

Vanaaegkonna kliima ja millest kõnelevad konodondid

Olle Hints

Tallinna Tehnikaülikooli geoloogia instituut

2023. aastal algas TalTechi ja Tartu Ülikooli ühine teadusprojekt, mille eesmärgiks on Ordoviitsiumi ajastu (444-485 mln a tagasi) kliima- ja keskkonnamuutuste tuvastamine Baltika paleokontinendil ning seoste leidmine elurikkuse arenguga. Tänapäevaks on käes esimesed intrigeerivad tulemused, mis väärivad tutvustamist Eesti laiemale publikule.

Kauge geoloogilise mineviku kliimatingimusi – sh paleotemperatuuri – saab hinnata mitmesuguste geokeemiliste, mineraloogiliste, litoloogiliste ja paleontoloogiliste indikaatorite abil. Nende hulgas on lihtsasti mõistetavaid, nagu näiteks korallid, kes elutsevad tänapäeval eelistatult soojaveelises keskkonnas ja viitavad tõenäoliselt sarnastele tingimustele ka fossiilsena. Nii võib oletada, et Eesti vanimad põhikorallid ehk tabulaadid Vasalemma kihistu lubjakivides näitavad troopilist või vähemalt subtroopilist kliimat, mis valit- ses siin ligikaudu 453 mln a tagasi. Keerulisem on lugu geokeemiliste indikaatoritega, mis võivad olla mõjutatud hilisematest geoloogilistest protsessidest. Väheste andmete baasil on sageli keeruline tuvastada, kas indikaator näitab globaalset kliimamuutust, piirkonna keskkonnamuutusi või hoopis diageneesikeskkonnas liikunud lahuste omadusi. Sellele vaatamata on isotoop-geokeemilistel andmetel kande roll mineviku kliimamuutuste rekonstrueerimisel. Paleotemperatuuri hindamisel on enim kasutust leidnud karbonaatsete ja fosfaatsete mineraalide hapniku isotoopkoostis (stabiilsete isotoopide ^{18}O ja ^{16}O suhtevahe- kord), mis sõltub tekkekeskkonna (nt ookeanivee) temperatuurist. Kesk- ja Uusaegkonnas kasutatakse selleks valdavalt kaltsiitse koostisega fossiile nagu brahhiopoodid, belmeniidid ja foraminifeerid, kuid Vanaaegkonnas on parimaks indikaatoriks osutunud konodondid (Scotese jt 2021).

Konodondid on apatiidist koosnevad mikroskoopilised (0,1–1 mm) hambad, mis kuulusid silmulaadsele mereloomale. Konodondid on arvukad kivistised ka Eesti Ordoviitsiumi ja Siluri kivimites näidates selle loomarühma laia levikut ja mitmekesisust ning pakkudes üht- lasi võimalust kihtide biostratigraafiliseks dateerimiseks ja kivimite mattumistemperatuuri hindamiseks nn CAI indeksi (conodont alteration index) abil. Ühtlasi on konodontide mineraalne aine unikaalseks arhiiviks mineviku keskkonnamuutuste rekonstrueerimisel.

Esimesed konodontidel baseeruvad Ordoviitsiumi kliima uuringud tehti Eestis Peep Männiku ja kaasautorite poolt (Männik jt 2021) kasutades GS-IRMS meetodikat (isotoop- suhete massispektromeetria), mis eeldab tuhandete konodontide kogumist ja pulbriks jahvatamist. Uut andmestikku hangime koostöös Potsdami geoteaduste keskuse labori- ga kasutades ioon-mikroanalüsaatorit (sekundaarioonide massispektromeetria, SIMS; Wu- darska jt 2023). See meetod võimaldab suure täpsusega analüüsida üksikuid konodonte ja nende erinevaid osasid. Esmased uuringutulemused baseeruvad ligi 2 tuh punktanalüüsil sadadest üksikutest konodontidest (Hints jt 2022) ja näitavad üldist ookeanivee jahene- mise trendi Balti paleobasseinis läbi Vara- ja Kesk-Ordoviitsiumi. See kinnitab seniseid uu- ringuid teistest regioonidest (Trotter jt 2008), kuid on vastuolus Baltika triiviga ekvaatori suunas ning settekivimite iseloomuga. Võimalik, et isotoopandmestiku interpreteerimisel

tuleb arvesse võtta ookeanivee keemilise koostise ja pH muutusi. Selle kontrollimiseks on võimalik kasutada täiendavaid geokeemilisi indikaatoreid, nt boori isotoope. Teise intrigeeriva aspektina tuvastasime suure taksonitevahelise isotoopkoostise erinevuse samades proovides, mis temperatuuriks ümberarvutatuna näitab vähemalt 6-kraadist erinevust. Tõenäoliselt asustasid erinevad konodondiliigid erinevat osa ürgmere veesambast – mõned eelistasid sooja pinnalähedast veekihti, teised elasid jahedamas põhjakihis. Kui see on tõesti nii, siis variatsioonide muutus ajas võib olla heaks indikaatoriks paleobasseini sügavuse muutuste ja fatsiaalse differentseerituse hindamiseks. Seda muidugi koos vastavate sedimentoloogiliste ja paleontoloogiliste uuringutega.

Paralleelselt konodontide analüüsimisega kogume andmeid ka üldkivimi ning kaltsiitsete fossiilide (brahiopoodide ja ostrakoodide) süsiniku ja hapniku isotoopkoostise kohta. Kombineerides paleotemperatuuri trende muutustega süsiniku aineringses ning paleoelurikkuse andmetega valitud fossiilirühmade (kitiinikud, konodondid, ostrakoodid, skolekodondid) kohta saame tuvastada kliima ja elustiku arengu vahelised seosed erinevates ökoloogilistes niššides. Senised tulemused näitavad, et Eesti aluspõhi ning meie mikrofossiilid on ainulaadseks arhiiviks Vanaaegkonna kliimauuringutes kaasaraäkamiseks nii regionaalsel kui globaalsel tasemel.

Kasutatud kirjandus

- Hints, O., Männik, P., Wudarska, A., Wiedenbeck, M., Joachimski, M., Lepland, A. 2022. Oxygen isotope composition of Ordovician conodonts: a SIMS approach from the East Baltic. Rmt *Second Annual Meeting of IGCP 735. October 19–20, 2022. Rocks and the Rise of Ordovician Life. Abstract Book*. Hassan II Academy Press, Marrakech, 35–35.
- Männik, P., Lehnert, O., Nõlvak, J., Joachimski, M. M. 2021. Climate changes in the pre-Hirnantian Late Ordovician based on $\delta^{18}\text{O}$ studies from Estonia. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **569**, 110347. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2021.110347>
- Scotese, C. R., Song, H., Mills, B. J., van der Meer, D. G. 2021. Phanerozoic paleotemperatures: The earth's changing climate during the last 540 million years. *Earth-Science Reviews*, **215**, 103503. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2021.103503>
- Trotter, J. A., Williams, I. S., Barnes, C. R., Lecuyer, C., Nicoll, R. S. 2008. Did Cooling Oceans Trigger Ordovician Biodiversification? Evidence from Conodont Thermometry. *Science*, **321**, 550–554. <https://doi.org/10.1126/science.1155814>
- Wudarska, A., Wiedenbeck, M., Hints, O., Männik, P., Lepland, A., Joachimski, M. M. et al. 2023. Oxygen isotope compositions of conodonts – analytical challenges of in situ SIMS studies. *Estonian Journal of Earth Sciences*, **72**, 166–166. <https://doi.org/10.3176/earth.2023.39>