

Mérnökgeológiai és geotechnikai feltárások az alagútépítés tervezéséhez

Andráskay Ede

Andráskay Tunnelberatung GmbH, Zürich

Mátrai Csilla, Fábíán Miklós

Fábíán & Fábíán Kft. Budapest

Vásárhelyi Balázs

BME Építőanyagok és Mérnökgeológia Tsz. & Bohn Kft. e-mail: vasarhelyib@freemail.hu

ÖSSZEFOGLALÁS: Az utóbbi időben szerencsés módon megnövekedett a magyarországi alagútépítések száma (4-es metró, Bataapáti hulladékártaloló), illetve tervezés alatt van az M0 autópálya Budai alagútjai és az M6-os autópálya 4 alagútja is. Az alábbi cikk célja olyan ajánlás összefoglalása, mely a geológiai, hidrogeológiai és geotechnikai viszonyok leírása alapján kidolgozását, illetve a földtani környezet értékelését kívánja szabályozni a bányászati (hagyományos fejtési) technológiával kivitelezendő mélyépítési feladatok tervezésénél, kivitelezésénél és hasznosításánál. Ezért irányelveket mutatunk be, mely alapján egységesíthető az építkezés minden fázisára vonatkozó jelentések formátuma (megjelenítése) és tartalma. Jelen publikáció vitaindító akar lenni, hogy a magyarországi mérnökgeológiai (geotechnikai) szakvélemény tartalmi követelményeit meghatározzuk. A Szerzők ezért várják a kollégák észrevételeit, megjegyzéseit, építő kritikáit. Jelen írás a svájci szabvány SIA 199-es dokumentációból indul ki, annak útmutatásait, előírásait veszi figyelembe a hazai körülményeket figyelembe véve¹.

Kulcsszavak: mérnökgeológia, geotechnika, geológia feltárások, jelentés-készítés, előtervezés

1 BEVEZETÉS

Az alagút földtani környezetének jellemzésének, annak különböző homogén területekre való további felosztásának, illetve a lehetséges veszélyforrások megismerésének alapját képezi a geológiai, hidrogeológiai és geotechnikai viszonyok leírása. A földtani környezet jellemzésének célja egy mérnökgeológiai modell kidolgozása, amely elegendő alapul kell, hogy szolgáljon annak megítéléséhez (értékeléséhez) és az építkezés alapmodelljeinek kidolgozásához. Különbséget kell tenni a földtani környezet jellemzése és a földtani környezet megítélése között. Igény esetén az itt bemutatott rendszer (1-3 táblázatok) rövidíthető vagy tovább bővíthető.

A földtani környezet viszonyainak geológiai hossz-szelvény megfelelő összefoglaló jellemzését laza kőzet esetében az 1. táblázat, szilárd kőzet esetében a 2. táblázat szerint ajánljuk elvégezni. A geológiai, hidrogeológiai és geotechnikai tervezési szakaszban fokozatosan kell feltárni – tervezési fázisnak megfelelően - méréseket, vizsgálatokat elvégezni, és hozzáigazítani az építmény kivitelezéséhez és tervezett használatához. A publikációkból, archívumokból, illetve dokumentációkból nyert információkkal ezen eredményeket ki kell egészíteni. Az alábbiakban előbb a földtani környezet leírását, majd az eredmények értékelését mutatjuk be a szakvélemény tartalmi követelményének szempontjából.

¹ Jelen cikk a Svájci Mérnök és Építészegyesület (SIA) engedélyével készült, melyért ezúton is köszönetet mondunk.

2 A FÖLDTANI KÖRNYEZET JELLEMZÉSE

2.1 *Geológiai viszonyok*

A geológiai áttekintés az építkezés geológiai és tektonikai keretét hivatott részletezni. Laza kőzet (talajok) esetében a különböző geológiai egységek keletkezése és azok regionális eloszlása összefoglalóan kell leírni. Szilárd kőzet esetében a keletkezés, összetétel és a különböző geológiai egységek elnevezése, valamint azok regionális eloszlását összefoglalóan kell leírni. A fontosabb tektonikai folyamatokat, a földtani környezet deformáció-történetét, illetve a kőzet metamorfózisát áttekintő jelleggel kell csak bemutatni.

Fontos, hogy a korábbi dokumentumokhoz (publikációk, jelentések, geológiai térképek, stb.) való hozzáférés megkönnyítése végett a geológiai egységek régi és új elnevezését ismertessük és azokat pl. táblázatos formában mellékeljük.

A jellemzést geológiai egységek szerint, ill. geológiailag homogén területek szerint kell elvégezni. A minőségi jellemzést amennyire lehetséges ki kell egészíteni mennyiségi adatokkal.

- *Laza kőzetek (talajok)*

Laza kőzetek esetében rendszerint az azonos keletkezésű geológiai testeket írják le geológiai egységként és jellemzik egyenként (pl. moréna, kavics, lejtőagyag). A talajok megnevezése minden esetben a szabvány alapján történik, kiegészítve a komponensek petrográfiaja és azok tulajdonságaival (forma, mállási fok, keménység, duzzadási jellemzők, stb.). A jellemzésben figyelembe veendő a laza kőzet szerkezete (rétegződés, palásság) és különlegességei, pl. agyag-ásványok előfordulása, blokkok vagy szervesanyag-tartalom. A jellemzést ki kell egészíteni további adatokkal, pl. rétegtömörtség, ülepedési mérték és viselkedés vízbelépés esetén. (lásd 1. táblázat).

- *Szilárd kőzetek*

Szilárd kőzetek jellemzése esetén különbséget kell tenni a földtani környezetjellemezés és a kőzetjellemezés (egy kézi darabon történő jellemezés) között. A kőzetjellemezés magába kell foglalja az ásványianyag-tartalom, szerkezetet és textúrát, illetve a petrografikus leírást. A földtani környezetjellemezés a következő elemeket foglalja magába:

- általános geológiai szerkezet (homogén szakaszok, különböző kőzetek előfordulásának változása, rétegződés, palásság, fekvés, töredezett zónák, stb.);
- a válaszfelületek leírása;
- mállási fok, karsztosodás mértéke, hidrotermális átalakulás;
- tektonikai megjelenés, esetleges tektonikai maradékfeszültségek.

Az olyan töredezett zónákra, ahol pl. tektonikai folyamatok miatt a szilárd kőzet mechanikusan átalakult laza kőzetté (kakirit), valamint a karsztosodásra külön utalni kell. Az ilyen zónákat kiterjedésüktől és gyakoriságuktól függően, mint geológiailag homogén szakaszokat írják le. A válaszfelületek és töredezett zónák térbeli helyzetét abszolút módon és az építéshez képest is meg kell adni (pl. az alagúttengelyhez képest). Az ábrázolás grafikusán (sztereografikus vetület, térbeli helyzet) és/vagy numerikusan (táblázat) történjen. (lásd 2. táblázat).

1. táblázat: Földtani környezet viszonyainak egyszerűsített ábrázolása a geológiai hosszszelvényben laza kőzetek esetén

Geometria	Kilométer-egység, méter-egység	Km, m
	Épület tengelyének az azimutja	° (360°)
	Takarási magasság a fötte felett	m
Geológia	Geológia egység	-
	Szakasz hossza	m
Kőzetjellemzés	nedves térfogatsúly	kN/m ³
	települése	-
	merevségi modulusok (M_E , E_V , E_S)	N/mm ²
	belső súrlódási szög (ϕ' , ϕ_u)	(360°)
	kohézió (c' , c_u)	N/mm ²
	víz tartalom (w)	%
Földtani környezet	víz hatására viselkedése	-
	Betelepült anyagok (pl. blokkok, tömbök) legnagyobb mérete és gyakorisága a keresztmetszetben Egyéb zárványok (pl. vízzel telített homok v. iszaplecsék, tőzeg vagy fatörzsek)	
Hidrogeológia	Darcy-féle áteresztő-képesség	m/s
	Talajvízáramlás nyomásszint az alagút felett (talpboltozat)	m
Veszélyek	Kockázatelemzés (alagútszakaszonként)	
Megítélés	fejtési mód	
	teljes vagy részben fejtett szelvény	
	homlokmeztámasztás mértéke	
Előrejelzés pontossága	biztosítási mód	
	Megjegyzések a geológiai, geotechnikai feltárások pontosságához, megbízhatóságához	

2. táblázat: Földtani környezet viszonyainak egyszerűsített ábrázolása a geológiai hosszszelvényen szilárd kőzetek esetén

Geometria	Kilométer-egység, méter-egység Alagút tengelyének az azimutja Takarási magasság a fötte felett	
Geológia	tektonikai egység geológiai egység formációk és a formációk határainak térbeli helyzete, (dőlésszög) szakasz hossza	
Kőzetjellemezés	kőzettípus kemény ásványi tartalom (7-nél nagyobb Mohs) puha ásványi tartalom (3-nál kisebb Mohs) duzzadó ásvány tartalom kedvezőtlen összetevők (pl. azbeszt)	
Kőzet	duzzadási hajlam (duzzadási nyomás, duzzadás mértéke) viselkedés víz hatására egyirányú nyomószilárdság szerkezeti anizotrópia	
Tagoltsági, elválási viszonyok	rétegződés/palásság	effektív válaszfelületek távolsága lemezpadvastagság térbeli elhelyezkedése az alagút tengelyéhez képest tagolófelületek súrlódási szöge tagolófelületek kohéziója
	fő tagoltsági felületek	effektív válaszfelületek távolsága térbeli elhelyezkedése az alagút tengelyéhez képest tagolófelületek lineáris kiterjedése tagoltság megnyílása és kitöltöttsége tagolófelületek súrlódási szöge tagolófelületek kohéziója
	kőzetblokkok, kőzettömbök	jellemző formái legnagyobb jellemző mértet
Hidrogeológia	körforgás módja nyomásmagasság (a talpboltozat felett) Lugeon –féle átteresztő képesség üregbe történő vízbetörés mértéke (iniciális- és állandó mennyiség) vízminőség	
Kőzet tulajdonsága	rugalmassági modulus gázvezető képesség radioaktivitás közethőmérséklet	
Veszélyek	Kockázatelemzés alagútszakaszonként	
Fejtési, fúrési és robbantási osztályozás	fejtési mód teljes vagy részben fejtett szelvény fejtési osztály fúrési/kopási osztály robbantási osztály	
Előrejelzés pontossága	Megjegyzések a geológiai, geotechnikai feltárások pontosságához, megbízhatóságához	

2.2 Hidrogeológiai viszonyok

Leírandók a helyi és regionális hidrogeológiai viszonyok, különös tekintettel a talajvíz-vezető képződményekre (laza és szilárd kőzet), azok lehetséges kölcsönhatására, a talajvíz-záró képződményekre, valamint a regionális áramlási viszonyokra és azok felszíni vizekkel való összefüggéseire. Figyelembe kell venni a létező talajvizek előfordulásának aktuális és potenciális használatát, a jogilag meghatározott és előzetesen kijelölt védő zónákat és területeket, valamint a vízvédelmi területeket.

A hidrogeológiai leírásnál az építkezés által érintett talajvíz-előfordulásokat írják le. A leírás a következő hatások kifejtését szolgálja:

- az építmény hatása a létező hidrogeológiai viszonyokra, tekintettel a talajvíz aktuális és potenciális használatára ill. a környezetre (mennyiségi és minőségi hatások);
- a talajvíz hatása az építményre a kivitelezés (vízbetörés) és a használat alatt (nyomási aktivitás, agresszivitás, stb.).

Minden talajvízvezetőnek meghatározandó a nagysága, kiterjedése és helyzete. A talajvíz-tartóként működő rétegeket is hasonló módon kell leírni. Ezen talajvíz-vezető képződményeknek meg kell adni (egyenként): cirkuláció módja (pórusok, válaszfelületek, karszt), az áteresztőképesség mértéke, a talajvízszint helyzete, a víz áramlási iránya és a becsléssel vagy mérőpontos méréssel meghatározott keringési sebesség. A talajvíz hidrológiai jellemzői megadhatók izohipse térképeken való ábrázolással. Leírandók továbbá a természetes vízfakadások (források), melyek a felszíni és felszín alatti vizeket, - és azok egymásra való hatását - valamint az építkezési területet érintő lefolyási és vízgyűjtő területek.

Külön kell foglalkozni a talajvíz kémiai, bakteriológiai és fizikai jellemzőinek valamint azok építményre gyakorolt hatásának (betonnal, acéllal, műanyaggal, injektálási anyaggal szembeni agresszió, stb.) leírása a vonatkozó előírások értelmében határozandók meg és írandók le. Speciális vizsgálatokat igényel az ásvány- és termásvíz vagy gázvezető víz előfordulása.

2.3 Geotechnikai viszonyok

A laza és szilárd kőzet geotechnikai tulajdonságait az 1. és 2. táblázatok szerint kell leírni. Ezeket a geológiai viszonyok, az építkezés komplexitása és a projektfázis függvényében úgy kell megválogatni, hogy a lehetséges építési módszereket is figyelembe vegyék. A projektet befolyásoló lényeges geotechnikai tulajdonságokat geológiai hossz-szelvényben kell ábrázolni. Geotechnikai tulajdonságok mérési adatainak esetében meg kell adni azok számát, szórását és térbeli eloszlását. Összehasonlító adatokat, tapasztalati és becsült adatokat – ennek megfelelően - jelölni kell, valamint az információk kiindulási adatait (honnan származnak) fel kell tüntetni.

Szilárd kőzet esetén fontos, hogy a kőzetre, illetve a folytonossági hiányokra (közethatárok, válaszfelületek, tagoltságok) és üregfüggelékekre vonatkozó geotechnikai adatokat egyértelműen megkülönböztessék egymástól. A szilárd és laza kőzetek geotechnikai tulajdonságainak meghatározását célzó laboratóriumi és terepi módszerek a 3. táblázat értelmében vehetők figyelembe.

2.4 Gázelőfordulás

A mélyépítésben jelentős gázok a metán (CH_4 , beleértve a magasabb szénatom-számú szénhidrogéneket), széndioxid (CO_2) és kénhidrogén (H_2S) előfordulásának lehetőségét és várható mennyiségét kell bemutatni. A tervezés keretében tisztázni kell a potenciális gáztermelő, gáztároló kőzetek előfordulását a megfelelő vándorlási utakkal, valamint hasonló geológiai formációkból már ismert gázindikációkat. Amennyiben előzetesen nem kizárható a gázelőfordulás, úgy ennek megfelelő vizsgálatok elvégzése szükséges. Bizonyos esetben az antropogén eredetű gázok előfordulását is figyelembe kell venni és megfelelő módon tisztázni (benzintelepek, esetleg lyukadó vezeték, stb.).

2.5 További adatok

A leírásokat szükség szerint a következő adatokkal kell kiegészíteni:

- radioaktivitás (mely tartalmazza a Radon koncentrációt is),
- Várható hegyhőmérséklet,
- Földrengés-veszélyesség
- neotektonikai mozgások,
- rázkódások, azok átvitele és terjedés,
- süllyedések, instabilitások és veszélyek, melyek egyes földalatti vagy föld feletti építményekre lehetnek hatással, különös tekintettel a instabil sziklafalakra, kőomlás, aktív vagy látens csuszamlásokra, lavinaomlásra.
- egészségkárosító anyagok (kvarc, azbeszt, stb.).

Az építkezés területén előforduló talajszennyeződések, szennyezett talajvízvezetőket és szennyezett talajvizeket ismertetni kell és adott esetben megvizsgálni.

3. táblázat: Laborvizsgálat, helyszíni vizsgálat és mérések

	Talajok	Szilárd kőzet
Laborvizsgálat		
leírás	szemeloszlás nedves térfogatsúly konzisztencia-határok víztartalom Los Angeles aprózódás Deval-aprózódás	szövet, szemcseméret nedves térfogatsúly víztartalom Cechar-érték (abrazivitás) Los Angeles aprózódás Deval-aprózódás
Szilárdság	egytengetlyű nyomószilárdság triaxilás nyomószilárdság nyírószilárdság	egytengetlyű nyomószilárdság húzószilárdság triaxiális nyomószilárdság közvetlen nyírószilárdság
Alakváltozási tulajdonság	Rugalmassági modulus Poisson tényező Ödométeres vizsgálat Duzzadás vizsgálat	Rugalmassági modulus Poisson tényező Kúszási vizsgálat Duzzadás vizsgálat
Vízáteresztő képesség	áteresztő képesség vizsgálat	áteresztő képesség vizsgálat
Helyszíni vizsgálatok		
feszültségállapot		tokrepsztesés vizsgálat doorstopper cellás magtúlfúrásos magkörülfúrásos módszer hidro-repsztesés
nyírószilárdság	szárnyas szonda	nyíró vizsgálat
Alakváltozási tulajdonságok	lemezterheléses pressiométer	lemezterheléses diltométer
Áteresztő-képesség	Lefranc vizsgálat próbakutas vizsgálat	Lugeon vizsgálat próbakutas vizsgálat
Helyszíni mérések		
Eltolódás	Ülepedés mérése Extensométer Inclinométer Kovergenciamérés	Csúszó mikrométer Extensométer Inclinométer Kovergencia-mérés
Nyomás	Földnyomásmérő Piezométer	Kőzetnyomás-mérő Pórusvíznyomás-mérő

3 A FÖLDTANI KÖRNYEZET GEOTECHNIKAI MEGÍTÉLÉSE

A földtani környezet megítélésének célja, hogy annak állapotát és viselkedését előre jelezze mélyépítési szerkezetek (azaz alagutak) kivitelezésekor és használatakor. A tervezési fázisban a földtani környezet megítélése a projekt és a kivitelezés kidolgozásához (költségek, ütemterv) járul hozzá. A kivitelezési fázisban a földtani környezet folyamatban lévő megítélése az előjelzéseket hivatott igazolni, illetve feladata azok hozzáigazítása a feltárt viszonyokhoz. A földtani környezet megítélésének alapját annak a 2. fejezetben ismertetett jellemzés képezi, azonban bevonandók más hasonló földtani környezetekben történt építkezésből nyert tapasztalatok is. Az érintett szakemberek (geológus, geotechnikus, alagúttervező mérnök) szoros együttműködése révén készül el az megítélés.

3.1 Földtani környezet viselkedése

A geológiai, hidrogeológiai és geotechnikai viszonyok alapján elkészül a földtani környezet megítélése, melyben vizsgálják annak viselkedését üregek kialakításakor, kitermelésre való lehetőségeket, a víz és gáz általi hatásokat, valamint a kitermelt anyag hasznosítását/értékesítését. A szükséges intézkedések tervezését figyelembe véve a földtani környezet viselkedésének, valamint a víz és gáz általi hatások megítélése a fentebb rögzítettek alapján történik, mely a veszélyforrások alapjait adja meg. Ez alapján van lehetőség kockázatelemzésre és intézkedésekre.

3.2 Veszélyforrások, kockázatok

A földtani környezet megítélésénél a legnagyobb hangsúly a veszélyek felismerésén van, melyek az építkezés során, illetve az építmény használatakor felmerülhetnek. A veszélyeztetettség elleni biztonság akkor áll fent, ha a veszély megfelelő intézkedésekkel ellenőrzés alatt tartható, vagy elfogadható szintre csökkenthető. Megjegyezzük, hogy abszolút biztonság nem érhető el.

Lehetőség szerint teljes körű kockázat-elemzés a tervezés legelején el kell készüdjön. Mélyépítéseknel veszélyt okozhat: betörés, fellazulás, a támasztó szerelvények hibája, homlokkal instabilitása, kőomlás, valódi hegnyomás vízbetörés vagy gázrobbanás. Eközben szintén figyelembe kell venni a személyek, eszközök és a környezet (pl. közutak, hidak, épületek alatti építkezésnél) veszélyeztettségét is. A megfelelő intézkedések tervezésének alapjai maguk a veszélyforrások. Ezek megismerése történhet az építési vagy használati fázis ideje alatt. A veszélyekről való megállapítások vonatkoznak az építkezési területre magára, illetve annak környezetre, valamint időben terjedjenek ki az építkezési időre és a tervezett használati időtartamra is. A biztonsági tervben összeállítják és meghatározzák az építkezést érintő veszélyforrásokat és az általuk megkövetelt intézkedéseket (intézkedések a veszély forrásánál, előzetes tájékoztató (fúrások), mérések, bizonyos anyagok és eszközök elvetése, stb.). A biztonsági terv ezen kívül tartalmazza még tudatosan elvállalt kockázatokat is.

A veszélyforrások gyanánt leírt veszélyek megítélésénél elsősorban minőségi adatokat kell használni, de ezeket, amennyiben lehetséges, mennyiségi adatok is egészítsék ki. Ehhez szolgálnak alapul a 4. táblázatban foglaltak. Egy lehetséges kritikus helyzet, illetve egy nem kívánt esemény megítélése ezek előfordulási valószínűségén és az ezzel összefüggő kár mértékén alapul. Az ilyen jellegű kockázatelemzés például olyan esetekben fontos, ahol lakott belvárosi, felszín közeli mélyépítményekről van szó, így egy harmadik fél is érintett. Az alagútépítésben – a kitörési munkálatok alatt - egy lehetséges veszély értékelésénél többszörösen csak a bekövetkezési valószínűséget becsülik meg (pl. valódi hegnyomás veszély).

A gáz általi veszélyeztetés esetén meghatározandók: az előfordulás nagysága, tárolótér térfogata, gáznyomás és kiáramlási tulajdonságok. A gázveszély az előfordulás valószínűsége alapján három veszélykategóriába sorolható (alacsony, közepes, magas).

A megegyező vagy hasonló veszélyekkel jellemezhető alagút-szakaszok homogén területekként, ún. veszély-zónaként kezelhetők. Minden veszély-zónához hozzárendelnek egy jellemző veszélyességi fokozatot.

A kivitelezési fázisban az eredetileg vizsgált veszélyforrásokat és azok megítélését ellenőrizni kell (pl. alakváltozás-mérésekkel), szükség esetén alkalmazni az aktuális helyzethez vagy újra definiálni.

4. táblázat: Veszélyforrások és kockázatok

Földtani környezet	kőomlás, kőmegcsúszás fellazulás, felszakadás valódi hegynyomás kitörési keresztmetszet deformációja fejtési homlok instabilitása felszíni süllyedések/betörések
Víz	vízbetörés (pl. nyílt repedésből, karszt-járatból, zavart zónából. stb.) állandó vízbeáramlás fejtési biztosítás v. végleges alagútszerkezet tönkremenetele víznyomás hatására víztelenítő trendszer tönkremenetele (elmeszesedése) víz agresszivitása (betonra, fémre, műanyagra, stb.) a felszíni talajvizek károsítása, valamint a kutak és források veszélyeztetése (szennyezés vagy források kiapadása) felszíni süllyedés a víznyomás változása miatt
Földtani környezet + víz	víznyomás miatti beszakadás belső erózió miatti instabilitás iszapbetörés instabilitás a talaj megfolyása vagy a kőzet felpuhulása miatt (pl. agyagos kőzet vízfelvétele miatt) deformáció a talajvíz nyomásának megváltozása miatt a talaj vagy kőzet térfogatának vagy nyomásának növekedése vízfelvétel hatására (duzzadás)
Gáz	gázrobbanás folyamatos vagy hirtelen gázbeáramlás miatt (gáztermelő, gáztároló, gázvezető kőzet, tagoltság megnyitásokor gázkifúvás, robbantás utáni gázkiáramlás) mérgezőgázok beáramlása miatti mérgezés (pl. H ₂ S, CO ₂) oxigénhiány miatti fulladás (az oxigén vízben történő elszállítása, gázkiáramlás, vagy a kőzet oxidációja miatt)
Egyéb veszélyforrások	magas kvarctartalom (szilikózis) azbeszttartalmú kőzet csúszás, roskadás, kúszás, neotektonikus mozgások hulladékok (ipari, kémiai) rázkódás, testben terjedő hanghullámok kőzet- és víz hőmérséklet radioaktivitás földrengés
Felszíni veszélyforrások	hó-megcsúszás, jégomlás kőomlás, talajcsúszás árvíz, belvíz vihar, szélleökés

3.3 Az intézkedések tervezése

Az intézkedéseket a veszélyforrások (biztonsági terv) és a használati állapotok (üzemelési terv) alapján határozzák meg. Mind a laza, mind a szilárd kőzetek esetén az optimális építési eljárás kiválasztása, a kitörési módszer, teljes vagy részben fejtett szelvény, a kitörés biztosítása Svájcban szabályozva van – ennek bemutatását a következő számban tervezzük.

A földtani környezet megítélése a víztelenítési és stabilizálási módszerek (injektálás, víztelepítés, fagyasztás, pneumatikus alátámasztás) bármikor esedékes használatának szempontjából is el kell végezni.

A földtani környezet megítéléséből és az építési módszerek kiválasztásából adódik a projekt hatásterületének homogén szakaszokra való osztása. A homogén területek lehatárolása és ábrázolása a geológiai hosszszelvényben a laza kőzetek esetében az 1. táblázat, szilárd kőzetek esetében a 2. táblázat alapján történik.

3.4 A kitermelt kőzet vizsgálata és megítélése

A vizsgált földtani környezet geotechnikai megítélését a kitermelt kőzet elszállításának, illetve válogatásának, tárolásának és hasznosításának szempontjaiból vizsgálni kell. Ehhez jellemzően figyelembe kell venni a vágathajtási és előkészítési eljárásokat. Törekedni kell a kitermelt anyag minél nagyobb arányú hasznosítására, miközben az ökológiai és gazdasági szempontok alapján optimalizálni kell.

A szükséges feldolgozó technika figyelembevételével a kitermelt anyagokat hasznosítás szempontjából a következő osztályokba sorolják, valamint minden anyagosztály mennyiségi aránya meghatározandó:

- 1. anyagosztály: iparban alapanyagként hasznosítható (pl. cement-, klinker-, zúzott kő előállítás)
- 2. anyagosztály: beton adalékanyagként vagy minőségi feltöltésben hasznosítható
- 3. anyagosztály: egyéb feltöltésben hasznosítható
- 4. anyagosztály: nem hasznosítható (pl. szennyezett kitermelt anyag, iszap)

A szállítójármű kiválasztásának tekintetében külön kell értékelni a kitermelt anyag szállítását befolyásoló geotechnikai tulajdonságát.

4 GEOLÓGIAI, HIDROGEOLÓGIAI ÉS GEOTECHNIKAI JELENTÉSEK

A geológiai, hidrogeológiai és geotechnikai jelentések szöveges részekből és függelékekből állnak. Ezeket úgy kell tagolni, hogy egyértelműen elkülönüljenek a 2. fejezet szerinti leírások és a 3. fejezet szerinti megítélések. A jelentéseket, de legalább a földtani környezet leírásait a megrendelővel bevonásával rendelkezésre kell bocsátani a „Magyar Geológiai Szolgálat” számára.

Minden adat eredetét követhető módon dokumentálni kell. Egyértelműen meg kell különböztetni, hogy az adatok esetében terep- vagy laborvizsgálatok eredményéről, szakirodalmi információkról, vagy létező geológiai anyagokról, hasonló vizsgálatokból származó tapasztalati adatokról vagy becslésekről, feltételezésekről van-e szó. Minden esetben ismertetni kell a használt vizsgálati és mérési módszereket, vagy utalni a felhasznált szabványokra, publikációkra. Térben elhelyezhető adatok (pl. fúrások, mintavételi helyek) esetében meg kell adni a helyrajzi koordinátákat EOVS rendszerben. A leírások pontosságát, ill. a megfelelő bizonytalanságokat meg kell adni vagy körül kell írni.

A jelentésekben utalni kell a rendelkezésre álló információk vagy az adatok esetleges hiányosságára is. Megállapított ismerethiányok esetében javaslatot kell tenni a következő munkafolyamatokhoz szükséges kiegészítő vizsgálatokra. Ehhez meg kell fogalmazni a célokat, illetve meg kell becsülni a projektre gyakorolt költségét és hasznát.

A jelentés a legfontosabb megállapítások összegzésén túl a következő adatokat tartalmazza:

- Megbízás és lehetséges problémák
- Adatok eredete, felhasznált anyagok
- Elvégzett vizsgálatok, a módszerek leírásával
- A földtani környezet jellemzése (a 2. fejezet szerint)
- Az egyes geológiai egységek tulajdonságainak összefoglalása
- A földtani környezet megítélése (a 3. fejezet szerint)
- Következtetések, javaslatok, nyitott kérdések, hiányzó adatok, kiegészítő vizsgálatok
- Térképmellékletek (Helyzet térkép, hosszszelvények, keresztmetszetek, stb.)
- A mérési- és megfigyelési adatok függelékben (terepen végzett és laborvizsgálatok eredménye, stb.)

5 ZÁRÓJELENTÉS

A zárójelentésben értelemszerű módon dokumentálni kell a kivitelezésnél talál geológiai, hidrogeológiai és geotechnikai viszonyokat. Az építkezésbe bevontak lehetővé kell tegyék az adatok beszerzését és gyűjtését. A zárójelentés része az építkezés dokumentációjának.

IRODALOM

SIA 199: Erfassen des Gebirges im Untertagbau (Beschreibung des Gebirges, Beurteilung des Gebirges, Geologische, hydrogeologische und geotechnische Berichte), 1998.