat konodondiliiki, millel on oluline biostratigraafiline kaal - *Eoplacognathus pseudoplanus*, *Dzikodus tablepointensis*, *Microzarkodina ozarkodella*, *Eoplacognathus suecicus*, *Sagittodontina kielcensis*, *Pygodus* sp. ja *Baltoplacognathus reclinatus*. Antud töös kasutatud terminoloogiat, sh platvormsete elementide jätkete nimetamist, selgitab alapeatükis 3.1 toodud joonis 8.

### **Perekond *Baltoplacognathus* Zhang 1998a**

Tüüpliik: *Ambalodus reclinatus* Fåhræus 1966

### ***Baltoplacognathus reclinatus* (Fåhræus 1966)**

Fototahvel 3: A-O, fototahvel 4: A-E, fototahvel 5: A-J, fototahvel 6: A-K

### **Sünonüümika:**

1966 *Ambalodus reclinatus* – Fåhræus, lk 19-20, fototahvel IV, joonised 3a ja 3b.

1971 *Eoplacognathus reclinatus*, (Fåhræus 1966) – Bergström, lk 139-140, fototahvel 1 ja joonised 11-13.

1974 *Eoplacognathus reclinatus*, (Fåhræus 1966) – Viira, lk 81-82, fototahvel 8: 12, 13 ning joonised 93 ja 94.

1998 *Eoplacognathus reclinatus*, (Fåhræus 1966) – Bednarczyk, fototahvel 2: 11.

2001 *Eoplacognathus reclinatus*, (Fåhræus 1966) – Rasmussen, lk 79, fototahvel 7: 1-5.

2012 *Eoplacognathus reclinatus*, (Fåhræus 1966) – Hints, Viira & Nõlvak, joonis 5: A-C.

**Laiendatud diagnoos.** Vasakpoolsel Pb elemendil on peahammas tugevalt kallutatud. Eesmine jätk on kõige pikem ja sujuvalt kaardus. Jätkete otsad on suhteliselt teravad ning kõik jätked on tihedalt hammastatud. Kõige kõrgem on hammastatus peahamba juures ning jätkete otsas. Külgmine jätk on ligikaudu sama pikk kui tagumine jätk (Fähræus 1966).

Parempoolne Pb element on Y-i kujuline. Eesmine järk on pikk, kitsas ja sirge. Tagumine ja külgmine jätk on suhteliselt ühe pikkused või on külgmine jätk tagumisest jätkest pisut lühem. Kõik jätked on hammastatud. Kõige kõrgem on hammastatus eesmise jätke otsas ning jätkete ristumiskohas, mille keskel asub peahammas (Bergström 1971).

Pa elementidel on jätked neli. Parempoolsel Pa elemendil on tagumine jätk sirge ning võib olla külgmisest jätkest laiem. Tagumine-külgmine jätk on lühike ja sirge. Tagumisel ja külgmisel jätkel on hammastatus kõrge ning tagumistel-külgmistel jätketel võib olla hammastatus vähearenenud. Aluse õõnsus on nooremate isendite hammastel laiem, mis täiskasvanud isenditel arenedes ahenes (Bergström 1971).

**Kirjeldus.** Vasakud- ja parempoolsed Pb elemendid on ebasümmeetrilised. Vasakpoolseid Pb elemente on proovides esindatud 20 (fototahvel 4: A-E, fototahvel 5: A-O), milledest pooltel on kõik jätked täielikult säilinud. Esineb nooremate (fototahvel 3: H, I, L, O, fototahvel 4: C, D, E) ja täiskasvanud isendite elemente. Eesmine jätk on kõige pikem ning kaardus. Noorematel isenditel on eesmine jätk võrreldes täiskasvanud isenditega rohkem kaardus. Tagumine jätk on külgmisest jätkest veidi lühem ning kahel eksemplaril on külgmisel jätkel arenenud sekundaarne hammaste rida. Eesmise ja külgmise jätke otsad on teravad ning tagumise jätke ots ümar. Kõik jätked asuvad laial platvormil ning jätkete hammastatus on pidev. Peahammas on arenenud madalaks. Hammastatus on peahamba läheduses ning mõnedel eksemplaridel ka eesmise jätke lõpus suurem.

Parempoolseid Pb elemente on 10 (fototahvel 5: A-J), milledest seitsmel on kõik jätked säilinud. Kõik kolm jätke asuvad ühes tasapinnas. Eesmine jätk on kõige pikem, natuke kaardus ning allapoole suunatud. Tagumine ja külgmine jätk on suhteliselt ühe pikkused ning nende vaheline nurk on alla 90°. Peahammas on arenenud kõrgeks ning kõik jätked on hammastatud. Tagumisel ja külgmisel jätkel suureneb hammastatus peahamba suunas. Samuti on eesmise jätke otsas hammastatus kõrgem. Noorematele isenditele kuuluvaid elemente on neli (fototahvel 5: D-G). Noorematel isenditel on eesmine jätk peenikesem ning tagumise ja külgmise jätke vaheline platvorm laiem kui täiskasvanud isenditel. Detailsemalt vaadates on

nooremate isendite elemendid omavahel väga sarnased, kuid täiskasvanud isendite elementidel palju erinevusi.

Parempoolseid Pa elemente esineb proovides 11 (fototahvel 6: A-K), milledest üheksa on hea säilivusega. Kolm eksemplari on täielikult säilinud (fototahvel 6: A, B, K). Eesmine jätk on arenenud kõige pikemaks. Tagumine jätk on keskmise pikkusega ning eesmine-külgmine, külgmine ja tagumine-külgmine jätk on arenenud lühikeseks. Tagumised-külgmised jätked on tagumise jätkega paralleelsed. Peahammas on arenenud madalaks ning kõik jätked on tihedalt hammastatud. Kõik jätked asuvas samas tasapinnas. Tagumisel jätkel on seepool laiend, millel on kuuel täiskasvanud isendil lisaks teine tagumine-külgmine jätk. Noorematel isenditel (fototahvel 6: A, C, D, G, K) ei ole teine tagumine-külgmine jätk veel arenenud ning eesmine ja tagumine jätk on suhteliselt ühe pikkused.

**Võrdlus.** Uuga panga läbilõikes (Hints jt 2012) esinevad *B. reclinatus*'e vasak- ja parempoolne Pb element (joonis 5: A, B) ning parempoolne Pa element (joonis 5: C) on võrreldes Aseri stratotüüpse läbilõike vastavate elementidega (näiteks fototahvel 3: E, fototahvel 5: A ja fototahvel 6: A) sarnased.

Petseri-330 puuraugu läbilõikes (Viira 2011) määratud *Y. foliaceus*'e Pb (joonis 5: N) ja Pa (joonis 5: O) elemendid meenutavad võrreldes käesoleva uuringu eksemplaridega *B. reclinatus*'e vastavaid elemente (vasakpoolsed Pb elemendid toodud fototahvlil 3: H, I, L, O ja parempoolne Pa element fototahvlil 6: G). Seetõttu on oluline varasemates uuringutes määratud *Y. foliaceus*'e biotsoonid üle vaadata. Samale järeldusele jõuti ka hiljutises Uuga ja Osmussaare läbilõigete uuringus (Hints jt 2012).

Rootsis asuva Kullstaberg'i karjääri läbilõikes (Zhang ja Sturkell 1998) on illustreeritud üks terve *B. reclinatus*'e vasakpoolne Pb element (joonis 7: C), millel on tagumine ja külgmine jätk suhteliselt ühe pikkused ning eesmine jätk sirge ja teistest jätketest kõige pikem. Aseri stratotüüpses läbilõikes on *B. reclinatus*'e vasakpoolseid Pb elemente 20 (fototahvel 3: A-O ja fototahvel 4: A-E), milledest vähemalt ühel (fototahvel 3: N) on eesmine jätk sarnaselt Kullstaberg'i läbilõikes esinenud elemendiga suhteliselt sirge. Samuti on mõlemas läbilõikes esindatud sarnaste tunnustega *B. reclinatus*'e vasakpoolseid Pb elemente. Kullstaberg'i läbilõikes esindatud *B. reclinatus*'e vasakpoolse Pb elemendiga on kõige sarnasem Aseri stratotüüpse läbilõike vastava liigi vastavatest elementidest (fototahvel 5: A-J) üks element (fototahvel 5: H), mille eesmine jätk on rohkem arenenud.

**Materjal.** Pb elemente 30 ja Pa elemente 11.

**Levik.** Lasnamäe lade.

### **Genus *Dzikodus* Zhang 1998a**

Tüüpliik: *Polonodus tablepointensis* Stouge 1984

### ***Dzikodus tablepointensis* (Stouge 1984)**

Fototahvel 7: M, N

#### **Sünonüümika:**

1984 *Polonodus? tablepointensis* n. sp. – Stouge, lk 72, fototahvel 12: 13 ja 13: 5.

1998a *Dzikodus tablepointensis*, (Stouge 1984) – Zhang, lk 65-69, fototahvel 7: 1-12 ja 8: 1-6 (toodud põhjalik sünonüümika).

**Laiendatud diagnoos.** Pb elemendil on vasak- ja parempoolne element ebasümmeetrilised. Pb elemendil on jätkeid neli. Eesmine ja eesmine-külgmine jätk on peenikesed ning suunatud allapoole. Tagumise ja tagumise-külgmise platvormsed jätked on laiad ning tagumine jätk on tagumisest-külgmisest jätkest pikem (Zhang 1998a).

Pa elemendil on vasak- ja parempoolne element sümmeetrilised. Jätkeid on samuti neli ning eesmisel-külgmisel jätkel on tavaliselt arenenud üks või kaks sekundaarset jätke. Eesmine ja eesmine-külgmine jätk on pikemad kui tagumine ja tagumine-külgmine jätk. Eesmisel ja tagumisel jätkel on hammastatus pidev, moodustades pealtvaates kaks kaardus hammaste rida. Eesmine ning tagumine-külgmine jätk on kaardus. Eesmisel ja tagumisel-külgmisel jätkel on platvormsed servad laiad ning tagumisel ja eesmisel-külgmisel jätkel kitsad (Zhang 1998a).

**Kirjeldus.** Esindatud on vasakpoolne Pb element (fototahvel 7: N) ja vasakpoolne Pa element (fototahvel 7: M). Pb elemendil on eesmine ja tagumine-külgmine jätk murdunud. Tagumine jätk on lai, mille keskel asub pidev hammaste rida. Pa elemendil on eesmine-külgmine jätk murdunud ning sekundaarseid eesmisi-külgmisi jätkeid võib olla kaks kuni kolm. Eesmine ja tagumine-külgmine jätk on natuke kaardus. Eesmine jätk on kõigist säilinud jätketest kõige pikem ning tagumine jätk on lühike ja hargnenud kaheks. Elementide platvormsed osad on kaetud lamedate hammastatud struktuuriga.

**Materjal.** Üks Pb element ja üks Pa element.

**Levik.** Kunda lademe ülemistes kihtides.

**Genus *Eoplacognathus* Hamar 1966**

Tüüpliik: *Ambalodus lindstroemi* Hamar 1966

***Eoplacognathus pseudoplanus* (Viira 1974)**

Fototahvel 4: I-N, fototahvel 8: F-K

**Sünonüümika:**

1974 *Ambalodus pseudoplanus* n. sp. – Viira, lk 54-56, fototahvel 6: 25, 29, 31 ja joonised 43-46.

2003 *Eoplacognathus pseudoplanus*, (Viira) – Löfgren ja Zhang, lk 735, joonis 13: 7, 8 (põhjalik sünonüümika).

**Laiendatud diagnoos.** P elementidel on peahammas arenenud väikeseks. Pb elemendil on eesmine jätk sujuvalt kaardus ja allapoole suunatud ning teistest jätketest kõige pikem. Tagumine jätk on sirge ning peaaegu sama pikk kui eesmine jätk. Parempoolsel Pb elemendil on tagumine jätk vasakpoolsest Pb elemendist natuke pikem, kuid üldiselt on vasak- ja parempoolsed Pb elemendid sümmeetrilised. Samuti on vasak- ja parempoolsed Pa elemendid sümmeetrilised (Löfgren ja Zhang 2003).

**Kirjeldus.** Vasak- ja parempoolsed Pb elemendid on fototahvlil 4: I-N kujutatud kül- ja pealtvaates, kuna vähemalt kahel eksemplaril on külmine jätk murdunud. Pb elementidel on eesmine jätk tagumisest jätkest pikem või sama pikk. Eesmine ja külmine jätk on natuke kaardus ning tagumine jätk on sirge ning asub võrreldes teiste jätketega laiemal platvormil. Jätkete keskel olev hammaste rida on pidev.

Vasakpoolseid Pa elemente on esindatud kaks (fototahvel 8: G, I) ning parempoolseid Pa elemente neli (fototahvel 8: F, H, J, K), mis on suhteliselt sümmeetrilised. Kõikidel eksemplaridel on eesmine jätk murdunud, seega ei ole näha kas eesmine jätk on kaheks hargnenud. Tagumine jätk on tagumisest-külgmisest jätkest pikem ning mõlemad jätked asuvad samal tasapinnal. Tagumise ja tagumise-külgmise jätkede platvormi servad on eksemplaridel erineva laiusega. Esindatud on nii peenikeste kui ka laiade platvormi servadega

eksemplarid. Lisaks on ühel eksemplaril (fototahvel 8: F) tagumine ja tagumine-külgmine jätk arenenud võrreldes teiste eksemplaridega palju laiemaks.

**Võrdlus.** *E. pseudoplanus*'est arenes *E. suecicus*, seega on nad morfoloogiliselt sarnased. Neid kahte liiki on võimalik omavahel eristada peamiselt Pa elemendi alusel (Löfgren ja Zhang 2003). Üldjuhul *E. pseudoplanus*'e Pa elemendi eesmine jätk ei hargne, kuid stratigraafiliselt nooremal *E. suecicus*'el on lisaks eesmisele jätkele arenenud ka eesmine-külgmine jätk. Kahe liigi eristamiseks on oluliseks tunnuseks ka see, et *E. suecicus*'e Pb elemendi jätked on ühes tasapinnas, kuid *E. pseudoplanus*'el moodustavad jätked eestvaates mõtteliselt koonuse.

Baltoskandias on *E. pseudoplanus*'e tsooni põhjalikult käsitletud näiteks Löfgren (2004). *E. pseudoplanus*'e platvormsetest elementidest on uurimuses illustreeritud kaks Pa elementi (joonis 7: a, b) Gillberga karjäärast ning kolm Pb elementi (joonis 7: c-e) Gullhögen'i karjäärast. Illustreeritud *E. pseudoplanus*'e platvormsed elemendid sarnanevad käesoleva uuringu vastavate elementidega (näiteks vastavalt joonis 7:c ja fototahvel 4: N).

**Materjal.** Kuus Pb elementi ja kuus Pa elementi.

**Levik.** Kunda lademe ülemistes kihtides.

### ***Eoplacognathus suecicus* Bergström 1971**

Fototahvel 4: F-H, fototahvel 5: K, fototahvel 8: A-E

#### **Sünonüümika:**

1971 *Eoplacognathus suecicus* n. sp. – Bergström, lk 141, fototahvel 1: 5-7.

1999 *Eoplacognathus suecicus*, Bergström – Zhang, lk 487, 488, 491, joonis 2: 5-25, joonis 3: 1-24 (põhjalik sünonüümika).

**Laiendatud diagnoos.** *Eoplacognathus suecicus*'e liigil on kaks Pb ja kaks Pa elementi. Vasak- ja parempoolsed Pb elemendid on erinevad ning vasak- ja parempoolsed Pa elemendid sarnased peegelpildis (Zhang 1999).

Vasakpoolsel Pb elemendil on jätkeid kolm. Eesmine jätk on mõõduka pikkusega ja peaaegu sirge, tagumine jätk on eesmisest jätkest lühem ning külgmine jätk on orienteeritud eesmise jätkega peaaegu risti. Kõik jätked on sihvakad, ühtlase laiusega ning hammastatus kasvab

peahamba suunas (Bergström 1971). Täiskasvanud isenditel on külgmise jätk tagumisest jätkest lühem, kuid noorematel isenditel peaaegu sama pikkused. Stratigraafiliselt nooremate isendite elementidel tagumise ja külgmise jätk vaheline nurk väheneb (Zhang 1999).

Parempoolisel Pb elemendil on kolm suhteliselt võrdse pikkusega jätk. Eesmine jätk võib olla teistest jätketest kitsam. Külgmise ja tagumine jätk vaheline nurk on 90°. Jätkete keskel asuv peahammas on arenenud madalaks (Bergström 1971). Stratigraafiliselt vanematel isenditel võrreldes noorematega on jätked pikemad. Stratigraafiliselt noorematel isenditel on jätked suhteliselt ühe pikkused. Eesmine jätk on tagumisest ja külgmisest jätkest pisut pikem ning kaardus. Stratigraafiliselt noorematel isenditel tagumise ja külgmise jätk vaheline nurk väheneb (Zhang 1999).

Pa elementidel on jätked viis. Eesmine jätk on pigem lühike ning eesmine-külgmise jätk pikk. Tagumine jätk on pikk ja kaardus ning tagumine-külgmise jätk on suhteliselt lühike. Stratigraafiliselt noorematele liikidele on arenenud sekundaarne tagumine-külgmise jätk. Kõikide jätkete keskel on hammaste rida. Tagumisel jätkel on hammaste rida kaardus (Zhang 1999). Alati ei ole eesmine ja eesmine-külgmise jätk täielikult säilinud (Bergström 1971).

**Kirjeldus.** Vasakpoolseid Pb elemente on kolm (fototahvel 4: F-H), milledest kahel esimesel on eesmine jätk murdunud. Kõik kolm jätket on suhteliselt ühe laiusega. Lisaks on üks noorema isendi parempoolne Pb element (fototahvel 5: K), millel on tagumine ja külgmise jätk suhteliselt ühe pikkused ning eesmine jätk on teistest jätketest pisut pikem ning kaardus. Peahammas on nii vasak- kui ka parempoolsetel Pb elementidel arenenud madalaks.

Vasakpoolseid Pa elemente on kolm (fototahvel 8: B, C, E) ning parempoolseid kaks (fototahvel 8: A, D). Kõikidel eksemplaridel on arenenud külgmise jätk. Eesmine ja eesmine-külgmise jätk on säilinud ainult ühel parempoolsel eksemplaril (fototahvel 8: A). Kõige paremini säilinud parempoolsel Pa elemendil on eesmine-külgmise jätk eesmisest jätkest pikem. Tagumine ja tagumine-külgmise jätk on laiad ning asuvad ühel platvormil. Tagumine jätk on pikem kui tagumine-külgmise jätk. *E. suecicus*'e liik on määratud pigem Aseri lademe alumistest kihtidest, seetõttu ei ole ühelgi Pa elemendil sekundaarset tagumist-külgmist jätket arenenud.

**Võrdlus.** *E. suecicus* on arenenud evolutsiooni käigus otse *E. pseudoplanus*'est, seetõttu on need kaks liiki omavahel sarnased (Zhang 1999). Käesolevas uuringus esinenud *E. suecicus* ja *E. pseudoplanus* on sarnased ning esineb üleminekulisi vorme.

Samuti on *E. suecicus*'el sarnaseid tunnuseid *Eoplacognathus lindström*'i liigiga. Stratigraafiliselt hilisemal *E. suecicus*'el ning stratigraafiliselt varajasemal *E. lindström*'il on vasakpoolsel Pb elemendil tagumise ja külgmise jätk vaheline nurk 100°. Mõlemal liigil on arenenud sekundaarne tagumine-külgmine jätk (Zhang 1999).

Dzik (1976) ja Bergström (1983) arvasid, et *E. suecicus*'est on arenenud *Eoplacognathus foliaceus*. Samuti tõdes Bergström (1983), et ta ei ole näinud *E. suecicus*'e ja *E. foliaceus*'e üleminekulisi vorme ega sellekohaseid illustratsioone. Zhang'i (1999) eksemplaridel on *E. suecicus* vasak- ja parempoolne Pa element sarnased, kuid *E. foliaceus*'el erinevad. Lisaks on *E. foliaceus*'el tagumine-külgmine jätk lühike ning tagumisel jätkel ei ole sisekülg laienu. Vasakpoolsel Pa elemendil on tagumine jätk eriti lühike ning tagumise ja külgmise jätk vaheline nurk 180°. Seega ei ole *E. suecicus*'e ja *E. foliaceus*'e arengud omavahel otseselt seotud (Zhang 1999).

Sarnaselt Mäekalda paljandi läbilõikega (Viira jt 2001) on käesolevas uuringus esindatud üks täielikult säilinud *E. suecicus*'e parempoolne Pa element. Mäekalda läbilõike parempoolsel Pa elemendil (joonis 8: m) on arenenud tagumisele jätkele lisaks sekundaarne tagumine-külgmine jätk, kuid käesoleva uuringu eksemplaril (fototahvel 8: A) sekundaarset tagumist-külgmist jätket arenenud ei ole.

Samuti on määratud praeguse uuringuga sarnaseid *E. suecicus*'e elemente Rootsis. Näiteks Kullstabergr'i (Zhang ja Sturkell 1998) läbilõikes (joonis 7: K) ja Aseri stratotüüpses läbilõikes (fototahvel 4: F) määratud *E. suecicus*'e vasakpoolsete Pb elementide tagumised ja külgmised jätked on väga sarnased. Samas on käesoleva uuringu eksemplaril eesmine jätk murdunud ning seega ei ole eesmine jätk võrreldav. *E. suecicus*'e parempoolsed Pb elemendid ei ole võrreldavad, kuna Kullstabergr'i läbilõikes on säilinud täiskasvanud isendi (joonis 7: L) ning Aseri stratotüüpses läbilõikes noorema isendi element (fototahvel 5: K), kuid mõlemad eksemplarid on liigile tüüpilised.

**Materjal.** Pa elemente viis ja Pb elemente neli.

**Levik.** Aseri lade.

### **Genus *Microzarkodina* Lindström 1971**

Tüüpiliik: *Prioniodina flabellum* Lindström 1955

## ***Microzarkodina ozarkodella* Lindström 1971**

Fototahvel 7: K, L

### **Sünonüümika:**

1971 *Microzarkodina ozarkodella* n. sp. – Lindström, lk 59, fototahvel 1: 15-17.

2008 *Microzarkodina ozarkodella*, Lindström 1971 – Löfgren ja Tolmacheva, lk 36, 39, 40, joonis 10: F-AE ning joonised 11 ja 12 (toodud põhjalik sünonüümika).

**Laiendatud diagnoos.** P elemendid on lamedad. Eesmine jätk võib olla peaaegu sama pikk kui tagumine jätk (Lindström 1971). Eesmise hambaid on 1-5, kuid peamiselt esineb 2-3. Tagumisi hambaid võib olla kuni 8 (Löfgren ja Tolmacheva 2008). Hammastatus väheneb järk-järgult peahambast aluse suunas (Lindström 1971). Aluse õõnsus on keskmiselt sügav. M elemendil on peahammas peenike, mille keskel asub hari ning peahammas on alusega peaaegu sama pikk (Löfgren ja Tolmacheva 2008).

**Kirjeldus.** P elemendil (fototahvel 7: L) on peahammas murdunud. Eesmise jätkeid on kolm ning tagumisi jätkeid neli. M elemendil (fototahvel 7: K) on samuti peahammas murdunud. Laiendatud diagnoosi alusel on M elemendi peahammas alusega sama pikk, seega on peahambast säilinud ligikaudu 1/3.

**Võrdlus.** *M. ozarkodella* sarnaneb morfoloogiliselt kõige enam *Microzarkodina hagetiana* liigiga. Mõlemad liigid kuuluvad *E. pseudoplanus*'e tsooni – alumistes kihtides esineb *M. hagetiana* ning ülemistes kihtides *M. ozarkodella*. Sarnaseid tunnuseid esineb kõikide elementidega ning kahte liiki on omavahel võimalik eristada peamiselt P elemendi eesmise hammaste arvuga. *M. ozarkodella*'l on eesmise hambaid tavaliselt *M. hagetiana* liigist rohkem. *M. hagetiana* on enamjaolt üks eesmine hammas ning 2-3 hammast esineb harva. M elementidel erineb peahamba pikkus. Kui *M. ozarkodella* peahammas on alusega suhteliselt sama pikk, siis *M. hagetiana* peahammas on alusest lühem. Stratigraafiliselt nooremal liigil suurenes hammastatus arengu käigus järk-järgult, seetõttu määratakse kahe alamtsooni vaheline piir statistiliselt. Piir määratakse kui enamikel P elementidel on eesmise jätke hammastatus suurenenud (Löfgren ja Tolmacheva 2008). Praeguses uurimuses on esindatud vaid kaks suhteliselt väikest ja murdunud elementi, kuid kuna proov võeti Kunda lademe ülemistest kihtidest ning P elemendil on eesmisel jätkel 3 hammast, siis on tõenäoliselt tegemist *M. ozarkodella* liigiga.

**Materjal.** P elemente üks ja M elemente samuti üks. Murdunud elementide suurus suhteliselt väike (0,2-0,3 mm).

**Levik.** Kunda lademe ülemistest kihtidest kuni Aseri alumiste kihtideni.

### ***Pygodus* Lamont & Lindström 1957**

Tüüpliik: *Pygodus anserinus* Lamont & Lindström 1957

#### ***Pygodus* sp.**

Fototahvel 7: G-J.

**Kirjeldus.** Kaheksandas proovis esineb neli katkist eksemplari (fototahvel 7: G-J), mis meenutavad Zhang'i 1998. aastal kirjeldatud *Pygodus*'e perekonna liikide P elemente.

**Võrdlus.** Aseri lademe alumistele kihtidele vastab *P. lunnensis* ning ülemistele kihtidele *P. anitae* (Zhang 1998b). *P. anitae* jätked võrreldes *P. lunnensis*'e jätketega on kitsamad. Uuritav materjal ei võimalda elemente liigini määrata. Uuritavate elementide säilinud fragmentide jätked on laiad ja kaardus, seega võivad leitud eksemplarid kuuluda *P. lunnensis*'ele.

**Materjal.** Neli eksemplari.

**Levik.** Aseri lade.

### **Genus *Sagittodontina* Knüpfner 1967**

Tüüpliik: *Sagittodontina robusta* Knüpfner 1967

#### ***Sagittodontina kielcensis* (Dzik 1976)**

Fototahvel 7: A-F

#### **Sünonüümika:**

1976 *Amorphognathus kielcensis* n. sp. – Dzik, lk 423, joonis 26 h-l ja fototahvel 44: 1.

1994 *Sagittodontina kielcensis*, Dzik 1976 – Dzik, lk 88-89, fototahvel 22: 1-6 ja joonis 17 (toodud täpsem sünonüümika).

**Diagnoos.** Pb elemendil on eesmine ja tagumine jätk eestvaates samas tasapinnas ning aluse profiil on looklev. Pa elemendil on eesmine jätk lühike ning tagumine jätk pikk ja kaheharuline, mille jätked on peaaegu paralleelsed (Dzik 1994).

**Kirjeldus.** Proovides esineb kaks Pb elementi, millest üks on täielikult säilinud (fototahvel 7: C). Teisel eksemplaril (fototahvel 7: A) on murdunud tagumisest jätkest üle poole ning eesmisest jätkest ots. Eesmised ja tagumised jätked on mõlemal eksemplaril eestvaates ühes tasapinnas. Peahammas on suhteliselt suur, mille juurest on arenenud lühike külgmise jätk. Külgmise jätk ulatub aluse servast ~0,7 mm kaugemale ning jätkel olevad hambad on võrreldes teiste jätkete hammastega väiksemad.

Kahest Pa elemendist on säilinud üks suhteliselt terve eksemplar (fototahvel 7: B). Eesmine jätk on külgmise jätkega risti ning külgmisest jätkest pikem. Tagumine jätk on kaheharuline, mille harud on paralleelsed ning harude otsad on teravad. Üks tagumine haru on teisest pikem ning laiem.

Samuti esineb üks S element (fototahvel 7: F) ja üks M element (fototahvel 7: E). S elemendil on peahamba ots ning jätketest ligikaudu pool murdunud. M elemendil on peahammas säilinud, kuid jätkete otsad on murdunud.

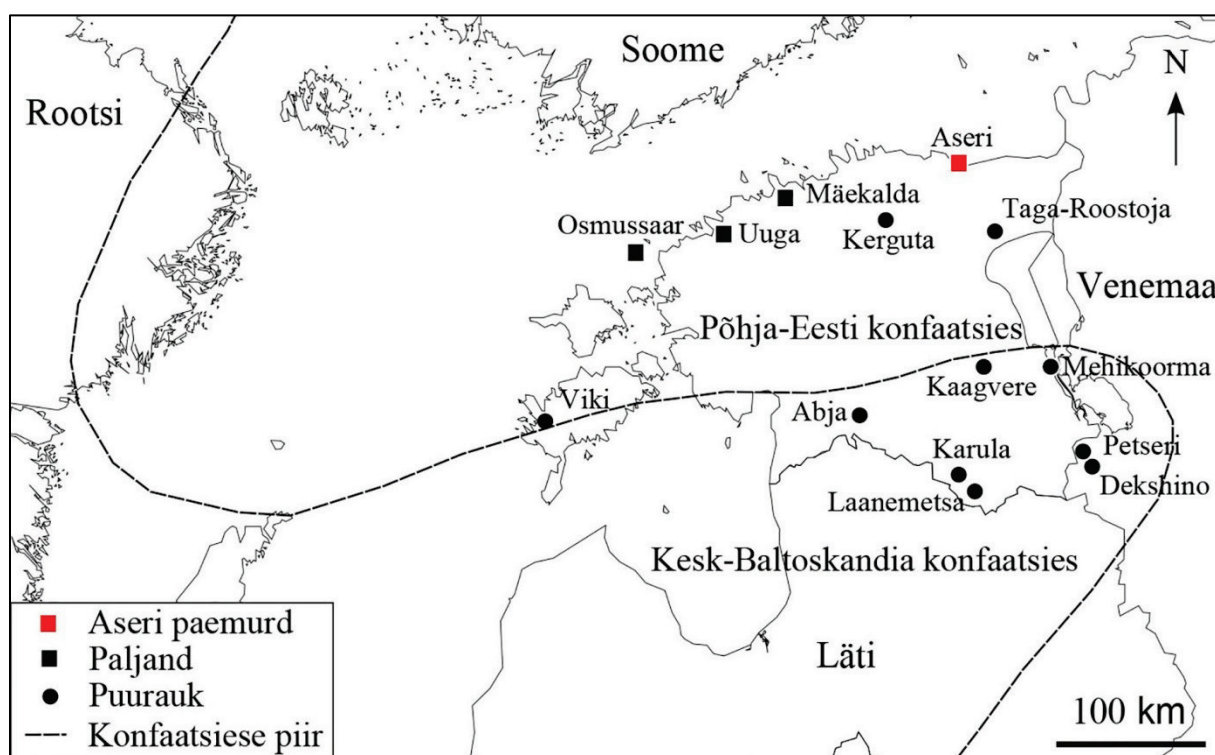
**Võrdlus.** Uuringu eksemplarid on Dzik'i (1994) eksemplaridega väga sarnased. Pb elementidel erineb vaid tagumise kaheharulise jätke laiend. Võrreldaval eksemplaril on tagumise jätke laiend suurem kui uuritava eksemplaril ning laiendid asuvad erinevatel tagumise jätke harudel. Dzik'i (1994) Pa eksemplaril on näha ka sekundaarset külgmist jätke, kuid uuritava eksemplaril ei saa sekundaarset jätke määrata. Tõenäoliselt on külgmisest jätkest siiski mingi osa murdunud.

**Materjal.** Kuus eksemplari - kaks Pb elementi, kaks Pa elementi, üks M element ja üks S element.

**Levik.** Aseri lademest kuni Lasnamäe lademeni.

## 5. Diskussioon

Varasemalt Eestis uuritud (osaliselt ka käesoleva tööga võrreldud) puuraukude ja paljandite asukohad on toodud joonisel 10 ning kokkuvõtvalt nendes läbilõigetel määratud *E. pseudoplanus*'e, *E. suecicus*'e, *E. foliaceus*'e ja *B. reclinatus*'e biotsooni/alamtsooni liikide esinemine tabelis 1. Koondatud andmete alusel (tabel 1) ei esine *E. foliaceus*'t Kerguta (Viira jt 2006), Osmussaare (Hints jt 2012) ja Dekshino (Viira 2011) läbilõigetel. Lisaks arvestades varasemalt uuritud Eesti materjali on *Eoplacognathus foliaceus*'e alamtsoon läbilõigetel esindatud suhteliselt kitsa alamtsoonina (Hints jt 2012). Näiteks on *E. foliaceus*'e alamtsoon väikese intervalliga Taga-Roostoja (25A) puuraugu läbilõikes (Viira & Männik 1999).



**Joonis 10** Aseri ja üldistatud paleogeograafia Balti paleobasseinis (Männil 1966 järgi), uuritud Aseri paemurru ning võrdluseks kasutatud läbilõigete paiknemine.

Mägi (1984) uuritud konodondid Aseri paemurru hõlmavad võrreldes käesoleva tööga proove 6 ja 7. Varasemas uurimuses Lasnamäe kihtidest proove ei kogutud ning seega võimalikku *E. foliaceus*'e tsooni uuringuga ei hõlmatud. Lisaks on oluline välja tuua, et sarnaselt praeguse uurimusega esinevad koos *Baltoniodus prevvariabilis* ja *Baltoniodus medius* ning liikide esinemisega ühtivad *Drepanoistodus basiovalis*, *Panderodus sulcatus* ja *Semiacontiodus* (= *Scolopodus*) *cornuformis*. Samas määrati esmakordses Aseri paemurru konodonte käsitlevas uuringus *E. pseudoplanus* ja *E. suecicus*'e liigiks.

**Tabel 1** *E. pseudoplanus*'e, *E. suecicus*'e, *E. foliaceus*'e ja *B. reclinatus*'e biotsoonide esinemine varasemalt uuritud puuraukudes ja paljandites. \* avaldamata materjal (Viira); + esineb; - ei esine; ? ei ole uuritud

|                                       | <i>E. pseudoplanus</i> | <i>E. suecicus</i> | <i>E. foliaceus</i> | <i>B. reclinatus</i> |
|---------------------------------------|------------------------|--------------------|---------------------|----------------------|
| <b>Põhja-Eesti konfaatsies:</b>       |                        |                    |                     |                      |
| Aseri                                 | +                      | +                  | -                   | +                    |
| Kerguta                               | +                      | +                  | -                   | +                    |
| Mäekalda                              | +                      | +                  | +                   | ?                    |
| Osmussaar                             | ?                      | -                  | -                   | +                    |
| Taga-Roostoja                         | +                      | +                  | +                   | +                    |
| Uuga                                  | +                      | -                  | +                   | +                    |
| Viki                                  | +                      | +                  | +                   | +                    |
| <b>Kesk-Baltoskandia konfaatsies:</b> |                        |                    |                     |                      |
| Abja*                                 | +                      | +                  | +                   | +                    |
| Dekshino                              | +                      | +                  | -                   | -                    |
| Kaagvere*                             | +                      | +                  | +                   | +                    |
| Karula*                               | +                      | +                  | +                   | +                    |
| Laanemetsa                            | +                      | +                  | ?                   | ?                    |
| Mehikoorma                            | +                      | +                  | +                   | +                    |
| Petseri                               | +                      | +                  | +                   | ?                    |

Käesolevas töös uuritud materjal is Lasnamäe alumistele kihtidele vastav *E. foliaceus* puudub. *E. suecicus*'e (proov 8) ja *B. reclinatus*'e (proov 6) vaheliste kihtide paksus on kokku 1,2 m, kust tsooni või alamtsooni liike ei esine (sh proov 7). Uuritud materjali põhjal on esimeses kolmes proovis kindlaks tehtud *B. reclinatus*'e esinemine. Neljandas proovis on murdunud eksemplarid, kuid kolmanda ja neljanda proovi jääkidest moodustab valdavalt valged ooiidid ning viiendas proovis esineb üks terve *B. reclinatus*'e parempoolne Pb element, seega on tõenäoliselt esindatud *B. reclinatus* ka neljandas proovis. Viies proov sisaldab nii valgeid kui ka pruune ooiide ning sellel tasemel paikneb Rõõmusoksa (1970) järgi Aseri ja Lasnamäe lademetevaheline piir. Kuuendas proovis esinevad valdavalt pruunid ooiidid, kuid uuritud materjal is esinevad vaid murdunud eksemplarid. Eelpool öeldust selgub kokkuvõtvalt, et Aseri paemurrus ilmub (*E. foliaceus*'e asemel) Lasnamäe lademes esmalt *B. reclinatus*.

Aseri stratotüüpses läbilõikes saab *E. foliaceus*'e puudumist selgitada mitut moodi. Esiteks võib *E. foliaceus* Aseri paemurru läbilõikes puududa, kui läbilõikes on märgatav ajaline lünk. Teisest küljest võib *E. foliaceus* esineda uurimata intervallis (proovid nr OM13-6 kuni 8). Samas oleks see vastuolus senituntud Aseri lademes esinevate konodontidega. Kolmas võimalus on, et *E. foliaceus* on sporaadilise levikuga ning vastava alamtsooni piiritlemine ei

ole Eestis usaldusväärseks ajaliseks markeriks. Sellisel juhul tuleks regionaalset konodontidel põhinevat ajaskaalat revideerida. Arvestades *E. foliaceuse* suhteliselt sporaadilist esinemist teistes Eesti läbilõigetes (tabel 1), siis on kõige tõenäolisem neist kolmest variandist viimane.

Sarnaselt Aseri stratotüüpse läbilõikega ilmub ka näiteks Rootsis hiljuti uuritud (Lindskog 2014) Kinnekulle läbilõikes Lasnamäe lademes esmalt *B. reclinatus*, seega sobivad *E. foliaceus*'e esinemise välja selgitamiseks ka teised Baltoskandia läbilõiked.

## Kokkuvõte

Käesoleva töö peamine eesmärk oli Aseri lademe stratotüüpse läbilõike sidumine konodontide biotsoonidega, mis lubaks rööbistada kaasaegse detailse biostratigraafia ning ajaloolise lademe mahu ja käsitluse. Töö olulisemad tulemused on kokkuvõtlikult järgmised:

- Kunda, Aseri ja Lasnamäe lademest koguti ulatuslik kollektsioon hästi säilinud konodontide 19 liigist, kokku enam kui 10 000 eksemplari, mis aitavad hinnata taksonite muutlikkust nii ajas kui ruumis. Varasemad, enamasti puursüdamikest pärinevad kollektsioonid on reeglina palju väiksemad ning seetõttu taksonoomiliseks tööks vähem sobivad.
- Aseri paemurru läbilõikes tuvastati kolm globaalse levikuga konodontide biotsooni, mis on aluseks Aseri lademe stratotüübi korreleerimisel Baltoskandias ja teistes regioonide läbilõigetega. Seni vastav andmestik puudus ning Aseri lademe tüüpläbilõike oli kaasaegsete meetodikatega dateerimata.
- Selgus, et tunnustatud korrelatsiooniskeemide järgi Aseri-Lasnamäe lademe piiri markeeriv tsonaalne takson *E. foliaceus* Aseri läbilõikes puudub. Seda võib selgitada kolmel viisil - (a) vastavad kihid Aseri paemurrus puuduvad, see tähendaks et läbilõikes on märgatav ajaline lünk; (b) *E. foliaceus*'ega kihid asuvad proovide nr OM13-6 ja OM13-8 vahel (see tähendab konventsionaalse Aseri lademe piires, mis oleks vastuolus senituntuga); (c) *E. foliaceus* on sporaadilise levikuga ja vastava alamtsooni piiritlemine Eestis ei ole usaldusväärseks ajaliseks markeriks ning seetõttu tuleks regionaalset konodontidel põhinevat ajaskaalat revideerida. Samas, arvestades *E. foliaceuse* suhteliselt sporaadilist esinemist teistes läbilõigetes (tabel 1), on kõige tõenäolisem viimasena mainitud võimalus.
- Aseri paemurru konodontide kollektsiooni taksonoomiline uuring viitab võimalusele, et *B. reclinatus* ei pärine otse *E. suecicus*'est, vaid ajaliselt nende vahel või koos *B. reclinatus*'ega paikneb uus iseseisev takson, mis vajab kirjeldamist ning millel võib olla biostratigraafiline tähtsus ka väljaspool Baltika kontinenti.

Siiski ei leidnud kõik Aseri läbilõikega seonduvad küsimused antud töö raames lahendust. Näiteks liiga suur uurimata intervall proovide nr OM13-6 ja 8 vahel ei võimalda *E. suecicus*'e biotsooni täpse piiri määratlemist. Seetõttu on edaspidiste uuringute käigus soovitatav hõlmata ka eelpool nimetatud uurimata intervall. Esinduslikke eksemplaride saamiseks on soovitatav juurde lahustada proove nr OM13-4 kuni 7 ning proovi OM13-11.

Lisaks on küsimusi, mida ühe läbilõike baasil ei ole võimalik lahendada. Seetõttu on oluline uuringut geograafiliselt laiendada ning selgitada konodontide levik ka Lasnamäe lademe tüüpläbilõikes Tallinnas. See lubaks selgitada *E. foliaceuse* biotsooni levikut ja kasutatavust Baltoskandias ning võiks tuua selgust stratigraafias oluliste konodondiliikide põlvnemise kohta. See teave omakorda on aluseks Darriwilli lademe globaalse ajaskaala ja korrelatsioonikriteeriumite täiustamisel.

Edasise uurimise alla peaks kuuluma ka kaasnevate mikrofossiilide, eriti kitiinikute uuring, mis lubaks biostratigraafilise ajaskaala lahutusvõimet suurendada ja üksikuid kriteeriumeid kontrollida.

## Abstract

The regional Baltic Ordovician stratigraphy is among the most detailed ones worldwide. In recent decades advances in high-resolution time-correlation tools have created a need to update and enhance also the definitions and correlation criteria of conventional stratigraphic units (regional stages). The aim of this work is to establish conodont biostratigraphy in the type section of the Aseri Regional Stage, the Aseri Quarry in NE Estonia.

This study is based on 12 samples, stratigraphically ranging from the Kunda to Lasnamägi stages, studied for conodonts using acid extraction technique. Altogether ~10 000 well-preserved conodont elements were collected, attributed to 19 different species. Among these three biostratigraphically most useful taxa were identified, corresponding to respective biozone: *Eoplacognathus pseudoplanus*, *Eoplacognathus suecicus* and *Baltoplacognathus reclinatus*. These and few other species were taxonomically described and compared to material from previously studied sections in Estonia as well as from other regions. The established biostratigraphic dating of the Aseri quarry section allows correlation with sections in Scandinavia as well as in South America and China, creating a better foundation of the Aseri Regional Stage. Unexpectedly the *Yangtzeplacognathus foliaceus* Subzone was not identified in the lower part of the Lasnamägi Stage in the Aseri quarry. This could mean that the corresponding strata are missing in this section, the sampling density was too low, or, what is most likely, the *Y. foliaceus* subzone cannot be easily used in the East Baltic. Taxonomic analysis showed that some intermediate forms, possibly a new species, might have existed between *E. suecicus* and *B. reclinatus*. Such new taxon may turn useful correlation tool also outside Baltic region. To fully resolve the Aseri/Lasnamägi boundary question and assess the usefulness of the *Y. foliaceus* subzone, additional study of the type section of the Lasnamägi Stage will also be necessary and other microfossils, particularly chitinozoans, should be studied alongside conodonts.

## **Tänuavaldused**

Töö valmis juhendajate kannatlikkusel, nõuannetel ja motivatsiooni sisendamisel. Tänan teid Viive Viira ja Olle Hints kogu südamest. Samuti tänan välitöö kaaslaseid Kadri Mikkelsaart ja Jüri Nemliherit ning mõttekaaslast Linda Hintsu ja Jaak Nõlvakut. Fototahvlite koostamisel andis vajalikke õpetussõnu ka Gennadi Baranov. Uurimismeetodi tarbeks vajaminevat aparatuuri ja vahendeid võimaldas kasutada Tallinna Tehnikaülikooli Geoloogia Instituut.

## Kasutatud kirjandus

- Bagnoli, G. & Stouge, S. 1997. Lower Ordovician (Billingenian-Kunda) conodont zonation and provinces based on sections from Horns Udde, north Öland, Sweden. *Bollettino della Società Paleontologica Italiana*, **35**, 109-163.
- Bednarczyk, W. S. 1998. Ordovician conodont biostratigraphy of the Polish part of the Baltic Syneclise. In *Proceedings of the Sixth European Conodont Symposium, ECOS VI* (Szaniawski, H., eds), *Palaeontologia Polonica*, **58**, 107-121.
- Bekker, H. 1922. Ülevaade Eesti ordoviitsiumi ja siluri kohta käivatest uurimistest. *Loodus*, **4**, 217-224.
- Bergström, S. M. 1971. Conodont Biostratigraphy of the Middle and Upper Ordovician of Europe and Eastern North America. *Geological Society of America Memoir*, **127**, 83-161.
- Bergström, S. M. 1983. Biogeography, evolutionary relationships, and biostratigraphic significance of Ordovician platform conodonts. *Fossils and Strata*, **15**, 35-58.
- Bergström, S. M., Chen, X., Gutiérrez-Marco, J. C. & Dronov, A. 2009. The new chronostratigraphic classification of the Ordovician System and its relations to major regional series and stages and to  $\delta^{13}\text{C}$  chemostratigraphy. *Lethaia*, **42**, 97-107.
- Cooper, R. A. & Sadler, P. M. 2012. Chapter 20. The Ordovician Period. In *The Geological Time Scale 2012* (Gradstein, F. M., Ogg, J. G., Schmitz, M. D. & Ogg, G. M., eds), *Elsevier, Amsterdam*, 1176.
- Dzik, J. 1976. Remarks on the evolution of Ordovician conodonts. *Acta Palaeontologica Polonica*, **21**, 395-455.
- Dzik, J. 1994. Conodonts of the Mójcza Limestone. In *Ordovician carbonate platform ecosystem of the Holy Cross Mountains* (Dzik, J., Olempska, E. & Pisera, A., eds), *Palaeontologia Polonica*, **53**, 43-128.
- Ellison, S. 1944. The composition of conodonts. *Journal of Paleontology*, **18**, 133-140.
- Epstein, A. G., Epstein, J. B., Harris, L. D. 1977. Conodont color alteration – an index to organic metamorphism. *U. S. Geological Survey Professional Paper*, **995**, 1-27.
- Fåhræus, L. E. 1966. Lower Viruan (Middle Ordovician) conodonts from the Gullhögen quarry, southern central Sweden. *Sveriges Geologiska Undersökning*, **C610**, 1-40.
- Fay, R. O. 1952. Catalogue of conodonts. *University of Kansas Paleontological Contributions, Vertebrata*, **3**, 1-206.
- Furnish, W. M. 1938. Conodonts from the Prairie du Chien (Lower Ordovician) Beds of the upper Mississippi valley. *Journal of Paleontology*, **12**, 318-340.
- Gabbott, S. E., Aldridge, R. J., Theron, J. N. 1995. A giant conodont with preserved muscle tissue from the Upper Ordovician of South Africa. *Nature*, **374**, 800-803.

- Gradstein, F., Ogg, J., Schmitz, M. & Ogg, G. 2012. *The Geologic Time Scale 2012*. Elsevier, 1176 pp.
- Graves, R. W. & Ellison, S. P. 1941. Ordovician conodonts of the Marathon Basin, Texas. *University of Missouri School of Mines and Metallurgy*, **14**, 1-26.
- Hamar, G. 1966. Preliminary report on conodonts from the Oslo-Asker and Ringerike districts. *Norsk Geologisk Tidsskrift*, **46**, 27-83.
- Hints, L. 1997. Sedimentary cover. Aseri Stage. In *Geology and Mineral Resources of Estonia* (Raukas, A. & Teedumäe, A., eds), *Estonian Academy Publishers, Tallinn*, 66-70.
- Hints, O., Delabroye, A., Nölvak, J., Servais, T., Uutela, A. & Wallin, Å. 2010. Biodiversity patterns of Ordovician marine microphytoplankton from Baltica: comparison with other fossil groups and sea-level changes. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **294**, 161-173.
- Hints, O., Martma, T., Männik, P., Nölvak, J., Pöldvere, A., Shen, Y., Viira, V. 2014. New data on Ordovician stable isotope record and conodont biostratigraphy from the Viki reference drill core, Saaremaa Island, western Estonia. *GFF*, **136**, 100-104.
- Hints, O., Viira, V., Nölvak, J. 2012. Darriwilian (Middle Ordovician) conodont biostratigraphy in NW Estonia. *Estonian Journal of Earth Sciences*, **61**, 210-226.
- Jaanusson, V. 1976. Faunal dynamics in the Middle Ordovician (Viruan) of Baltoscandia. In *The Ordovician System: Proceedings of a Paleontological Association Symposium* (Bassett, M. G., eds), University of Wales Press, Cardiff, 301-326.
- Jaanusson, V. 1995. Confacies differentiation and upper Middle Ordovician correlation in the Baltoscandian basin. *Proceedings of the Estonian Academy of Sciences, Geology*, **44**, 73-86.
- Jeppsson, L., Anehus, R., Fredholm, D. 1999. The optimal acetate buffered acetic acid technique for extracting phosphatic fossils. *Journal of Paleontology*, **73**, 964-972.
- Knüpfer, J. 1967. Zur Fauna und Biostratigraphie des Ordoviciums (Gräfenenthaler Schichten) in Thüringen. *Freiberger Forschungshelfte*, **C220**, 1-119 [saksa keeles].
- Lamont, A. & Lindström, M. 1957. Arenigian and Llandeilian cherts identified in the Southern Uplands of Scotland by means of conodonts, etc. *Transactions of the Edinburgh Geological Society*, **17**, 60-70.
- Lindskog, A. 2014. Palaeoenvironmental significance of cool-water microbialites in the Darriwilian (Middle Ordovician) of Sweden. *Lethaia*, **47**, 187-204.
- Lindström, M. 1955. Conodonts from the lowermost Ordovician strata of South-Central Seden. *Geologiska Föreningens i Stockholms Förhandlingar*, **76**, 517-604.
- Lindström, M. 1964. *Conodonts*. Elsevier Publishing Company, Amsterdam, 196 pp.

- Lindström, M. 1971. Lower Ordovician Conodonts of Europe. *Geological Society of America Memoir*, **127**, 21-61.
- Löfgren, A. 1978. Arenigian and Llanvirnian conodonts from Jämtland, northern Sweden. *Fossils and Strata*, **13**, 1-129.
- Löfgren, A. 1985. Early Ordovician conodont biozonation at Finngrundet, south Bothnian Bay, Sweden. *Bulletin of the Geological Institute of the University of Uppsala*, **10**, 115-128.
- Löfgren, A. 1998. Apparatus structure of the Ordovician conodont *Decoriconus peselephantis* (Lindström 1955). *Paläontologische Zeitschrift*, **72**, 337-350.
- Löfgren, A. 2004. The conodont fauna in the Middle Ordovician *Eoplacognathus pseudoplanus* Zone of Baltoscandia. *Geological Magazine*, **141**, 505-524.
- Löfgren, A. 2006. An *Oistodus venustus*-like conodont species from the Middle Ordovician of Baltoscandia. *Paläontologische Zeitschrift*, **80**, 12-21.
- Löfgren, A. & Tolmacheva, T. 2008. Morphology, evolution and stratigraphic distribution in the Middle Ordovician conodont genus *Microzarkodina*. *Earth and Environmental Science Transactions of the Royal Society of Edinburgh*, **99**, 27-48.
- Löfgren, A. & Zhang, J. 2003. Element association and morphology in some middle Ordovician platform-equipped conodonts. *Journal of Paleontology*, **77**, 721-737.
- Mägi, S. 1984. A characterization of the type section of the Ontika Subseries. *Proceedings of the Academy of Sciences of the Estonian SSR, Geology*, **33**, 104-112 [vene keeles, inglise keelse kokkuvõttega].
- Männik, P. & Viira, V. 2012. Ordovician conodont diversity in northern Baltic. *Estonian Journal of Earth Sciences*, **61**, 1-14.
- Männil, R. 1966. *Evolution of the Baltic Basin During the Ordovician*. Valgus, Tallinn, 200 pp. [vene keeles, inglisekeelne kokkuvõte].
- Nielsen, A. T., Harper, D. A. T. & Stouge, S. S. 2004. A revised chronostratigraphic scheme for the Ordovician of Baltoscandia: potential for trans Baltoscandian correlation. In *WOGOGO – 2004 Conference Materials* (Hints, O. & Ainsaar, L., eds), Tartu University Press, 75-76.
- Nõlvak, J. 1997. Ordovician. Introduction. In *Geology and Mineral Resources of Estonia* (Raukas, A. & Teedumäe, A., eds), *Estonian Academy Publishers, Tallinn*, 52-55.
- Nõlvak, J. & Hints, O. 2005. Ordovician chronostratigraphy in Estonia: current state and future prospects. In *The Sixth Baltic Stratigraphical Conference, Abstracts* (Koren', T., Evdokimova, I. & Tolmacheva, T., eds), *St. Petersburg*, 84-85.
- Nõlvak, J., Hints, O., Männik, P. 2006. Ordovician timescale in Estonia: recent developments. *Proceedings of the Estonian Academy of Sciences, Geology*, **55**, 95-108.

- Orviku, K. 1940. Lithologie der Tallinna-Serie (Ordovizium, Estland) I. *Acta et Commentationes Universitatis Tartuensis*, **A 36**, 1-249.
- Orviku, K. 1960. Über die Lithostratigraphie der Wolchow- und der Kundastufe in Estland. *Geologia Instituudi Uurimused*, **5**, 45-87 [vene keeles, saksa keelse kokkuvõttega].
- Pander, C. H. 1856. *Monographie der fossilen Fische des Silurischen Systems der Russisch-Baltischen Gouvernements*. Buchdruckerei der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, St. Petersburg, 91 pp.
- Rasmussen, J. A. 2001. Conodont biostratigraphy and taxonomy of the Ordovician shelf margin deposits in the Scandinavian Caledonides. *Fossils and Strata*, **48**, 1-180.
- Rõõmusoks, A. 1970. *Stratigraphy of the Viruan Series (Middle Ordovician) in Northern Estonia*. Valgus Publishers, Tallinn, 346 pp. [vene keeles, inglise keelse kokkuvõttega].
- Schmidt, F. 1881. Revision der ostbaltischen silurischen Trilobiten nebst geognostischer Übersicht des ostbaltischen Silurgebiets. Abt. I. Phacopiden, Cheiruriden und Encrinuriden. *Mémoires de l'Académie Impériale des Sciences de St.-Petersbourg*, **30**, 1-238.
- Sergeeva, S. P. 1963. Conodonts from the Lower Ordovician of the Leningrad Region. *Paleontologicheskij Zhurnal*, **2**, 93-108 [vene keeles].
- Sergeeva, S. P. 1974. Some new Ordovician conodonts from the Leningrad region. *Paleontologicheskij Sbornik*, **11**, 79-84 [vene keeles].
- Stouge, S. 1984. Conodonts of the Middle Ordovician Table Head Formation, western Newfoundland. *Fossils and Strata*, **16**, 1-145.
- Stouge, S. 1989. Lower Ordovician (Ontikan) conodont biostratigraphy in Scandinavia. *Proceedings of the Academy of Sciences of the Estonian SSR, Geology*, **38**, 68-72.
- Sweet, W. C. 1988. *The Conodonta: Morphology, Taxonomy, Paleoecology, and Evolutionary History of a Long-Extinct Animal Phylum*. Oxford University Press, Oxford, 212 pp.
- Sweet, W. C. & Bergström, S. M. 1962. Conodonts from the Pratt Ferry Formation (Middle Ordovician) of Alabama. *Journal of Paleontology*, **36**, 1214-1252.
- Ulrich, E. O. & Bassler, R. S. 1926. A classification of the toothlike fossils, conodonts, with descriptions of American Devonian and Mississippian species. *Proceedings U.S. National Museum*, **68**, 1-63.
- Viira, V. 1974. *Ordovician Conodonts of the East Baltic*. Valgus, Tallinn, 142 pp. [vene keeles, inglise keelse kokkuvõttega].
- Viira, V. 2011. Lower and Middle Ordovician conodonts from the subsurface of SE Estonia and adjacent Russia. *Estonian Journal of Earth Sciences*, **60**, 1-21.

- Viira, V., Löfgren, A., Mägi, S., Wickström, J. 2001. An Early to Middle Ordovician succession of conodont faunas at Mäekalda, northern Estonia. *Geological Magazine*, **138**, 699-718.
- Viira, V., Löfgren, A., Sjöstrand, L. 2006. Distribution of Ordovician conodonts. In *Kerguta (565) Drill Core* (Pöldvere, A., eds), *Estonian Geological Sections, Tallinn*, **7**, 11-13.
- Viira, V. & Männik, P. 1997. Evolution of life during Vendian – Devonian. Conodonts. In *Geology and Mineral Resources of Estonia* (Raukas, A. & Teedumäe, A., eds), *Estonian Academy Publishers, Tallinn*, 66-70.
- Viira, V. & Männik, P. 1999. Distribution of conodonts. In *Taga-Roostoja (25A) Drill Core* (Pöldvere, A., eds), *Estonian Geological Sections, Tallinn*, **2**, 9-10.
- Webby, B. D., Cooper, R. A., Bergström, S. M. & Paris, F. 2004. Stratigraphic framework and time slices. In *The Great Ordovician Biodiversification Event* (Webby, B. D., Paris, F., Droser, M. L. & Percival, I. G., eds), *Columbia University Press, New York*, 41-47.
- Öpik, A. 1936. Konodontidest. *Eesti Loodus*, **3**, 105-107.
- Zhang, J. 1997. The Lower Ordovician conodont *Eoplacognathus crassus* Chen & Zhang, 1993. *GFF*, **119**, 61-65.
- Zhang, J. 1998a. Conodonts from the Guniutan Formation (Llanvirnian) in Hubei and Hunan Provinces, south-central China. *Stockholm Contributions in Geology*, **46**, 1-161.
- Zhang, J. 1998b. The Ordovician conodont genus *Pygodus*. In *Proceedings of the Sixth European Conodont Symposium, ECOS VI* (Szaniawski, H., eds), *Palaeontologia Polonica*, **58**, 87-105.
- Zhang, J. 1999. Review of the Ordovician conodont zonal index *Eoplacognathus suecicus* Bergström, 1971. *Journal of Paleontology*, **73**, 487-493.
- Zhang, J. & Sturkell, E. F. F. 1998. Aserian and Lasnamägian (Middle Ordovician) conodont biostratigraphy and lithology at Kullstaberg and Lunne in Jämtland, central Sweden. *GFF*, **120**, 75-83.

## **FOTOTAHVLID**

## Fototahvel 1

Aseri paemurru lihtkonodondid. Mõõtskaala 0,2 mm.

A-C, *Triangulodus alatus* (Dzik 1976); A, B, proov OM13-1; C, proov OM13-5; A, GIT 699-1; B, GIT 699-2; C, GIT 699-3.

D, *Protopanderodus varicostatus* (Sweet & Bergström 1962), proov OM13-1, GIT 699-4.

E-G, *Semiacontiodus cornuformis* (Sergeeva 1963); E, proov OM13-1; F, proov OM13-2; G, proov OM13-5; E, GIT 699-5; F, GIT 699-6; G, GIT 699-7.

H, *Venoistodus balticus* Löfgren 2006, proov OM13-2, GIT 699-8.

I, *Oslodus semisymmetricus* (Hamar 1966), proov OM13-2, GIT 699-9.

J, *Dapsilodus viruensis* (Fåhræus 1966), proov OM13-2, GIT 699-10.

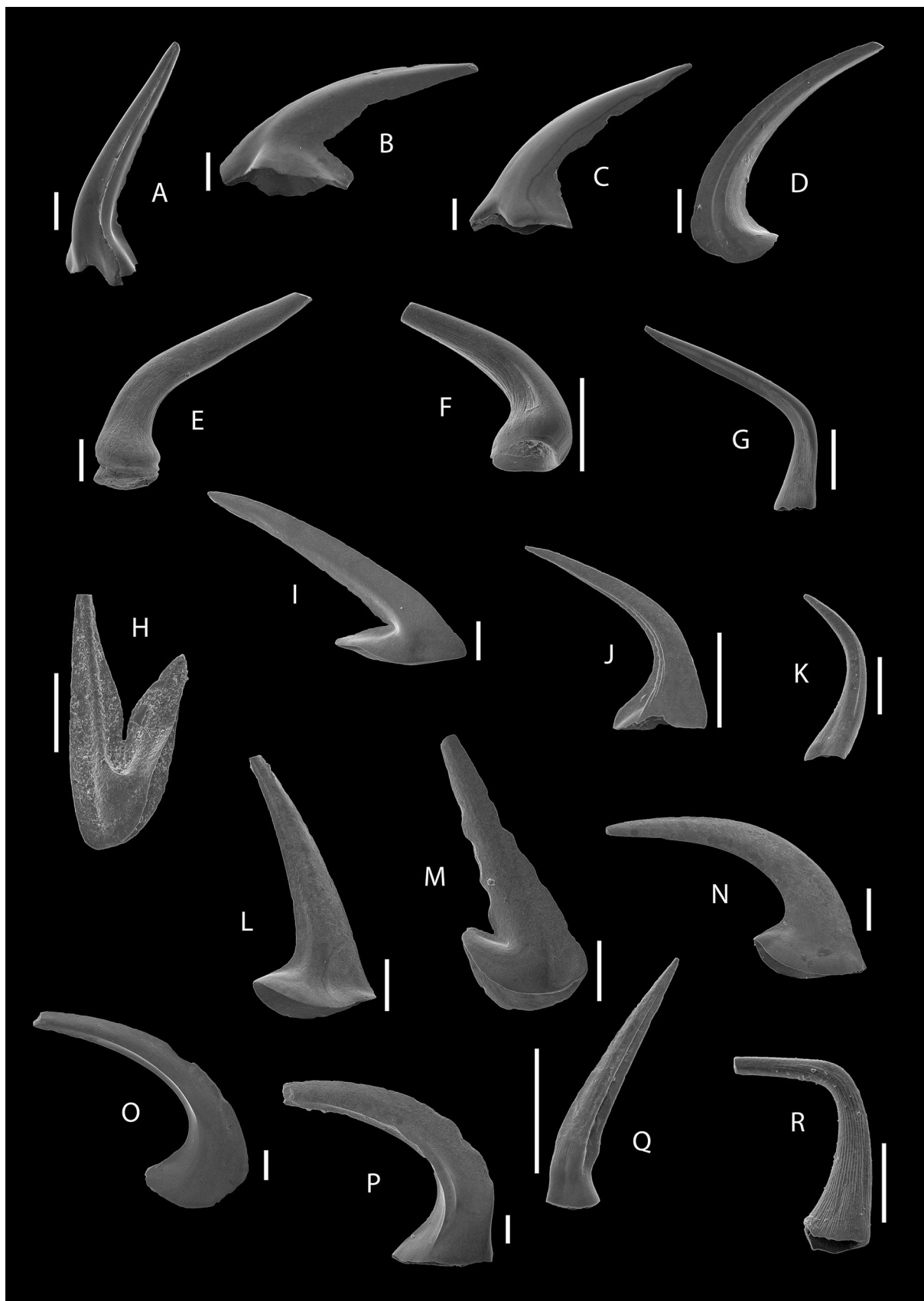
K, *Panderodus sulcatus* (Fåhræus 1966), proov OM13-7, GIT 699-11.

L-N, *Drepanoistodus basiovalis* (Sergeeva 1963); L, M, proov OM13-3; N, proov OM13-4; L, GIT 699-12; M, GIT 699-13; N, GIT 699-14.

O, P, *Drepanodus arcuatus* Pander 1856; O, proov OM13-5; P, proov OM13-7; O, GIT 699-15; P, GIT 699-16.

Q, *Decoriconus pesequus* Löfgren 1998, proov OM13-8, GIT 699-17.

R, *Scalpellodus gracilis* (Sergeeva 1974), proov OM13-11, GIT 699-18.

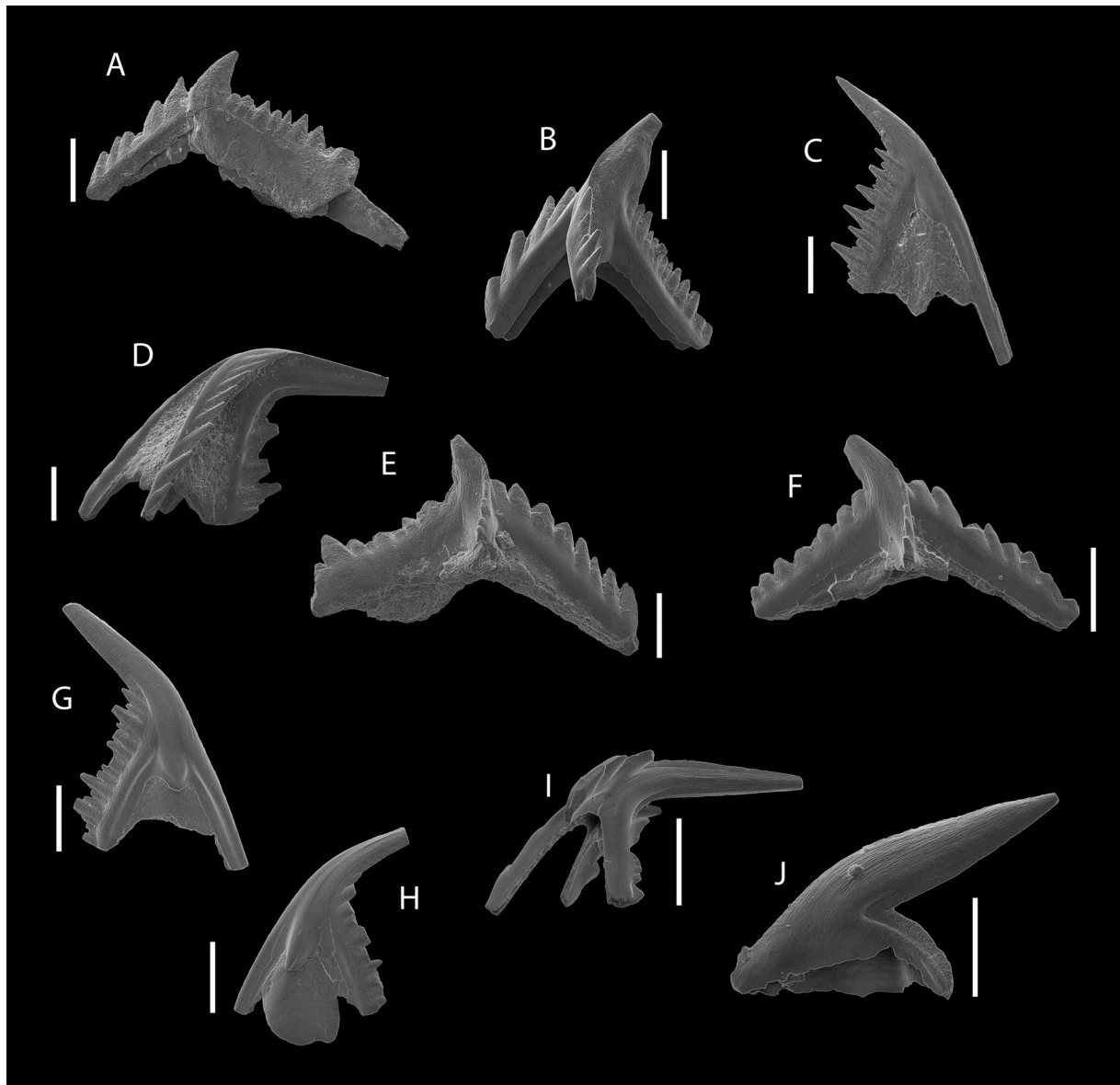


## Fototahvel 2

Perekond *Baltoniodus* Aseri paemurrus. Mõõtskaala 0,2 mm.

A-D, *Baltoniodus prevariabilis* (Fåhræus 1966); A, Pa element; B, Pb element; C, Sb element; D, Sd element; A, proov OM13-6; B, proov OM13-4; C, D, proov OM13-7; A, GIT 699-19; B, GIT 699-20; C, GIT 699-21; D, GIT 699-22.

E-J, *Baltoniodus medius* (Dzik 1976); E, F, Pa elemendid; G, H, Sb elemendid; I, Sd element; J, M element; E, G, J, proov OM13-10; F, H, proov OM13-12; I, proov OM13-11; E, GIT 699-23; F, GIT 699-24; G, GIT 699-25; H, GIT 699-26; I, GIT 699-27; J, GIT 699-28.



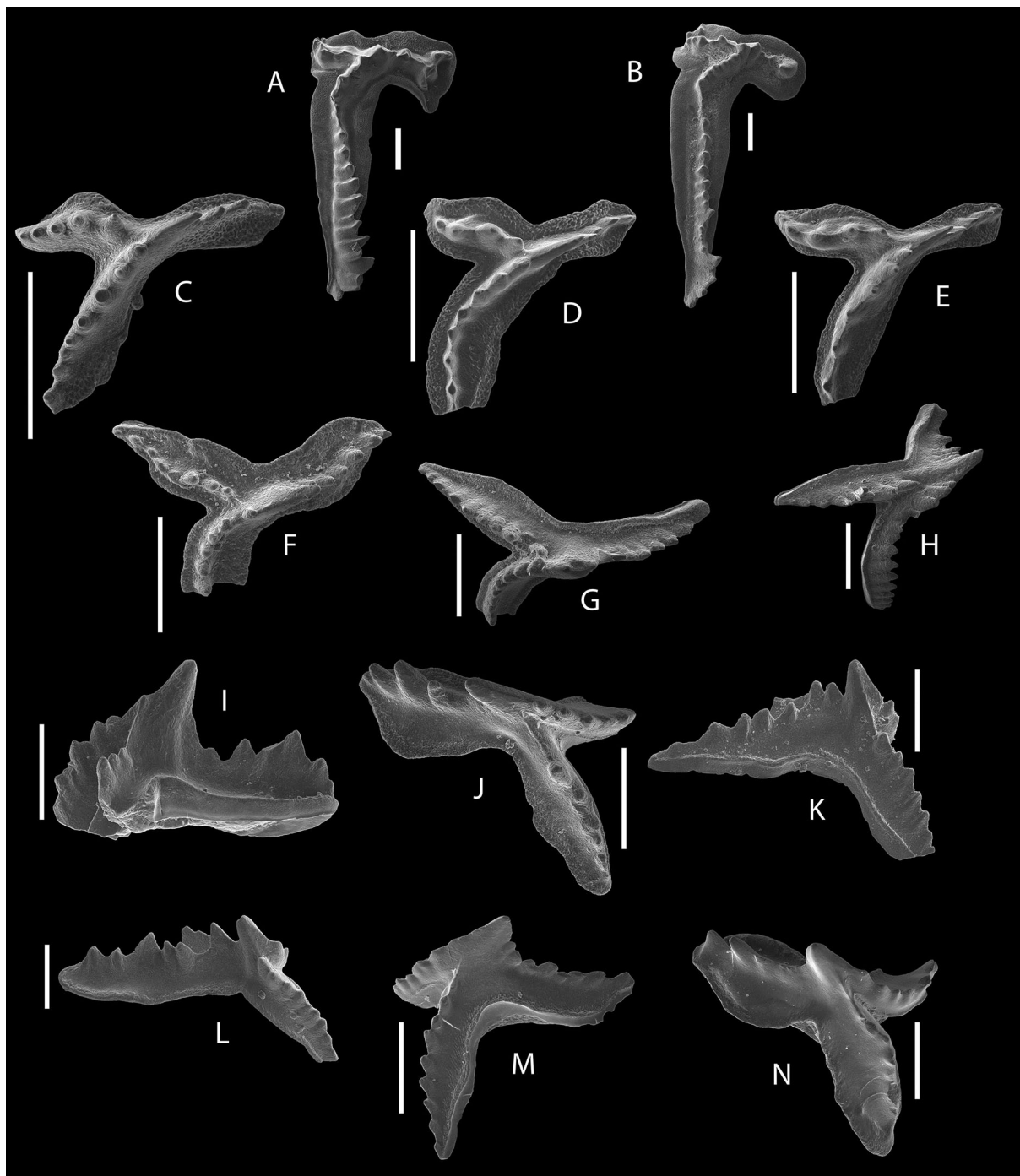
### Fototahvel 3

Aseri paemurru konodondid. Mõõtskaala pikkus 0,2 mm.

A-E, *Baltoplacognathus reclinatus* (Fåhræus 1966), vasakpoolsed Pb elemendid; A-E, proov OM13-3; A, GIT 699-29; B, GIT 699-30; C, GIT 699-31; D, GIT 699-32; E, GIT 699-33.

F-H, *Eoplacognathus suecicus* Bergström 1971, vasakpoolsed Pb elemendid; F, proov OM13-8; G, H, proov OM13-9; F, GIT 699-34; G, GIT 699-35; H, GIT 699-36.

I-N, *Eoplacognathus pseudoplanus* (Viira 1974), Pb elemendid; I, J, proov OM13-10; K, L, proov OM13-11; M, N, proov OM13-12; I, GIT 699-37; J, GIT 699-38; K, GIT 699-39; L, GIT 699-40; M, GIT 699-41; N, GIT 699-42.

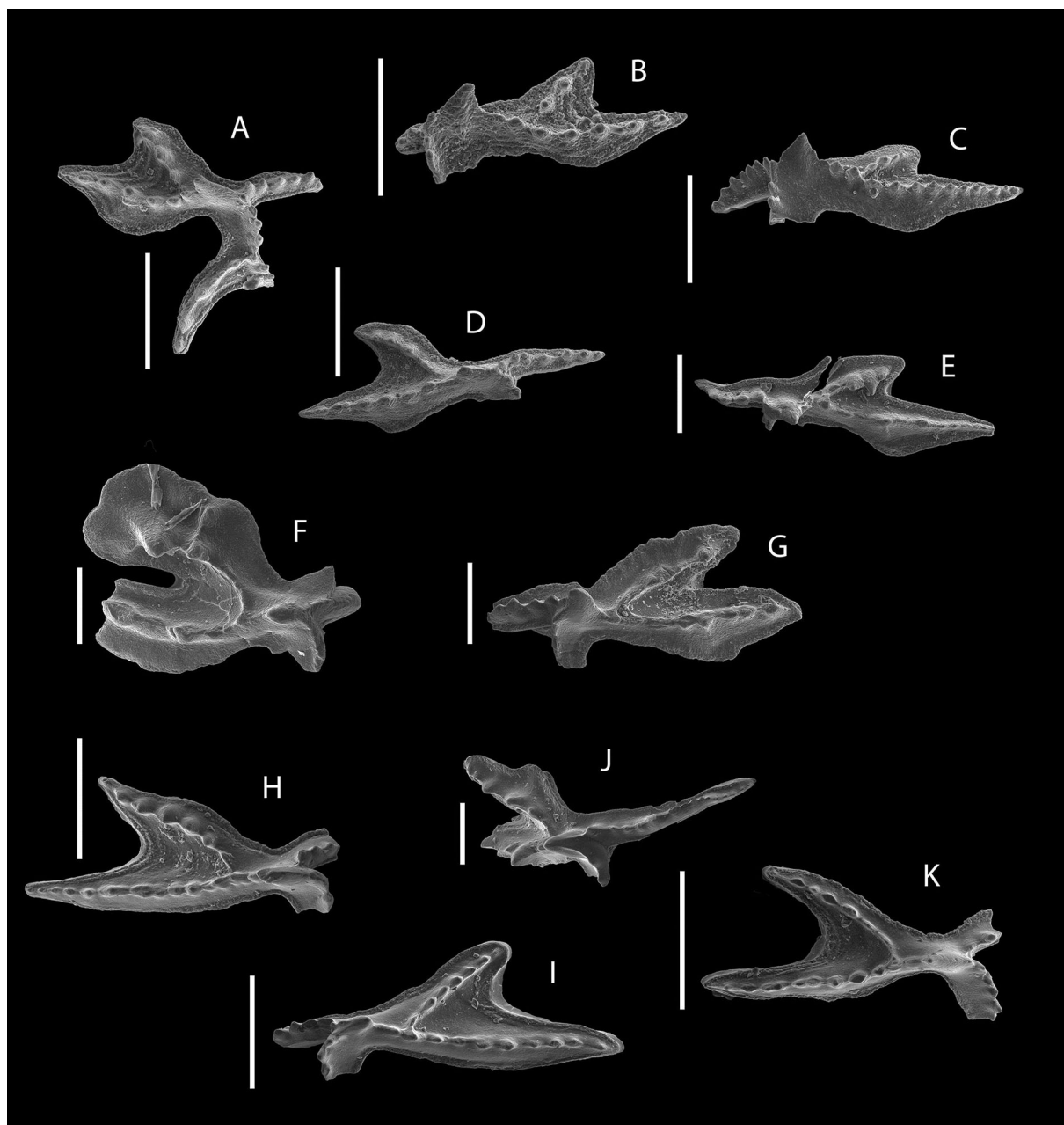


## Fototahvel 4

Aseri paemurru konodondid. Mõõtskala 0,2 mm.

A-E, *Eoplacognathus suecicus* Bergström 1971; A, D, parempoolsed Pa elemendid; B, C, E vasakpoolsed Pa elemendid; A-C, proov OM13-8; D, E, proov OM13-9; A, GIT 699-43; B, GIT 699-44; C, GIT 699-45; D, GIT 699-46; E, GIT 699-47.

F-K, *Eoplacognathus pseudoplanus* (Viira 1974); F, H, J, K, parempoolsed Pa elemendid; G, I, vasakpoolsed Pa elemendid; F, G, proov OM13-10; H-K, proov OM13-12; F, GIT 699-48; G, GIT 699-49; H, GIT 699-50; I, GIT 699-51; J, GIT 699-52; K, GIT 699-53.



## Fototahvel 5

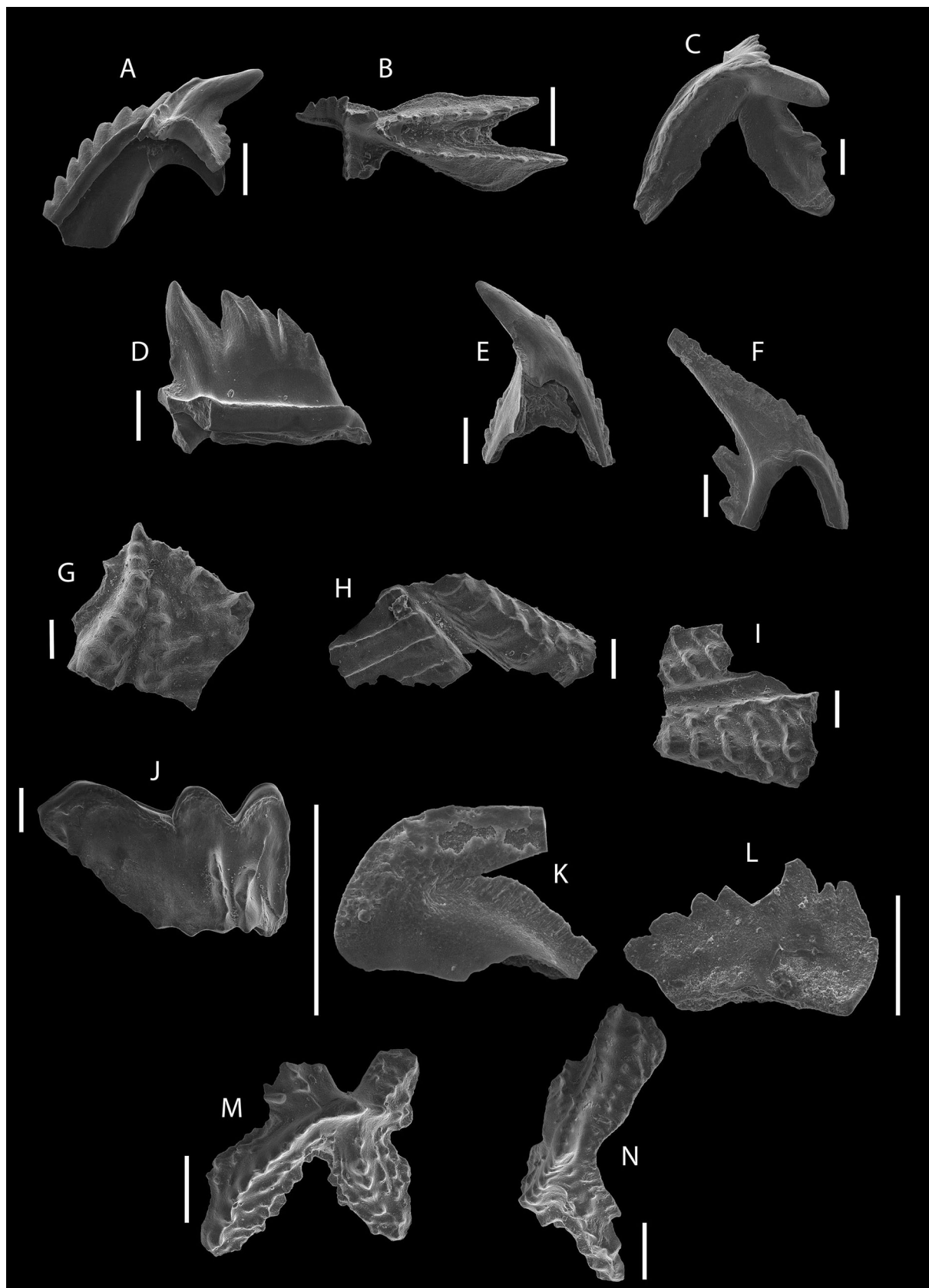
Aseri paemurru konodondid. Mõõtskaala 0,2 mm.

A-F, *Sagittodontina kielcensis* (Dzik 1976); A, C, Pb elemendid; B, D, Pa elemendid; E, M element; F, S element; A, proov OM13-3; B, proov OM13-7; C, D, proov OM13-8; E, F, proov OM13-9; A, GIT 699-54; B, GIT 699-55; C, GIT 699-56; D, GIT 699-57; E, GIT 699-58; F, GIT 699-59.

G-J, *Pygodus* sp. Lamont ja Lindström 1957; G, H, I, Pa elemendid; J, P element; G-J, proov OM13-8; G, GIT 699-60; H, GIT 699-61; I, GIT 699-62; J, GIT 699-63.

K, L, *Microzarkodina ozarkodella* Lindström 1971; K, M element; L, P element; K, proov OM13-9; L, proov OM13-10; K, GIT 699-64; L, GIT 699-65.

M, N, *Dzikodus tablepointensis* (Stouge 1984); M, vaskapoolne Pa element; N, vasakpoolne Pb element; M, N, proov OM13-11; M, GIT 699-66; N, GIT 699-67.

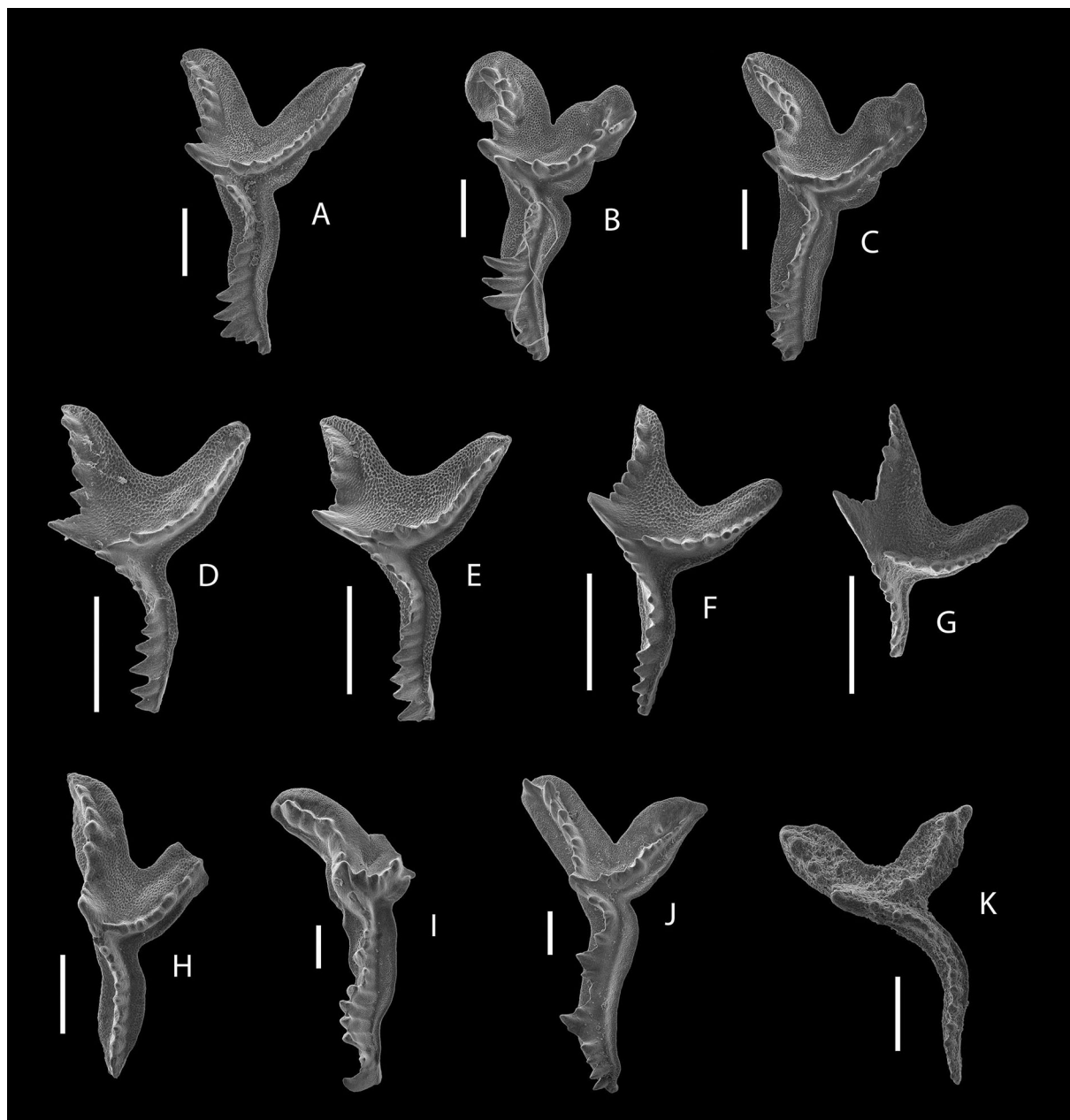


## Fototahvel 6

Aseri paemurru konodondid. Mõõtskaala 0,2 mm.

A-J, *Baltoplacognathus reclinatus* (Fåhræus 1966), parempoolsed Pb elemendid; A-E, proov OM13-1; F,G, proov OM13-2; H, I, proov OM13-3; J, proov OM13-5; A, GIT 699-68; B, GIT 699-69; C, GIT 699-70; D, GIT 699-71; E, GIT 699-72; F, GIT 699-73; G, GIT 699-74; H, GIT 699-75; I, GIT 699-76; J, GIT 699-77.

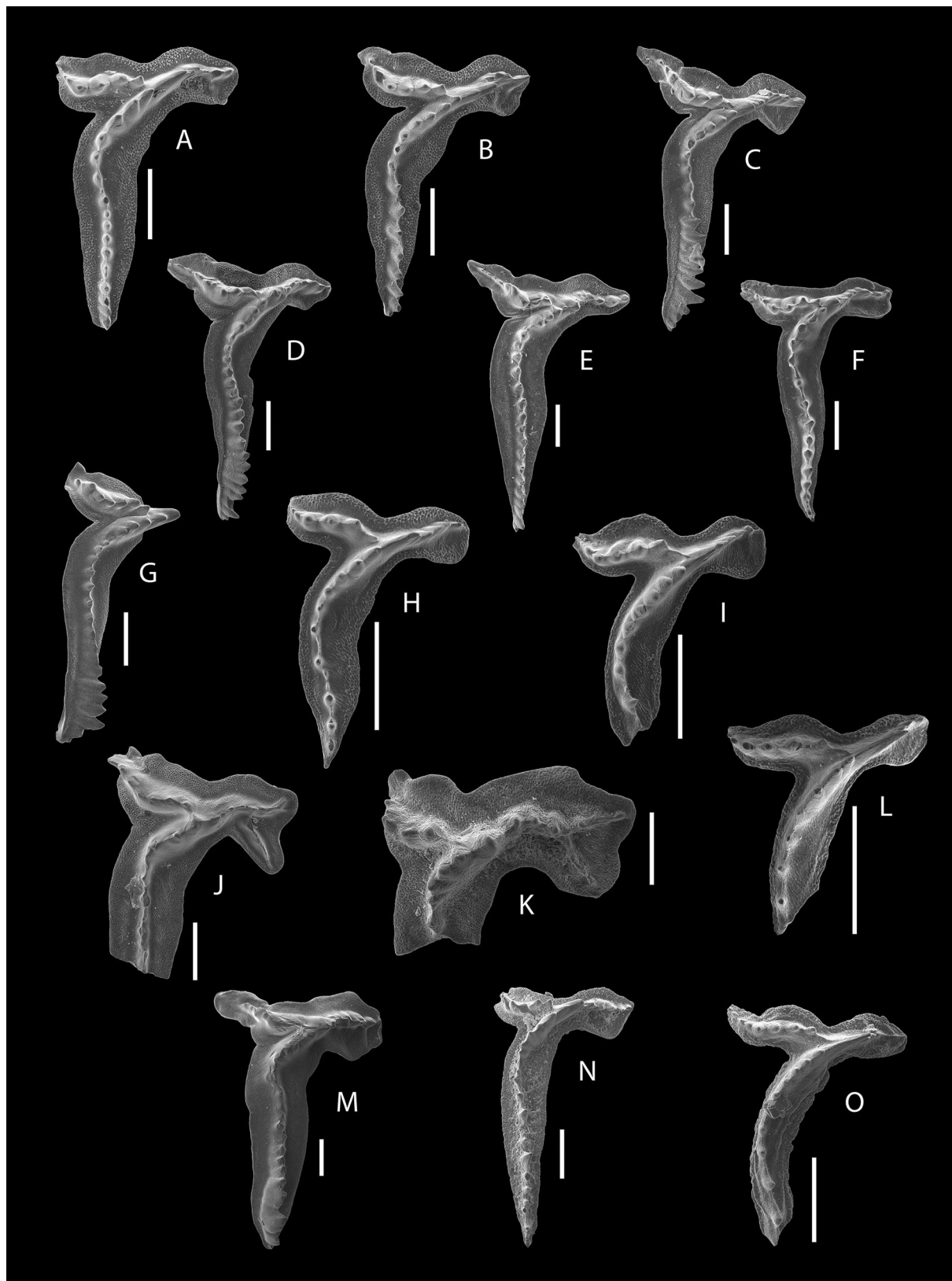
K, *Eoplacognathus suecicus* Bergström 1971, parempoolne Pb element, proov OM13-8, GIT 699-78.



## Fototahvel 7

Aseri paemurru konodondid. Mõõtskala 0,2 mm.

A-O, *Baltoplacognathus reclinatus* (Fåhræus 1966), vasakpoolsed Pb elemendid; A-L, proov OM13-1; M-O, proov OM13-2; A, GIT 699-79; B, GIT 699-80; C, GIT 699-81; D, GIT 699-82; E, GIT 699-83; F, GIT 699-84; G, GIT 699-85; H, GIT 699-86; I, GIT 699-87; J, GIT 699-88; K, GIT 699-89; L, GIT 699-90; M, GIT 699-91; N, GIT 699-92; O, GIT 699-93.



## Fototahvel 8

Aseri paemurru konodondid. Mõõtskaala 0,2 mm.

A-K, *Baltoplacognathus reclinatus* (Fåhræus 1966), parempoolsed Pa elemendid; A-G, proov OM13-1; H, I, proov OM13-2; J, K, proov OM13-3; A, GIT 699-94; B, GIT 699-95; C, GIT 699-96; D, GIT 699-97; E, GIT 699-98; F, GIT 699-99; G, GIT 699-100; H, GIT 699-101; I, GIT 699-102; J, GIT 699-103; K, GIT 699-104.

