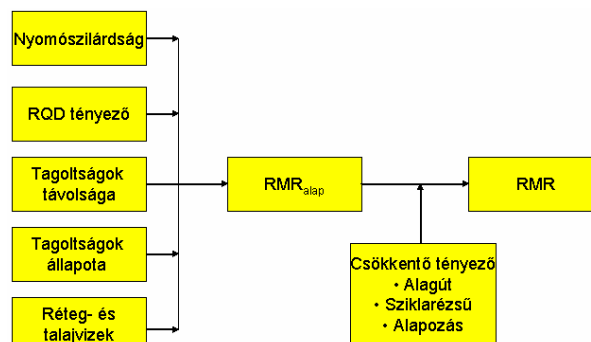


Alagutak (NGM-SE008-1; LGM-SE008-1)

Segédlet a vizsga számítási részéhez

RMR módszer

1. A kőzet egyirányú nyomószilárdsága (r_σ)
2. RQD tényező (r_{RQD})
3. A tagoltságok távolsága („sűrűsége”) (r_x)
4. A tagoltságok állapota (r_a)
5. Réteg- és talajvizek (r_G)
6. A tagoltságok iránya (r_d)



1. Kőzetszilárdság (r_s)

Osztály	Minősítése	Egyirányú nyomószilárdság [MPa]	Pont-terheléses szilárdság [MPa]	Jelzőszám
I.	rendkívül szilárd	> 250	> 8	15
II.	nagyon szilárd	100 – 250	4-8	12
III.	szilárd	50 – 100	2-4	7
IV.	közepes szilárdságú	25 – 50	1-2	4
V.	gyenge	10 – 25	nem mérhető	2
VI.	nagyon gyenge	2 – 10	nem mérhető	1
VII.	rendkívül gyenge	1 – 2	nem mérhető	0

Megjegyzés: 0,6 MPa-nál kisebb nyomószilárdság esetén már talajról beszélünk.

2. RQD (r_{RQD})

Minősítése	RQD (%)	Jelzőszám
Kitünő	90 – 100	20
Jó	75 – 90	17
Megfelelő	50 – 75	13
Gyenge	25 – 50	8
Nagyon gyenge	< 25	3

3. Tagoltság távolsága (r_x)

Minősítése	Távolság [m]	Jelzőszám
Nagyon messzi	> 2	20
Messzi	0,6 – 2	15
Közepesen távoli	0,2 – 0,6	10
Közeli	0,06 – 0,2	8
Nagyon közeli	< 0,06	5

4. Tagoltság állapota (r_a)

Leírás	Jelzőszám
Nagyon érdes és üde állapotú, a kőzettestek szorosan érintkeznek, nincs szétválás	30
Érdes és kissé mállott, a szétválás kisebb mint 1 mm.	25
Kissé érdes és közepesen vagy erősen mállott, a szétválás kisebb, mint 1 mm.	20
Csúszós felület vagy 5 mm vastag. Kitöltés, vagy 1-5 mm folytonos szétnyílás	10
A szétválás nagyobb, mint 5 mm, puha anyaggal kitöltött, a folytonos diszkontinuitás legalább 5 mm széles	0

5. Réteg- és talajvizek (r_g)

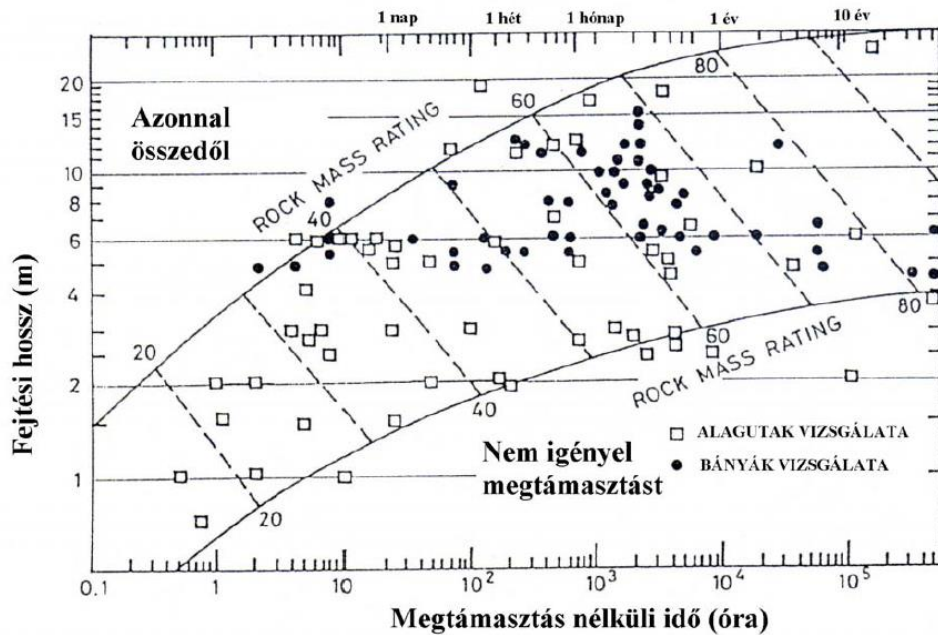
10 m-es alagúthosszon vízbefolyás (l/perc)	Nincs	< 10	10-25	25-125	> 125
pórusvíznyomás/ főfeszültség	0	0-0,1	0,1-02	0,2-05	> 0,5
Leírás	teljesen száraz	párás	Nedves	csepegés	folyás
Jelzőszám	15	10	7	4	0

6. Tagoltság iránya (r_d)

A TAGOLTSÁG DÖLÉSSZÖGÉNEK ÉS IRÁNYÁNAK HATÁSA AZ ALAGÚTRA					
A csapásirány merőleges az alagúttengelyre			A csapásirány párhuzamos a mütárgytengellyével		
Kihajtás dőlésszög-irányban, dőlésszög: 45°-90°	Kihajtás dőlésszög-irányban, dőlésszög: 20°-45°	Dőlésszög: 45°-90°	Dőlésszög: 20°-45°		
<i>Nagyon kedvező</i>	<i>Kedvező</i>	<i>Nagyon kedvezőtlen</i>	<i>Elégséges</i>		
Kihajtás dőlésszög-iránnyal szemben, Dőlésszög: 45°-90°	Kihajtás dőlésszög-iránnyal szemben, dőlésszög: 20°-45°	Dőlésszög 0-20° csapásiránytól függetlenül			
<i>Megfelelő</i>	<i>Kedvezőtlen</i>	<i>Megfelelő</i>			
	Nagyon kedvező	Kedvező	Megfelelő	Kedvezőtlen	Nagyon kedvezőtlen
Alagutaknál	0	-2	-5	-10	-12

Értékelés

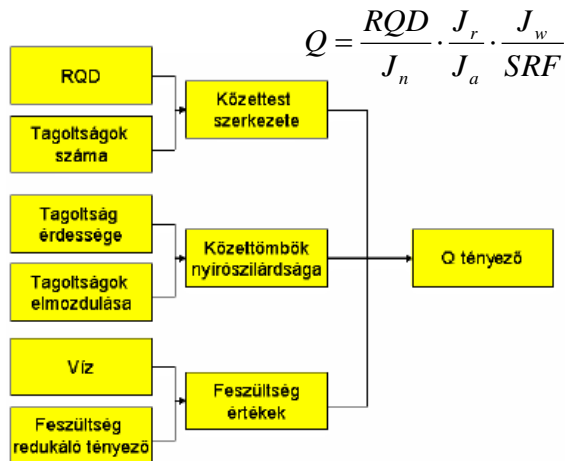
RMR érték	Fejtési hossz	Megtámasztás módja		
		Közethorgonyzás	Lőttbeton	Acéltámiv
<i>I. Nagyon jó 81-100</i>	Teljes felületen 3 m hosszán	Általában nem szükséges, néha helyi erősítés		
<i>II. Jó 61-80</i>	Teljes felületen 1,0-1,5 m hosszán. Teljes megtámasztás a vājvégtől 20 m-en belül	Helyileg, 3 m hosszán, 2,5 m-ként, helyileg acélhálójával	50 mm vastagságban a főténél, ahol szükséges	Nem szükséges
<i>III. Megfelelő 41-60</i>	Részlegesen 1,5 – 3,0 m-es előrehaladással. Általános megtámasztás minden vājvég után. Teljes megtámasztás 10 m-rel a fejtés mögött.	Rendszeresen elhelyezve 4 m hosszú, 1,5-2 m-es közönként a főténél és a falban, a főténél acélhálójával.	50-100 mm a főténél és 30 mm az oldalaknál	Nem szükséges
<i>IV. Gyenge 21-40</i>	Részlegesen 1,0-1,5 m hosszú előrehaladás. 10 m-re a jövesztés után azonnal biztosítás elhelyezése	Rendszeresen közethorgonyzás 4-5 m hosszán, 1-1,5 m-ként a főténél és acélháló a falakon	100-150 mm a főténél és 100 mm az oldalakon	Könnyű vagy közepes ívek 1,5 m-ként, ahol szükséges
<i>V. Nagyon gyenge <20</i>	Összetett fejtés 0,5-1,5 m hosszán. Biztosítás elhelyezése azonnal a jövesztés után. Lőttbetonos biztosítás amilyen gyorsan csak lehetséges.	Rendszeresen horgonyzás 5-6 m hosszán, 1-1,5 m sűrűséggel a főténél és a falban acélhálójával	150-200 mm a főténél, 150 mm az oldalaknál és 50 mm a fejtésnél	Közepes és nehéz ívek 0,75 m-enként béléssel és ha szükséges előtűzéssel. Zárt ellenívvel



Módosított RMR érték	Eredeti RMR érték								
	>80	70-80	60-70	50-60	40-50	30-40	20-30	10-20	0-10
>50	a	a	a	a					
40-50		b	b	b	b				
30-40			c, d	c, d	c, d, e	d, e			
20-30				g	f, g	f, g, j	f, h, j		
10-20					i	i	h, i, j	h, j	
0-10						k	k	l	l

- a) Általában nincs szükség megtámasztásra, de helyi horgonyzásra igény lehet
- b) Szisztematikus, injektált kőzetcsavarok, 1.0 m-enként.
- c) Szisztematikus, injektált kőzetcsavarok, 0.75 m-enként.
- d) Szisztematikus, injektált kőzetcsavarok, 1.0 m-enként, és 100 mm vastag lőttbeton.
- e) Szisztematikus, injektált kőzetcsavarok, 1.0 m-enként, és 300 mm vastag masszív lőttbeton; csak abban az esetben, ha a helyi feszültségviszonyok nem haladják meg a függőleges feszültséget
- f) Szisztematikus, injektált kőzetcsavarok, 0.75 m-enként, és 100 mm vastag lőttbeton.
- g) Szisztematikus, injektált kőzetcsavarok, 0.75 m-enként, és 100 mm vastag lőttbeton betonacél háló erősítéssel.
- h) Szisztematikus, injektált kőzetcsavarok, 1.0 m-enként, és 450 mm vastag betonhéz; csak abban az esetben, ha a helyi feszültségviszonyok nem haladják meg a függőleges feszültséget
- i) Szisztematikus, injektált kőzetcsavarok, 0.75 m-enként, és 100 mm vastag lőttbeton betonacél háló erősítéssel, és csúszzóívek, amennyiben a helyi feszültség nagy.
- j) Stabilizálás kőzetcsavarokkal és betonacél hálóval, majd 450 mm vastag beton, amennyiben a helyi feszültség megengedi
- k) Stabilizálás kőzetcsavarokkal és betonacél hálóval, valamint 100-150 mm lőttbetonnal, és csúszzóívek, amennyiben a helyi feszültség nagy.
- l) Meg kell akadályozni a tönkremenetel kialakulását; valamint j vagy k megtámasztási rendszer

Q-módszer



- RQD RQD érték (5-re kerekítve)
- J_n tagoltság csoportjainak számát kifejező érték
- J_r tagoltság érdességi mérőszáma
- J_a tagoltság felületi mállottságának mérőszáma
- J_w tagoltságban megjelenő víz mérőszáma
- SRF feszültség redukáló tényező

Tagoltság csoportjainak száma (J_n)

TAGOLTSÁG	J_n
Ha a kőzet masszív, nincs repedés vagy csak kevés repedés van	0,5-10
Egy repedés csoport	2
Egy repedés csoport + véletlen törés	3
Két repedés csoport	4
Két repedés csoport + véletlen törés	6
Három repedés csoport	9
Három repedés csoport + véletlen törés	12
Négy vagy több repedés csoport + véletlen törés	15
Töredezett kőzetre	20

Megjegyzés: Alagút-keresztveződéseknél a kapott értéket 3,0-val, a portáloknál 2,0-val kell felszorozni.

Tagoltság érdessége (J_r)

REPEDÉSÉRDESSÉGI TÉNYEZŐ ^a	J_r
Nem folyamatos lépcsős repedés	4,0
Durva vagy rendszertelenül hullámos felület	3,0
Sima vagy egyenletesen hullámos felület	2-1,5
Durva vagy rendszertelen sík felület	1,5
Sima felület	1,0
Egyenletesen sík felület	0,5

^a: J_r repedésérdességi tényező értéke abban az esetben, ha a felületek között nincs rés, illetve a rés záródik a mozgások alatt. Amennyiben a tagoltság agyagos, homokos vagy töredezett anyaggal kitöltött, valamint mozgások alatt nem záródik, ez az érték: 1,0.

Tagoltság felületi mállottsága (J_a)

A TAGOLTSÁG MÁLLOTSÁGI TÉNYEZŐJE			
Zárt repedések esetén			J_a
Összementálódott, kemény, nem lágyuló impermeábilis kitöltő-anyagoknál (pl.: kvarc, epidot)			0,75
Csak felületbevonat képződött			1,5
Agyagásványokat nem tartalmazó közettörmelék esetén			2,0
Iszapos vagy agyagos rétegek esetén			3,0
Lágyuló v. kevésbé sűrűlő agyagrétegek (kaolinit, csillám, gipsz, grafit, stb.) esetén, max. 2 mm résvastagságnál			4,0
Nyitott repedések esetén			
10 cm-en belül záródnak mozgás alatt	J_a	Nem záródnak mozgás alatt	J_a
Homokszemeknél v. közettörmeléknel	4,0	Homokos vagy iszapos (nem lágyuló) agyagnál	5,0
Erősen konszolidált, nem lágyuló agyagásvány kitöltésnél (folyamatos 5 mm vastagságú)	6,0	Közzettörmelékes kitöltésnél	6-8
Közepesen vagy kissé konszolidált agyagásványnál (folyamatos 5 mm vastagságú)	7,0	Agyagos törmelékkitöltésnél	8-12
Duzzadó agyagnál (folyamatos 5 mm vastagságú)	8-12	Agyagkitöltés esetén	10-20

Tagoltságban megjelenő víz (J_w)

Repedés-víz redukciós tényező	J_w
Száraz üreg vagy max. 5 l/perc vízszivárgás esetén	1,0
Mérsékelt vízbeáramlásnál, amely esetenként kimossa a kitöltő anyagot	0,66
Nagy mennyiségű vízfolyás, nagy nyomáson (0,25-1,0 MPa), amely nem zárt repedéseken vagy a réskitöltés kimosásával áll elő	0,5-0,33
Nem csökkenő, nagy mennyiségű vízfolyás, nagy nyomáson (1,0 MPa)	0,2-0,05

Feszültség redukciós tényező (SRF)

Feszültségi redukciós tényező ^a	SRF
Gyengült zóna, agyagos v. kémiailag bontott kőzetekben (bármely mélységben)	10,0
Egyetlen gyengült zóna esetén, mely agyagot és kémiailag bontott kőzetet tartalmaz (mélység < 50 m)	5,0
Egyetlen gyengült zóna esetén, mely agyagot és kémiailag bontott kőzetet tartalmaz (mélység > 50 m)	2,5
Vetős zóna többszöri előfordulás esetén, szilárd kőzetekben (bármely mélységben)	7,5
Egyetlen gyengült agyagmentes zóna esetén (mélység < 50 m)	5,0
Egyetlen gyengült agyagmentes zóna esetén (mélység > 50 m)	2,5
Nyitott és erősen töredezett kőzet esetén (bármely mélységnél)	5,0

^a:A felsorolt értékek 25-50 %-kal csökkentendők, ha a gyengült zóna nem esik az üreg szelvényébe, hanem csak hatással van az üreg állékonyságára.

FESZÜLTSEGI REDUKCIÓS TENYEZŐ ^b			SRF
Szilárd kőzetben kihajtott üreg esetén			
	σ_c/σ_1	σ_r/σ_1	
Alacsony feszültségek, felszinközeli mélység	> 200	> 13	2,5
Közepes feszültség	200-10	13-0,66	1,0
Nagy feszültség, tömör szerkezetű kőzet	10-5	0,66-0,33	0,5-2
Közepes kőzetnyomás (szilárd kőzet)	5-2,5	0,33-0,16	5-10
Nagy kőzetnyomás (szilárd kőzet)	< 2,5	< 0,16	10-20
Képlékeny kőzetben való kihajtás esetén			
Közepes kőzetnyomás esetén			5-10
Nagy kőzetnyomás esetén			10-20

^b: Ahol σ_c , σ_r és σ_v a kőzet nyomó- és húzószilárdsága, valamint az üregnyitás előtt a kőzettestben lévő függőleges feszültség.

Értékelés

Osztály	érték	Leírás
<i>I</i>	0,001 – 0,01	különlegesen gyenge
<i>II</i>	0,01 – 0,04	rendkívül gyenge
<i>III</i>	0,04 – 0,4	nagyon gyenge
<i>IV</i>	0,4 – 4	gyenge
<i>V</i>	4 – 10	közepes
<i>VI</i>	10 – 40	jó
<i>VII</i>	40 – 100	nagyon jó
<i>VIII</i>	100 – 400	rendkívül jó
<i>IX</i>	400 – 1000	különlegesen jó

Egyenértékű fesztáv:

$$D_e = \frac{\text{tényleges fesztáv magasság}}{\text{megtámasztási érték, ESR}}$$

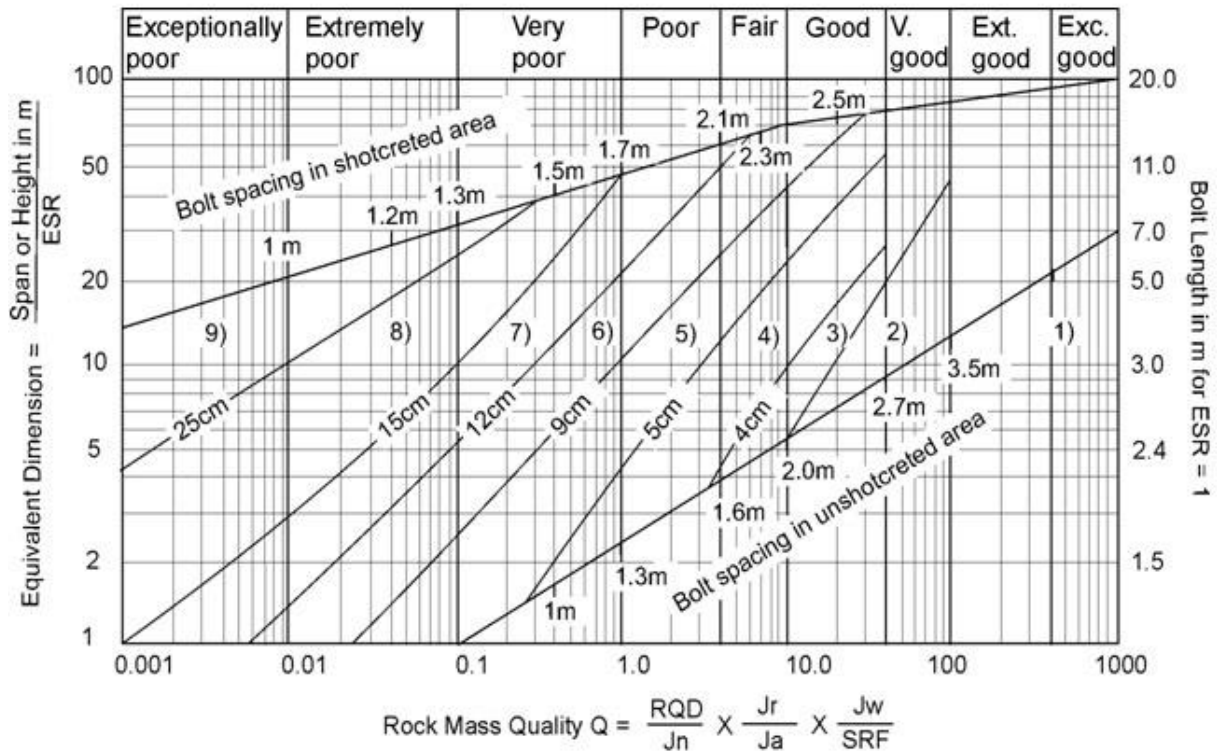
FEJTÉSI MÓD	ESR
Időleges bányászati megnyitás	3-5
Állandó bányamegnyitás, vizező alagút vízerőműhöz (ide tartozik a nagy nyomású csatornák is), tárok, vágatok és aknák nagy fejtésekhez.	1,6
Raktárhelyiségek, másodrendű közúti és vasúti alagutak, bevezető-utak, gépészeti alagutak.	1,3
Erőművek, főbb közúti és vasúti alagutak, polgári védelmi, útsatlakozások.	1,0
Föld alatti nukleáris erőművek, vasútállomások, sport és tömegrendezvények helyei.	0,8

Oldalfal esetén

fal magassága = fesztáv

Módosított Q index:

$$\begin{aligned} Q > 10, & \quad Q_{fal} = 5 Q \\ 0.1 < Q < 10, & \quad Q_{fal} = 2.5 Q \\ Q < 0.1, & \quad Q_{fal} = Q \end{aligned}$$



- 1) biztosítás nélküli,
- 2) helyenkénti kőzetcsavar;
- 3) szisztematikus kőzetcsavar;
- 4) szisztematikus kőzetcsavar 40-100 mm vastag vasalatlan löttbetonnal;
- 5) szálerősítésű löttbeton (50-90 mm vastag) és kőzetcsavar;
- 6) szálerősítésű löttbeton (90-120 mm vastag) és kőzetcsavar;
- 7) szálerősítésű löttbeton (120-150 mm vastag) és kőzetcsavar;
- 8) szálerősítésű löttbeton (> 150 mm) acélhálóval és kőzetcsavarral;
- 9) előregyártott betonelemmel megtámasztva