

RADIOANGLIES KAUPIMOSI DRŪKŠIŲ EŽERO EKOSISTEMOJE TYRIMAS

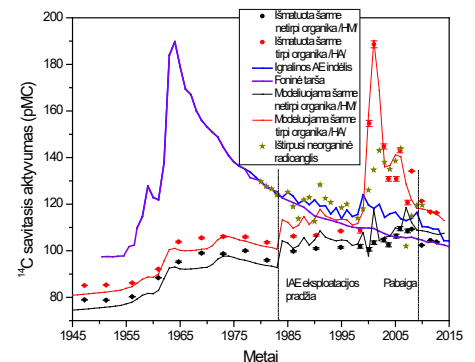
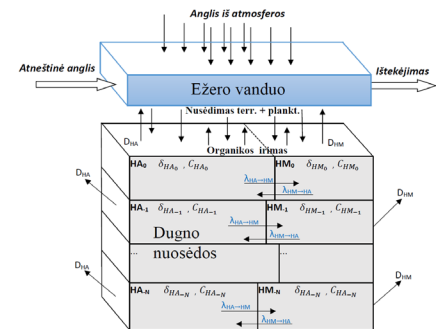
Evaldas Maceika, Rūta Barisevičiūtė, Žilvinas Ežerinskis, Justina Šapolaitė,
Algirdas Pabedinskas, Laurynas Butkus, Laurynas Juodis, Rūta Druteikienė

Branduolinių tyrimų skyrius, Fizinių ir technologijos mokslų centras
el. paštas: evaldas.maceika@ftmc.lt

1983-2009 m. laikotarpiu eksploatuota Ignalinos Atominė elektrinė (IAE) Drūkšių ežerą naudojo kaip aušinimo baseiną, kuris pasižymi santykinai ilgu vandens pasikeitimo laikotarpiu (3-4 metai). Nesumaišyti jo dugno nuosėdų sluoksniai gali būti panaudoti kaip natūralus „metraštis“, bylojantis apie branduolinės jėgainės poveikį ežero ekosistemai su didele (kelerių metų) laikine skyra. Panaudojus FTMC greitintuviniu masių spektrometru išmatuotas ^{14}C koncentracijas Drūkšių ežero dugno nuosėdų sluoksniuose, pavyko sukurti radioanglies ciklo ežero ekosistemoje modelį, retrospektyviai įvertinantį ežero taršos radioanglimi šaltinius. Modeliuojamas ^{14}C vertikalusis profilis dviejose dugno nuosėdų organinėse frakcijose: šarme tirpioje HA (būdinga santykinai mobilioms humusinėms rūgštims) ir šarme netirpioje HM (būdinga mažai mobiliam huminui). Radioanglies mainai tarp terpių bei jos praradimas iš ekosistemos aprašoma pirmos eilės diferencialinių lygčių sistema. Atsižvelgiama į ^{14}C patekimą į sistemą iš atmosferos bei su upeliais atneštine radioanglimi, kasmetinį radioanglies nusėdimą užsiklojančiuose dugno nuosėdų sluoksniuose, jos persiskirstymą tarp HA ir HM organinių frakcijų bei praradimą dėl organikos dekompozicijos. Modelio schema pavaizduota Pav. 1.

Srautus aprašančių modelio parametų vertės buvo nustatytos empiriškai, remiantis matavimų duomenis: ^{14}C koncentracijomis, stabilių izotopų $\delta^{13}\text{C}$ ir C/N santykiais. Kaip įvesties informacija naudojama ežero vandenyje išmatuota ištirpusios neorganinės radioanglies (INA) koncentracijų ilgametė eiga. Trūkstantis INA duomenis ankstyviesiems (iki 1980 m.) laikotarpiais galima patikimai atstatyti panaudojant Drūkšių ežero pakrantėse augančių medžių rievėse išmatuotas ^{14}C koncentracijas. Iš radioanglies dugno nuosėdų sluoksniuose matavimų [1] bei modeliavimo duomenų matyti ženkliai Ignalinos AE eksploatacijos lemta viršfoninė ^{14}C tarša (žr. Pav. 2). Per pirmuosius 15-a IAE eksploatacijos metų (iki 2000 m.) jėgainė į Drūkšių ežerą išmesdavo $2,4 \pm 3,7 \cdot 10^8$ Bq/metus, daugiausiai ji buvo INA junginiuose. 2000-2001 laikotarpiu stebimas ženkliai padidintas taršos radioanglimi ^{14}C epizodas (apie $1,8 \cdot 10^9$ Bq/metus). Modeliuojant įvairius hipotetinius taršos scenarijus nustatyta, kad tarša taip pat paveikė persiskirstymą tarp HA ir HM frakcijų ežero dugno nuosėdose pusiausvyra, kad pusiausvyra atsistatė tik po 2006 m. Tikėtina, kad ^{14}C į ežerą pateko su organiniais cheminiais teršalais.

Pav. 1. Anglies ciklo modelio schema ežero ekosistemoje: „ežero vanduo - dugno nuosėdos“.



Pav. 2. Išmatuotų ir modeliniais skaičiavimais atkurta ^{14}C savitojo aktyvumo metinė kaita Drūkšių ežero dugno nuosėdų sluoksniuose (atskirai šarme netirpioje HM bei šarme tirpioje HA frakcijose). Modeliniams skaičiavimams taikytos prielaidos: A) persiskirstymo spartos $\lambda_{HA \rightarrow HM}$ tarp HA ir HM organinių frakcijų buvo pakitusios 2000-2006 laikotarpiu; B) Papildoma trumpalaikė tarša ^{14}C radioanglies junginiais 2000-2001 laikotarpiu. Skaičiavimuose taikytos ištirpusios neorganinės radioanglies savitojo aktyvumo vertės paimtos [2], o ^{14}C aktyvumas atmosferoje [3].

Rezultatų ekstrapoliacija bei naujai matavimų duomenys rodo, kad ^{14}C koncentracija Drūkšių ežero ekosistemoje grįžo į foninį lygį tik po 2019 m. t.y. po 10 metų nuo jos eksploatacijos nutraukimo.

Literatūra

1. Barisevičiūtė, R., Maceika, E., Ežerinskis, Ž., Šapolaitė, J., Butkus, L., Mažeika, J., Rakauskas, V., Juodis, L., Stepnėnas, A., Druteikienė, R., Remeikis, V., 2020. PLoS ONE **15** (8): e0237605. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0237605>
2. Mažeika, J., 2010. Carbon-14 in terrestrial and aquatic environment of Ignalina nuclear power plant: sources of production, releases and dose estimates, in: Tsvetjov, P. V. (Ed.), Nuclear Power. InTech, Rijeka, p. 388.
3. Pabedinskas, A., Maceika, E., Šapolaitė, J., Ežerinskis, Ž., Juodis, L., Butkus, L., Bučinskas, L., Remeikis, V. 2019. Radiocarbon 1–13. <https://doi.org/10.1017/rdc.2019.77>