



SILUR

EESTIS

Tallinna Tehnikaülikooli Geoloogia Instituut
Turu Ülikooli geoloogiaosakond

SILUR EESTIS

Tallinn 2006

Nestor, H. ja Soesoo, A. 2006. Silur Eestis.

MTÜ GEOGuide Baltoscandia, Tallinn.

ISBN-10: 9985-9675-7-7

Koostajad: Heldur Nestor
Alvar Soesoo

Täname: Olle Hints

Toimetaja: MTÜ GEOGuide Baltoscandia

Kujundus: Andres Abe

Joonised: Heikki Bauert

Fotod: Heikki Bauert ja Tarmo Bauert

Esikaas: Ohesaare pank Saaremaal

Tagakaas: Siluri kivimid Ungru-Sepaküla paemurrus

© MTÜ GEOGuide Baltoscandia, 2006



Raamatu väljaandmist kaasfinantseerisid:
Euroopa Regionaalarengu Fond, Eesti Vabariigi
Siseministeerium ja TTÜ Geoloogia Instituut
INTERREG IIIA Lõuna-Soome ja Eesti programmi
raames.

Põhja-Ameerika ja Põhja-Euroopa liitumine

Siluri ajastu algas 443 ja lõppes 416 miljoni aasta eest, kestes seega umbes 27 miljonit aastat. Silurit võib pidada teatud määral pöördeliseks ajastuks, kuna Agueooni (Proterosoikumi) lõpul alanud Rodinia ülimandri lagunemise ja tükkide hajumise staadium asendus sel ajal mandrikildude koondumise ja taasühinemise staadiumiga. Algas see Baltika ürgmandri (kratooni) liitumisest Avalonia pisimandriga ja nende vahelise Törnquisti mere kadumise, mis leidis aset Ordoviitsiumi ajastu lõpul. Baltika ürgmanner hõl-

Mandrite asend Siluri ajastu keskel, ca 425 Ma eest (C.R. Scotese järgi "Plate tectonic maps and Continental drift animations", PALEOMAP Project, www.scotese.com)

mas teatavasti praeguse Põhja- ja Ida-Euroopa, pikk kitsuke Avalonia mikrokontinent aga Põhja-Saksamaa, Madalmaad, Inglismaa ja tükikese Põhja-Ameerika idarannikust, sh. Newfoundlandi saare. Siluri jooksul lähenesid Avaloniaga täienenud Baltika kratoon ning Põhja-Ameerika (Laurentia) jõudsasti ja liitusid ajastu lõpuks täielikult. Liitekohal, endise lapetuse ookeani asemele, hakkas kerkima Kaledoonia mäestik, mis kulges üle Briti saarte, Lääne-Skandinaavia ja Ida-Gröönimaa kuni Teravmägedeni. Kerkimise tagajärjel taandusid mered järk-järgult üha kaugemale mandriärtele.

Maakera teistes piirkondades ei olnud muutused nii drastilised. Endiselt eksisteeris ekvaatorilt lõunabani ulatuv Gondwana hiidmanner, mille idaots (Austraalia, Põhja- ja Lõuna-Hiina) ulatus troopikasse,



lääneserv (Lõuna-Ameerika, Aafrika) aga lõunanaba piirkonda, Araabia, India ja Antarktis jäid põhiosas parasvöötmesse. Meresid esines vaid Gondwana servadel Lõuna-Ameerikas, Austraalias ja Hiinas. Teised kratoonid (Laurentia, Baltika, Siber, Kasahstan) paiknesid endiselt ekvaatori piirkonnas, nihkudes pistsa põhja suunas. Baltika jäi kogu Siluri jooksul palavvöötmesse. Nii ei mõjutanud tema kliimat kuigi oluliselt ka Siluri alguses Lõuna-Ameerikas ning Aafrikas esinenud jääajad, mis olid jätkuks Ordoviitsiumi lõpul esinenud jääaegadele. Püsivalt soojaks läks maakera kliima taas Siluri ajastu teisel poolel, mil jääajad lakkasid. Keskmine temperatuur ületas tänapäevast kuni kümne kraadi võrra. Mandriservadel paiknenud soojades meredes settisid laialdaselt lubisetendid ja vohas rikkalik mereelustik nagu Ordoviitsiumiski. Kohati esines vulkaane: Briti saartel, Böömimaal, Ida-Uuralis, Kasahstanis ja mujal.

Elu pürgib merest maale

Siluri ajastul ei täienenud mereelustik eriti suurel määral uute loomarühmadega. Meredes kasvas korallide ja peagi väljasurnud kihtpoorsete kääsnade ehk stromatopooride mitmekesisus ning osatähtsus riffide moodustamisel jõudsasti. Tekkisid

esimesed tänapäevastega võrreldavad, sadade kilomeetrite pikkused vallrahud ehk barjäärifid, mis esinesid Ameerika Suure Järvistu piirkonnas, Kanada Arktikas, Baltimaades, Lääne-Ukrainas, Uurali läänenõlval, Tien-Šanis ja mujal, kui praeguseid geograafilisi nimetusi kasutada. Okasnahksete seas loovutasid primitiivsemad, varreta merikerad (tsüstiidid), juhtpositsiooni pikavarreliste meriliiliatele (krinoididele). Viimaste tihnikud „tootsid“ hiigeltõugust skeletiosiseid paksude lubjakivilasundite moodustamiseks. Lülialgsete seas vähenes pidevalt trilobiitide mitmekesisus ja esinemisagedus, kuid tekkisid sootuks uued evolutsiooni harud, näiteks meriskorpionid (eurüpteriidid), kes suutsid elada mahkjaveelistes laguunides ja saavutada aukartust äratavaid mõõtmeid. Nende skorpionilaadsete seas pärineb ka vanim kindlalt teada olev maismaaloom, iidsskorpion *Palaeophonus nuncius*, kelle jäänused on leitud Gotlandi saarelt Visby linnamüüri äärsel ojakese kaldast. Vanust on sellel kivistisel ligi 428 miljonit aastat.

Umbes samast perioodist on teada juba üsna palju maismaataimede kivististe leide. Need lubavad oletada, et Siluri ajastu teisel poolel hakkas tekkima algeline hõre maismaa-

taimestik, mis koosnes primitiivsete eostaimede – ürgraigaste (psilofüütide) esindajatest. Seega võib Siluri ajastut pidada pöördeliseks ka selle poolest, et siit pärinevad esimesed päris kindlad tõendid maismaataimede ja -loomade olemasolust.

Taanduv Paleobalti meri

Siluri ajastul toimunud Baltika ja Laurentia kratooni kokkupõrge algas põhjapoolt ja jätkus lõuna suunas. Külgsurve tulemusena hakkas kõigepealt kerkima Baltika kratooni praegune loodeserv Skandinaavia mäestiku kohal. Samal ajal moodustus nüüdse Läänemere ja Baltimaade kohal kirde-edela suunaline nõgu, milles paiknes Paleobalti mere sügavam telgosa. See ulatus Kesk-Poolast

umbes praeguse Eesti lõunapiirini. Surve jätkudes haaras kerkeliikumine järjest suuremaid alasid ja lahekujuliseks muutunud Paleobalti meri taandus järk-järgult edela suunas, kus tal praeguse Poola territooriumil oli ühendus Baltika ning Gondwana vahelise Reini ookeaniga. Mere taandumine ja madaldumine ei olnud kaugeltki pidev ühesuunaline protsess. Selle käigus oli korduvaid vastupealetunge ja sügavnemisi, mis vähemalt osaliselt olid seotud maailmamere veetaseme muutustega. Nagu ikka, tekkisid mere madalamas, rannalähedases osas, karbonaatsed setendid – lubja- ja dolokivid (paekivid), sügavamas avameres aga savi-setendid – merglid, savid, kiltsavid.



Jaagarahu ea
rifikövik Kirblas

Siluri jaotus ja levik Eestis

Silur jagatakse Eestis kümneks kohaliku nimega lademeks, mis rahvusvaheliste kokkulepete alusel grupeeritakse neljaks ladeistikuks: Llandovery, Wenlock, Ludlow, Pridoli. Tavakohaselt on Eestis kasutatud jaotamist Alam- ja Ülem-Siluriks: esimene haarab Llandovery ja Wenlocki, teine Ludlow ja Pridoli. Kahjuks ei ole see jaotus enam rahvusvaheliselt aktsepteeritud. Siluri kihid lasuvad Ordoviitsiumil ja on kaetud Devoniga. Siluri lademed avanevad maapinnale Kesk- ja Lõuna-Eestis, Haapsalu – Risti – Tamsalu – Mustvee joonest

lõuna pool. Mandri-Eestis on nad põiksalt kaetud Devoni kihtidega. Siluri avamuse lõunapiir kulgeb üle Tõstamaa – Pärnu – Suurejõe ja Kolga-Jaani Mustvee suunas. Saaremaal Devoni kate puudub. Ida-Eestis olid Siluri kihid juba Devoni eel suurelt osalt ära kulutatud. Säilinud on vaid kaks alumist – Juuru ja Raikküla lade. Edela suunas liikudes muutuvad läbilõiked täielikumaks. Ülem-Siluri lademed (Paadla, Kuressaare, Kaugatuma, Ohesaare) on säilinud vaid Saaremaal ja Tõstamaa poolsaare lääneservas, kõige ülemiste lademetete (Kaugatuma, Ohesaare) levila piirdub Sõrve poolsaarega.

Siluri stratigraafia Eestis, lademetete paksused ja valdavad kivimid

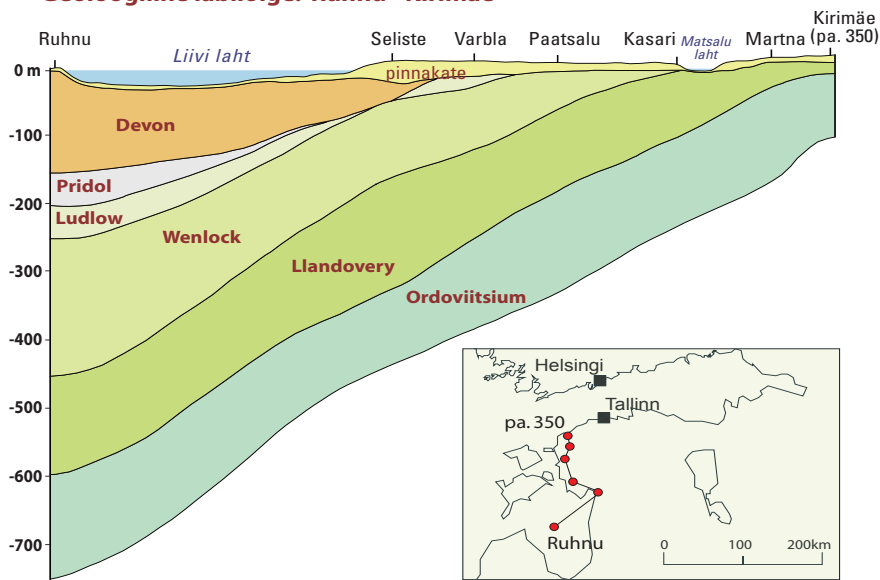
		LADESTIK	LADE	Paksus m	Valdavad kivimid Kesk-Eestis	Valdavad kivimid Lõuna-Eestis
416.0 ± 2.8	ÜLEM-SILUR	PRIDOLI	Ohesaare	29+	puuduvad	domeriit lubjakivi vahekihtidega
			Kaugatuma	41-86	puuduvad	mergel lubjakivi vahekihtidega
LUDLOW		Kuressaare	19-27	puuduvad	mergel, savikas ja detriitlubjakivi	
		Paadla	11-28	puuduvad	detriit- ja rifilubjakivi, dolomiit	
422.9 ± 2.5	ALAM-SILUR	WENLOCK	Rootsiküla	19-40	puuduvad	savikas dolomiit, lubjakivi
Jaagarahu			32-140	detriit- ja rifilubjakivi, dolomiit	mergel (all), dolomiitlubjakivi (ülal)	
Jaani			24-70	mergel, domeriit, savikas lubjakivi	mergel, domeriit	
LLANDO- VERY		Adavere	10-52	mergel, domeriit, detriitlubjakivi	mergel, savi, domeriit	
		Raikküla	16-176	mikriit-, detriit- ja rifilubjakivi, dolomiit	mikriitlubjakivi, mergel, kiltsavi	
		Juuru	20-64	savikas, detriit- karp- ja rifilubjakivi	mergel lubjakivi mugulatega	
443.7 ± 1.5						

Geoloogilise ehituse ja arengu põhihooni

Teatavasti lõppes Ordoviitsiumi ajastu Sahara jäätumise tõttu üleüldise merede madaldumise ja regressiooniga. Kogu Põhja-Eesti muutus mõneks ajaks maismaaks. Siluri alguses jääliustikud Põhja-Aafrikas sulasid, ookeanipind kerkis ja meri tungis kiiresti tagasi kaotatud aladele. Siluri alguses, **Juuru eal**, tekkisid Kesk-Eestis mergli vahekihtidega muguljad mudalis-detriitsed lubjakivid, Lõuna-Eestis – merglid lubjakivi mugulatega. Juuru ea teises pooles meri madaldus ning Kesk-Eestis

tekkis Hiiumaalt Alutaguseni ulatuv käsijalgse *Borealis* kodadest koosnev karplubjakivi hiigellasund, mille maksimumalne paksus Pandivere kõrgustikul ulatub 13 meetrini! Seda rõngaspaeks kutsutud ülipuhast lubjakivi on kasutatud Tamsalu ja Rakke lubjatehastes lubja põletamiseks. Hiiumaal ja Ridala poolsaarel hakkasid Juuru ea lõpul tekkima puhtad teralised meriliiliate detriidist moodustunud krinoidlubjakivid korallidest ja stromatopooridest koosnevate rifimoodustistega. Nende setendite teke jätkus samas ka **Raikküla eal**. Neid plaatjaid ehituslubjakive on kasutatud Haapsalu ja Ungu losside ning

Geoloogiline läbilõige: Ruhnu - Kirimäe





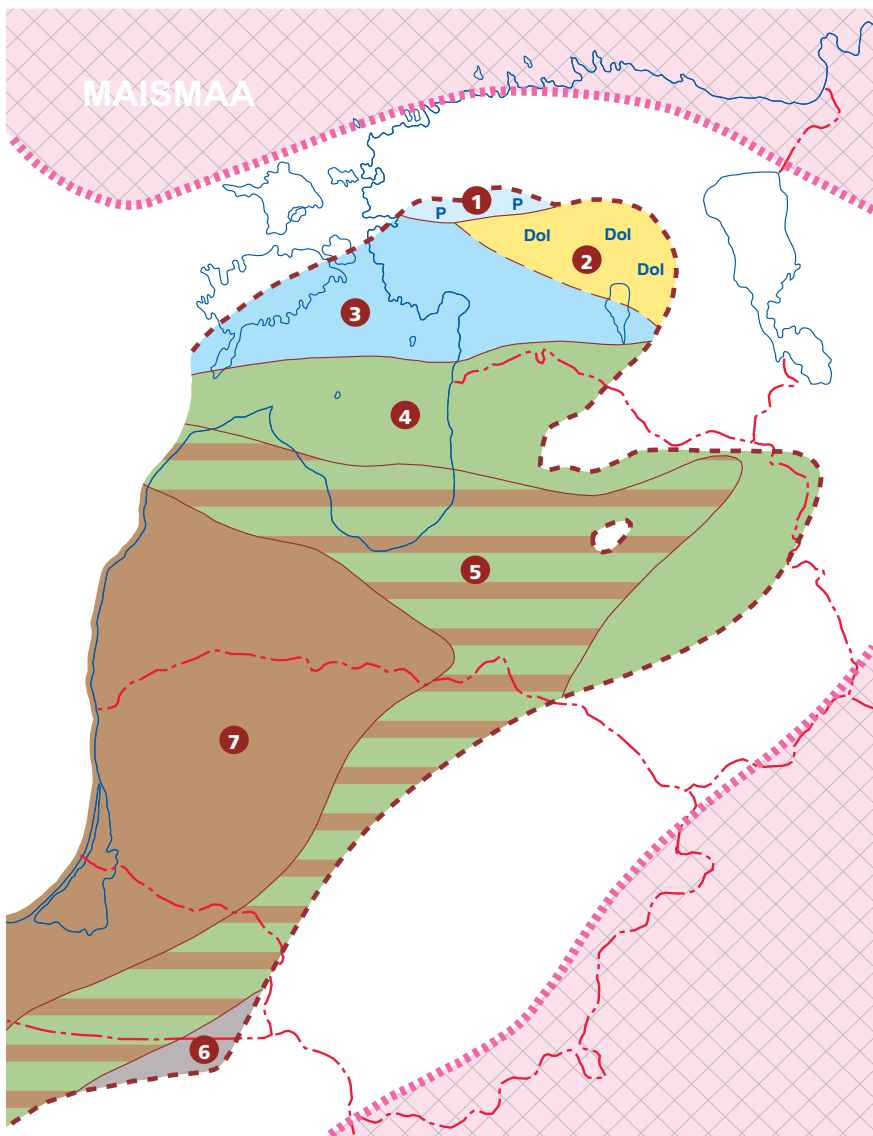
Ungu lossi varemed Haapsalu-Rohuküla tee ääres

Ridala ja Käina kirikute ehitamisel ning on veetud raiddetailide valmistamiseks ka meretagustesse maadesse. Tänapäeval on paemurrud Puskus ja Ungu-Sepakülas taas kasutusele võetud, toodetakse dekoratiivseid paeplaate ning kunstkäsitöötooteid, aga ka killustikku.

Raikküla ladet iseloomustab mudaliste (mikriitsete) ja teraliste (detrüitsete) lubjakivide tsükliline vaheldumine Kesk-Eestis ja mudaliste lubjakivide ning merglite vaheldumine Lõuna-Eestis, nii nagu see oli ka Ülem-Ordoviitsiumis. Arvatavasti oli see tingitud kuivade, ariidsete ja niiskete, humiidsete kliimaperioodide vaheldumisest, mis omakorda võisid

olla seotud jääaegade ja jäävaheaegade vaheldumisega lõunanaba piirkonnas paiknenud Aafrikas ning Lõuna-Ameerikas. Nimetatud asjaolu kasuks kõneleb ka äärmiselt madalaveeliste laguunidolomiitide esinemine settetsükli lõpul, mis näitab jääaegadele iseloomulikke meretaseme kiireid, ulatuslikke langusi. Raikküla ea lõpul toimus Lääne-Eestis erakordselt ulatuslik mere madaldumine, mille käigus kulutati ära suur osa varasematest setenditest. Seda näitab Raikküla lademe paksuste väga suur erinevus: 16 m Hiiumaal, 176 m Eesti lõunapiiril - Iklas.

Kõige sügavamaveelised tingimused kujunesid Siluri aegses Paleobalti

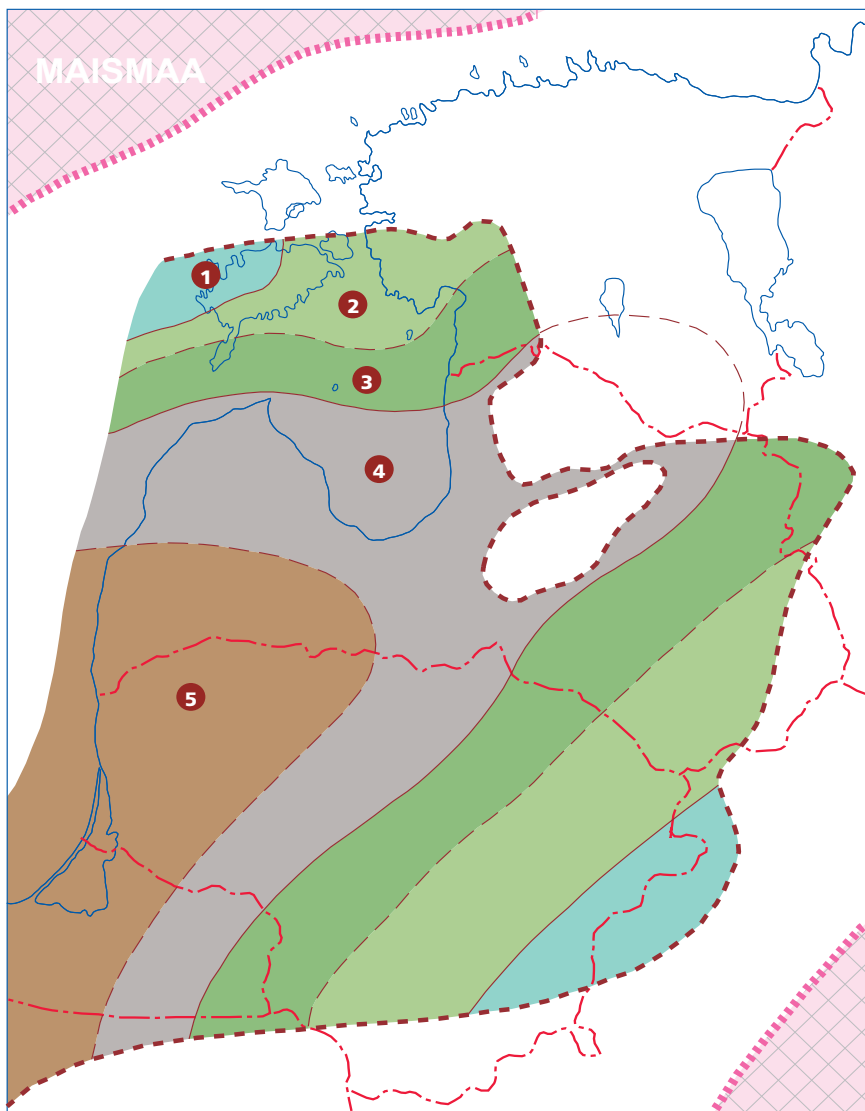


Raikküla ea (Ikla kihistiku) setendid (Nestor, H. ja Einasto, R. 1997, joonis 147 alusel): 1 - lubiliiv, 2 - dolomiitne lubimuda, 3 - puhas lubimuda, 4 - rohekas savikas lubimuda, 5 - lubimuda ja kiltja savimuda vaheldumine, 6 - hall kiltjas savimuda, 7- tumepruun kiltjas savimuda

meres välja **Adavere** ja **Jaani eal**, mis on esindatud peamiselt merglitage. Nendesse suhteliselt pehmetesse kivimitesse on uuristatud aluspõhjanõgu, mis kulgeb Soela väina, Matsalu lahe ja Kasari madaliku kohal. Kesk-Eestis esineb Adavere lademe alguses (Rumba kihistu) ja Jaani lademe lõpus (Ninase kihistik) aga ka savikaid ja detriitlubjakive, mis näitab, et mere sügavnemine ja sellele järgnev madaldumine kulgesid järk-järguliselt. Nagu Ordoviitsiumi keskel (Haljala ja Keila iga), nii ka Siluris seostusid kõige sügavamaveelised tingimused vulkaanilise tuha (bentoniidi) vahekihtide esinemisega. Eriti rohkesti on neid Adavere lademe ülemise poole, Velise kihistu, savimerglites. See näitab, et Paleobalti mere telgnõo vajumine ja savimaterjali sissekande intensiivistumine olid seotud vulkaanilise aktiivsuse suurenemisega Baltika kratooni loodeserval, mis just sel ajal pörkas kokku Laurentia ürgmandri servaga praeguse Gröönimaa kohal.

Kokkupõrkest tulenev maapinna kerkimine haaras peagi ka kratooni lõunapoolsed alad. **Jaagarahu ea** alguses toimus järsk mere madaldumine. Paleobalti mere põhjaserval moodustus ligi 400 km pikkune rifivöönd, mis algab Gotlandi saarelt, kulgeb edasi Läänemere põhjas, siis

piki Saaremaa ja Muhu põhjarannikut ning Matsalu – Kasari madaliku lõunapiiri kuni Kaismani. Ida-Saaremaal, Muhus ja Mandri-Eestis on rifikivim dolomiidistunud ja suurte korrapäratute õõnsustega. Rifivöönd on siin katkendlik ja esindatud üksteisest eraldatud, kuni kilomeetrise läbimõõduga rifikõvikutega, milliseid esineb Salevere-Salumäel, Lihulas, Kirblas, Mihkli ümbruses jm. Väga madalaveelised tingimused, mis vaheldusid ajutiste sügavnemistega, kestsid Eesti alal kogu Jaagarahu, **Rootsiküla** ja **Paadla ea** jooksul, saavutades maksimumi **Rootsiküla eal**, so. Vara-Siluri lõpul. Madalaveelistes laguunides tekkisid savikad dolomiidid, milles esineb kuivalõhesid ning mahkjaveeliste meriskorpionide (eurüpteriidide) ning lõuatute kalade kivistisi. Nende kivimitega on seotud mitmed väärtuslikud Saaremaa dolomiidi leiukohad, näiteks Kaarmal, Tagaveres, Selgasel. Kaarma dolomiidist on ehitatud Kuressaare loss ja mitmed kirikud. Massiivne dolomiit on kaevandamisel pehme ja kergesti tahutav, seetõttu valmistati sellest vanasti ühes tükis korstnakive, millesse lõõriauk sisse õõnestati. Tagaverest on veetud viimistlusplaate Tallinnasse, näiteks Kaubamaja, Linnahalli, Rahvusraamatukogu ja Sakala Keskuse ehituseks, aga ka



Jaani ea (Ninase kihistiku) setendid (Nestor, H. ja Einasto, R. 1997, joonis 148 alusel): 1 - lubiliiv ja -muda, 2 - rohekas savikas lubimuda, 3 - rohekas savimuda, 4 - hall savimuda, 5 - tumehall kiltjas savimuda

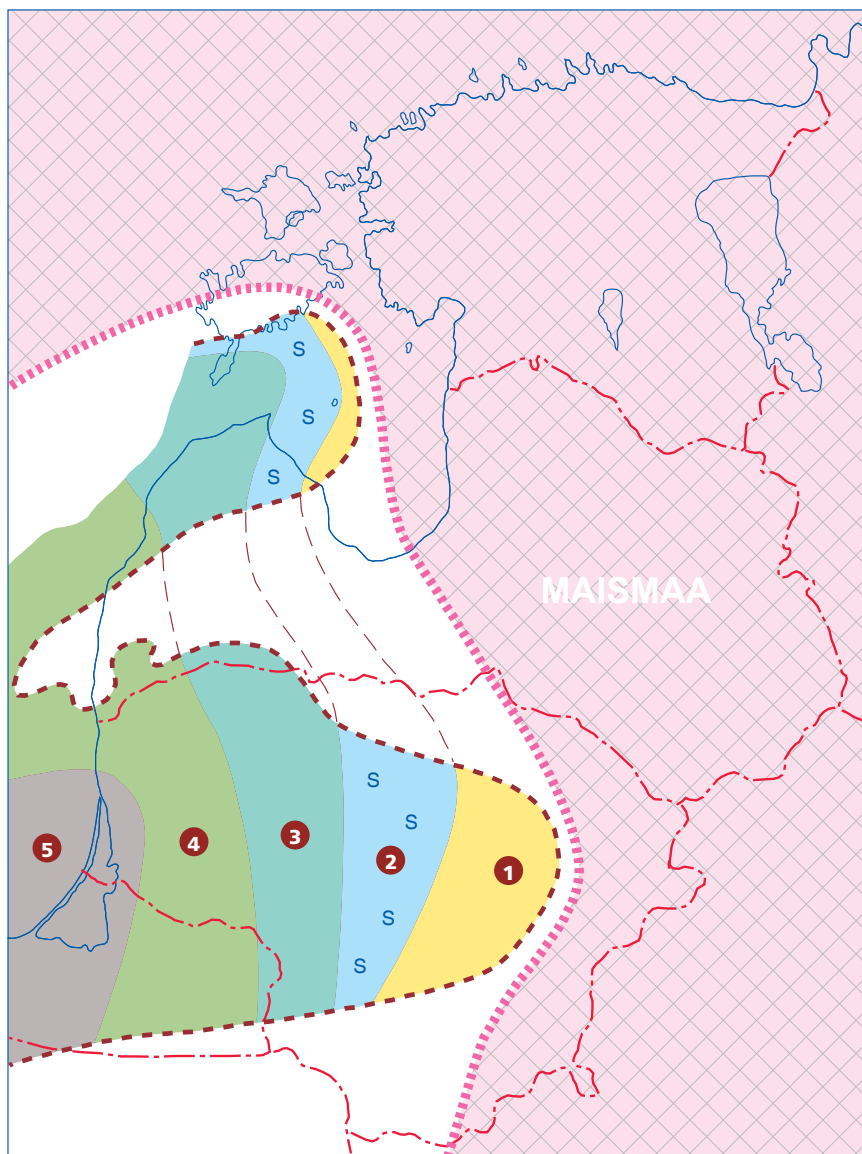
Moskvasse. Enne I Maailmasõda veeti seda kivi Taaliku sadama kaudu Peterburgi, Soome ja Rootsi. Eriti dekoratiivsest Selgase musterdolomiidist on valmistatud E. Vilde monument Tallinnas.

Lademete avamustest lõuna pool, kus meri oli sügavam, asendusid laguunidolomiidid mudalis-detriitsete lubjakividega. Viimased on iseloomulikud ka läbilõikes järgnevale **Kuressaare lademele**. See näitab, et meri muutus veelkord pisut sügavamaks ja avamerelisemaks. Siluri viimased lademed, **Kaugatuma** ja **Ohesaare**, torikavad silma selle poolest, et neis on savimaterjali sisaldus tunduvalt suurenenud. Valdavad kivimid on merglid,

milles lubjakivid esinevad õhukeste vahekihtidena või üksikute paksemate (3-5 m) lasunditena. Viimased koosnevad valdavalt jämedateralisest krinoidlubjakivist. Savimaterjali sisalduse tunduv suurenemine annab tunnistust sellest, et Kaledooniline mäestik Baltika kratooni loodeserval oli jõudnud intensiivse kerkimise staadiumisse. Sealt kanti vooluvetega rohkesti peent savimaterjali üha taanduvasse Paleobalti merenõkku, mis Siluri lõpul taandus Eesti alalt jäädavalt ja täideti Devoni alguses täielikult savisetenditega.



Kuressaare Piiskopilinnuse vanimad ehitised pärinevad XIII sajandist



Kaugatuma ea setendid (Nestor, H. ja Einasto, R. 1997, joonis 150 alusel):
 1 - laguunne dolomiitmuda, 2 - lubiliiv ja -kruus, 3 - detriitne lubimuda,
 4 - rohekas savikas lubimuda, 5 - hall savimuda

Olulisemad Siluri paljandid

Võhmuta paekarjäär

Hiljuti kasutusele võetud Võhmuta paekarjäär asub Lääne-Virumaal, Järva-Jaani – Tamsalu maantee äärsel põllul Võhmuta ja Vajangu küla vahel, umbes 200 m kaugusel maanteest kagu suunas. Karjääris kaevandatakse killustiku valmistamiseks Juuru lademe ülemise, Tamsalu kihistu, heledat paksukihilist puhast karplubjakivi, mis kuulub Tammiku kihistikku. Kaevandatava karplubjakivi lasundi paksus on umbes 5 meetrit. Kivim koosneb käsijalgse *Borealis borealis* karbipoolmeist ja nende purdosadest ning sisaldab ka suuri saiapätsi-kujulisi peenkihilise siseehitusega kihtpoorsete käsnade (stromatopooride) kivistisi. See karplubjakivi, nn. *Borealis*-pank, moo-

dustab Eestis hiigelsuure, ligi 200 km pikkuse ja 30 km laiuse läätsekujulise lasundi, mis ulatub Alutagusest Hiiumaani. Lasundi suurim paksus, 13,5 m, on mõõdetud Pandivere kõrgustiku keskmes (Pandivere külas) puuritud puuraugus. Võhmuta karjäärile lähedases Karinu puuraugus on Tammiku kihistiku karplubjakivi paksus 8 m. Kulutusele vastupidav kõva karplubjakivi on etendanud oma osa Pandivere pinnamoe kujundajana. Rahvasuus kutsutakse karplubjakivi rõngaspaeks, kuna kivimi murdepinnal on valged karbid nähtavad kumerate rõngataoliste moodustistena.

Võhmuta karjääri kirde- ja edelanurgas on näha ka Tammiku kihistikku katvaid Karinu kihistiku kivimeid, mis kuuluvad samuti Tamsalu kihistusse. Otse karplubjakivi peal lasub umbes



Võhmuta karjäär

VÕHMUTA paekarjäär



Võhmuta paekarjääri läbilõige (Ainsaar L. 2004, joonis 1 alusel)

**SILURI lademete
avamusjooned
Eesti aluspõhja kaardil**



LAHT



PR₁ Alam-Proterosoikumi
alamiladekond

V Ediacara ladestu,
Vendi kompleks

Ca Alam-Kambriumi
ladestik

O₂ Kesk-Ordoviitsiumi
ladestik

O₃ Ülem-Ordoviitsiumi
ladestik

S₁ Alam-Siluri
ladestik

S₂ Ülem-Siluri
ladestik

Devoni ladestu

lademe piir

pankrannik
süvamurrang

lademete indeksid:

S_{1jr}: Juuru
S_{1rk}: Raikküla
S_{1ad}: Adavere
S_{1jn}: Jaani
S_{1jg}: Jaagarahu
S_{1rt}: Rootsiküla
S_{2pd}: Paadla
S_{2kr}: Kuussaare
S_{2kg}: Kaugatuma
S_{2oh}: Ohesaare



Tammiku kihistiku karplubjakivi lihvpind: **a** - käsijalgse *Borealis borealis* karbipoolmik, **b** - kargkoralli kivistis, **c** - stromatopoori kivistis

40 cm paksune stromatopoor-lubjakivi kiht. See koosneb tihedalt üksteise kõrval ja peal paiknevatest pruunikatest, 10-15 cm läbimõõduga, ümaratest skeletimoodustistest, mille vahed on täidetud roheka savimergliga. Selliseid rohkete eluasendis olevate kivististega kihte nimetatakse biostroomideks. Stromatopoor-lubjakivi peal võib kohati näha kollakashalli stromatopooride veeriseid sisaldavat lubjakivi. See annab tunnistust väga madalaveelistest rannalähedastest tingimustest, mis valitsesid nende lubjakivide tekkimise ajal.

Väga puhast Tamsalu kihistu karp-lubjakivi on aastakümneid kasutatud Tamsalu ja Rakke lubjatehastes lubja

põletamiseks. Sealsed karjäärid on maha jäetud ja osalt rekultiveeritud. Praegu kaevandatakse Rakke lubjatehase jaoks tooret Karinu paekarjääris, mis jääb Võhmuta karjäärist umbes 5 km lõuna poole ja kus paljandub sarnane geoloogiline läbilõige.

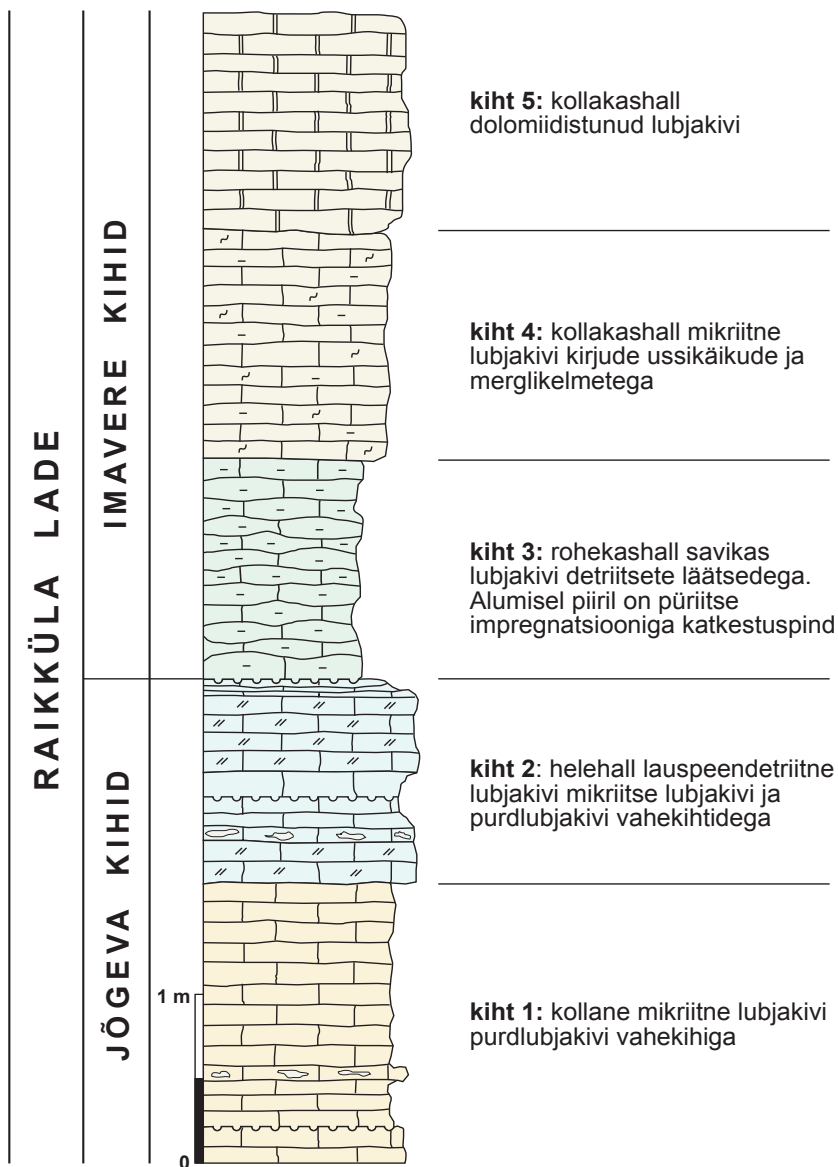
Kalana paekarjäär

Kalana killustikukarjäär paikneb Jõgeva maakonnas Kalana asula lääneserval, Otsaare linnamäest 0,5-1,0 km lõunapoole. Kaevandamist on siin alustatud 1990-ndatel aastatel. Endised, sajandeid kasutusel olnud paemurrud paiknesid asulast umbes üks kilomeeter lõuna pool.



Jõgeva kihtide ülemine osa Kalana karjääris

KALANA paekarjäär



Kalana paekarjääri läbilõige (Ainsaar L. ja Einasto R. 1995, joonis 8 alusel)

Paekarjääri seintes paljandub Raikküla lademe keskmine osa. Karjääri seinte kõrgus on 5 kuni 8 m. Kuna karjääri lõunaseinas on kihid lääne suunas allapoole paindunud ja kaldu, siis võib paljanduva läbilõike kogupaksus ulatuda 15 meetrini.

Raikküla lademe läbilõikes Kesk-Eestis vahelduvad tsükliliselt kolme tüüpi kivimid: all – rohekashallid savikad lubjakivid, keskel – valdavalt lubimudast moodustunud kollakashallid mudalised ehk mikriitlubjakivid, ülal – valdavalt organismide purdosadest (detriidist) koosnevad lausteralised või mudalis-teralised lubjakivid. Iga sellise settetsükli kivimit käsitletakse kihtidena, milliseid Raikküla lademes on kokku viis (alt üles): Järva-Jaani, Vändra, Jõgeva, Imavere, Mõhküla. Antud paljandis võib jälgida Jõgeva kihtide keskmist (1) ja ülemist (2) osa ning Imavere kihtide alumist (3) ja keskmist (4) osa. Tuleb märkida, et teraline lubjakivi esineb tegelikult vahekihtide või läätsedena, mille paksus ja arvukus on kihtide (tsükli) keskosas üpris väike, ülaosas muutub aga valdavaks. Jõgeva kihtide ülemises osas (kiht 2) esinev helehall peeneteraline lubjakivi oli varasemal ajal tuntud „Kalana marmori” nimetuse all ja seda on kasutatud ehitus- ning dekoratiivkivina, näiteks Põltsamaa kindluskiriku ehitusel, mis valmis

1234. aastal. Seda väga puhast lubjakivi on kasutatud aga ka Rõika ja Meleski klaasikodades, mis rajati 18. sajandi teisel poolel.

Mõned teralise lubjakivi läätsjad vahekihid on jämepurdsed, suurte lapikute veeristega. Need on tekkinud erakordselt tugeva tormilainetuse tulemusena, kui lainetuse mõju ulatus merepõhjani. Läbilõike ülemises osas (kiht 4) esineb õhukesi (3-5 cm) läätsjaid karplubjakivi vahekihte, mis koosnevad käsijalgse *Borealis* kumeratest karbipoolmikest. Need on sageli ränistunud. Helevalgeid ränikonkretsioone ja -kirmeid esineb ka muudes läbilõike osades. Lisaks sellele on kivim erineval määral dolomiidistunud, kõige tugevamini läbilõike ülemises osas (kiht 5).



Üügu pank

Üügu ehk Anduvälja pank asub Muhu saare põhjarannikul Hellamaa – Nõmmküla teel Kallaste küla kohal mererannas. Pangajärsaku pikkus on umbes 450 m, kõrgus jalamilt 5-7 m. Hääbunud pank kujutab endast Limneamere murrutusjärsakut, mis paikneb umbes 150 m kaugusel praegusest rannajoonest. Panga alumises osas on suuri murrutuskulpaid. Panga kõrgus merepinna pealt on 10-11 m.

Pangal paljanduvad Jaagarahu lademe Kesselaiu kihistiku massiivsed kaver-noossed (suurte õõnsustega) rifidolomiidid, nn. rahkjas paas (ülal) ning keskmisekihilised plaatjad peenekristallilised dolomiidid (all). Panga jalami moodustavad Jaani lademe pehmemad dolomiitmerglid (domeriidid) on kaetud kamardunud rusukaldega.

Üügu pank kujutab endast ühte lõiku ligi 400 km pikkusest rifivööndist,

mis kulgeb Gotlandi saare loode-rannikult üle Saaremaa ja Muhu põhjaranniku ning Matsalu – Kasari madaliku lõunaserva kuni Kerguni Rapla – Pärnu maanteel. Rifivööndi idaosa ei moodusta ühtset pidevat barjääririffi (vallrahu), vaid koosneb eraldi seisvatest rifimassiividest, mis moodustavad tänapäeva pinnamoes aluspõhjalisi rifikõvikuid. Muhu saart tervikuna võib tinglikult käsitleda ühe suure rifikõvikuna. Siiani pole selge, millised organismid on rifide moodustanud, kuna rifikivim on täielikult dolomiidistunud ja arvukate korrapäratute õõnsuste – kavernidega, mis võisid olla organismide kivistised. Kõige tõenäolisemalt oli tegemist lubimuda sadestavate mikroorganismidega, mis moodustasid nn. muda-pankasid. Üügu panga looduslikku ilmet moonutavad kohati panga peal olevad vanad paemurrud, kust tsaariajal murti dolomiiti Peterburi metallurgiatehaste jaoks.





Panga ehk Mustjala pank

Asub Saaremaa põhjarannikul Mustjala vallas Panga külast 0,5-1,5 km lääne suunas Küdema lahe suudmes Panga ninal (neemel). Pangajärsaku kogupikkus on ligi 3 km, suurim kõrgus 19,8 m. Pank jätkub kahe lähestikuse veealuse astangua enam kui 10 m sügavusele vee alla. Pank paikneb mere aktiivse murrutuse vööndis, selle väljakujunemine algas umbes 6000 a. tagasi Litoriinamere arengustaadiumil.

Pangajärsakus paljanduvad (alt ülespoole) Jaani lademe Mustjala, Ninase ja Paramaja kihistikud ning Jaagarahu lademe Kesselaiu kihistik. Mustjala kihistiku paljanduv ülemine osa (paksusega 1,5-5,0+ m) on esindatud

erineval määral dolomiidistunud savikate lubjakivide ja merglitega, milles on rohkesti käsijalgsete, trilobiitide, korallide ja stromatopooride kivistisi ja detriiti. Stromatopoorid (kihtpoorsed käsnad) moodustavad kihistiku ülemises osas üksikuid läätsjaid kogumikke, nn. „embrüonaalseid riffe”, mis on kuni 40 cm kõrgused ja 0,5-1,5 m läbimõõdus. Neeme tipu suunas liikudes Mustjala kihistiku paljanduva osa paksus kasvab, suurenedes 1,5 meetrilt 5,0 meetrile. Ninase kihistik (4,5 m) on esindatud paksukihilise vastupidava savika dolomiidiga, mis moodustab siin paeseina aluse. Kivim on sisaldanud erineval määral kivistisi ja detriidi, mis on dolomiidistumise käigus enamasti välja leostunud ja asendunud õõnsuste – kavernidega.

Panga panga lõunapoolne osa





poolemeetrise läbimõõduga stromatopoor Panga panga jalamil meres

Paramaja kihistik (~ 4 m) – dolomiit-mergel (domeriit) ja savikas lubjakivi lasub läbilõikes uurimiseks kättesaamatus kõrguses ja moodustab pae-seinas nõrga nišši. Kesselaiu kihistik (~ 4 m) – paksukihiline kavernoosne dolomiit moodustab pangajärsaku ülemise kättesaamatu osa.

Panka läbivad kahes suunas ristuvad vertikaallõhed, mida mööda toimuvad suuremad murrutusvaringud. Kirde - edela suunaliste lõhede tiibadel on kihid 20-30 cm ulatuses vertikaalselt üksteise suhtes nihkunud. Kivimist võib leida suurte korrapärase kristallidega kaltsiidipesi.

Kaugatuma pank

Paikneb Saaremaal Salme vallas Sõrve poolsaare läänerannikul Läätsa – Jämaja maantee viiendal kilomeetril. Pangajärsaku pikkus on 125 m, kõrgus jalamilt 2,5 m. Tegemist on hääbunud pangaga, mis paikneb praegusest rannajoonest umbes 100 m kaugusel. Panga jalam on taimestikuga kinni kasvanud ja kamar-dunud. Panka katab ~ 0,5 m paksu-ne veeristest rannavall.

Panga ülemises osas paljandub jämedateraline krinoidlubjakivi (paksus 1,5 m), mis kuulub Kaugatuma lademe alumiste – Äigu kihtide keskmisse ossa. Krinoidlubjakivi koosneb merilii-

Kaugatuma pank



lia *Crotalocrinites* jämedatest sorteerimata skeletiosistest – detriidist ning sisaldab rohkesti suuri, kuni 3 cm läbimõõduga varrelülisid, mistõttu seda lubjakivi on rahvakeeli kutsutud sõrmuspaeks. Sõrmuspaas sisaldab üksikuid suuri (30-40 cm läbimõõduga) korallikolooniaid. Muid kivistisi peaaegu ei leia.

Panga aluse moodustab sügav murrutusnišš, mille moodustavad savika lubjakivi läätsjate mugulate ja õhukeste plaatjate vahekihtidega merglid, mis on Kaugatuma lademes valitsevaks kivimitüübiks, kuid antud paljandis nähtavad vaid 0,5 meetri ulatuses. Pangast lõunapoole võib rannaäärsetes klিবuallides leida õhukesti paeplaate, mis on kaetud väga arvukate käsijalgsete ja trilobiitidega ning on lahti murtud panga alustest

merglistest kihtidest. Mergleid moodustav rohke savimaterjal on jõgede poolt merre sisse kantud intensiivselt kerkivatest Skandinaavia mägedest, olles iseloomulik Paleobalti mere arengu lõppstaadiumile.



Kaugatuma sõrmuspaas

Ohesaare pank

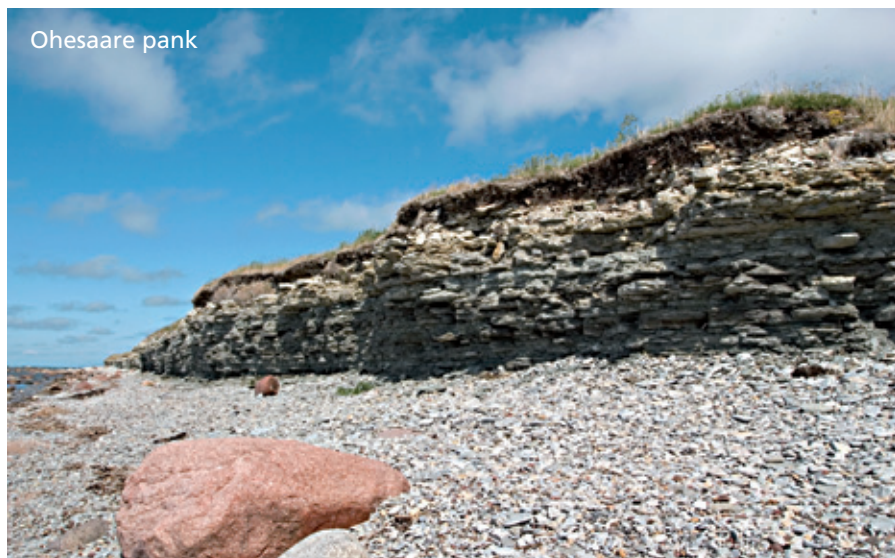
Asub Saaremaal Torgu vallas Sõrve poolsaare läänerannikul Jämaja kirkust 2,5 km edelasse, samanimelise küla lähistel. Pank paikneb otse mererannal tormilainetuse murrutuse vööndis. Pangajärsaku pikkus on umbes 600 m, kõrgus 3,5 m, geoloogilise läbilõike koguulatus 4,3 m.

Pangal paljanduvad Eesti Siluri noorima – Ohesaare lademe kõige alumised kihid. Läbilõiget iseloomustab õhukesekihiliste lubjakivide ja merglite vaheldumine. Kivimid sisaldavad rikkalikult mitmesuguseid kivistisi: käsijalgseid, karpvähilisi (ostrakood), meriliiliate detriiti, sammalloomi, merikarpe, tiguseid, peajalgseid (nautiloid), tentakuliite, väheseid koralle.

Üsna rohkesti on leitud mitmesuguste lõuatute ja kalade jäänuseid, eelkõige soomuseid.

Panga kõige ülemises otsas võib kohati näha 20 cm paksust valkjat peeneteralist lubiliivakivi – aleuroliidi kihti, mis on väga pude ja lehtjalt lagunev. Sellest 60-100 cm allpool on paks pehme savimergli kiht, mis sisaldab vertikaalses eluasendis põhjamudasse kaevunud merikarbi *Grammysia* suuri kodasid.

Ohesaare pank on andnud nime Eesti Siluri noorimale – Ohesaare lademele ja on kuulsust kogunud kui ainus Siluri ajastu kõige nooremate kihtide paljand ja kivististe leiukoht Põhja-Euroopas ning on üks vähestest selleaegsetest kogu maailmas.



SÕNASELETUSI

Ajastik – ajastu alajaotus, mille nimetus tuletatakse enamasti täiendsõnade „Vara-“, „Kesk-“ või „Hilis-“ lisamisega vastava ajastu nimetuse ette

Ajastu – üleilmse geoloogilise ajaskaala põhiühik, kümneid miljoneid aastaid kestnud kindel ajaetapp Maa geoloogilises arengus

Aleuroliit – liivast peenema terasuurusega settekivim

Argilliit – kiltsavi, kõvastunud, plastsuse kaotanud savikivim

Avamus – ala, kus kindla vanuse või koostisega kivimid ulatuvad otse maapinnale, või on kaetud õhukeste kivistumata pinnakatte setetega

Barjäärriff – vallrahu, üksteisele kinnitunud merepõhja organismide (koralid, lubivetikad, käsnad jt.) lubiskelettidest moodustunud piklik, vallitaoline merepõhjakoogendik, õigemini mõnevõrra katkendlik rifiahelik

Bentoniit – merepõhja langenud vulkaanilisest tuhast moodustunud settekivim

Biostroom – üksteisele kinnitunud organismide lubiskelettidest koosnev kiht

Detriit – organismide purunenud skeletiosised

Detriitlubjakivi – organismide skeletiosiseid sisaldav lubjakivi, jaguneb mudalis-detriitseks, kui skeletiosiste vahel oli settimise ajal lubimuda ja lausdetriitseks, kui algselt lubimuda puudus ja tegemist oli puhta lubiliivaga; esimesel juhul toimus settimine sügavamal, vaikseveelistes tingimustes, teisel juhul madalas lainetuse vööndis

Dolomiit – kaltsiumi ja magneesiumi süsihappesooladest (Ca/MgCO_3) moodustunud mineraal ja kivim

Domeriit – dolomiit-mergel, savimaterjalirikas dolomiitne kivim

Eurüpteriid – meriskorpion, väljasurnud skorpionilaadsete lülilalgsete klassi esindaja

Iga – teatud kindel ajaetapp mingi piirkonna geoloogilises arengus, vastab lademele

Karbonaatsed kivimid – süsihappe (H_2CO_3) mineraalidest (kaltsiit, dolomiit) moodustunud kivimid, rahvakeeles tuntud paekivina

Kavern – kivimis esinev õõnsus, mis on enamasti tekkinud kivistise väljalahustumise tulemusena

Kavernoosne dolomiit – rohkeid lahustumisõõnsusi sisaldav dolomiit

Kihistik – kihistu alajaotus

Kihistu – enam-vähem ühtlase koostisega kivimikeha, mille nimetus on tuletatud kohanimest, kus kihistu on esindatud oma tüüpilisel kujul

Klint – pankrannikul esinev ulatusliku levikuga aluspõhjaline rannajärsak, võib olla osaliselt kaetud või astmeline; ebatäpse vastena on kasutatud nimetust „paekallas“

Kratoon – mandrituum, vana mandrilise maakoorega tasandikuline ala, mis kunagi geoloogilises minevikus esines iseseisva ürgmandrina; tänapäeva geoloogilise struktuuri tähenduses kasutatakse ka nimetust platvorm

Lade – teatud piirkonnas geoloogilise eajooksul moodustunud kivimid; lademe nimi on tuletatud kohanimest, kus lade on tüüpilisel kujul esindatud

Ladestik – ladestu alajaotus, vastava ajastiku jooksul moodustunud kivimid; ladestiku nimetus moodustatakse enamasti täiendsõnade „Alam-“, „Kesk-“ või „Ülem-“ lisamisega vastava ladestu nimetuse ette

Ladestu – samanimelise ajastu jooksul moodustunud kivimid

Mergel – lubi- ja saviainest koosnev karbonaatne kivim, nn. vesipaas

Mikriitlubjakivi – mudaline lubjakivi, lubimudast moodustunud mikro- või peitkristalliline lubjakivi, mis peaaegu ei sisalda organismide skeletiosiseid ehk detriiti

Mudapank – mikroorganismide toimet moodustunud rifilaadne merepõhja-kõrgendik

Ostrakood – karpvähiline, kahepoolmega koores elanud lülialgsete hulka kuuluv pisikivistis

Pank – meremurrutuse tulemusena tekkinud aluspõhjakivimeist rannajärsak

Psilofüüt – ürgraigas, algeline eostaim

Regressioon – mere taandumine

Riff – rahu, üksteisele kinnitunud organismide (korallid, lubivetikad, käsnad jt.) lubiskelettidest moodustunud merepõhjakõrgendik

Rifikõvik – tänapäeva pinnamoes esinev, kõvadest rifikivimitest moodustunud aluspõhjakõrgendik

Ränikonkretsioon – ränist koosnev muguljas moodustis lubjakivis või dolomiidis

Stromatopoor – väljasurnud kihtpoorsete käsnade klassi kuuluv suur pätsilaadne kivistis

Tentakuliit – väikese teravkoonilise kojaga problemaatiline kivistis

Trilobiit – väljasurnud vähilaadsete lüliljalgsete klassi kuuluv kivistis

Ülimanner – superkontinent, kõiki mandrilise maakoore osi ühendanud hiidmanner, nt. Pangaea, Rodinia

KIRJANDUST

Aaloe, A. 1960. Ohesaare pank. Üügu pank. Rmt.: Looduskaitse teatmik. Eesti Riiklik Kirjastus, Tallinn, 143-144, 146-147.

Aaloe, A., Miidel, A. 1967. Eesti pangad ja joad. Eesti Raamat, Tallinn. 71 lk.

Ainsaar, L. 2004. Stop 5. Võhmata quarry. In: Hints, O., Ainsaar, L. (eds.) WOGOGOB-2004. Conference materials. Tartu University Press, Tartu, p. 126.

Ainsaar, L., Einasto, R. 1995. Kalana paemurd. Rmt.: Ainsaar, L., Kirsimäe, K. (toim.). Liivimaa geoloogia. Ekskursioonijuht. Tartu Ülikool, Eesti Geoloogia Selts, 20-21.

Ainsaar, L., Pani, T. 2003. Kalana paemurd. Rmt.: Plado, J., Puura, I. (toim.). Eesti geoloogide neljas ülemaailmne kokkutulek. Eesti geoloogia uue sajandi

künnisel. Konverentsi materjalid ja ekskursioonijuht. Eesti Geoloogia Selts, Tartu Ülikooli geoloogia instituut, Tartu, 108-109.

Einasto, R. 1990. Locality 7:3 Kaugatuma cliff. In: Kaljo, D., Nestor, H. (eds.). Field Meeting Estonia 1990. An Excursion Guidebook. Tallinn, 174-175.

Einasto, R. 1991. Silur. Rmt.: Puura, V., Kalm, V., Puura, I. (toim.). Eesti geoloogide esimene ülemaailmne kokkutulek. Eesti geoloogiline ehitus ja maavarad: Ekskursioonijuht, 7-9.

Einasto, R., Perens, H. 1985. Kalana marmor. Eesti Loodus, 7, 453-458.

Einasto, R., Nestor, H., Pirrus, E. 2004. Muistsed mered Baltika pinnal. Rmt.: Nestor, H., Raukas, A., Veskimäe, R. (toim.). Maa Universumis. Möödanik, tänapäev, tulevik. Tallinn, 208-218.

Kaljo, D. 1970. Eesti Silur. Valgus, Tallinn. 343 lk. (vene keeles).

Kaljo, D. 1990. The Silurian of Estonia. In: Kaljo, D., Nestor, H. (eds.). Field Meeting Estonia 1990. An Excursion Guidebook. Tallinn, 21-26.

Klaamann, E. 1959. Panga pank. Eesti Loodus, 2, 108-109.

Leito, T., Märss, T. 2003. Saaremaa pangad. Kirjastus Eesti Loodusfoto. 32 lk.

Luha, A. 1927. Pilte Muhu ja Saaremaa pankadelt. Rahvaülikool 2, 66-72.

Luha, A. 1928. Pilte Muhu ja Saaremaa pankadelt. Rahvaülikool 3, 132-140.

Luha, A. 1930. Kalana marmor. Loodusvaatleja 1, lk. 23.

Luha, A. 1937. Muhu pangad. Looduskaitse 1, 111-118.

Mark-Kurik, E., Märss, T. 1976. Kivististe levikust Ohesaare paljandis. Geoloogilised märgmed 3, 48-54.

Mark-Kurik, E., Märss, T., Kuršs, V. 1989. Stop 7. Kaugatuma cliff. Stop 9. Ohesaare cliff. In: 2nd International Colloquium on the Midde Palaeozoic Fishes Estonia, Latvia, September 1989. Excursion Guidebook. The Silurian of Saaremaa and the Devonian of South Estonia and North Latvia. Tallinn, 30, 32-33.

Meidla, T., Puura, I. 2004. Kui Neptunus valitses. Rmt.: Nestor, H., Raukas, A., Veskimäe, R. (toim.). Maa Universumis. Möödanik, tänapäev, tulevik. Tallinn, 208-218.

- Nestor, H. 1990. Locality 7:4 Ohesaare cliff. In: Kaljo, D., Nestor, H. (eds.). 1990. Field Meeting Estonia 1990. An Excursion Guidebook. Tallinn, 175-178.
- Nestor, H. 1997. Silurian. In: Raukas, A., Teedumäe, A. (eds.). Geology and Mineral Resources of Estonia. Estonian Academy Publishers, Tallinn, 89-106.
- Nestor, H. 2003. Stop 13. Ohesaare cliff. In: Stinkulis, G. et al. (compilers). The Gross Symposium 2: Advances in Palaeoichnylogy. Field Trip Guidebook. Riga, 25-27.
- Nestor, H. 2005. Paljandid. Loodusmälestised 15. TA Kirjastus, 12-14.
- Nestor, H., Einasto, R. 1997. Ordovician and Silurian carbonate sedimentation basin. In: Raukas, A., Teedumäe, A. (eds.). Geology and Mineral Resources of Estonia. Estonian Academy Publishers, Tallinn, 192-204.
- Perens, H. 1996. Üügu-Kesselaiu pangad – geoloogiline võti Siluri ajastust. Eesti Loodus, 5/6, 182.
- Pirrus, E. 2001. Eesti geoloogia. TTÜ Kirjastus, Tallinn. 72 lk.
- Rubel, M., Einasto, R. 1990. Locality 6:1 Panga cliff. In: Kaljo, D., Nestor, H. (eds.). Field Meeting Estonia 1990. An Excursion Guidebook. Tallinn, 163-165.
- Rõõmusoks, A. 1983. Eesti aluspõhja geoloogia. Valgus, Tallinn. 224 lk.
- Varep, E. 1960. Panga pank. Rmt.: Looduskaitse teatmik. Eesti Riiklik Kirjastus, Tallinn, 143.

Geoloogiline ajaskaala

IUGS ICS Geological Time Scale 2004 (www.stratigraphy.org), mugandanud ja eestindanud Eesti Stratigraafia Komisjon 2004 (www.gi.ee/ESK/)

EOON	AEGKOND	AJASTU	AJASTIK	Vanus (milj. aastat)
Fanerosolkum	Kainosolkum <i>Uusaegkond</i>	KVATERNAAR	Holotseen	0,00
			Pleistotseen	0,0115
		NEOGEEN	Pliotseen	1,806
			Miotseen	5,332
		PALEOGEEN	Oligotseen	23,03
			Eotseen	33,9 ± 0,1
			Paleotseen	55,8 ± 0,2
	Mesosolkum <i>Keskaegkond</i>	KRIIT	Hilis-Kriit	65,5 ± 0,3
			Vara-Kriit	99,6 ± 0,9
		JUURA	Hilis-Juura	145,5 ± 4,0
			Kesk-Juura	161,2 ± 4,0
			Vara-Juura	175,6 ± 2,0
		TRIIAS	Hilis-Triias	199,6 ± 0,6
			Kesk-Triias	228,0 ± 2,0
			Vara-Triias	245,0 ± 1,5
	Paleosolkum <i>Vanaaegkond</i>	PERM	Loping	251,0 ± 0,4
			Guadalup	260,4 ± 0,7
			Cisural	270,6 ± 0,7
		KARBON	Pennsylvania	299,0 ± 0,8
			Mississippi	318,1 ± 1,3
		DEVON	Hilis-Devon	359,2 ± 2,5
			Kesk-Devon	385,3 ± 2,6
			Vara-Devon	397,5 ± 2,7
		SILUR	Pfidoli	416,0 ± 2,8
			Ludlow	418,7 ± 2,7
			Wenlock	422,9 ± 2,5
			Llandovery	428,2 ± 2,3
		ORDOVIITSIUM	Hilis-Ordoviitsium	443,7 ± 1,5
			Kesk-Ordoviitsium	460,9 ± 1,6
			Vara-Ordoviitsium	471,8 ± 1,6
		KAMBRIUM	Furong	488,3±1,7
			Kesk-Kambrium	501,0±2,0
			Vara-Kambrium	513,0±2,0
Proterosolkum <i>Agueoon</i>	Neoproterosolkum	EDIACARA		542,0±1,0
		KRÜOGEEN		630
		TON		850
	Mesoproterosolkum	STEN		1000
		ECTAS		1200
		CALYMM		1400
	Paleoproterosolkum	STATHER		1600
		OROSIR		1800
		RHYAC		2050
		SIDER		2300
Arhalkum <i>Ürgeoon</i>	Neoarhalkum			2500
	Mesoarhalkum			2800
	Paleoarhalkum			3200
	Eoarhalkum			3600
				~4500

