

**A MELEDIC-FENNSÍK (ROMÁNIA) SÓKARSZTOS FELSZÍN-
FORMÁINAK VIZSGÁLATA**

**INVESTIGATION OF THE SALT KARST LANDFORMS OF THE
MELEDIC PLATEAU (ROMANIA)**

MÓGA JÁNOS¹ – STRAT, DANIELA² – MARI LÁSZLÓ¹ –
GHEORGHE, IULIANA FLORENTINA³ – LIPPMANN LÁSZLÓ⁴ –
BÓDAI BARBARA¹

¹ELTE Természetföldrajzi Tanszék 1117. Budapest, Pázmány P. sétány 1./C
jmoga@freemail.hu

²Bukaresti Egyetem, Faculty of Geography, 1, Nicolae Bălcescu Avenue
Bucharest, Romania

³Faculty of Ecology and Environmental Protection, Ecological University of
Bucharest, Blvd. Vasile Milea 1 G, Bucharest, Romania

⁴Földmérési és Távérzékelési Intézet (FÖMI), 1149
Budapest, Bosnyák tér 5.

Abstract: In this study, we have summarised the results of the salt karst landforms of Meledic Plateau (Romania). For the morphometric examination of dolines, we used field measurements and drone images which were evaluated by photogrammetric analyses. In addition to field imagery/photographing, we also used drone images to examine the typical plant communities/vegetation formations of the wetlands (doline lakes) of the salt karst. We examined the change in the surface coverage based on satellite images, according to the Corine method. We carried out hydrochemistry examinations on the samples taken from karst springs and cave streams, and we studied secondary salt precipitations.

keywords: saltkarst, karst geomorphology, covered karst, karst landuse, fotogrammetry, GIS, salt cave, secondary salt precipitations, Meledic plateau

Bevezetés

A vizsgálatunk tárgyát képező Meledic-sókarstot a Bodza-folyó mentén jelenleg szerveződő geopark (Buzau Geopark) területéhez kapcsolódik. A Geopark a Keleti-Kárpátok Szubkárpátoknak nevezett zónájában helyezkedik el, ami egyedülálló földtani-morfológiai értékeket (sókarstok, iszapvulkánok, homokkő sziklaalakzatok, geológiai alapszelvények stb.), nagy biológiai diverzitást és jelentős kulturális örökséget őrzött meg területén (IRIMIA – IRIMUS 2012, ROMANESCU et al., STOICA et al. 2017). A

geopark területe a Tarkői-takarórendszer töréses, gyűrt harmadidőszaki rétegeiből, a Szubkárpáti-takarórendszerhez tartozó miocén márga, homokkő, só és gipsz, molassz típusú üledékeiből, valamint a Belső Előtérsüllyedék tengeri homokkő, márga, továbbá tavi, delta és folyóvízi környezetben lerakódott rétegeiből épül fel. A Slanic-völgy (Slănicul de Buzău) mentén emelkedő Meledic-sókarszton jól megfigyelhetők a Messinai sókrízisnek nevezett földtani esemény képződményei (STOICA et al. 2017, 1. ábra). A Meledic-fennsík sódiapírján a jól oldódó sókőzet felszínén látványosan jelennek meg a sókarsztos felszínformák, amelyet a hagyományos gazdálkodás, a geológiai sokféleség és a sajátos élőhelyi adottságok mellett biológiai sokszínűség is jellemez.

Tanulmányunkban a Meledic-fennsíkon az utóbbi két évben végzett sókarsztos kutatásaink eredményeiből adunk összefoglalást. A szabálytalan négyszög alakú kb. 600 m magas és mintegy 4 km² kiterjedésű, részben fedett sófennsík meredek lejtőkkel emelkedik ki a szomszédos völgyekből, tetején és a lejtőkben nagy változatosságban felszíni és felszín alatti sókarsztos formák alakultak ki. A sótestben nyíló számos barlang (víznyelőbarlangok, forrásbarlangok) közül méretével kiemelkedik az 1980-ban feltárt 6S-barlang, amely akkoriban a Föld leghosszabb sóbarlangja volt. Terepbejárásaink során a Meledic-fennsík fedett és nyíltkarsztos térszínein (utóbbi 0,32 km², a fennsík teljes területének 7,6%-a) kialakult felszínformáit egyaránt tanulmányoztuk. A felszínformák morfometriai vizsgálatához drón felvételeket használtunk.

Célok és módszerek

Kutatásunk fő célja a Meledic-fennsík fedettkarsztos és nyíltkarsztos felszínformáinak morfológiai, morfometriai vizsgálata volt, továbbá a sókarszton lejátszódó gyors felszínformáló folyamatok megismerése, a hatótényezők feltárása és követése. A sódolinák típusainak meghatározására, ill. a kisebb felszínformák morfometriai jellemzőinek vizsgálatára, a terepen végzett mérésekhez geológus kompaszt használtunk, amit quadrokopterrel készített légi felvételek kiértékelésével egészítettünk ki. Ez a módszer alkalmas arra, hogy a vizsgálni kívánt felszíni formákat lokalizálni, modellezni és mérni tudjuk. A földrajzi vetületbe illesztés terepen mért GPS pontok alapján történt. Az átfogó geomorfológiai, morfometriai vizsgálatokhoz a Google Earth által a területről elérhető műholdképeket használtuk fel, a méréseket Global Mapper 17. szoftverrel végeztük.

A sókarszti felszínformáinak kialakulásában a földtani felépítés, éghajlati és vízrajzi sajátosságok mellett az utóbbi évszázadok során a hagyo-

mányos gazdálkodásnak is szerepe volt. A természetes növénytakaró átalakítása, részben kipusztítása, a rét és legelőgazdálkodás, és az azt követő talajerózió jelentős hatást gyakorolt a karsztos vízhálózatra és a felszíni, ill. talajtakaró alatt lejátszódó oldási folyamatokra. Az ökológiai folyamatok és a sókarsztos mélyedésekben kialakult vizes élőhelyek közötti kölcsönhatást a dolinátavak növénytársulásainak terepi felvételezésével, ill. drón felvételek kiértékelésével vizsgáltuk. Műhold felvételek alapján készítettük el a sókarszt felszínborítás térképét a Corine módszer alapján. A forrásokból és csepegő vizekből vett néhány mintán vízkémiai vizsgálatot végeztünk, és elkezdtük a másodlagos sókiválások tanulmányozását a barlangokban és a felszínen.

Irodalmi áttekintés

A sóközetek (gipsz, anhidrit, kősó) elterjedése a Földön jóval kisebb, mint a többi jól oldódó kőzeté, de ahol a felszín közelében vannak, hasonló felszínformák alakulnak ki, mint a karbonátos kőzetekből álló karsztokon, különböző karrformák, víznyelők, dolinák, vakvölgyek és poljék egyaránt előfordulhatnak. Szinte minden sókarsztokkal foglalkozó tanulmány hangsúlyozza, hogy az evaporit karsztokon kialakult formák gyorsabban fejlődnek, és hamarabb elpusztulnak, mint a klasszikus karsztvidékeken. A formák hasonlósága miatt a sókarsztos formák nevezéktana lényegében megegyezik a karbonátos kőzeteknél használt nevekkkel és kifejezésekkel (*BALOGH* 1991, *VERESS* 2004, 2016; *WALTHAM* et al. 2004, *FORD*, *WILLIAMS* 2007). A Föld eltérő éghajlatú területein található sóközeteken végbemenő oldási folyamatokkal és a rajtuk kialakuló formakincs kutatásával számos tanulmány foglalkozik, amelyek rámutatnak a karbonátos kőzetekétől eltérő morfológiai különbségekre is (*JAKUCS* 1971, *BALÁZS* 1990, *ZÁMBÓ* 1992, *ZENTAI* 1994, *MACALUSO*, *SAURO* 1996, *VERESS* 2004, *WARREN* 2006, *FORD*, *WILLIAMS* 2007, *MADONIA*, *SAURO* 2009, *FILIPPI* et al 2011, *VERESS* et al. 2011, *GUTIÉRREZ*, *LIZAGA* 2016). Hangsúlyozzák az éghajlat szerepét, amely alapvetően meghatározza a sókarsztos táj jellemzőit, a formák méretét és a formakincs változatosságát is. A csapadékos területek intenzív oldási folyamatai hamar felemésztik a sóközetet, ha az felszínre kerül, a száraz területeken a formák változatosabbak és időt állóbbak. A csapadékos területeken, így a Kárpát-medencében és a Kárpátokban is lényegében csak a fedőrétegek alatt maradhatnak meg hosszabb időn át a felszínre vagy felszín közelébe emelkedett sóközetek, így főleg a fedett karsztos jelenségek jellemzik. A nyílt karsztok kis területen fordulnak elő, és gyorsan változik a

formakincsük (*ZÁMBÓ* 1992, *ZENTAI* 1994, *VERESS* 2004, *VERESS* et al. 2011).

A sóközetekben kialakult barlangokkal is számos tanulmány foglalkozik, főleg iráni, izraeli, szicíliai sókarsztos területek vizsgálatának eredményeire támaszkodtunk (*GIURGIU* 1985, *FRUMKIN* 1994, 2013, *BOSÁK* et al. 1999, *FRUMKIN*, *RAZ* 2001, *BRUTHANS*, *ZEMAN* 2003, *MARUNTEANU*, *DUMITRU* 2010, *FRUMKIN* et al. 2011, *GUTIÉRREZ – LIZAGA* 2016).

A másodlagos sókiválások közül az iráni sódiapirok felszínén végzett vizsgálatok alapján hasonló genetikai alapú osztályozási rendszert alkalmaztunk a Meledic-fennsík sókiválásainak vizsgálata során (*FILIPPI* et al. 2011). Az utóbbi években a Kárpátokban és a Kárpát-medence sókarsztos területein is örvendetesen szaporodtak a sókarsztos kutatások, felölelve a sókarszt teljes vertikumát a karsztgenetikától a formaképződésig (*GIURGIU* 1985, *ZENTAI* 1994, *NAPARUS* 2009, *MARUNTEANU*, *DUMITRU* 2010, *ROMANESCU* et al. 2015, *VERESS* et al. 2011, *IRIMUS*, *TOMA* 2012, *MÓGA* et al. 2015, 2017; *STOICA* et al. 2017). Az utóbbi években készült tanulmányok egy része a sokáig rejtőzködő földtani és morfológiai örökség megismerésére irányul, ill. a kibontakozó geoturizmus fejlesztését szolgálja. Különösen igaz ez a Meledic-fennsík sókarsztjával kapcsolatban, mivel ez a most szerveződő Bodza-folyó menti geopark (Buzau Geopark) területére esik és számos geotop található a területén (*SAVA* et al. 2010, *IRIMIA*, *IRIMUS* 2012, *ROMANESCU* et al., *STOICA* et al. 2017).

A kutatás helyszíne, földtani felépítése

A Keleti-Kárpátok déli szegélyén a Slanic-völgy (Slănicul de Buzău) mentén, Lopatari falutól délre egy óriási só diapir található, amely a Szubkárpáti-takaró és a Tarkói-takaró érintkezésénél emelkedik ki. A Meledic-plató sódiapírja a Szubkárpáti-takaró és a Kárpáti előmélyedés (molasz öv) határa mentén az alsómiocén helvéciai üledéksorba benyomult, bádeni (tortonai) korú, összetételét tekintve agyag, gipsz, konglomerátum és pala rétekbe préselődött só formáció. (*NAPARUS* 2009, *STOICA* et al. 2017). A diapir struktúra felső részében és külső oldalán kaotikusan meggyúrt üledékek láthatók, amelyek sóbreccsa szerűen jelennek meg, és bennük főleg vöröses, homokszerű anyag és zöld színű palatörmelék, valamint a fiatalabb formációkhoz tartozó, sóba ágyazódó márgás, homokköves rétegek töredékei találhatóak. A Meledic diapir kiemelkedését a tektonikai hatások mellett a sóközet és a körülötte elhelyezkedő flis üledékek közti sűrűségkülönbség okozta. A lejtők aljában gyakran sós források fakadnak. A

Slanic-völgy Lopatar és Manzalesti között keresztezi a Szubkárpáti-takarórendszert és a Kárpáti Előmélyedés képződményeit. E szerkezetek miocén korú lerakódásokból állnak (felső burdigaliai, bádeni, szarmata és alsó meótiszi). A sókarszt környezetében Bádeni tufa rétegek, gipsz betelepülésekkel tagolt Burdigaliai márgák, Mactra kagylókban gazdag szarmata homokkövek, a szarmata / meótiszi határon lerakódott, vöröses kontinentális üledékek jelennek meg (STOICA et al. 2017, 1. ábra).



1. ábra: Miocén rétegek felszínre bukkanása a Meledic-sókarszt peremén
Fig. 1. Miocene layers outcrop on the slope of the Meledic saltkarst

A sóréteg tetejét néhány méter vastagságban részben a sötömzs és a sóbreccsa oldódása során helyben keletkezett oldási maradék, részben a szomszédos, flis üledékekből álló hegyoldalakról lehordott üledék (proluvium) fedi be. A területű Meledic-fennsík területének túlnyomó részét üledékek fedik, azaz fedett karsztnak tekinthető, méréseink szerint mindössze 7,6 %-a nyílt karszt, ahol a sókőzetek a meredek lejtőkben, a dolinák és víznyelők alján és oldalán felszínen vannak.

A szabálytalan négyszög alakú Meledic-fennsík kb. 410-610 m magas és mintegy 4 km² kiterjedésű, részben fedett sófennsík felszíni és felszín alatti sókarsztos formákkal (sekély szuffóziós dolinák, oldásos töbrök, mély víznyelős töbrök, tavas dolinák, uvalák, víznyelők, karrmezők, szurdokvölgyek és barlangok). A fennsík központi, legmagasabb részéről kiinduló völgyek (Meledic- és Só-völgy, „Grand Kanyon”, Valea Gradinii,) vízfolyásai sugár irányban futnak le a fennsíkot minden oldalról határoló fő völgyek

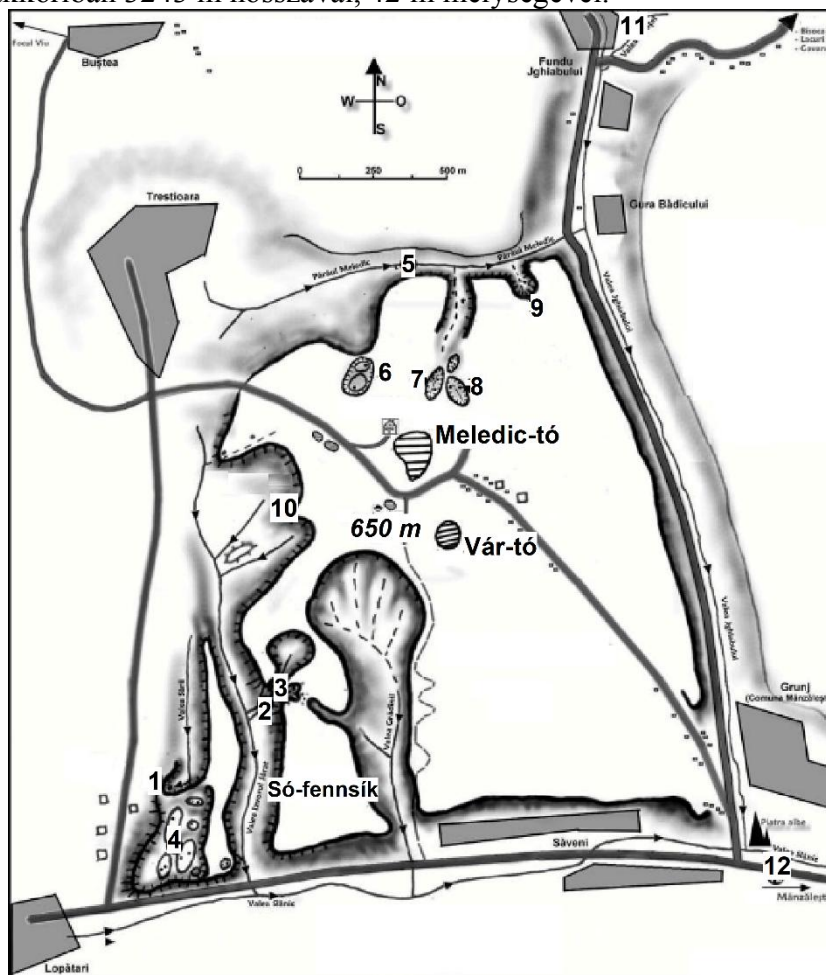
(északon a Meledic-patak völgye, nyugaton a Sós-forrás-völgye (Valea Izvorul Sarat), keleten a Zgyáb-patak völgye (Valea Jgheabului), délen a Slanic-folyó völgye felé (2. ábra). Utóbbi gyűjti össze az összes, Meledic-fennsíkről lefolyó vízfolyást.

Eredmények és diszkusszió

A sókarsztos fennsík teteje tipikus fedett karszt, a szuffózió, oldás, agyag bemosódás következtében kialakuló süppedéses folyamatok mellett a lejtős tömegmozgásos folyamatok, csuszamlások alakították hullámossá. Utóbbiak a sós, agyagos rétegek átnedvesedésének következményei. A fennsík nem teljesen egyenletes, sok kerek zárt, lapos mélyedés (töbör és uvala) található. Némelyik teljesen száraz, másokban állandó vagy időszakosan vízzel borított tó, láp, mocsár, ill. vizes élőhely alakult ki. Ezekben a mélyedésekben az odaáramló víz beszivárgása miatt kezdődik meg az eltemetett helyzetű sóközet oldódása, így a fedettkarsztos formakincs fejlődése. A kisebb karsztos mélyedéseken kívül két nagy tó, a Meledic-, és Vár-tó (Lacu Castelului) található a sókarszt tetején.

A fennsík legnagyobb tava az édesvízű Meledic-tó (Lacu Mare), egy nagy dolinában alakult ki, valószínűleg az ott nyíló víznyelő eltömődésével. A Global Mapper 17. program segítségével műhold felvételen történt méréseink szerint a tó vízfelszíne 9470 m², átmérője 261 m. Egy korábbi, 1969-es mérés szerint (GASTESCU, DRIGA 1969) területe 0,72ha=7200m², legnagyobb mélysége 5,4 m, térfogata 16430 m³. Úgy véljük, hogy a vízfelületben jelentkező eltérést a száraz évszakban kialakuló alacsonyabb vízállás, esetleg az eltérő mérési módszer okozhatta. A terepen, függő mélységmérővel végzett méréseink szerint a legnagyobb mélysége 9 m, de a helybeliek szerint mélyebb is lehet, azonban a mérőzsinór elszakadása miatt a feltételezett legmélyebb pontnál nem tudtunk mérni. A tó vize főleg a csapadékból származik, amely a Meledic-fennsík legmagasabb tetőiről kisebb tavakon, csorgókon, lapos, mocsaras területeken keresztül időszakosan átfolyó víz. A tó lefolyása időszakos, az északi oldalon lévő völgyben van túlfolyása, ha a vízszintje eléri a dolina legalacsonyabb peremét a csapadékos időszakokban. A tó észak felé túlfolyó vize táplálja a fennsík északi peremén folyó Meledic-patakot, amely mély szurdokvölgyet vágott a sóközetekbe. A tóból kifolyó víz eredetileg a felszínen folyt a szurdok felé, de napjainkra mélybe-fejeződött. A kaptúra a 1. 2. 3. számú víznyelős dolinánál történt, ahonnan a sókarsztos terület leghosszabb barlangján, a 6S jelű barlangon folyik keresztül, aminek a karsztforrása a Meledic-szurdokvölgyben fakad. Az 1980-

ban feltárt, háromszintes 6S-barlang a Föld leghosszabb ismert sóbarlangja volt akkoriban 3243 m hosszával, 42 m mélységével.



2. ábra: Jelmagyarázat: 1. Sól-völgy nagy barlangja, 2. Nagy-Kanyon, 3. Sól alagút, 4. DN-i karszt, 5. Kis olajforrás a Meledic-patakban, 6. Nagy-dolina a 7S-barlang víznyelőjével, 7. Dolina a 6S-barlang víznyelőjével, 8. Dolina a 9S-barlang víznyelőjével, 9. Kis-Amfiteátrum, 10. Nagy-Amfiteátrum, 11. A Saratel-völgy, 12. Manzalesi Falumúzeum (Scherz 1985 nyomán)
 Fig. 2. Legend: Large Cave of Salt valley, 2. "Grand Canion", 3. Salt tunnel, 4. SW Salt karst, 5. small oil spring in Meledic creek, 6. Large sinkhole of 7S cave, 7. sinkhole of 6S cave, 8. sinkhole of 9S cave, 9. "Small Anfiteater", 10. "Grand Anfiteater", 11. Saratel valley, 12. Manzalesi village Museum. (after Scherz 1985)

A második legnagyobb méretű tó a Vár-tó (Lacu Castelului) szintén egy dolinában alakult ki, amelynek területe a műhold felvételen Global Mapper szoftver segítségével végzett mérések alapján 2587 m². Egy koráb-

bi mérés szerint 1969-ben (*GASTESCU, DRIGA 1969*) $3800 \text{ m}^2 = 0,38 \text{ ha}$, legnagyobb mélysége 3,9 m, térfogata 6857 m^3 volt. (3. ábra).

A fennsík peremén kialakult mély szurdokvölgyek feltárják a sódiapír és környezetének jellegzetes üledékeit, a sórétegeket, a sóbreccsát és a beágyazódott márgás, homokköves rétegeket és a feltűnően élénk színű vöröses, homokszerű üledékeket.

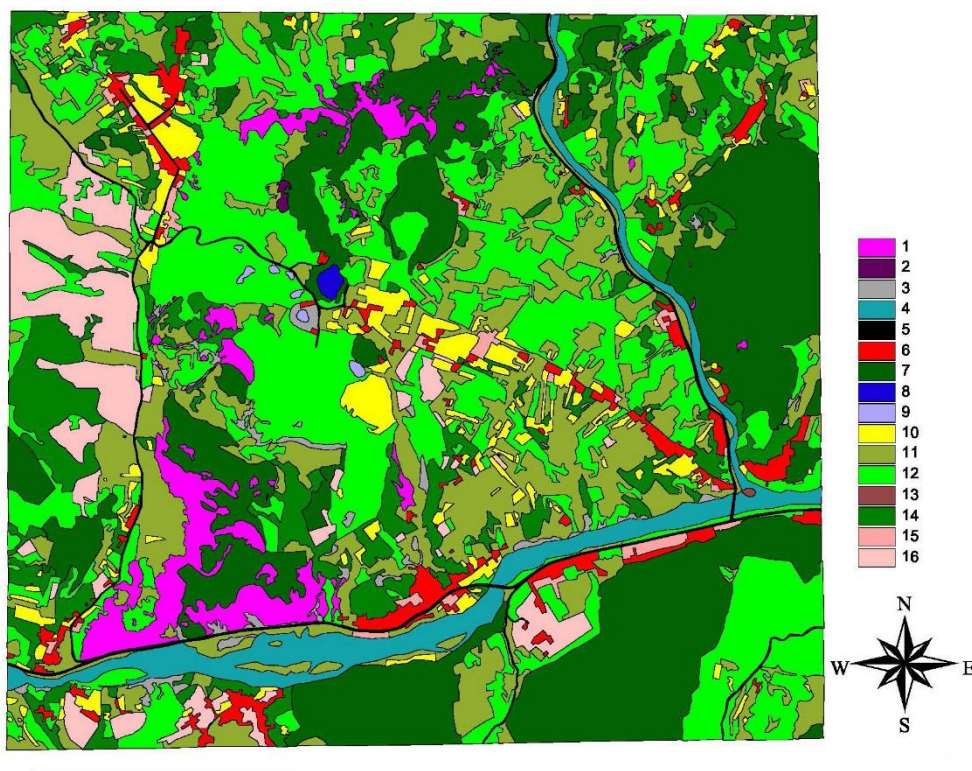
A Meledic-fennsík területén az elmúlt 25 év feljegyzései alapján az átlagos éves csapadékmennyiség 650-700 mm, nyári csapadék maximummal, (júniusban 78 mm). Az éves átlaghőmérséklet $10,7 \text{ }^\circ\text{C}$, júliusban a legmagasabb átlaghőmérséklet $21,6 \text{ }^\circ\text{C}$, a legalacsonyabb átlaghőmérséklet januárban ($0,5 \text{ }^\circ\text{C}$). Az éghajlat melegebb, mint a Kárpátokban hasonló magasságban az itt jelentkező fűn hatás miatt. A terület éghajlata enyhén nedves kontinentális.



3. ábra: A Vár-tó
Fig. 3. Castle lake

A földrajzi szélesség és a viszonylag mérsékelt tengerszint feletti magasság miatt, a Meledic-fennsík a mérsékelt övi lombhullató erdők területéhez tartozik. A vizsgált területen ezt az erdőtársulást tölgy (*Quercus*) fajok és a bükk (*Fagus sylvatica*) képviseli, mivel a területen fűn hatás érvényesül, melegkedvelő fajok is előfordulnak, különösen a napsütötte, déli kitettségű lejtőkön. A fajok egy része mediterrán és szubmediterrán flóra elem pl. a virágos kőrös (*Fraxinus ornus* L). A sós terepeken és az erősen erodált talajfoltokon gyakori a keskenylevelű ezüstfa (*Elaeagnus angustifolia* L.) és a fűfélék (*Salicornia* sp., *Halimione* sp., *Limonium gmelini*). Ezek a fajok előfordulnak természetesen is, és megjelennek embe-

ri beavatkozások, főleg az eróziós folyamatok és földcsuszamlások elleni erdészeti munkálatok következtében. A Meledic-fennsík délnyugati oldalán elhelyezkedő fekete fenyő állományt (*Pinus sylvestris* L.) szintén erdészeti ültetvényként hozták létre az eróziós folyamatok megfékezésére, de szórva-nyosan előfordulnak máshol is a lombhullató erdőben.



4. ábra: A fennsík karszformái

Jelmagyarázat: 1. sókibukkanás, 2. szakadéktüdő, 3. erodált felszín, 4. meder fonatos vízhálózattal, 5. út, 6. beépített terület, 7. erdő, 8. tó, 9. láp, mocsár szuffúziós dolinában, 10. szántó, 11. füves-bokros terület, 12. füves terület, 13. bokros-fás terület, 14. kert, 15. gyümölcsös. A fekete csík 1 km a képen.

Fig. 4. Karst features of the plateau

Legend: 1. salt outcrop, 2. collapse doline, 3. erosional surface, 4. river bed, 5. road, 6. inhabited area, 7. forest, 8. lake, 9. moor, swamp in suffosion doline, 10. agriculture field, 11. bush and grassland, 12. grassland, 13. wooden and bush, 14. garden, 15. orchard. The black line is 1 km distance on the picture.

A Meledic-fennsíkon csak egy település van, egy kis falu, ennek ellenére a természetes növényzet az évszázadok során a hagyományos földhasználat eredményeként átalakult, különböző természeti és mezőgazdasági tájtypusok váltakoznak a területén. A vegyes, növénytermesztésen és legeltető állattenyésztésen alapuló tradicionális gazdálkodás ezen a szubkárpáti

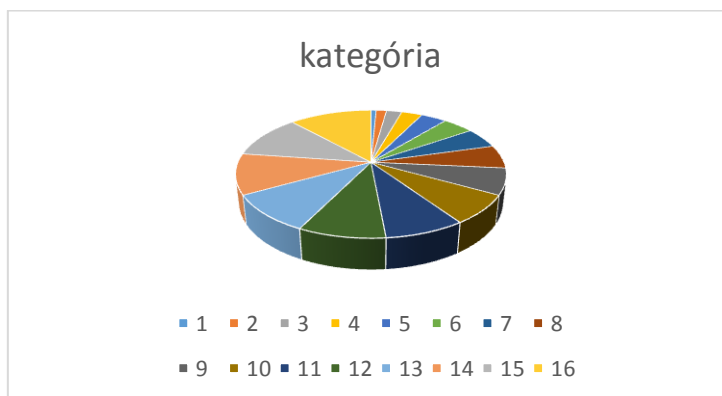
területen fás, ligetes és bokros térszínek valamint rétek, legelők váltakozását alakította ki az elmúlt évszázadokban, amit a területről műhold felvétel alapján készített Corine fedettségi térképen ábrázoltunk (4. 5. ábra, I. táblázat).

I. táblázat

Table I.

A Meledic-fennsík Corine felszínborítása
Corine landcover of Meledic plateau

		m ² négyzetmé- ter	%
1	sókibukkanás	316039	7,646283046
2	szakadéktöbör	4224	0,10219593
3	erodált felszín	65296	1,579778755
4	meder fonatos vízháló- zattal	69393	1,678902032
5	út	30961	0,74907391
6	beépített terület	107521	2,601375145
7	erdő	559502	13,5366542
8	tó	9016	0,218134116
9	egykori tó	9621	0,232771554
10	szántó	237818	5,753795391
11	füves-bokros terület	975729	23,60689697
12	füves terület	1346770	32,58390458
13	bokros-fás terület	327968	7,934894612
14	kert	29264	0,708016501
15	gyümölcsös	44115	1,067323263
summa	summa	4133237	



5. ábra: Karszformák és művelési ágak megoszlása a fennsíkon

Jelmagyarázat: 1. sókibukkanás, 2. szakadéktöbör, 3. erodált felszín, 4. meder fonatos vízhálózattal, 5. út, 6. beépített terület, 7. erdő, 8. tó, 9. láp, mocsár szuffóziós dolinában, 10. szántó, 11. füves-bokros terület, 12. füves terület, 13. bokros-fás terület, 14. kert, 15. gyümölcsös. A fekete csík 1 km a képen.

Fig. 5. Distribution of karst features and of cultivation branches

Legend: 1. salt outcrop, 2. collapse doline, 3. erosional surface, 4. river bed, 5. road, 6. inhabited area, 7. forest, 8. lake, 9. moor, swamp in suffosion doline, 10. agriculture field, 11. bush and grassland, 12. grassland, 13. wooden and bush, 14. garden, 15. orchard. The black line is 1 km distance on the picture.

Napjainkban a többé-kevésbé természetes erdő maradványai két keskeny sávra redukálódtak, amelyek a Meledic-fennsík észak felé meredeken letörő oldalán maradtak fenn. Elsősorban bükkfából (*Fagus sylvatica* L.) állnak, amelyek közé kevés kislevelű hárs (*Tilia cordata* Mill.) elegyedik. Az erdő szélén elsősorban a kocsányos tölgy (*Quercus robur* L.), a korai juhar (*Acer platanoides* L.) és a mezei szil (*Ulmus minor* Mill.) található.

A fennsík keleti nagyobbik részét, ahol számos dolina alakult ki, rétek borítják. A rét monotóniáját fák és cserjék törik meg, amelyek gyakran a dolinák peremét szegélyezik, vagy szórványosan fordulnak elő: hamvas éger (*Alnus incana* (L.) Moench), mézgás éger (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.), fekete eper (*Morus nigra* L.), mezei juhar (*Acer campestre* L.), virágos kőris (*Fraxinus ornus* L.), magas kőris (*Fraxinus excelsior* L.), madárberkenye (*Sorbus aucuparia* L.), egybibés galagonya (*Crataegus monogyna* Jacq.), vadrózsa (*Rosa canina* L.), kökény (*Prunus spinosa* L.), fehér fűz (*Salix alba* L.), rekettyefűz (*Salix cinerea* L.), vénicszil (*Ulmus laevis* Pall.), közönséges mogyoró (*Corylus avellana* L.), keleti gyertyán (*Carpinus orientalis* L.). A Meledic fennsík déli részén erősen igénybe vett legelők találhatók, bokrokkal, bokor csoportokkal, amelyeket elsősorban vadrózsa, galagonya és hamvas szeder (*Rubus caesius* L.) alkot. A fennsík szélén lévő kis völgyeket és meredek lejtőket sűrű összefüggő bokros terület borítja.

Sok vízzáró aljzatú töbor megtartja az esővizet, méretük, mélységük és koruk függvényében tavakká, mocsarakká, vagy vizes élőhelyekké változik (STRAT 2016, STRAT, MÓGA 2016), mindegyik olyan édes vizű vizes élőhely, amely jelentősen hozzájárul a helyi biológiai sokféleség kialakulásához. A fennsík formáit alább tekintjük át. A korábbi florisztikai felmérés során 53 növényfajt (STRAT 2016) azonosítottak.

Karrok

A Meledic-fennsík sókarsztos területe nagyrészt fedett karszt, ahol a sötétet néhány méter vastag vízzáró agyagos üledék fedi, amely természetes állapotában megvédte a sókőzetet a felette elhelyezkedő üledékekben áramló víz oldó hatásától. Emiatt viszonylag keveset tudunk a fedett térszinek karrosodásáról. A sókőzet felszínének egyenetlenségei és a fedőüledékek alól kibukkanó sókőzet felszínén megfigyelhető oldási nyomok azonban arra utalnak, hogy jelentős oldási folyamatok mennek végbe a többé-kevésbé vízzáró réteg alatt is.



6. ábra: Karrformák egy dolina oldalában.
Fig. 6: Karren on the slope of a sinkhole.

A lejtős területek csupasz felszínein (nagyobb méretű dolinákban és szurdokvölgyekben) a karrformák közül az áramlástól függő karrformák fordulnak elő a leggyakrabban. A lejtőn szabadon áramló víz alakítja ki a fedetlen sziklafelszínen e formákat. Mivel a lejtők nagy része meredek és viszonylag kicsi az a felület, ahol a csapadékból származó víz összegyűlhet, főleg a néhány cm átmérőjű és mélységű rovátkakarok (rillek) hálózata jellemző (6. ábra). A lefolyó víz a nagyobb kiterjedésű (több m²-es) sólejtőkön vízágakra bomlik, amelyek 10-20 cm mélységű vályukarokba (rinnek) torkollanak. A karrbarázdák és vályuk között csúcskarok emelkednek, míg a közel függőleges lejtőket falikarok uralják, amelyek a sóközet réteghézag karrjainál általában elvégződnek. A karros térszínek általában nagyon meredek és az erős tagoltság miatt nehezen járhatók vagy járhatatlanok.

Karsztos szurdokvölgyek, badlandek

A fennsík peremén kialakult mély szurdokvölgyek feltárják a sódiapír és környezetének jellegzetes üledékeit, a sórétegeket, a sóbreccsát és a sóba ágyazódott márgás, homokköves rétegeket valamint a kisebb foltokban feltűnő, élénkvörös színű, homokszerű üledékeket (7. ábra). A völgyek keresztmetszete aszerint változik, hogy milyen kőzeteket keresztez az aktuális szelvénynél a vízfolyás. Kanyonszerű és kiszélesedő, ellaposodó völgyszakaszok váltakoznak egymással.



7. ábra: Sóba ágyazott üledékek a Nagy-Kanyonban
Fig. 7: Alternating salt and red clay materials in the Great Canyon.

A sókarsztos szurdokvölgyek közül a legimpozánsabb a fennsík déli részébe több tíz méter mélyen bevágódott Sós-forrás-völgye, amit meredek sófalai miatt *”Grand Kanyonnak”* neveztek el, mivel helyenként kanyonszerűen összeszűkül. A meredek, hófehér sófalakat karrvályuk és mély vízmosások tagolják, amelyek gyakran tornyokat vésnek ki a kőzetből. A kanyonvölgy falában különböző magasságban nyíló barlangok időszakos vízkilépési helyek, a sziklafalak tövében fakadó sós források sókristályok millióiból képez szőnyeget a völgy talpán. Mintha vértócsák lennének, vörösre festik a fehér sókristályokat és a néha a patakvizet is a vörös-bordó színű

források, amelyek a sóba ágyazott üledékekből oldják ki a vasoxid, hidroxid tartalmú ásványokat. Hasonlóan látványos szurdokvölgy a Nagy Kanyonnal szomszédos Valea Grădinii-völgy, amelyben egy bővizű sóforrás fakad, amely széles körben ismert Romániában, hordószám gyűjtik a befőzésekhez szolgáló kiváló minőségű sós vizet. A fennsík északi szegélyén a Meledic-patak völgye – bár csak a patakmederben lehet végigmenni rajta – mint egy szabadtéri földtani múzeum, feltárja a sódiapír képződményeit és geológiai szerkezetét. A kanyonvölgy belsejében búvik meg a sókristályok szentélye a Kis-Amfiteátrum (Amfiteatrul Mic).

A fennsík belseje felé hátravágódó (regressziós) mellékvölgyek völgyfőiben, és helyenként a meredek szakaszain is hatalmas sófalak és sósbreccsás „badland-ek” alakultak ki. Különösen látványos a fennsík nyugati peremén a Sós-forrás-völgy völgyfőjében kialakult mintegy 60 m magas ívesen hajló sófal, amelyet jellegzetes alakjáról Nagy-Amfiteátrumnak neveznek. A Nagy-Amfiteátrumot a fedőüledékek felárkolásával kialakított látványos pártázat, „badland” koronáz meg (8. ábra).



8. ábra: A Nagy-amfiteátrum sófala.
Fig. 8: The salt wall of Great Amfiteater

Barlangok

A sókőzetekben a barlangok gyorsabban alakulnak ki, gyorsabban változnak és pusztulnak el, mint a karbonátos kőzetekből álló karsztvidékeken. A Meledic-fennsík sóban kialakult barlangjainak a koráról nincs adatunk, azt azonban megtapasztaltuk, hogy a bejárható barlangok száma jóval kevesebb, a korábban feltárt barlangok számánál, ami nem feltétlenül azt jelenti, hogy elpusztultak, a bejáratuk azonban eltömődött. Számos olyan barlang szerepel a nyilvántartásban, amelyek ma már nem látogathatók vagy veszélyesen omladoznak, emiatt a kutatásuk jelenleg nem lehetséges.

A Slănic-völgy Nagy-forrásbarlangja – ami az országút mellett nyílik – talán a legismertebb a Meledic-fennsík sókarsztos területén (9. ábra).

2014 óta többször felkerestük és láttuk, hogy a bejáratí része nagy változáson ment keresztül. Első látogatásunk idején még tágas szádája volt, és könnyen járható a folyosója. 2015-ben beomlott a bejárata, az omladék visszatorlaszolta a barlangi patakot, ami jelentős mértékű hordalék lerakódásával járt a bejáratí szakaszon. 2017-re a barlangi patak nagyrészt elhordta a gátat és kitakarította a lerakott üledék jelentős részét, könnyebben látogatható lett a barlang. Ez alatt a néhány év alatt is említésre méltó változások történtek itt, de még jóval nagyobb változások érték azokat a barlangokat, amelyeket nagyrészt 1980-as években tártak fel a barlangkutatók. A sóbarlangok nagy részének beomlása erősen korlátozta a barlangok formakincsének és képződményeinek a vizsgálatát, így a saját vizsgálatokat és megfigyeléseket szakirodalmi adatokkal egészítettük ki.

Az "*Emil Racovița*" București barlangkutató klub csapata 1978 és 1992 között több mint 50 barlangot tárt fel a Meledic-fennsík sókarsztos területein, amelyek kősóban vagy a só és breccsa határán alakultak ki. Az összes feltárt barlang teljes járáthossza 4544 m, mélysége 354 m. A barlangok egy része az erózióbázis felett nyíló száraz üreg, a többi állandó vagy időszakos vízfolyással rendelkező víznyelő- vagy forrásbarlang. A legjelentősebb a 6S-barlang (Peștera 6S de la Mânzălești), 3234 m hosszú és -42 m mélységű. A Peștera 6S de la Mânzălești barlangot 1980. szeptember 13-án Ică Giurgiu és Gabriel Silvășanu fedezte fel. A járatokat 1257 m hosszúságban tártak fel 1980. október 25-ig. Ez a járáthossz új világrekordot jelentett a sóbarlangok sorában. A járatban további új szakaszokat tártak fel 1985 októberében. Az 1986 márciusáig tartó kutatások eredményeként a barlang hossza elérte a 3190 métert és a 42 (-40, +2) m mélységet. 1992 júniusában a 6S-es barlangba sikerült egy harmadik bejáratot nyitni, ezzel a hossza 3234 m-re nőtt, a mélysége -42 m lett (*GIURGIU* 1985, *ICĂ* 2010, 10. ábra).

A barlang három egymás felett húzódó fő szinten fejlődött ki, a felső szint száraz, az alsó járatszint részben vagy egészében víz alatt helyezkedik el. A barlangot a Meledic-fennsík északi pereméről lefolyó vizek alakították ki. A csapadékból származó felszíni vizek a Meledic-tó és a 2. sz. víznyelős töbör környékéről eredetileg a felszínen folytak le a Meledic-völgy felé, de a fedőüledékek elvékonyodása miatt beszivárogtak, ill. a vadózus öv járatrendszerének kitágításával elnyelődtek. Napjainkra tucatnyi kisebb-nagyobb víznyelő alakult ki az említett lejtőben (pl. az 1. 2. 3. sz. víznyelős töbör), ami a korábbi felszíni vízhálózat széteséséhez, a vízfolyások mélybe-fejeződéséhez vezetett. Az egykori völgyre a tágas és mély víznyelős töbrök kialakulása után már csak a közöttük megmaradt, aszóvá vált szakaszai

emlékeztetnek, a vízfolyások fokozatosan áttevődtek a felszín alá. A barlang délkeleti ágát a hátsó lejtőről érkező víz rendszeresen elborítja.



9. ábra: A Slánic-völgy Nagy-forrásbarlangja.
Fig. 9: The Great Spring cave of Slanic valley.



10. ábra: A Meledic-fennsík Ény-i része a 6S-barlanggal és víznyelőivel
Fig. 10: NE part of Meledic plateau with the 6S cave and its sinkholes

Számos olyan barlang szerepel a nyilvántartásban, amelyek ma már nem látogathatók vagy veszélyesen omladoznak. A fennsík DNy-i részében a Só-völgyben (Valea Sării) öt barlang található, amelyből 3 (12S, 13S, 15S) napjainkra beomlott, 2 barlang részben nyitott (14S, és a Só-völgy Nagy-barlangja) (GIURGIU 1985, NAPARUS 2009, ICA 2010). A legnagyobb vakvölgy végén víznyelőben nyílik a Só-völgy Nagy-barlangja. Ebben folyik végig egy sós vizű búvópatak, ami kb. 250 m felszínalatti út után a Slănic-folyó meredek sófala alatt nyíló Nagy-forrásbarlangban lép ki a felszínre az országút közelében (9. ábra)

A Sós-forrás-völgyben (Valea Izvorul Sărat) 14 barlangot tártak fel a bukaresti kutatók. Ebből 10 barlang bejárata beomlott, jelenleg járhatatlan. Ezek közé tartozik a fennsík egyik legérdekesebb barlangja is a 2S-barlang, amelynek három bejárata van, továbbá az 1S, 3S, 15S, 16S, 17S, 18S, 19S, 21S, és a Sós-forrás-barlang. Jelenleg csak egy barlang, a Nagy bejáratú-barlang látogatható a Sós-forrás-völgy („Grand Canyon”) keleti peremén.

A Meledic-patak völgyében 9 barlangot tártak fel és vettek nyilvántartásba a kutatók. Ezek közül napjainkra 4 barlang bejárata teljesen eltömődött (5S, 8S, 9S, 10S), a többi barlang bejárata legalább részben nyitott (6S, 7S, 11S, Nagy-barlang), de azok is omlásokkal veszélyeztetettek. (GIURGIU 1985, NAPARUS 2009, ICA 2010). A barlangok eredeti, felfedezők által adott elnevezését használtuk.

Az eróziós és korróziós folyamatok nyomai a kősóban kialakult barlangok mennyezetén és oldalfalain hasonló formákat (hullámkagylók, színlők, teraszok stb.) alakítanak ki, mint a karbonátos kőzetekben. A búvópatakok a járatokban jelentős mennyiségű hordalékot szállítanak és halmoznak fel, amelyekre gyakran sókéreg települ. A sóbarlangok képződményeinek alakja, megjelenése nagyon jellegzetes, a színük változatos a különféle ásványi anyagoktól, és többször változik a kiválásokon belül is. A sajátos sópárával telített mikroklíma miatt a só ráakódik a vízfolyások által besodort növények és a barlangban élő állatok maradványaira is, amely az üledékekben vagy az üledékekhez cementálja és mumifikálja a maradványokat.

Másodlagos sókiválások a Meledic-sókarszt területén

Az oldatokból kicsapódás mértékét az éghajlati körülmények, főként a hőmérséklet, a csapadék, és páratartalom mennyisége befolyásolja. A sókarsztok kialakulásához és a másodlagos sókiválások kialakulásához az arid-szemiarid klíma a legkedvezőbb, ugyanis magas hőmérsékleten, és alacsony páratartalom és csapadékmennyiség mellett válnak ki a leggyorsabban a sókristályok a telített oldatból. Az arid és szemiarid klímájú területe-

ken kívül a nedvesebb éghajlaton is kialakulhatnak sókérges, azonban ott nem maradnak meg sokáig, a csapadékosabb időszakokban ezek visszaoldódhatnak. A beszivárgó csapadék átítatja a sós talajréteget, és részben vagy egészben feloldja a sókiválásokat. Emiatt a csapadékos időszak után akár teljesen el is tűnhetnek a sókérges és sókiválások a felszínről, egy szárazabb időszakban azonban újra fejlődhetnek. A nedves kontinentális klímán, így a Kárpátokban is a másodlagos sókiválások rövid életűek, illetve az időjárási körülményeknek megfelelően gyorsan változnak, a sóformák viszonylag fiatalok. A másodlagos sókiválások a beszivárgó csapadék, vagy a talajvíz besűrűsödése révén keletkeznek.

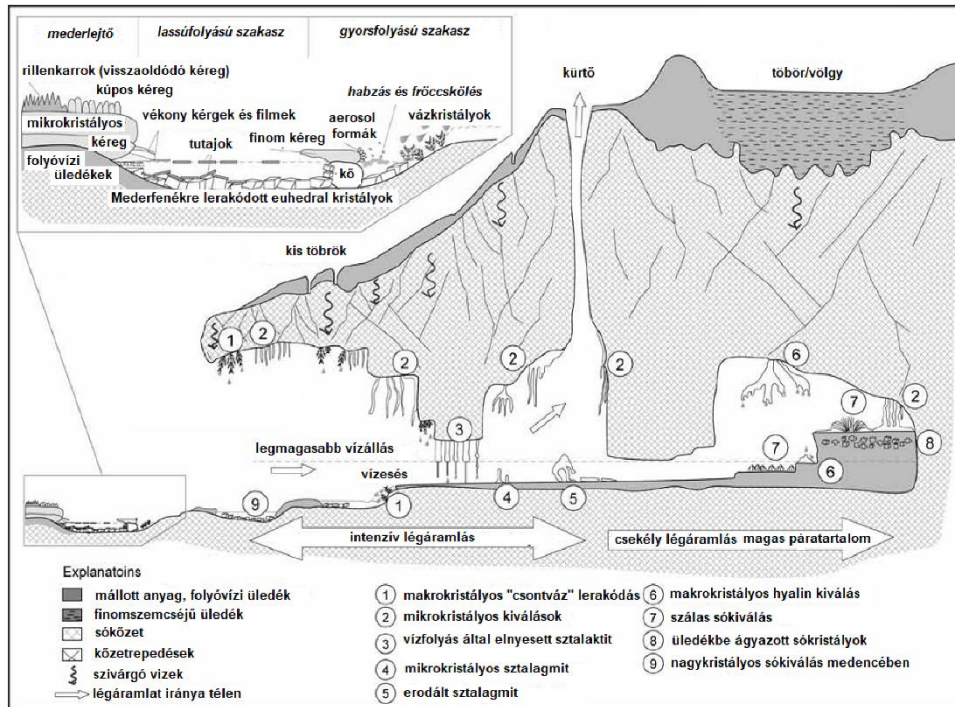
A sókiválás és kristályosodás körülményeitől függően a másodlagos sókiválások mikrokristályos vagy makrokristályos megjelenésűek lehetnek. A Meledic-fennsík sókarsztján a felszínen és a barlangokban megfigyelt másodlagos sókiválási formák rendszerezésénél a Filippi és társai által az iráni sódiapírok felszínén korábban alkalmazott genetikai alapú osztályozási rendszert alkalmaztuk (*FILIPPI et al 2011, 11. ábra*). Ennek a szellemében a kialakulási helyszín, és keletkezési körülmények alapján három osztályt különböztettünk meg:

- kiválás és kristályosodás patakokban, medencékben,
- kiválások csöpögő, fröcsögő vízből és párából,
- beszivárgás és kapilláris vízáramlás következtében történő kicsapódás.

Kiválás és kristályosodás patakokban, medencékben

A Meledic-fennsík időszakos és állandó vízfolyással rendelkező völgyeiben járva sokfelé szembe tűnnek a sókérges, sókiválások. A meder jellegétől, a vízmélységtől és a vízfolyás sebességétől függően a lerakódott só megjelenése eltérő. A meder elszigetelt kis medencéit, ahol alig van vízmozgás, hártavékony, sókristályokból álló kéreg borítja. Úszó tutajoknak nevezik ezeket a vékony sókérgeseket, melyek a víz felszínén úsznak, lebegnek. Efe-mer jelenségek, könnyen összetörhetnek, megvastagodva lesüllyednek a medence aljára, ahol egymásra rétegződnek, ha a nyugodt körülmények tartósan fennállnak. Utóbbi inkább a barlangi körülmények között fordul elő. Általában barlangokban, vagy barlangokból kifolyó sós vízfolyások medencéiben és a patakok lassú folyású szakaszain alakulnak ki. Ezeken a helyeken ugyan alacsony a párolgás mértéke, de a sós víz így is telítődik és a sókristályok vékony lemezeket alkotva csapódnak ki a vízből, amelyek folyamatosan gyarapodnak, szélesednek és megvastagodnak. Méretük néhány mm²-től néhány tíz cm²-ig terjed, vastagságuk általában 1-2 mm. A tutajok idővel megvastagodnak, emiatt a víz alá is merülhetnek (akár gátakat is ké-

pezhetnek). Nagyon érzékeny a rendszer, amit a környezeti tényezők kis változása is könnyen felboríthat.



11. ábra: Egy sóbarlang elvi keresztmetszete a jellegzetes sókiválásokkal (FILIPPI et al 2011 nyomán).
Fig. 11: Theoretical cross section of a salt cave with the typical salt deposits (after (FILIPPI et al 2011)).

A nyugodt vizű tavak és medencék peremén vastagabb sókérgék is kialakulnak. Mikrokristályos, 0,5-1 cm vastag fehér kérgék, amelyek fokozatosan fejlődnek, gyarapodnak. Első lépésben sókristályokból álló átlátszó, nagyon vékony lemezek alakulnak ki, amelyeknek a területe addig nő, amíg a tó vize nyugodt. Ha a víz mozgása később erősebb lesz, hullámváz, áramlás következtében rárakódó újabb rétegekkel kezdenek el vastagodni. Felületük sima, vagy enyhén hullámos. A vastagabb sólemezek csak a peremekhez tapadva képesek eredeti helyükön megmaradni, a méretük addig növekedhet, amíg a kötés ereje fenntartja a tömegüket.

Mind a barlangi patakokból, mind a szurdokvölgyek sós vízfolyásai-ból ott ahol sekély a víz, a mederben nagyméretű (euhedrális) hexagonális alakú sókristályok válnak ki, amelyek elérhetik a cm-es méretet is.

Kiválások csöpögő, fröcsögő vízből és párából

A vízfolyások gyors folyású szakaszain, kis mederlépcsőknél a fröcsögő vízből vázkristályok, kérgék és bevonatok képződnek, a helyileg kialakuló aerosolokból szálas, tús, karfiolszerű lerakódások keletkeznek. Mind az állandó vizű, mind az időszakosan kiszáradó patakmedrek mentén a vízszint átlagos magasságában és kissé fölötte vastag sólerakódás figyelhető meg, mi időnként gallér szerűen kiszélesedik. Legtöbbször aprókristályos szemcséjű a kiválás és karfiolra, borsóra emlékeztető a megjelenése. A patak párolgása, fröcsögése, hullámozása és vízszint változásai hozzák létre ezeket a kiválásokat.



*12. ábra: Só sztalaktit a Slānic-völgy Nagy-forrásbarlangjában.
Fig. 12: Salt stalactite in the Great Spring cave of Slānic valley.*

Főleg a sókőzetben kialakuló barlangokban, de a szurdokvölgyek kőből álló meredek sziklakanyonjaiban is számos helyen megfigyelhetők a csöpögő, fröcsögő vízből és párából kicsapódott képződmények. A barlangi kiválásokat főként a Slānic-folyó meredek sófala alatt nyíló Nagy-forrásbarlangban vizsgáltuk, ill. a Nagy-kanyonban, és a Meledic-patak szurdokvölgyében (Kis-Amfiteátrun). A barlangok bejáratközeli szakaszán nagy tömegben jelennek meg a mennyezetről függő makrokristályos szerkezetű cseppkövek. Jellemző kristályos szerkezetük és alakjuk miatt nevezik csontváznak, lefelé fordított kis fenyőnek is (12. ábra), rendkívül gyakoriak a Meledic-sókarszt barlangjaiban. Legtöbbször a korábban kialakult formá-

kon jön létre (sztalaktiton, barlangok falán), a hőmérséklet- és páratartalom változás következtében a felszíni sóréteg átkristályosodik. Kialakulása a rendszertelenül megjelenő, fröcsögő, és a falakon megjelenő gravitációs és kapilláris víz mozgásához köthető. A kialakult formák többnyire néhány cm – néhány dm hosszúságúak. A barlangok bejárati szakaszain, ahol erős a légáramlat, ferdén nőnek, többnyire egyirányba hajlanak, legtöbbször hófehérek, gyakran sárgás, vöröses elszíneződést okoznak a vas tartalmú ásványok.



*13. ábra: Makrokristályos sókiválás egy felszíni sófalon.
Fig. 13: Macro-crystal salt deposit on the surface of a salt wall.*

Ritkábban fordulnak elő, de annál látványosabbak a makro kristályos heliktitek, vagy görbe cseppkövek, jelen esetben sóformák, amelyek aerosolból válnak ki. Nagyméretű makro kristályok vékony szálakon, pókhálón is kiválhatnak. Aláhajló sziklák és permetező vízesések mellett lehetőfinom szálakon akár tíz cm hosszú fűzért alkotva szép szabályos kockák vannak felfűzve, ami érintésre azonnal szétesik. A legszebb fűzereket a Meledic-patak kanyonvölgyében az ún. Kis-Amfiteátrum területén találtuk (ábra). Ugyancsak a Kis-Amfiteátrum közel függőleges sófalain a lefolyási csatornában (rinnek és rillek) és a vályuk közti felületeken milliószerűen rakódtak le nagy kocka alakú sókristályok (13. ábra). A kockák élei egyes helyeken épek és élesek, máshol, valószínűleg a magasabb páratartalmú

helyeken az éles formák visszaoldódnak, ezáltal tompulnak, lekerekítettek a kocka csúcsai és élei.

Szalmacseppkövekkel ritkábban találkozunk a sókarszt területén, mint az egyéb karsztvidékeken. Főleg barlang mennyezeteken, aláhajló sófalakon, széles réteghézag karokban, színlők vájataiban figyelhetők meg, alapvetően kicsik, az átmérőjük 0,5-1 cm, hosszuk néhány deciméter. Belsejük üreges (cső), ebben áramlik a sóoldat, ami a kősóból, vagy egyéb idősebb másodlagos sókiválásból oldódott ki, és ami a cseppkő növekedését okozza.

Az általunk felkeresett barlangok aktív patakos barlangok, talán ez a magyarázata, hogy az évszakosan ismétlődő áradások miatt sztalagmitokat nem találtunk, irodalmi adatok alapján azonban tudjuk, hogy sztalagmitok is kialakulhatnak sóból.

Beszivárgás és kapilláris vízáramlás következtében történő kicsapódás.



14. ábra: Vízfolyások mentén gallér szerűen kiváló sókristályok.
Fig. 14: Collar form salt deposit along a creek.

Mind a barlang mennyezetén és falain, mind pedig a sókarszt szurdokvölgyeiben fontos szerepük van a szivárgó vizeknek is a különféle lerakódások és kiválások, kérgék létrejöttében. A szivárgó vizekből az erőteljes párolgás következtében a só kicsapódik, különböző szpeleotémákat hozva létre aszerint, hogy milyen fizikai és kémiai körülmények között történik a kondenzáció, és hogy hol történik a tényleges kiválás. Mikro és makro kristályos összefüggő kérgék, bevonatok, képződnek szinte minden felületen, a barlang

talpától a mennyezetig, a falakon lefolyó vízből cseppkő zászlók, a mennyezetről csepegő vagy ott elszivárgó oldatokból cseppkövek, szálas, tús, korall és karfiolszerű kiválások keletkeznek, hasonlóképpen, mint a karbonátos kőzetből képződött barlangokban. A beszivárgó, ill. az üledékekben kapilláris úton mozgó vizek kérgeket raknak le az üledékek felszínén és konkréciákat, kristályos szemcsés kiválásokat hoznak létre az üledékrétegekben is.

Jóllehet a sókarszt tavai és vízfolyásai nem nyújtanak kedvező feltételeket az élő szervezeteknek, növényi és állati eredetű maradványok belekerülhetnek a sós vízi környezetbe. Az erőteljes párolgás következtében a só kicsapódik, és lerakódik ezekre, ezáltal új „*formakincset*” hozva létre. Leggyakrabban pókhálók, növények részei, kisebb elhullott állatok maradványain találkozhatunk ezzel a jelenséggel, utóbbiak könnyen mumifikálódnak. Irodalmi adatok alapján ismert, hogy a 6S-barlangban a víznyelőlől megnyitott bejáratától távol egész mumifikálódott madárfaunát találtak, ami nem csak mint leletanyag érdekes, de arra is utal, hogy valószínűleg van vagy volt a lelőhelyhez közel egy bejárata, amit nem ismerünk.

A sókiválás során kialakult formák csoportosítása

- euhedrális (jól fejlett) kristályok, „*úszó tutajok*”, vékony kérgek és lemezek a sós víz felszínén
- szalma cseppkövek, makro kristályos csontváz-szerű, és átlátszó kiválások
- mikrokristályos formák (kérgek, álló-, és függő cseppkövek, heliktitek, gallérok, *14. ábra*).
- makrokristályos heliktitek, kiválások vékony szálaikon, pókhálón, és különböző biogén anyagokon, kiválás és kristályosodás különböző típusú üledékeken

Összegzés

Tanulmányunkban a magyar nyelvű szakirodalomból lényegében ismeretlen Meledic-sókarszt sokoldalú természetföldrajzi bemutatására vállalkoztunk. Összefoglaltuk a legfontosabb földtani, morfológiai, hidrológiai jellemzőit, a karsztjelenségekre és a barlangjaira, a felszínborításra vonatkozó ismereteket, amelyeket részben a szakirodalom, jelentős részben terepi megfigyeléseinkre, vizsgálatainkra és méréseinkre alapoztunk.

Műhold felvételek alapján elkészítettük a felszínborítás térképet a Corine módszer alapján, ami alapján a Meledic-fennsík tájhasználati formáit megismerhettük. A vizes élőhelyeken végzett vizsgálataink a sókarsztos

mélyedések kialakulási folyamatát segített megvilágítani, amely szoros összefüggésben áll a karsztkorróziós folyamatokkal és a karsztos vízhálózat fejlődéstörténetével. Vizsgáltuk az antropogén hatásokra végbemenő változásokat a sérülékeny sókarsztos rendszerben. Morfometriai vizsgálatokat végeztünk a különböző típusú és méretű dolinákon, vizsgáltuk a víznyelős dolinák és a sóbarlangok kapcsolatát, a dolinaképződés és barlangfejlődés viszonylatában. Elkezdtük a másodlagos barlangi és felszíni sókiválás folyamatának és formáinak tanulmányozását, rendszerezését a barlangokban és a felszínen.

Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretnénk köszönetet mondani a Tempus Közalapítvány kuratóriumának a Stipendium ösztöndíjon keresztül nyújtott támogatásért, az Erasmus+ támogatásért és az ELTE Tehetség pályázat támogatásért, amely segítséget nyújtott a terepi kutatásokhoz.

IRODALOM

- BALÁZS D.* (1990): A szodomain sókarszt. – Természet Világa, Természet-tudományi Közlöny, 121(2), pp. 85-88.
- BALOGH K.* (1991): Sókőzetek (evaporitok). – In: *BALOGH K.* (szerk.): Szedimentológia II. Akadémiai Kiadó, Budapest. pp. 290-343.
- BOSÁK, P., BRUTHANS, J., FILIPPI, M., SVOBODA, T., SMÍD, J.* (1999): Karst and caves in salt diapirs, SE Zagros Mts. (Iran). *Acta carsologica*, 28/2 LJUBLJANA. pp. 41-75. DOI: <https://doi.org/10.3986/ac.v28i2.484>
- BRUTHANS, J., ZEMAN, O.* (2003): Factors controlling exokarst morphology and sediment transport through caves: comparison of carbonate and salt karst. – *Acta Carsologica*. 32(1) pp. 83-99. DOI: - <https://doi.org/10.3986/ac.v32i1.366>
- MARUNTEANU C., DUMITRU, I.* (2010): Salt karst in Manzalesti – Romania. pp. 105-109. In (ed. Evelppidou, N. Figueiredo, T. Mauro, F. Tecim, V. Vassilopoulos, A.) Springer Science & Business Media, 384 p. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-642-01577-9_13
- FILIPPI, M., BRUTHANS, J., PALATINUS, L., ZARE, M., ASADI, N.* (2011): Secondary halite deposits in the Iranian salt karst: general description and origin – *International Journal of Speleology* 40 (2), pp. 141-162. DOI 10.5038/1827-806X.40.2.7
- FORD, D. C., WILLIAMS P.* (2007): *Karst Hydrogeology and Geomorphology*. John Wiley and Sons. Chicester, 562 p.

- FRUMKIN, A.* (1994): Morphology and development of salt caves. – Natl. Speleol. Soc., Bull., 56, pp. 82-95.
- FRUMKIN, A., RAZ, E.* (2001): Collapse and subsidence associated with salt karstification along the Dead Sea. – Carbonates and Evaporites 16 (2), pp. 117–130. DOI: 10.1007/BF03175830
- FRUMKIN, A.* (2013): Salt karst. – in: Frumkin, A. (Ed.), Shroder, J. (Editor in Chief), Treatise on Geomorphology. Academic Press, San Diego, CA, vol. 6, Karst Geomorphology, pp. 407–424. DOI: 10.1016/B978-0-12-374739-6.00113-5
- FRUMKIN, A., EZERSKY, M., AL-ZOUBI, A., AKKAWI, E., ABUELADAS, A.R.* (2011): The Dead Sea hazard: geophysical assessment of salt dissolution and collapse. – Geomorphology 134, pp. 102–117. <http://dx.doi.org/10.1016>
- GASTESCU, P., DRIGA B.* (1969): Particularitățile termice și hidrochimice ale lacurilor dulci și sărate din bazinul Doftanei-Campina. – Hidrobiol. 10. pp. 211-220.
- GIURGIU, I.* (1985): Pesteri în sare de la Subcarpații Vrancei. – Buletinul Clubului Speologie „Emil Racovița”.
- GUTIÉRREZ, F., LIZAGA I.* (2016): Sinkholes, collapse structures and large landslides in an active salt dome submerged by a reservoir: The unique case of the Ambal ridge in the Karun River, Zagros Mountains, Iran. – Geomorphology 254, pp. 88–103.
- ICA, G.* (2010): Cea Mai mare peșteră în sare din lume. România Subcarpații Vrancei. – Natura României. 234 p.
- IRIMIA, D. N., IRIMUS, I. A.* (2012): The touristic area Lopatari-Manzalesti. – Conferinței „Rolul turismului în dezvoltarea teritorială” Gheorghieni. Presa Universitară Clujană, Kolozsvár. 7 p.
- IRIMUȘ, I. A., TOMA, C. B.* (2012): The Promotion of Geomorphosites on Salt from Sovata–Praid and Turda using Cultural - Scientific Tourism. – Revista de geomorfologie, 14, pp. 103-112.
- JAKUCS L.* (1971): A karsztok morfogenetikája. – Akadémia Kiadó, Budapest, 310 p.
- MACALUSO, T., SAURO, U.* (1996): The Karren in evaporitic rocks: a proposal of classification – In: *FORNOS, I. J.- GINES, A.* (szerk.): Karren Landforms, Universitat de les Illes Balears, Palma de Mallorca. pp. 277-293.
- MADONIA, G., SAURO, U.* (2009): The Karren Landscapes in the Evaporitic Rocks of Sicily – in *GINÉS, A., KNEZ, M., SLABE, T., DREYBRODT W.* (edit): Karst Rock Features Karren Sculpturing pp. 525-533, Karst Research Institute, Postajna-Ljubljana 561 p.

- MÓGA J., LIPPMAN L., TOMBOR E., FEHÉR K., KÉRI A., BORSODI A.* (2015): Az Aknaszlatinai-sókarszt felszínalaktani vizsgálata. – Karsztfejlődés XX. pp. 185-213. DOI: 10.17701/15.185-213
- MÓGA J., SZABÓ J., GÖNCZY S., LIPPMANN L., BÓDAI B.* (2017): Az Aknaszlatinai-sókarszt dinamikusán változó felszínformáinak vizsgálata terepi és GIS módszerekkel. – Karsztfejlődés XXII. pp.139-161. DOI: 10.17701/17.139-161.
- NAPARUS, M.* (2009): Teza de doctorat - Carstul se pare: dinamica si fenomene de risc. Studiu comparativ intre carstul natural de la Platoul Meledic si fenomenele carstice de natura antropica de la Ocenele Mari. – Doktori értekezés, Bukarest. 65 p.
- ROMANESCU G., CURCA R. G., SANDU I.G.* (2015): Salt deposits in the Romanian Subcarpathians - genesis, repartition and ethnomangement. – International Journal of Conservation Science, 6(3), pp. 401-410.
- SAVA, D., ARCUȘ, M., DOROFTEI, E.* (2010): Preliminary data on Meledic – Manzalesti Natural Reserve (Buzau County), Ovidius University Annals of Natural Sciences, Biology – Ecology Series, 14 pp. 61-67.
- W. SCHERZ* (1985): <http://www.karpatenwilli.com/meledic.JPG>
- STOICA, M., ANDRĂȘANU, A., PALCU, D., POPA, R. G.* (2017): The Miocene from Buzău area. A geological and geoconservation perspective. The 11th Romanian Symposium on Palaeontology Bucharest, September 25-30, 2017. Editura Universității din București. 43 p.
- STRAT, D., MÓGA J.* (2016): Salt covered Karst dolines are determining features that control the occurrence of freshwater wetlands in the Meledic Plateau, Vrancei Sub Carpathians – Romania. 18th Joint Geomorphological Meeting, June 27th - July 1st, 2016, Chambéry, France. Book abstracts.
- STRAT, D.* (2016). Wetlands – as significant features of the salt karst landscape in the Meledic Plateau, Vrancea Subcarpathians, Romania. Procedia – Environmental Sciences, 32(59–69). doi: 10.1016/j.proenv.-2016.03.012
- VERESS M.* (2004): A karszt – BDF Természetföldrajzi Tanszék 215 p.
- VERESS M.* (2016): Covered Karsts – Springer, Berlin, New York, Heidelberg 536. p. DOI 10.1007/978-94-017-7518-2
- VERESS M., PUSKÁS J., ZENTAI Z., BENKÓ ZS.* (2011): Development of karren formation on the saltic hills of Praid (Transylvanian basin, Romania). – Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences, 6(2), pp. 183 – 194.
- WALTHAM, T., BELL, F., CULSHAW, M.* (2004): Sinkholes and subsidence. – Springer, Berlin, Heidelberg, New York 381. p.

- WARREN, J. K.* (2006): *Evaporites: Sediments, Resources and Hydrocarbons.* – Springer Berlin Heidelberg New York, 1035 p.
- ZÁMBÓ L.* (1992): A karsztosodó kőzetek alaktana (karsztgeomorfológia). – in: (Borsy Z. szerk.) *Általános természetföldrajz – Fejezetek az általános természetföldrajz köréből*, Tankönyvkiadó, Budapest, pp. 587-589.
- ZENTAI Z.* (1994): A Parajdi sókarszt geomorfológiája. (The geomorphology of the Parajd/Prajd saltkarst). *A BDTF Tud. Közl. IX. Természettud. 4, Szombathely*, pp. 233-248.