

A nagyobb csapadékok időszaka lehet veszélyes

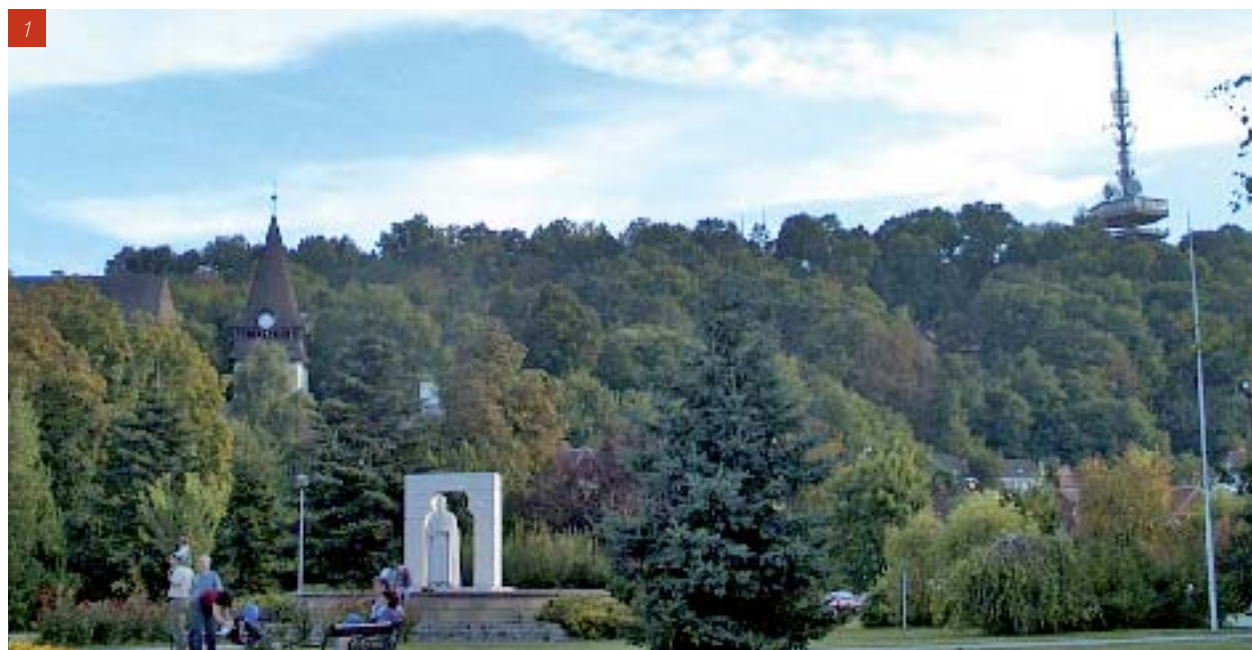
A miskolci északi Avas lejtő mérnökgeológiai és hidrogeológiai vizsgálata

Az Avas lejtő sokban hasonlít üregekkel tagolt más tájegységeinkre, ugyanakkor sok különbség is felfedezhető. Például a kőzetbe vájt pincék igen állékonynak bizonyulnak, ugyanakkor a felszínen a lejtők csúszásveszélyesek. Alábbi cikkünkben bemutatjuk a terület földtanát és a pincesor kialakulását, megvizsgáljuk, hogy a víz milyen szerepet játszhat a csúszások kialakulásában.

Miskolc belvárosában a pincék, üregek vágásához kapcsolódó első feljegyzések az 1600-as évekből valók. A XV. századtól kezdve a város pincesorait Bábonybércen, Varga-hegyen, majd később a korábban szőlőművelésre használt és összefüggő erdő-

ségekkel borított Avas északi domboldalán alakították ki. Az összefüggő erdőség megőrzése miatt terjedt el az „Avas” szóhasználat, amely fakivágási, erdőirtási tilalmat jelent. Az Avas-Észak oldal pincesorra Nagyavas és a Kisavas történelmi városmag területrészekből alakult ki (1. kép). Egyes források a pincesor tényleges

kialakulását 300-400 évvel korábbra vezetik vissza. Kialakulását jelentősen befolyásolta a város borkereskedelmi tevékenységben betöltött szerepe. Földtani adottságainak, valamint az átlagosnál hidegebb mikroklimájának köszönhetően a domb vulkanoszediment rétegsora alkalmas volt északi tájolású pincék mélyítésére. A pincesor városi életben betöltött szerepe is jelentősnek bizonyult, a 3-4 sorban kialakított pincék városközpontozó közelsége, jellegzetes építészeti stílusjegyei, a terepvonalra merőleges nyeregterítő szerkezet meghatározóak a városkép kialakulásában (Csikvári 1939). A városmag központi szerepkörét nemcsak a XVI. században használta ki a városvezetés, de napjaink városfejlesztési törekvései a történelmi Kis-Avas városközpontozó közeli részére terjednek ki.



1. kép (a túloldalon): Az Avas északi oldala

1. ábra (jobbra): Miskolci Egyetem Erzsébet téri gyógyfürdő mélyfúrása

A XIX. és a XX. században az addigra sűrűn kialakított pincelukak, üregek vágatait menekülés vagy búvóhely céljából egymásba nyitották. A vágatok kiképzése heterogenitást mutat, az egyágú pincelukak kialakítása mellett számos helyen több ágú, labirintusszerű pincevágatok is ismertek. A pincék általában egymással párhuzamosan 20°/200°-150°/330° csepíránnyal, enyhe lejtéssel futnak a hegy belseje felé, helyenként elérve a 80 m-t. A területen viszont jellemzőbbek a 8-10 m hosszúságú pincék.

A pincesor sűrű beépítését számos káreset, pincebeomlás, suvadás jellemezte és jellemzi napjainkban is. Az üreg beszakadáshoz kapcsolódó felszíni süllyedéseket, suvadási, csuszamlási folyamatokat a későbbiekben részletezzük.

Számos helyen problémát okozhatnak ismeretlen eredetű pincék, üregek, amelyek csupán egy-egy tömegmozgásos folyamatnál kerülnek a felszínre.

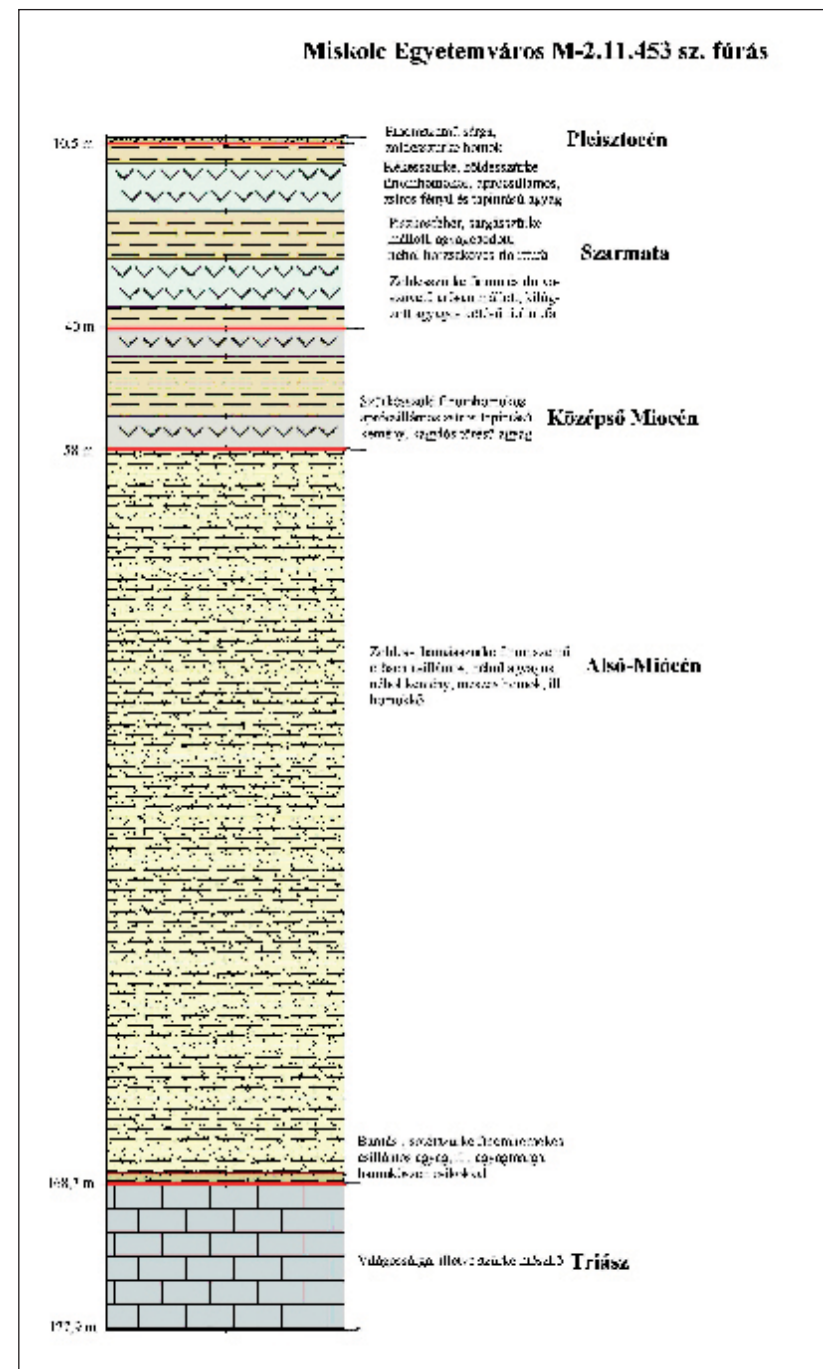
Napjaink városfejlesztési törekvése a pincesor turisztikai szerepkörét hangsúlyozza, figyelmen kívül hagyva a rehabilitáció során fellépő kockázatokat, amely sok helyen környezeti és humán tényezőket is veszélyeztet.

Geológiai adottságok

Az Avas-Észak három fontos tájegység találkozásánál fekszik:

- Sajó-völgye,
- Tardonai-dombság és
- a Bükk fedett, fedetlen karsztterülete.

Felszínfejlődésük együttesen hatással volt az Avas-Észak földtani kifejlődésére. Avas-Észak vizsgálat-



ra kijelölt terület részének (a Hidegsor oldaltól a Megyesaljáig) geológiai viszonyait az alábbiak szerint jellemezhetjük.

A domb északi, meredek oldalakkal határolt területének rétegsorát a pincék természetes feltárásain végzett vizsgálatok alapján határoztuk meg. A rétegsor bádeni és szarmata sekélytengeri, partközeli kifejlődésű vulkanoszedimentekből épül fel, amelynek mélyebb aljátát DK felé lépcsősen lezökkenő triász mészkövek képezik. Denudált felszíné-

re vékony kárpáti agyagos-homokos, majd bádeni horzskő zsinóros riolit-tufa, homokos tufás üledékek települtek (lásd a Miskolci Egyetem, Erzsébet téri gyógyfürdő mélyfúrásának eredményét, 1965, 1. ábra).

Az utóbbi rétegre alsó szarmata korú, laza cementációjú ferde- és kereszttrétegzett áthalmazott sekélytengeri sárga homok, homokkő, valamint áthalmazott bentonitosodott savanyú portufa és helyenként szürke színű, durvaszemű, közepesen cementált, jelentős nehé-

Termoanalitikai vizsgálat avasi mintákon							
Minta	H ₂ O(I)%	H ₂ O(g)%	H ₂ O(II)%	H ₂ O(III)%	agyagásvány-tartalom		
					H ₂ O-ból	OH-ból	
sárgás kőzetlisztes finomhomok	5.6	0.38	0.67	0.78	37	34	
sárgás-szürke kőzetlisztes homok	4.81	0.23	0.46	0.04	32	12	
tufaszemcséket tartalmazó, limonit-mangán foltokban gazdag	6.81	1.28	1.35	1.03	45	56	
tufogén homok, vas-mangán foltokkal	7.23	0.48	1.36	0.48	48	43	
szürkés-sárgás, limonit foltos, tufogén, agyagos kőzetliszt	6.15	0.36	0.73	0.53	41	30	
szürkés-sárgás, kötött agyagos kőzetliszt, tufogén tartalommal	6.97	0.18	0.93	0.16	46	26	
					15% víztart. Földvári M. szerint		

1. táblázat: Miskolc, Avas – Észak pincesorain random módon gyűjtött minták DTA eredménye

ásvány (főleg hipersztén-) tartalmú andezitogén torlathomok települt. Alsó szarmata korú elagyagosodott bentonit jellegű andezittufa rétegekben DTA (1. táblázat) és RTG vizsgálatokkal 40-60 %-os agyagásvány-tartalom, főleg a szmektit ásványokhoz sorolható montmorillonit, kisebb mértékben illit és kevert szerkezet mutatható ki. A rétegsor felső szintjében heterogén szemcseösszetételű felső szarmata korú extraklasztos andezittufa található (Vámos 2008).

A domboldal meredek lejtésű partfalát ez a kevert szerkezetű rétegsorból áthalmozott, holocén feltöltésekkel vegyült rétegek alkotják. A meredek lejtő, a laza felszín, a kiszáradási repedések és a vízrendezés hiánya miatt extrém csapadékok esetén talajfolyások, csuszamlások következhetnek be

Építésföldtani jellemzők

Az Avas-Észak építésföldtani jellemzők alapján gyakorlatilag heterogénnek mondható. A pincesor meredek lejtésű partfalait a pincenyitások, üregek kiképzésekor kitermelt kőzetanyagból halmozták fel, amelyre építési törmelékanyagot helyeztek. A felső talajréteget lejtőhordalék szerkezetű anyag borítja. Az Avas-Észak pincesoron történt káresetek talajmechanikai vizsgálatai az üregképzésnél kitermelt anyagra vonatkoznak. Az alsó szarmata üledékes ré-

teg felett talajosodott, természetes lejtőhordalék anyag található, melyet mesterséges feltöltés fed le.

A feltöltés alatti közvetlen réteget pleisztocén korú, kötött, szemcsés anyagú agyag- és agyagos tufa rétegek alkotják. A barnás-szürkés színű agyagos rétegek, amelyek talajfizikai jellemzői alapján Ip = 22-30 % között közepes agyag, 30-40 % között kövér agyag (Északterv 1970). Az ez alatti réteg laza, szemcsés anyagú sárga agyagos tufa, amelynek anyaga talajfizikai jellemzői alapján már közepes agyagnak nevezhető Ip = 21-29 % (FTV 1990), helyi laborvizsgálatnál az Ip értéke 23,9 % volt.

A domb északi oldalán jellemző agyagrétegekben vagy agyagos tufákban homokereket is megfigyelhetünk. A felső agyagrétegek jól gyúrhatóak. E réteg alatt helyenként szarmata, szürkés-sárga andezittufa vagy kavicsos homokréteg húzódik. Az andezittufa helyenként durvaszemű homokkővel beágyazódva húzódik, amelynek vertikális kiterjedése meghaladja az 50 m-t. Az andezittufa talajfizikai jellemzői w = 35-50 %, (FTV 1990), a kavicsos homokréteg lekerekített vagy néha szögletes kavicsokat (Ø 1-6 cm) tartalmazhat, amelynek talajfizikai jellemzői közül a ϕ értéke 30°-35° között változhat (FTV 1981).

A Szinva-patak partélének (~ 126,80 mBf.) szintjével közel párhuzamosan elhelyezkedő rétegekben a barnássárga agyag és a szürkés sárga homokliszt, majd kavicsos homok a jellemző kőzetalkotó. A barnássárga agyag plasztikus indexe 16 és 35 % között változik, az Ic értéke 0,47 és 1,1 közötti értéket mutat. A homoklisztes rétegnél ez az érték

lecsökken Ip = 2-5 % közötti értékre (FTV 1981). A kavicsos homok változó szemcseösszetételű, jól lekerekített kavicsokat tartalmaz.

A változó összetételű, nem konsolidált feltöltés alatti rétegek tufa mállásából származó magas montmorillonittal jellemezhető bentonitos üledékek csökkentik az üregek vagy a partfal állékonyságát, mivel a DTA és RTG vizsgálatok 50 % fölötti montmorillonit agyagtartalmat mutattak ki. A montmorillonit agyagásványok jelenlétére elmondható, hogy nagy duzzadóképesség jellemzi, vízzel érintkezve 15-20 %-os térfogatnövekedést, kiszáradás esetén térfogatcsökkenést eredményeznek. Az agyagásványok, „bentonitos lencsék” a rézsűk lejtőhordalékában, valamint a feltöltésben is kimutathatóak, amely fokozza a rézsű csúszásveszélyét.

A felszínstabilitási típusok és jellemzői

A levéltárban őrzött anyagokban nemcsak a pincesor gazdasági virágzásáról találhatunk feljegyzéseket, hanem a későbbi időszakban bekövetkezett pincebeomlásokról és partfalcsúszásokról is. E káresetek vizsgálatai és feltérképezése (vagy számbavétele) építésbiztonsági és városrendezési szempontokból is fontos.

Az ötvenes évekből fennmaradt feljegyzések szerint az Avas-Észak pincesorát jelentős károsodás érte (Dobrossy, 1993). Az ötvenéves időszakot felölelő rendezési terv (1880-1930) szerint városszépítő tevékenységek keretein belül a partoldal fáit kivágták, harántszivárgókat építettek be (Zimányi in Dobrossy, 1993). A



2. a, b képek: Az enyhe lejtőmozgások környezetében jellemzőek az épületek falain keletkezett repedezések

fakivágás időszakban jelentős volt a csuszamlásokhoz kapcsolódó káreset, amely helyenként üregek betemetésével járt.

Az Avas-domb észak és déli lejtőinek csuszamlási formáit, az osztályozásukat tekintve a karéjos, ívelt pályán rotációs mozgással jellemezhető suvadások közé sorolhatjuk. Az Avas domboldal északi lejtőn a csúszópályák a vízföldtani adottságoknak megfelelően, az elagyagosodott, áthalmozott bentonitos üledéken alakultak/alakulnak ki, míg a déli

3 a, b. kép: A rézsű feletti vízelvezető csőből kiszivárgó víz következtében a partoldal lecsúszott



lejtőn a vörösayagok felelnek meg a csúszólapoknak. Enyhe lejtésű csuszamlási formák (Mélyépterv 1965), talajkúszások abban az esetben alakulhatnak ki, ha a felszíni vízelvezetés szabályozás nélkül a meredek lejtésű rézsűn folyik le. Az ilyen típusú lefolyás a felszín közeli talajrétegeket, áthalmozott elagyagosodott üledéket alámosva „sárfolyásokat” – Csonka sor 476. számú ház mögötti rézsű megcsúszása 2001-ben –, nagy erejű csuszamlásokat eredményez, veszélyeztetve a teraszszint alatti pincesor üregeit, pincebejáratait, illetve az épületeket.

Az enyhe felszínmozgásokhoz, lejtőkúszásokhoz épületkárok kapcsolhatók. Azoknak az épületeknek az esetében, amelyek a közlekedésből adódó dinamikus terhelésnek vannak kitéve, valamint az alapzatuk egyenetlen felszínű területen van, enyhe lejtőmozgás mutatható ki. Jellemzőek a környező épületek falain keletkezett repedezések (2. kép), vala-

mint a lábazatnál elmozdulások. Az Avas domb keleti, valamint a déli lejtőin ilyen esetekre találhatunk példát (Szabó 1989). Ezek eredete azonban még továbbra sem tisztázott (Mélyépterv 1965), de fotódokumentációkkal alátámaszthatóak.

Az Avas-Észak pincesorait inkább a kisebb mennyiségű anyagmozgatásos csuszamlások jellemzik, de előfordulnak a hirtelen, nagy anyagmennyiséget mozgató tömegmozgások is. Több mint 250 m³ anyagmennyiség átmozgatását rétegcsúszások közé sorolhatjuk, ezek a csúszások általában a nagyobb szilárdságú miocén rétegsor felszínén alakulnak ki, az áthalmozott agyagos üledék és a lejtőhordalék talaj elmozdulásával. Elmozdulásokat rossz vízelvezetéshez kapcsolódó anyag átnedvesedése vagy intenzív csapadékos időszakban szintén a felszínközeli rétegek átnedvesedése válthatja ki (a nagytömegű anyagmozgatásáról történt egy eset 2005 júliusában





(3. kép), a csuszamlás kiváltó oka a rézsú feletti vízelvezető csőből kiszivárgó vízmennyiség beszivárgása volt, amelynek következtében két pincesor utcarésze közötti partoldal lecsúszott).

A csuszamlást kiváltó okok egy másik tényezőjeként említhetjük a nem szabályosan kiképzett utakat, és azok helytelen használatát vagy túlterhelését. Az Avas-Észak pincesor úthálózatait a pincevájáskor kitermelt anyagból a rézsú tetején 1-2,5 m szélességben alakították ki, amely helyenként egyenetlen felületű. A burkolat nélküli vagy kavicsal szórt utakra nehezedő autóforgalom okozta terhelés hatására a rézsú körömpontjánál repedések, talajkúszások indulnak meg. A nem megfelelő védekezés miatt ezek a centiméteres nagyságrendre szélesedő repedések tovább tágulhatnak, csapadék vagy rossz vízelvezetés következtében kiüregelődhetnek, a felszín alatti talaj-, illetve közetréteg átnedvesedhet, és csúszás következik be (FTV, 1990). Hasonló esetekkel napjainkban is találkozhatunk, így például a Toronyalja u. 87. szám (4. és 5. kép) mögötti támfal 1990-ben bekövetkezett tönkrementele is egy hasonló csuszamlási eseménynek a következménye, valamint a 2003 novemberében a Felsősor 450. számú ház előtti útleszakadás, amelynek támfalát 2008-ban készítették el. Ehhez a csuszamlási típushoz sorolhatjuk még a 2006-ban a Csáti sor 386. számú ház mögötti partfal megcsúszását is (6. kép), tönkretéve a múzeumi örökségvédelem alatt álló épületet, valamint részlegesen betemetve a kétágú pin-

cebejáratot. Az Avas-Észak Nagyavas oldali pincesor rézsúján, több helyen kúszásos folyamatok nyomait figyelhetjük meg. A fás-bokros cserjésekkel fedett rézsúoldal fái lejtőirányban hajlottak, az utak és a rézsú felső körömpontján található korlátok, villanyoszlopok, kerítések lejtőirányba dőltek.

A vízmérlegszámítás módszere

A budai Várhegy területére korábban kidolgoztunk egy vízmérlegszámítási módszert (Hajnal 2003), melynek lényege, hogy a beszivárgást nemcsak a területre hulló csapadékból, hanem a közművek veszteségeiből is számoljuk. A módszert üregekkel tagolt más magyar városokra is alkalmaztuk (Hajnal et al. 2007, Hajnal, Kovács 2009). A vízmérlegek évekre készülnek.

A klasszikus hidrológiai vízmérleg a csapadék (C), a párolgás (P), a lefolyás (L), a beszivárgás (B) és a tározódás (ΔK) egyensúlyát tételezi fel, az alábbi egyszerű egyenlettel kifejezve

$$C = P + L + B \pm \Delta K$$

Ez az egyenlet alapvetően megfelel például a víz földi körforgásának leírására, vagy földrészekre készített vízmérlegeknél. Ám minél kisebb léptékben vizsgáljuk a folyamatokat – kisebb régiókra, vagy településekre –, annál több módosító paramétert kell alkalmaznunk.

A mérnöki gyakorlatban a méretezéshez (csatornarendszerek), kár-elhárításhoz (pincevizesedések, lejtőmozgások) kívánjuk meghatározni a vízmérleg egy-egy komponensét. A korábbiakban sikerült kimutatnunk,

4. kép: Károsodott úttest

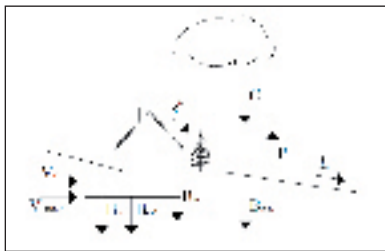
5. kép: Útleszakadás csuszamlás következtében

hogy urbanizált területeken alapvetően a közművek veszteségei határozzák meg a beszivárgást (Hajnal 2005), az alapegyenlet B tagja sok, egymással részben összefüggő elemtől függ. Egyesített rendszerű vízelvezetés esetén

$$B = B_c + B_{cs1} + B_{cs2} + B_{vv} + (B_{ta})$$

ahol

B_c – a csapadékból,
 B_{cs1} – a csatornába jutó csapadékhányadból,
 B_{cs2} – a csatornába jutó szennyvízhányadból,
 B_{vv} – a vízvezetékéből,
 B_{ta} – a távhővezetékéből származó beszivárgás. (Utóbbi általában elhanyagolható.)



2. ábra. A vízmérleg egyszerű vázlata városi környezetben

A 2. ábra szemlélteti a közművek veszteségeit is. A B_c a csapadékból közvetlenül beszivárgó vízmennyiség. $B_c = C - P - L$

A B_{vv} a vezetéki vízből keletkező beszivárgás, melynek mennyiségét, ha nem méri a betáplálás tíz száza-



6. a, b. kép: A megcsúszott partfal múzeumi örökségvédelem alatt álló épületet is tönkretett

lékának szokás felvenni. Az A a területi tényező, mivel az általunk vizsgált vízgűjtők általában nem egyeznek meg a betáplálási területekkel. $B_{vv} = AV/10$

A B_{cs1} a csapadék, a B_{cs2} a szennyvíz eredetű csatorna veszteséget jelenti.
 $B_{cs1} = 0,9L/10$
 $B_{cs2} = (AV - B_{vv})/10 = 0,9AV/10$

A párolgászámítást Morton WREVP modelljének (Morton 1983) segítségével végeztük el. Ehhez a párolgásbecslési eljáráshoz a következő meteorológiai adatokat hasz-

2. táblázat: Miskolc, Avas – Észak pincesorain random módon gyűjtött minták DTA eredménye
Mm % = montmorillonit agyagásvány %-os aránya

Minta						Földvári-féle módszer			Szöőr-féle módszer		
	H ₂ O(I)	H ₂ O(g)	H ₂ O(II)	H ₂ O(III)	CO ₂	Mm%	H ₂ O-ból	OH-ból	H ₂ O/OH	Mm%	IP
sárgás kőzetlisztes finomhomok	5.6	0.38	0.97	1.42		29	35	23	2.3431	33	27.02
sárgás-szürke kőzetlisztes homok	4.81	0.23	0.74	0.33		22	30	17	* 4.49533	28	25.32
tufaszemcséket tartalmazó, limonit-mangán foltokban gazdag agyagos kőzet	6.81	1.28	1.74	1.53		48	43	41	2.08257	43	30.30
tufogén homok, vas-mangán foltokkal	7.23	0.48	1.77	0.93		49	45	42	2.67778	45	31.05
szürkés-sárgás, limonitfoltos, tufogén, agyagos kőzetliszt	6.15	0.36	1.01	0.64		30	38	24	* 3.72727	36	28.00
szürkés-sárgás, kötött agyagos kőzetliszt, tufogén tartalommal	6.97	0.18	1.41	0.54	1.86	41	44	33	* 3.57436	42	30.02

náltuk fel: harmatponti hőmérséklet, léghőmérséklet és átlagos napi napfénytartam minden hónapra óraban megadva, ezen kívül szükség volt két állandó paraméter megadásához is, így a terület földrajzi szélességére és tengerszint feletti magasságára.

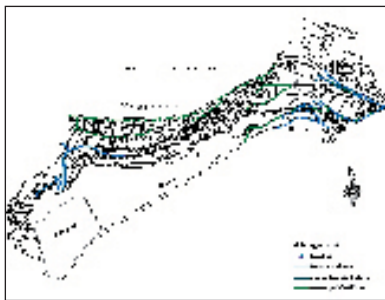
A lefolyást Langbein módszerével számítottuk, melynél nem kell meghatározni a lefolyási tényezőt, illetve hosszú periódusú időszakokra érvényes. A módszerhez a léghőmérsékleti és csapadékadatokat is figyelembe kell venni, súlyozott középhőmérsékletet lehet vele számítani, a havi csapadékösszegek sokévi átlagából és a havi középhőmérsékletekből.

A vizsgált terület jellemzői

Vízmérleg-számításainkat Miskolc belvárosában 211 m tengerszint feletti magasságban emelkedő Avas domb északi oldalában elhelyezkedő pincesoron végeztük. A vizsgálatokat abból a célból indítottuk, hogy megvizsgáljuk az északi oldalon több alkalommal jelentkező partfalcsúszások és káresetek milyen kapcsolatban áll-

nak a csapadékvíz-, és a közművesztéségből származó vízvesztéssel, illetve vízbeszivárgással. A vizsgálatba bevont terület kiterjedése 0,76 km², amelynek határát a domboldal Ny-i oldalán a Hidegsorral, a K-i részén pedig a Meggyesalja utcával jelöltük ki.

A területen meredek, növényvel benőtt rézsúk húzódnak a szintvonallakkal párhuzamosan futó utcák között. Az épületeken, útburkolatokon számos helyen megfigyelhető a felszínmozgások nyoma, ugyanakkor vizesedésre utaló foltok, „vízcsíkok” sehol nem fordultak elő. A nagyobb mozgásokat,



3. ábra: Miskolc, Avas-Észak pincesor helyszínrajzi térképe

3. táblázat: A terület épületeinek és lakosságának adatai

Avas-Észak pincesor lakossági összesítése				
Utca	Lakóépületként funkcionáló épület	Fő	Hétvégi házként funkcionáló épület	Fő
Latabár utca	1	1	4	16
Felsősor	26	76	93	279
Pázmány sor	1	1	8	24
Középső sor	21	45	44	132
Alsósor	22	39	72	216
Gsonkasor	4	9	10	30
Hidegsor	3	8	10	30
Csalogány utca	26	78		
Avasalja	39	117		
Csáti sor	5	15	3	9
Rácz sor	2	4	8	24
Lajos sor	5	5	16	48
Petőfi sor			22	66
Mélyvölgy			6	18
Papszer utca	11	33		
Összes lakos száma		431		892
Körülbelüli lakosságszám		1323		

támfalak megrongálódását mégis mindig a vízzel – nagyobb csapadékkal, hóolvadással, rosszul megoldott vízelvezetéssel – is kapcsolatba lehet hozni.

A terület közműellátottságát a 3. ábrán mutatjuk be.

Közművesztéségből származó beszivárgás

A Miskolci Vízmű erre a kis területre vonatkoztatva nem tudta rendelkezésünkre bocsátani a vízbetáplálási adatokat, ellenben sikerült beszerez-nünk az Avas-Észak terület lakossági adatait (3. táblázat)

Így a 180 l/nap/fő vízigénnyel számolva viszonylag pontosan meg tud-

juk becsülni a területen folyó vízhasználatot.

Külön számítva az állandó lakosokra, 431 főre 77.580 l/nap adódik, ami 28.317 m³/évnek felel meg, míg az üdülőket is figyelembe véve, maximum 90 nap ott tartózkodást feltételezve 160.560 l/nap vízfogyasz-tás adódik, ami 14.450 m³/év. A két értékből a maximális vízfogyasztás 42.767 m³/év. Tíz százalékos veszte-séget feltételezve az évi veszteség 4277 m³, ami a 760.000 négyzetmé-teres területen 5,6 mm beszivárgást jelenthet. Ez az általunk korábban vizsgált területekhez képest nagy-ságrendekkel kisebb beszivárgást jelent a vízvezeték veszteségéből,

például a budai Várban ez az érték 140 mm évente.

Ezek alapján a szennyvízcsatorná-ból elszivárgó víz nagyságrendje 1-2 mm lehet évente, ami elhanyagolha-tó mennyiség.

A vízmérlegszámítás eredménye

A 4. táblázatban közöljük a számítás eredményeit.

A számításokat napi csapadék-adatok alapján végeztük. 1994-ben és 1998-ban hibás volt az adatsor, ezért értékelhetetlen eredményeket kap-tunk. A táblázatból látható, hogy a párolgás 403 és 487 mm között válto-zott, míg a beszivárgás 4 és 173 mm között ingadozott. A 2001 és a 2003 évi beszivárgásértékek rendkívül ala-csonynak mondhatók. Az eredménye-ket az utolsó öt évre átlagolva a csa-padék 628 mm, a párolgás 440 mm, a lefolyás 139 mm, a beszivárgás pedig 66 mm volt. A csapadékhöz viszonyít-va, a párolgás a csapadék 70 %-a, a lefolyás 22 %-a, a beszivárgás pedig körülbelül 11 %-a. Korábbi vizsgálata-inkkal összehasonlítva, melyek a már említett budai Várra, azon túl Budafok-ra, Kőbányára, Pécsre, Szentendrére, valamint Csobánkára készültek, meg-állapíthatjuk, hogy az Avas területén a lefolyás és a beszivárgás százalé-kos részaránya a csapadékhöz képest éppen fordított, tehát a beszivárgás annyi-val kisebb, mint amennyivel több a lefolyás. A csapadék gyorsan lefo-lyik a területről, és beszivárgás mér-téke elenyésző. A területen találha-tó pincék szárazsága is erre utal. Miú-tán, ahogy az előző pontban bemutat-tuk, a közművek vesztesége is minimá-

4. táblázat: A vízmérlegszámítás elemei

Évek	Csapadék mm	Súlyozott középhőmérséklet t ₀ °C	Fajlagos lefolyás sokévi átlaga l/s km ²	Lefolyás mm	Területi párolgás mm	Beszivárgás mm
1994	448				358,00	
1995	649	13,59414484	3,5	145	416,00	88
1996	644	11,94658385	3,6	149	457,00	38
1997	453	13,81699779	1	41	420,00	82
1998	504				425,00	
1999	907	13,71775083	7,5	311	487,00	109
2000	406	11,94581281	1	41	404,00	39
2001	631	11,37971474	4	166	460,00	5
2002	680	16,83558824	2,5	104	403,00	173
2003	515	12,13106796	1,8	75	444,00	4

lis, így állandó vizesedések nem jelent-keznek. Ugyanakkor a víz megjelené-se mégis gondot okoz a területen. A csúszásra hajlamos talajok és kőze-tek, valamint a morfológiai adottsá-gok veszélyessé teszik a nagyobb csa-padékok időszakát, aminek következté-ben néhány éves gyakorisággal komo-lyabb mozgások jönnek létre. Helyszí-ni bejárásaink alkalmával több helyen láttunk támfal-megerősítési munkála-tokat, és egyre több helyen ügynek a szakszerű vízelvezetésre is.

Vámos Mariann
Hajnal Géza

Köszönet

Köszönjük Kovács Ákos Domonkosnak a párolgásszámítás számítógépes fut-tatását. Hajnal Géza kutatómunkájához anyagi támogatást nyújt a Bolyai János Kutatási Ösztöndíj (B000063/08/6).

Felhasznált irodalom:

Csikvári A. szerk. (1939): Borsod vármegye. Vármegyei szociográfiák V. Bp. p. 171

Dobrossy I. szerk. (1993): A miskolci Avas, Borsodi Nyomda, p. 521.

Mélyépterv (1965): Felszínmozgás nyilvántartó lap, a Miskolci Avas domb mozgása, p. 6.

Északterv (1970): Felszínmozgás nyilvántartó lap, Miskolc, Egyetemváros TÜKI műhelycsarnok mögötti rézsű, p. 4.

Földmérő és Talajvizsgáló Vállalat (1990): Részletes talajmechanikai szakvélemény a Miskolc Avas, Toronyalja u. 87. sz. mögötti támfal károsodásáról, p. 23.

Földmérő és Talajvizsgáló Vállalat (1981): Részletes talajmechanikai szakvélemény a Miskolc, (Papszer u. 1.) Herman Ottó Múzeum épületének talajvizsgálatáról, p. 12.

Hajnal G. (2003): A budai Várhegy hidrogeológiája, Akadémiai Kiadó, Budapest, p. 128.

Hajnal G. (2005): Talajvíz és közmű, Természetes és mesterséges hatások a talajvízjárásra Budapest területén, Mélyépítés III. évf. 3. sz., pp. 20-27.

Hajnal G. (2007): Városi hidrogeológia, Akadémiai Kiadó, Budapest, 137.

Hajnal G., Kovács Á. (2009): A vízmérleg összetevőinek számítása városi környezetben, Hidro-lógiai Közlöny, 89. évf. 3. szám, 2009. május-június, p. 49.

Szabó I. (1989): Avas K-i domboldal hidrogeológiai-mérnökgeológiai újraértékelése. Kézirat.

Vámos M., Kozák M. (2008) Rekonstrukciót előkészítő állapotfelmérés a miskolci Avas-Észak területén, Mérnökgeológia Kőzetmechanika 2008 (Török Á.- Vásárhelyi B. szerk.), Műegyetem Kiadó, pp. 37-48.

Vincze L., Kozák M et.al (2005): Tömegmozgás veszélyesség térképezése a miskolci avasi pincesoron, p. 6.