

Kőzettest szilárdság és a geomorfológia kapcsolata a Bükk hegység példáján

Relationship between rock mass strength and geomorphology on the example of the Bükk Mountains

MCINTOSH Richard William¹, HOSSEINI Seyed Jamal Aldin¹

¹Debreceni Egyetem, Ásvány- és Földtani Tanszék, 4032 Debrecen, Egyetem tér 1., Magyarország, e-mail: mcintosh.richard@science.unideb.hu

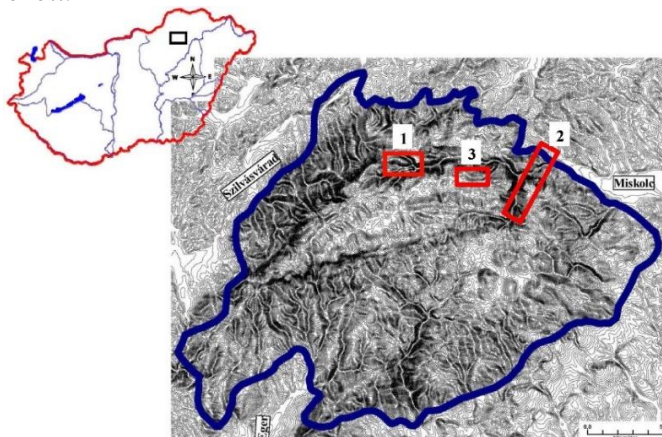
Abstract: Almost one hundred outcrops were qualified based on Rock Mass Rating (RMR) values. The results show that RMR values do not necessarily correlate with the lithology of the formations. Rather, strong deformation and the presence of brittle and ductile structural elements correspond to poor RMR values. Probably the boundary of structural blocks and the intersections of major faults show very low RMR values, while the interior of structural blocks and ridges as more compact geomorphological features show higher RMR values.

Kulcsszavak: kőzettest szilárdság, RMR, deformáció, geomorfológia, Bükk hegység

1. BEVEZETÉS

A földtani felépítés és a geomorfológiai arculat kapcsolata régóta a geomorfológiai kutatások egyik vizsgálati területe [3, 11]. Számos kutatás kereste a szerkezeti és a morfológiai elemek [9], vagy a földtani közege szilárdsága és a lejtésviszonyok [10, 7] között. E kutatásokban a földtani közeget alkotó kőzetek és formációk szilárdságát, ellenálló képességét döntően egy paraméter, általában az egyirányú nyomószilárdság értéke alapján jellemezték. Jelen tanulmányban a célunk az, hogy a földtani felépítés és a morfológiai kép kapcsolatának vizsgálatában a földtani közeget alkotó formációk szilárdságát több paraméter alapján jellemezzük. A vizsgálati módszert a mérnöki gyakorlatból vettük át, ahol a mért vagy meghatározott paramétereket elsősorban mesterséges kőzetekre, fűrómagokra, vagy természetes kőzettestekben kialakítandó mesterséges létesítményekre vonatkozóan (rézsűk útbevágáshoz vagy vasúti bevágáshoz, alagutak vagy egyéb létesítmények kialakításánál) használják. A mérnöki gyakorlatban alkalmazott paraméterekkel a földtani közeget alkotó kőzetek, formációk szilárdságát is komplexebben lehetne jellemezni, mint egyetlen – általában laboratóriumi körülmények között meghatározott – paraméter értékével.

Jelen tanulmányban a Bükk hegység néhány mintaterületén paleozoós és mezozoós formációk feltárásain (1. ábra) végzett kőzettest minősítés eredményeit mutatjuk be. Az eredmények alapján jellemezni szeretnénk a képződmények denudációval szembeni ellenálló képességét és hogy van-e valamilyen területi összefüggés a kőzettestek ellenálló képességében, vagy az ellenálló képesség és a völgsűrűség, illetve egyéb morfológiai paraméterek között.



1. ábra. A vizsgált feltárások elhelyezkedése Magyarországon és a Bükk hegységen belül

2. ALKALMAZOTT MÓDSZEREK

A mérnöki gyakorlatban üregállékonyság, üregbiztosítás érdekében kifejlesztett RMR értékelés [2] feltárásokban megjelenő kőzettestek minősítésére is alkalmas [5]. Az RMR érték paraméterekhez rendelt jelzőszámok összege legfeljebb (az eredetit módosítva) 120 [6]. Az RMR számításához szükséges paraméterek közül hármat – egyirányú nyomószilárdság, RQD érték, tagoló felületek távolsága – minden feltárásban mértünk, hármat – tagoló felületek jellege, és iránya, víz jelenléte – pedig szemrevételezéssel értékeltünk.

Az *egyirányú nyomószilárdság* értékét Schmidt kalapács segítségével terepen, közvetlenül a feltárások kőzetén becsültük [1]. A becslés alapjául szolgáló feltárásonkénti 30 méréshez egy Proceq Silverschmidt PC N típusú Schmidt kalapácsot alkalmaztunk. A *tagoltság mértékét* a [4] által véglegesített Rock Quality Designation (RQD) értékkel jellemeztük. A szabad sziklafalakon mind függőleges, mind vízszintes irányban mértünk RQD értéket a vertikális és a horizontális tagoltság jellemzésére [6] javaslata alapján.

Tagoltság alatt mindazokat a diszkontinuitásokat értjük, amelyeket kőzetképződési, tektonikai vagy egyéb tönkremeneteli folyamatok eredményeztek [5]. A *tagoló felületek távolságának* meghatározásánál egyes tagoló felületek közötti lineáris távolságot mértük meg. Véletlenszerű elrendezésben 30 mérést végeztünk egy-egy feltárásban, majd a mérések átlagát használtuk fel az RMR értékeléshez.

A *tagoló felületek minősítésekor* szemrevételezéssel értékeltük az érdességi viszonyokat, a mállottság mértékét, illetve a kitöltő anyagot. Megvizsgáltuk, hogy a tagoló felület vetővé alakult-e, van-e rajta agyagos bevonat, mivel ezek nagy szerepet játszhatnak a kőzettömb, stabilitási viszonyainak gyengítésében [5]. Szintén szemrevételezéssel értékeltük a *víz jelenlétét* a tagoló felületeken, valamint a *tagoltság mértékadó irányát*.

3. EREDMÉNYEK

A feltárásokon mért paraméterek alapján számított RMR értékeket az 1. táblázat tartalmazza. A legnagyobb értékek (67, 65) éppen nem érik el a kedvező minősítés (III. kategória) alsó határát, míg a legkisebb értékek (13, 16) nagyon kedvezőtlen minősítésbe esnek (V. kategória).

Feltárás	Formáció	RMR	Kőzet	Feltárás	Formáció	RMR	Kőzet	
Mályinka 3A	Mályinkai Fm.	52	mkő	Borovnyák 21	Ablakoskő-völgyi Fm.	31	mkő	
Mályinka 3B	Mályinkai Fm.	67	mkő	Borovnyák 22	Ablakoskő-völgyi Fm.	53	mkő	
Mályinka 4	Mályinkai Fm.	58	mkő	Borovnyák 23	Gerennavári Mészke Fm.	65	mkő	
Borovnyák 2A	Ablakoskő-völgyi Fm.	55	mkő	Borovnyák 24	Ablakoskő-völgyi Fm.	56,5	mkő	
Borovnyák 2B	Ablakoskő-völgyi Fm.	58	mkő	Bánkút 1	Nagyvisnyói Mészke Fm.	41	mkő	
Borovnyák 5	Ablakoskő-völgyi Fm.	38	mkő	Bánkút 2	Nagyvisnyói Mészke Fm.	50	mkő	
Borovnyák 7	Ablakoskő-völgyi Fm.	53	mkő	Ómassa 1	Ablakoskő-völgyi Fm.	28	mkő	
Borovnyák 8	Ablakoskő-völgyi Fm.	53	mkő	Ómassa 2	Gerennavári Mészke Fm.	46	mkő	
Borovnyák 12	Ablakoskő-völgyi Fm.	56	mkő	Ómassa 3	Gerennavári Mészke Fm.	36	mkő	
Borovnyák 14	Ablakoskő-völgyi Fm.	32	mkő	Ómassa 4	Gerennavári Mészke Fm.	48	mkő	
Borovnyák 15	Ablakoskő-völgyi Fm.	31	mkő	Ómassa 5	Gerennavári Mészke Fm.	35	mkő	
Borovnyák 17	Hámori Dolomit Fm.	43	dol.	Ómassa 6	Gerennavári Mészke Fm.	54	mkő	
Borovnyák 18	Hámori Dolomit Fm.	16	dol.	Ómassa falu 1	Hámori Dolomit	48	dol.	
Borovnyák 19	Hámori Dolomit Fm.	38	dol.	Ómassa falu 2	Hámori Dolomit	47	dol.	
Borovnyák 20	Hámori Dolomit Fm.	43	dol.					
Csanyik 1	Felsőtárkányi Mészke Fm.	13	mkő	Jávorkút 1	Fehérkői Mészke Fm.	51	mkő	
Csanyik 2	Felsőtárkányi Mészke Fm.	31	mkő	Jávorkút 2	Fehérkői Mészke Fm.	48	mkő	
Szinva-forrás	Szinvai Metabazalt Fm.	45	mkő	Jávorkút 3	Fehérkői Mészke Fm.	24	mkő	
Lusta-völgy	Felsőtárkányi Mészke Fm.	55	mkő	Jávorkút 4	Fehérkői Mészke Fm.	47	mkő	
Kőzettest osztály és minősítés	I.: nagyon kedvező	II.: kedvező		III.: megfelelő		IV.: kedvezőtlen		V.: nagyon kedvezőtlen
Össz. RMR	120-95	94-70		69-45		44-20		<20

1. táblázat. A vizsgált feltárásokban feltárolt kőzetek és formációk, a feltárások RMR értékei, valamint a kőzettest minősítés alapja

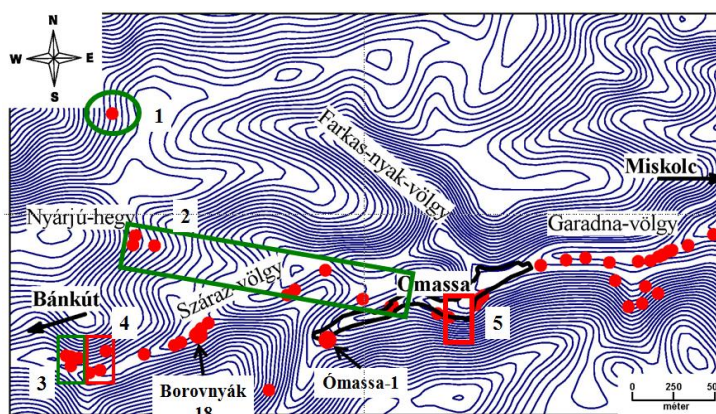
A kőzettestek csaknem 60%-a megfelelő, míg majdnem 40%-a kedvezőtlen minősítést kapott. A feltárt kőzetek a szakirodalomban alapvetően nagy egyirányú nyomószilárdsággal jellemeztek [7], ugyanakkor a több tényezőt is figyelembe vevő RMR értékelés inkább közepes, illetve gyenge kőzettest szilárdságot mutat. Ennek oka elsősorban a tagoltságban keresendő. A kevésbé tagolt és kevésbé mállott, jó megtartású feltárások (2a. ábra) kapták a legnagyobb RMR értéket, míg vannak olyan kőzettestek, amelyekben a mészkő sakkáblaszerűen tagolt (2b. ábra), vagy olyan erőteljes igénybevételnek lett kitéve, ami szinte felmorzsolta (2c. ábra).



2. ábra. Kevésbé tagolt, jó megtartású (a), illetve erősen tagolt, törésekkel sűrűn átjárt (b), valamint teljesen felmorzsolott (c) mészkőtestek a Bükk hegységben

4. KÖVETKEZTETÉSEK

Az eredmények alapján kimutatható, hogy a tagoltság döntően befolyásolja a kőzettestek szilárdságát. A 3. ábrán zöld ellipszissel, illetve téglalappal vannak jelölve a legnagyobb értékkel, legjobb szilárdsággal jellemezhető feltárások (Nyárjú-hegy pereme és keleti gerince, 1., 2. és 3. számú területek). A piros téglalapok, illetve körök a leggyengébb kőzettesteket jelölik a Garadna-völgyben lévő mintaterületen. Megállapítható, hogy a leginkább ellenálló, legnagyobb szilárdsággal jellemezhető kőzettestek az egységes felépítésű és alig tagolt gerinceket alkotják. A leggyengébb ellenállású, legkisebb szilárdsággal rendelkező kőzettestek viszont olyan völgyekben található, amelyekbe mellékvölgyek csatlakoznak (3. ábra) (Szárz-völgy Ny-i és középső területe, 4. és 5. számú területek, valamint az Ómassa-1 és Borovnyák 18 feltárások). A fővölgyek és mellékvölgyek a Mohr féle törésrendszer főtörései, valamint melléktörései mentén alakulhattak ki, azok irányát követik. A főtörések és melléktörések csatlakozási zónái, ahol szerkezeti erőhatások erőteljesen deformálták, összetörték a kőzettesteket a fővölgyek és mellékvölgyek találkozási pontjaiban vannak.



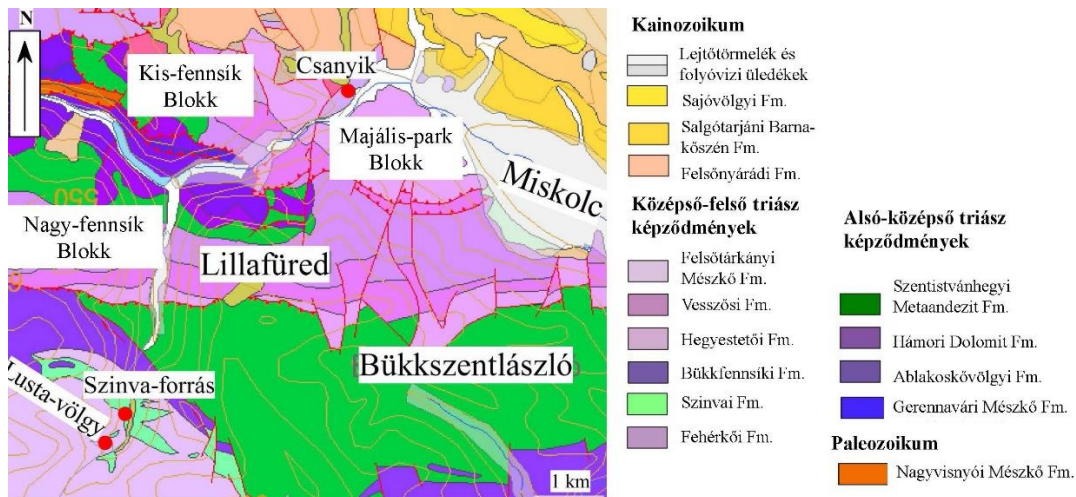
3. ábra. Jó (zöld) és gyenge (pirossal határolt területek) szilárdságú kőzettestek a Bükk hegységben

Mivel a tagoltság nagyban függ a kőzettest lokális deformációjától, a vizsgált kőzettestek szilárdsága nem terjeszthető ki egy-egy formációra, vagy kőzettípusra. Bármilyen formáció, vagy kőzettípus mutathat kisebb vagy nagyobb kőzettest szilárdságot, tehát azt minden feltárásra, kőzettestre önállóan kell vizsgálni.

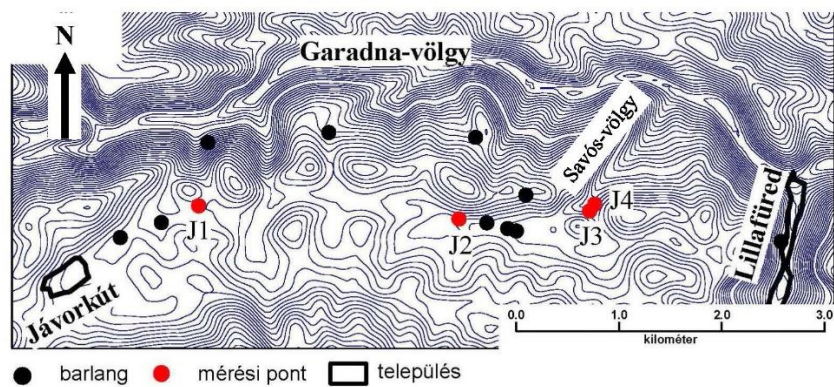
A legjobb megtartású, legnagyobb szilárdsággal jellemezhető kőzettestek az egységes felépítésű, legkevésbé tagolt kőzettestek, amelyek általában egy-egy szerkezeti blokk belső területein, vagy hegygerinc peremén található. Ezzel szemben a legkevésbé ellenálló, legkisebb szilárdsággal jellemezhető kőzettestek

tagoló felületekkel sűrűn átjártak, a szerkezeti erőhatások miatt erősen deformált, szinte felmorzsolts kőzettestek, amelyek általában nagyobb völgyek találkozási pontjában, azaz főtörések metszéspontjában helyezkednek el, egy-egy szerkezeti blokk peremén. Feltehetően a szerkezeti blokkok mozgása, elfordulása hozzájárul a kőzettestek ilyen erős deformáltságához (4. ábra).

A Nagy-fennsík szerkezeti blokkján belül 4 feltárást (Jávorkút, J1-4) vizsgáltunk (5. ábra). A feltárások mindegyikében a Fehérkői Mészke Formáció kőzete tárul fel. Három feltárást hasonló RMR értékekkel rendelkezik (1. táblázat), viszont egy feltárást nagyon gyenge kőzettestet tár fel (Jávorkút 3). A Jávorkút 3 (J3) feltárást a Nagy-fennsík, mint szerkezeti blokk északi részén a keleti peremhez közel található. Ezt az északi területet több nagyméretű – nagyrészt ÉK-DNy-i lefutású – völgy tagolja (Savós-völgy, Tekenős-völgy), amelyek mentén feltehetően fontos törések (illetve vetők) futnak.



4. ábra. Szerkezeti blokkok a Bükk hegység ÉK-i (2. sz.) mintaterületén a vizsgált feltárásokkal (piros pont)



5. ábra. A vizsgált feltárások (J1-4) a Nagy-fennsík északi részén (3. sz. vizsgálati terület)

A J3 feltárást erőteljesen felmorzsolts, breccsásodott kőzetanyaga éppen a Nagy-fennsík tömbjének a peremén, a Savós-völgy mentén futó szerkezeti elem találkozási pontjában van (5. ábra). Valószínűleg ezért deformálódott ilyen erősen a kőzetanyag és ezért mutat ennyire gyenge kőzettest-szilárdságot.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Hosseini Seyed Jamal Aldin PhD hallgató kutatását a Stipendium Hungaricum támogatás segítette.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] AYDIN A., 2015. ISRM suggested method for determination of the Schmidt hammer rebound hardness: revised version. In: ULUSAY R. (ed.), *The ISRM suggested methods for rock characterization, testing and monitoring: 2007–2014*, Springer International Publishing, 25–33, Switzerland.
- [2] BIENIAWSKI Z.T., 1973. Engineering classification of jointed rock masses. *Civil Engineering in South Africa*, **15/12**, 335–344.
- [3] BIROT P., 1958. *Morphologie Structurale*, Presses Univers, 464, Paris
- [4] GÁLOS M., 1985. A közzettagoltság meghatározásának és ábrázolásának módszerei. *Mélyépítési Szemle*, **33/4**, 171–176.
- [5] GÁLOS M., VÁSÁRHELYI B., 2006. *Közzettestek osztályozása az építőmérnöki gyakorlatban*, Műegyetem, 144, Budapest.
- [6] MCINTOSH R.W., ENCS B., 2016. Rock mass rating in Bükk Mts., N Hungary based on petrophysical parameters and parting conditions. *Landscape and Environment*, **10/3-4**, 161–168.
- [7] PÜSPÖKI Z., SZABÓ Sz., DEMETER G., SZALAI K., MCINTOSH R.W., VINCZE L., NÉMETH G., 2005. Statistical relationship between lithological characteristics and morphological factors – an example for statistical surface analysis. *Geomorphology*, **71**, 424–436.
- [8] ROMANA M.R., 1985. New adjustment ratings for application of Bieniawski classification to slopes. In: *Proceedings of the International Symposium on the Role of Rock Mechanics, International Society of Rock Mechanics*, 49–53.
- [9] SCHEIDEGGER A.E., 2001. Surface joint systems, tectonic stresses and geomorphology: a reconciliation of conflicting observations. *Geomorphology*, **38**, 213–219.
- [10] Telbisz T., 1999. Computer simulation in geomorphology. *Földrajzi Közlemények*, **123**, 151–162.
- [11] Twidale C.R., 1971. *Structural Landforms*. *The M.I.T. Press*, 280, London