

Paleomagnetizem jamskih sedimentov v Sloveniji – implikacije za neotektoniko ozemlja

M. Vrabc¹, N. Zupan Hajna², A. Mihevc², P. Pruner³, Bosák P.^{2,3}

Ključne besede: paleomagnetizem, magnetostratigrafija, jamski sedimenti, Jadranska mikroplošča, Dinaridi, neotektonika

Keywords: paleomagnetism, magnetostratigraphy, cave sediments, Adriatic microplate, Dinarides, neotectonics

Ozemlje slovenskih Dinaridov je večinoma zgrajeno iz mezozojskih karbonatnih kamnin in paleogenskega fliša. Zaradi manjkajočega kamninskega zapisa zato zelo težko časovno opredelimo tektonske, paleoklimatske in druge procese za obdobje zadnjih 30 milijonov let, ki pa je zelo pomembno z vidika intenzivnosti dogajanj in relevantnosti za razumevanje današnjega stanja.

Dragocen dodaten vir podatkov predstavljajo sedimenti v kraških jamah. Ti so lahko alohtoni, to so večinoma klastični sedimenti, ki so jih v podzemlju odložile reke ponikalnice, ali avtohtoni, npr. siga. Sistematične raziskave jamskih sedimentov v slovenskih jamah v zadnjih 15 letih z različnimi absolutnimi in relativnimi metodami datacij so pokazale, da so sedimenti mnogo starejši, kot se je prvotno domnevalo, saj ugotovljene starosti pokrivajo ne le celotno obdobje pleistocena (do pred 2,5 Ma), temveč tudi pliocena (do pred 5,3 Ma) in segajo celo v miocen. Ker pa so procesi sedimentacije v jamah zelo kompleksni in pod močnim vplivom lokalnih dejavnikov, sedimentni profili pa običajno debeli le do nekaj m in prekinjeni z večimi diskordancami, je interpretacija jamskih sedimentov in iz njih izhajajočih podatkov o površinskih in podpovršinskih procesih zelo kompleksna.

Pomebno orodje pri datiranju so bile paleomagnetne raziskave jamskih sedimentov. Paleomagnetizem je pojav, ko se v kamninah, ki vsebujejo magnetne, navadno železove minerale, ohrani zapis usmerjenosti in intenzitete Zemljinega magnetnega polja iz časa nastanka kamnine. Orientirani vzorci nekonsolidiranih jamskih sedimentov so bili vzorčevani z nemagnetno plastično škatlico s stranico 2 cm, orientirani vzorci konsolidiranih kamnin in sige pa so bili na to velikost razžagani v laboratoriju. Komponente remanentne magnetizacije in njihov geološki izvor so bile ugotovljene z demagnetizacijo vzorcev v izmeničnem polju 100 mT v 12 – 16 korakih in s termično demagnetizacijo v MAVACS sistemu magnetnega vakuma. Določene so bile vrednosti magnetne susceptibilnosti, naravne remanentne magnetizacije, magnetne deklinacije in magnetne inklinacije.

Datacija s pomočjo paleomagnetnih podatkov je relativna geokronološka metoda, ki temelji na dejstvu, da se je skozi geološko zgodovino polarnost Zemljinega magnetnega polja občasno zamenjala; tako poznamo obdobja normalne (enake današnji) in inverzne polarnosti. Ugotovljeno zaporedje normalnih in reverznih polarnosti v danem sedimentnem profilu poskušamo korelirati z globalno paleomagnetno časovno lestvico, ki je bila sestavljena s kompilacijo paleomagnetnih podatkov, ki so bili datirani z drugimi, predvsem

¹ UL - Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za geologijo, Privoz 11, 1000 Ljubljana

² Inštitut za raziskovanje krasa ZRC SAZU, Titov trg 2, 6230 Postojna

³ Institute of Geology AS CR v.v.i., Research centre Puškinovo náměstí, Rozvojová 135/1, CZ-165 00 Praha

radiokronometričnimi metodami. Metoda je spremenljivo natančna in je pri jamskih sedimentih lahko problematična zaradi nezveznosti sedimentacije, zato je bilo za izboljšanje zanesljivosti datacij potrebno uporabiti tudi ostale ugotovljene magnetne lastnosti in kombiniranje z drugimi metodami (biostratigrafija, absolutne datacije) in s posrednimi, npr. geomorfološkimi kriteriji.

Pridobljeni podatki o paleomagnetizmu jamskih sedimentov pa so uporabni tudi za raziskave v tektoniki. Paleomagnetna inklinacija nam pove zemljepisno širino, na kateri so se kamnine nahajale ob nastanku in zato predstavlja pomemben podatek v rekonstrukcijah premikanja litosferskih plošč, vendar pa za obdobje zadnjih 10 – 20 Ma, ki ga pokrivajo podatki iz slovenskih jamskih sedimentov, ti podatki ne povedo nič novega. Veliko zanimivejši so podatki o paleomagnetni deklinaciji, ki nam pove, za koliko so bile kamnine od nastanka do danes okoli vertikalne osi zarotirane od smeri severa. Ta rotacija je spet lahko posledica premikanja litosferskih plošč, lahko pa jo povzročijo tudi čisto lokalni tektonski dejavniki, npr. rotacije tektonskih blokov ob zmičnih prelomih, ali translacije in rotacije naravnih enot pri narivanju. Seveda so paleomagnetno ugotovljene rotacije lahko posledica kombiniranega učinkovanja globalnih in lokalnih tektonskih premikanj, zato njihova interpretacija ni vedno enostavna.

Ozemlje Slovenije paleogeografsko pripada Jadranski mikroplošči, katere kolizija z Evrazijo je v terciarju povzročila nastanek Alp in Dinaridov. Tektonske kinematske rekonstrukcije, paleomagnetne raziskave in moderne meritve premikanja litosferskih plošč z GNSS tehnologijo so pokazale, da je Jadranska mikroplošča glede na Evrazijo rotirala v protiurni smeri in da ta rotacija poteka še danes. Paleomagnetne raziskave zgornjekrednih in paleogenskih kamnin Istre in Kvarnerskih otokov, ki so najmlajše dosegljive kamnine na nedeformirani Jadranski plošči, kažejo na zelo konsistentno zarotiranost za okoli 30° v protiurni smeri. Paradoksalno kažejo zelo podobno zarotiranost tudi miocenske sedimentne kamnine ponekod v Panonskem območju Slovenije, Hrvaške in Madžarske, iz Dinarskega območja pa podatkov o neogenskih in mlajših rotacijah doslej nismo imeli.

Podatki paleomagnetne deklinacije iz jamskih sedimentov v jamah na dinarskem krasu in v Julijskih in Kamniško-Savinjskih Alpah dokaj enotno kažejo rotacije v protiurni smeri, ki znašajo do 20°, večinoma pa med 10° in 0°. Precej konsistentno se kaže časovni trend, še posebej na daljših profilih sedimentov, kjer je bilo mogoče določiti več različno starih deklinacij, po katerem najmanjši iznos rotacije kažejo najmlajši sedimenti, s starostjo pa deklinacija narašča. Tako imajo sedimenti starejši od 2 Ma deklinacijo nad 10°, mlajši od 500.000 let pa le nekaj stopinj ali sploh nič. Od tega trenda opazneje odstopajo predvsem nekateri več Ma stari sedimenti iz jam klasičnega Krasa, ki praktično ne kažejo deklinacije.

V grobem so torej paleomagnetne rotacije izmerjene v mladih jamskih sedimentih skladne z modelom mikroplošče, ki progresivno rotira v protiurni smeri. Vendar pa se pri tektonski interpretaciji rotacij pojavi več zanimivih odprtih vprašanj. Koliko so izmerjene rotacije v notranjosti Slovenije v resnici posledica premikanja Jadranske mikroplošče, katere strukturno mejo na površju ponavadi postavljamo na najjužnejše narive v slovenski Istri? Ali se namesto tega ozemlje deformira z "domino" rotacijami tektonskih blokov ob NW-SE usmerjenih dinarskih prelomih? Kako razložiti različne hitrosti rotacij v različnih časovnih merilih (30° v 60 Ma, 10-20° v zadnjih 1-3 Ma, ~0,3°/leto v modernem času po GNSS meritvah) in kako jih uskladiti s tektonskimi modeli, ki predvidevajo bolj ali manj stacionarne regionalne deformacije?