

Püroklastilise komponendi mõju setete päritolu ja murenemise intensiivsuse hindamisele

Eelika Kiil, Tartu Ülikool (eelika.kiil@ut.ee)

Keemiline murenemine on üks levinumaid ja olulisemaid protsesse Maa pinnal. Murenemise intensiivsus on otseselt seotud sademete, temperatuuri (Marshall *et al.*, 1988; Wilson, 2004; Hayes *et al.*, 2020) ja atmosfääri CO² taseme muutustega (Beaulieu *et al.*, 2010; Winnick ja Maher, 2018). Olulist rolli mängivad ka murenevate kivimite olemasolu ja koostis, piirkonna tektooniline evolutsioon, taimestik ja selle tüüp (Cho ja Ohta, 2022). Keemiline murenemine on Maa atmosfääri ja kliima koostise kujundamisel otsustava tähtsusega komponent, mis lisaks kõigele muule mõjutab ka bioevolutsiooni kulgu. Seega on oluline, et minevikusündmuste rekonstrueerimisel mõistaksime seoseid bioloogiliste mitmekesisustumise sündmuste, globaalsete murenemistingimuste muutuste ning setete päritolu vahel.

Kuigi paleomullad on murenemistingimuste kõige otsesemad allikad (Sheldon ja Tabor, 2009; Retallack, 2003), siis nende halb säilivus ja piiratud levik sunnib meid kasutama järjepidevamat merelistesse setetesse salvestatud murenemise informatsiooni. Settekivimites kannab murenemise infot terrigenne komponent, mis koosneb murenemise käigus moodustunud, erodeeritud, transporditud ja ladestatud setteosakestest. Murenemise intensiivsuse hindamiseks kasutatakse tüüpiliselt erinevaid murenemisindekseid. Murenemisindeksid on geoloogilises ajas universaalsed ja neid saab kasutada kivimites Holotseenist Eelkambriumini (Cho ja Ohta, 2022). Erinevate murenemisindeksite (näiteks *Chemical Index of Alteration* (CIA), *Chemical Index of Weathering* (CIW) või *Weathering Index of Parker* (WIP)) suurimaks piiranguks on uuritava kivimi mineraloogiline koostis. Tüüpiliselt sisaldavad settekivimid erinevaid autigeenseid, biogeenseid ja/või mittesilikaatseid mineraale nagu karbonaadid, savimineraalid ja päevakivid (Sugitani ja Mimura, 1998; Ohta, 2008), mis võivad tugevalt mõjutada murenemisindeksite väärtusi.

Ordoviitsiumi Balti basseini karbonaatsetes kivimites esineb arvukalt vulkaanilise tuha (bentoniidi) kihte. Bentoniidid moodustavad siin selgelt eristatavaid, lateraalselt pidevaid ja õhukesi kihte, jäädes mõne millimeetri kuni 70 sentimeetri vahele. Tüüpiliselt moodustavad bentoniidid lähestikku asetsevatest kihtidest koosnevaid seeriaid, mis asuvad spetsiifilistes statigraafilistes intervallides. Ordoviitsiumis leidub bentoniidi

seeriaid enamasti Ülem-Ordoviitsiumi Sandby ja Katy lademetes (nt Jürgenson, 1958; Lapinskas, 1965; Rateev ja Gradusov, 1971; Snäll, 1976; Utsal ja Jürgenson, 1971; Bergström *et al.*, 1992, 1995; Kepežinskas *et al.*, 1994; Kiipli *et al.*, 1997, 2001). Selgelt eristuvad bentoniidi kihid moodustuvad juhul, kui vulkaanipurske maht ületab 1 km³. Väiksemate vulkaanipursete korral ei moodustu selgesti eristuvad kihid, vaid vulkaaniline materjal paikneb kivimis hajusalt (Sigurdsson *et al.*, 1980). Asjaolu, et vulkaaniline materjal võib meresetetes esineda hajusalt on ammu teada (Peters *et al.*, 2000; Scudder *et al.*, 2016). Ümberkristalliseerunud püroklastilist materjali on väga raske eristada detriitset, terrigeenset või autigeenset päritolu materjalist, rääkimata vulkaanilise komponendi kvantifitseerimisest (Scudder *et al.*, 2016).

Geokeemilise massbalansi modelleerimise alusel saame öelda, et vulkaaniline materjal ei asu ainult selgesti eristatavates bentoniidi kihtides, vaid esineb ka hajusalt selgepiiriliste bentoniidikihtide vahelistes lubjakivides. Hajusalt paikneva vulkaanilise komponendi sisaldused ulatuvad kohati 50%-ni. Lisaks erinevad oluliselt vulkaanilist materjali sisaldavate kihtide murenemisindeksid ümbritsevatest vulkaanilise komponendita lubjakivide väärtustest. Ilma vulkaanilise komponendita lubjakivides jäävad CIA väärtused 65 ümber, CIW väärtused vahemikku 95–96 ja WIP 15–25 vahele. Vulkaanilise tuha rikaste intervallide puhul näitavad murenemisindeksite väärtused suurt varieeruvust CIA 55–70, CIW 96–99 ja WIP 40–100. Tulemuste põhjal saame väita, et vulkaaniline komponent mõjutab oluliselt murenemisindeksite väärtuseid ja suure tõenäosusega ka terrigeense materjali päritolu määranguid. Seega on väga oluline hinnata vulkaanilise komponendi mõju murenemisindeksite ja päritolu interpreteerimise juures.

Kasutatud kirjandus

- Beaulieu, E., Goddérís, Y., Labat, D., Roelandt, C., Oliva, P., Guerrero, B. (2010). Impact of atmospheric CO² levels on continental silicate weathering, *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 11, Q07007.
- Bergström, S.M., Huff, W.D., Kolata, D.R., Kaljo, D. (1992). Silurian K-bentonites in the lapetus Region: A preliminary event-stratigraphic and tectonomagmatic assessment. *Geologiska Föreningen i Stockholm Förhandlingar*, 114(3), 327–334.
- Bergström, S.M., Huff, W.D., Kolata, D.R., Bauert, H. (1995). Nomenclature, stratigraphy, chemical fingerprinting, and areal distribution of some Middle Ordovician K-bentonites in Baltoscandia. *GFF*, 117(1), 1–13.
- Cho, T. ja Ohta, T. (2022). A robust chemical weathering index for sediments containing authigenic and biogenic materials. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 608, 111288.

- Hayes, N.R., Buss, H.L., Moore, O.W., Krám, P., Pancost, R.D. (2020). Controls on granitic weathering fronts in contrasting climates. *Chemical Geology*, 535, 119450.
- Jürgenson, E.A. (1958). Metabentonites in Estonian SSR. *Proceedings of the Institute of Geology of the Estonian Academy of Sciences*, 2, 73–85 (in Russian).
- Kepežinskas, K., Laškovas, J., Šimkevičius, P. (1994). Ordovician metabentonites from the Baltic region as a reflection of volcanic activity in the Iapetus paleocean–Tornquist Sea. *Geologija*, 16, 34–42.
- Kiipli, T., Kiipli, E., Kallaste, T. (1997). Metabentonite composition related to sedimentary facies in the lower Silurian of Estonia. *Proceedings of the Estonian Academy of Sciences, Geology*, 46, 93–104.
- Kiipli, T., Männik, P., Batchelor, R. A., Kiipli, E., Kallaste, T. Perens, H. (2001). Correlation of Telychian (Silurian) altered volcanic ash beds in Estonia, Sweden and Norway. *Norsk Geologisk Tidsskrift*, 81, 179–193.
- Lapinskas, P.P. (1965). Lower Silurian metabentonites in Lithuania. *Geology and oil reservoirs in Southern Baltics*, Institute of Geology, Vilnius, 49–63 (in Russian).
- Marshall, H.G., Walker, J.C., Kuhn, W.R. (1988). Long-term climate change and the geochemical cycle of carbon. *Journal of Geophysical Research*, 93, 791–801.
- Ohta, T. (2008). Measuring and adjusting the weathering and hydraulic sorting effects for rigorous provenance analysis of sedimentary rocks: A case study from the Jurassic Ashikita Group, south-west Japan. *Sedimentology*, 55(6), 1687–1701.
- Peters, J.L., Murray, R.W., Sparks, J.W., Coleman, D. S. (2000). Terrigenous matter and dispersed ash in sediment from the Caribbean Sea: results from Leg 165. In *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results*, 165, 115–124.
- Rateev, M.A., Gradusov, B.P. (1971). Types of mixed-layer varieties of micamontmorillonitic series in Silurian-Ordovician metabentonites of the Baltic area. *Lithology and Mineral Resources*, 2, 74–83 (in Russian).
- Retallack, G.J. (2003). Soils and global change in the carbon cycle over geological time, in Holland, H.D. ja Turekian, K.K., *Treatise on Geochemistry*, Pergamon Press, 581–605.
- Scudder, R.P., Murray, R.W., Schindlbeck, J.C., Kutterolf, S., Hauff, F., Underwood, M.B., Gwizd, S., Lauzon, R., McKinley, C.C. (2016). Geochemical approaches to the quantification of dispersed volcanic ash in marine sediment. *Progress in Earth and Planetary Science*, 3(1), 1.

- Sheldon, N.D. ja Tabor, N.J. (2009). Quantitative paleoenvironmental and paleoclimatic reconstruction using paleosols. *Earth-Science Reviews*, 95, 1–52.
- Sigurdsson, H., Sparks, R.S.J., Carey, S.N., Huang, T.C. (1980). Volcanogenic Sedimentation in the Lesser Antilles Arc. *The Journal of Geology*, 88(5), 523–540.
- Snäll, S. (1976). Silurian and Ordovician bentonites of Gotland (Sweden). *Acta Universitat Stockholm*, 31, 1–80.
- Sugitani, K. ja Mimura, K. (1998). Redox change in sedimentary environments of Triassic bedded cherts, central Japan: Possible reflection of sea-level change. *Geological Magazine*, 135(6), 735–753.
- Utsal, K.R., Jürgenson, E.A. (1971). Mineralogy of Estonian metabentonites. *Eesti NSV Teaduste Akadeemia Toimetised, Keemia, Geoloogia*, 20, 336–348 (in Russian).
- Wilson, M. (2004). Weathering of the primary rock-forming minerals: Processes, products and rates. *Clay Minerals*, 39, 233-266.
- Winnick, M.J. ja Maher, K. (2018). Relationships between CO², thermodynamic limits on silicate weathering, and the strength of the silicate weathering feedback. *Earth and Planetary Science Letters*, 485, 111-120.