

Pleisztocén talajfagyjelenségek hatása lejtők állékonyságára

Paál Tamás*

(6 ábrával)

Összefoglalás: A pleisztocén kori talajfagyjelenségek eddig általában a földtani- és földrajzi-kutatásokban szerepeltek. Mivel a mérnöki és mérnökgeológiai vizsgálatok legtöbbször a felszínhez közeli rétegekre terjednek ki, ezek pedig a pleisztocénban „fagyzavargást” szenvedhettek, ezért van jelentősége a felső rétegek keletkezésével és előéletével kapcsolatos elemzéseknek.

A periglaciális regeláció hatására bekövetkezett fagyjelenségeknek a lejtők állékonyságára kifejtett hatását e cikk a budai talajmozgások során vizsgálja. Részben a fagyjelenségek hatását abban is kell látnunk, hogy a pleisztocén édesvízi mészkövek csak részben találhatók összefüggő tömbben az eredeti forrásmenede környezetében. A letördelt peremi darabokat részben a szoliflukció szállította el jelentős távolságra a lejtő legkülönbözőbb részeire. Az elszállított mészkőtömbök sokszor nem a fedőrétegen foglalnak helyet, hanem mélyen beleágyazva az alaprétbe, aminek oka a krioturbációban is keresendő.

A Herman Ottó úti mozgás területén az oligocén kiscelli agyag felett egy egyenlőtlen vastagságú, erősebben vízvezető, kevert, agyagos réteg fekszik, 10 m mélységig beforogatott pleisztocén édesvízi mészkődarabokkal. A mészkő-előfordulások egyúttal a víz jelentkezési helyei is voltak.

Feltehető, hogy már a pleisztocén korban is voltak a területen nagyobb suvadások, melyek csak mintegy reaktiválódtak a téglagyári gödör kialakításával.

Az Apostol utcai mozgás területén az eltörmödött korábbi forrás vize erősen visszaduzzadt és szétterjedt a szoliflukciós eredetű törmeléken takarórétegben, s ez idézte elő a korábbi mozgások újbóli megindulását.

A fagyjelenségek hatását elszennvedett felső réteg erősen veszélyezteti a lejtők állékonyságát, különösen ha mesterséges úton víz jut a talajba s így állapota még kedvezőtlenebb lesz.

Bevezetés

A pleisztocén korú talajfagyjelenségek kutatása a földtani és földrajzi irodalomban már sok évtizede szerepel. A hazai szakirodalom SZÁDECZKY-KARDOSS E. (1936) úttörő cikke óta kisebb-nagyobb megszakításokkal foglalkozik e kérdésekkel. Az utóbbi tizenkét évben, KRIVÁN P. (1958) alapvető ismertetését követően különösen a földrajzi körök — elsősorban PÉCSI M. (1961, 1968) — vizsgálják részletesen a fagyjelenségeket. Építésföldtani szempontból magyar szerzőktől az első ismertetés KARÁCSONYI S. és SCHEUER GY. (1970) cikke az 1970. szeptemberi párizsi Mérnökgeológiai Konferencián.

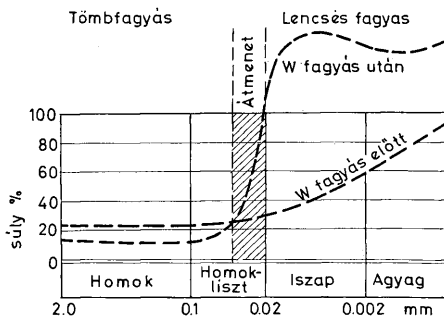
A továbbiakban — a teljesség igénye nélkül — röviden foglalkozunk a pleisztocén néhány sajátosságával és az ezek miatt bekövetkező rétegmódosulások egyes mérnökgeológiai vonatkozásával.

A mérnöki és mérnökgeológiai vizsgálatok alkalmával általában a rétegek jelenlegi tulajdonságait, milyenségét vizsgáljuk. Igyekszünk számszerűen ki-

* Elhangzott és megvitatásra került a MFT Mérnökgeológiai-Építésföldtani Szakosztályának 1970. december 15-i ülésén.

fejezni a rétegek állapotát, de ennek során igen gyakran találkozunk olyan tényezőkkel, melyek ugyan nagy jelentőségűek, de számszerűen — legalább ma még — nem fejezhető ki. E tényezők egyik csoportja a rétegek keletkezésével, előéletével kapcsolatos.

A mérnöki gyakorlatban általában a felszínhez közeli rétegek vizsgálata a leglényegesebb, ezek pedig jórészt vagy a pleisztocénban keletkeztek, vagy már a pleisztocénban is a felszínen voltak, s így ki voltak téve a felszíni hatásoknak. Ennek alapján a rétegek tulajdonságainak minél teljesebb megismerése érdekében szem előtt kell tartani a pleisztocén korra oly jellemző talajfagyjelenségek szerepét és hatását.



1. ábra. Fagyásformák tartományai (Biczók I. ábrája után)
Fig. 1. Regions of cryoturbation phenomena (after I. Biczók)

Pleisztocén kori talajfagyjelenségek

1. Fagyaprózás (kriofrakció)

A szilárd kőzetek kőzetrepedései mentén egyes kőzetekben 5—10 m mélységű fagybehatolás hatására aprózódás is bekövetkezett. A kőzetfelszínről a kifagyás során levált durva kőzettörmelék fokozatosan tovább aprózódott.

2. Fagyréselés, fagyemelés (krioturbáció)

A síktundra területeken agyag, vagy min. 8% agyagtartalmú durvább anyag esetén (SCHEUER, 1970) fagyzavargás jön létre.

A napsütés hatására történő kiszáradás és a jéglenyce képződés miatt a felszín megrepedezik. Ismeretes, hogy a jéglenyce képződése során a környező talajrétegekből intenzív vízelzívás történik. Ha ez kapilláris úton aulról nem tud kellőképpen végbemenni, akkor természetes a felső rétegekből történő vízelzívás. A kialakult repedéshálózatba az ismételt fagyás — ovadás hatására fokozatosan felszíni anyagok jutottak be. Ez a felülről kiinduló fagyréselés.

Az alulról származó *fagyemelés* oka az, hogy a periglaciális területeken a felszíntől számított 5—6 m mélységig (az ún. aktív zónában) nyáron felengedett a fagy. Ezt követően a felülről fokozatosan lehatoló fagyás során bekövetkező térfogatnövekedés az alsó, állandóan fagyott réteg miatt kialakult zárt rendszerben olyan feszültségeket hozott létre, amely alkalmas volt arra, hogy a rétegek eredeti települését megváltoztassa. A fentiek ismétlődése az aktív zóna anyagának átkeverését eredményezte.

3. Talajfolyás (Szoliflukció)

A szoliflukció a periglaciális regeláció által okozott talajfolyási jelenség, lejtős területen, a nehézségi erő hatására. Kialakulásához szükséges volt az állandóan vagy időszakosan fagyott talaj, bizonyos mennyiségű olvadékvíz és a talajban az agyagos frakció jelenléte.

Az iszapos — agyagos talajban kialakuló lencsés fagyás hatására a réteg eredeti víztartalma lényegesen, esetleg többszörösére is megnő. Az ezt követő felengedés a víztartalom felszabadulásával jár s ez, az egyébként is jelenlevő olvadékvizekkel együtt a felszíni rétegeket képlékennyé vagy éppen folyóssá tette. A megolvadt és folyós réteg már egészen kis (2° -os) felszín-esés hatására is lassú mozgást végzett.

A lejtő magasabb részeiről az olvadásból származó hólé hosszú időn át fenn tarthatta a szoliflukciót, amely így a felengedés egyre mélyebbre hatolásával mindig mélyebb és mélyebb keverő hatást váltott ki.

A szoliflukciós anyagmozgás néhol egybefolyt a krioturbaációval és a felszíni repedésekben mélyre juttatta a fedőréteg anyagát. A humifikálódott fedő általában barna színeződése megkönnyíti ennek a jelenségnek az észlelését a munkagödörök, bányák falában.

A szoliflukcióval szállított és felhalmozott agyagos üledék több típusba sorolható keletkezési körülményei és megjelenési formája szerint. Általános tapasztalat szerint a gyakran sok törmelékkel is magával szállító üledékköpeny a lejtőn lefelé haladva fokozatosan kivastagodik.

Az e kérdéseket részletező irodalom megkülönböztet még további anyagmozgató hatásokat is, így pl. a „fagyott talaj felszíni leöblítését”, ezek azonban a mi jelenlegi vizsgálataink szempontjából nem lényegesek.

A fagyjelenségek hatására bekövetkező különböző anyagmozgatások között rendkívül sok az átmenet és tiszta típus a legritkábban fordul elő, ezenkívül az egyes folyamatok időben is váltogatják egymást.

A szorosan vett fagyjelenségeken kívül a pleisztocén-felszín formálásában nagy szerepük kellett legyen a *svadásos anyagmozgásoknak* is. Az interglaciális és interstadiális fázisok erősebb csapadéka révén a nagy tömegű felszínmozgások feltételei adottak voltak (ÁDÁM—MAROSI—SZILÁRD 1969).

Fagyjelenségek hatása a lejtők állékonyságára

A fagyjelenségek által létrehozott rétegmódosulások hatása meglehetősen sokféle a mai talajmozgásokban (PAÁL 1970). A budai mozgások vizsgálatából véve a példákat a talajfagyjelenségek hatását részben abban is kell látnunk, hogy a pleisztocén édesvízi mészkövek csak részben találhatók az eredeti forrasedence környezetében, összefüggő tömbben. A letöredezett peremi darabokat

részben a szoliflukció szállította el jelentős távolságra a lejtő legkülönbözőbb részeire. Az elszállított mészkőtömbök sokszor nem a fedőrétegen foglalnak helyet, hanem mélyen beleágyazva az alapréttegbe, aminek oka a *krioturbációban* is keresendő. A beékelt, beforgatott közettömbök is elősegítették a szoliflukció keletkezését, és a jelenségek váltakozva fordultak elő.

Természetesen a fagyjelenségek nem egyedül hatottak a felszín formálására, hanem a többi földtani tényező *mellett*.

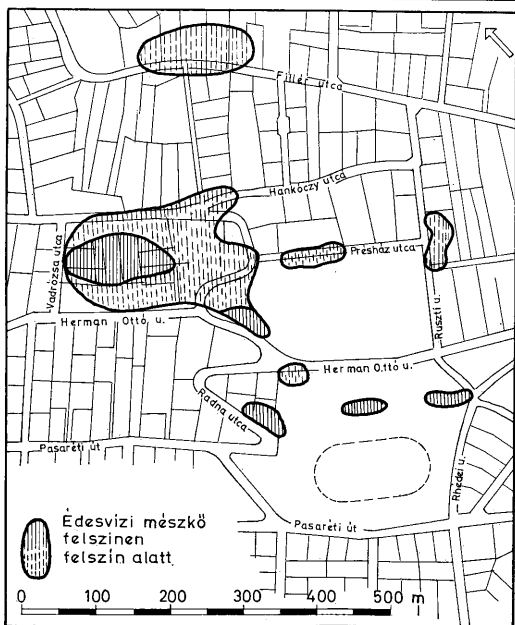
Ez a mészkőaprózódás és a beágyazódás mutatkozott a Pasaréti úti Vasas-Sporttelep területén bekövetkezett csúszásnál is (PAÁL, 1962). A Herman Ottó úton és a lejtőn készített feltárások, valamint a szivárgóépítések munkaárkai a legváltozatosabb elhelyezkedésben és mélységben találták az édesvízi mészkövet. Ennek illusztrálására néhány dőlésadat közvetlenül egymás melletti mészkőpadokon:

4°-os dőlés	D-i irányban,
50°-os dőlés	É-i irányban,
78°-os dőlés	É-i irányban.

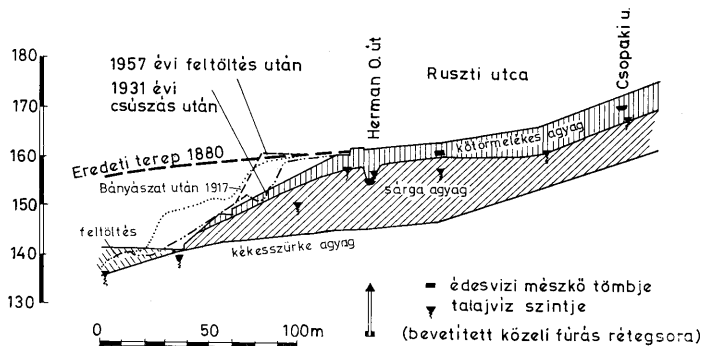
Ez a változatos elhelyezkedés önmagában még elképzelhető volna egy tektonikailag rendkívül zavart zóna belsejében is, de itt nem ez a helyzet. A hegyoldal geológiai alaprétége az oligocén kori kiscelli agyag ugyan eredeti vízszintes helyzetéből kimozdult és 18—20°-os szögben dől DNy-felé, de nagy területen azonos a dőlése. A fedőjében levő édesvízi mészkő padjának helyzetét nem idézhette elő tektonikai hatás anélkül, hogy az a kiscelli agyagon is megne mutatkozott volna. Egyébként nemcsak a mozgás területén vannak változatos elhelyezéssű mészkőtömbök, hanem az egész hegyoldalon (POSEWITZ, 1935), ahol különböző kiterjedésű és vastagságú darabok bukkantak fel a feltárásokban és a munkagödörökben. Tehát a mészkőpadok mozgását (és létrehozását is) felszíni hatás kellett okozza.

A Pasaréti úthoz közelebb eső néhány felszíni mészkőtömb helyzetét esetleg nemcsak természeti jelenség, hanem az ember is befolyásolhatta. Az e területen 1880-ban megindult agyagbányászat ugyanis sorozatos csúszásokat-suvadásokat hozott létre, amelyek a korábban is mozgó kövek közül egyeseket tovább mozdítottak. A bányászat befejezése idejéből rendelkezésre álló szelvények alapján ez csak néhány felszíni tömbre vonatkozhat.

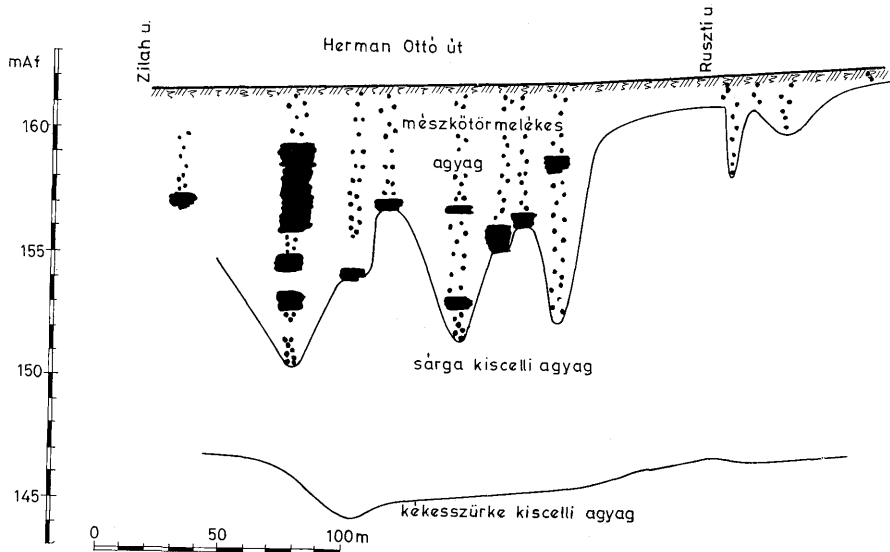
A fagyjelenségeknek egy másik értelemben is nagy jelentőségük van a mozgásoknál. Ismeretes, hogy a kiscelli agyag eredeti (kékesszürke) állapotában gyakorlatilag vízzáró, csak a benne húzódó homokos erek és az esetleges ropedéshálózat mentén lehetséges a vízmozgás. A kiscelli agyag felszínközeli része a benne levő pirit bomlása folytán (VENDL, 1932) sárga, sárgásbarna színű lett. Bár ez az átalakulás nemcsak kémiai-, hanem fizikai-jellegű is volt, mivel a sárga agyag fellazult, de ez a változás csak viszonylag kismértékű. Más budapesti munkahelyeken szerzett tapasztalatok szerint a sárga kiscelli agyag közvetlenül az eredeti kékesszürke felett, azzal majdnem azonos mértékben vízzáró. Eszerint a kémiai bomláson kívül más hatást is fel kell tételezzünk, ha a sárga kiscelli agyagban jelentősebb mértékű vízvezetést tapasztalunk. Ez a hatás részben a fagyhatás is kellett legyen, amely egyrészt felszabdalta a felső rétegeket, másrészt a begyűrődött löszös, felszíni humuszos rétegek és mészkődarabok révén egy csaknem újnak nevezhető réteget hozott létre, amely már lényegesen jobb vízvezető képességű. Az átgyúrtság mértékét jól mutatja az alábbi néhány adat, amely a Herman Ottó úton készített három fúrásból a leg-



2. ábra. Az édesvízi mészkő elhelyezkedése a Rókus-hegy oldalán (POSEWITZ G. ábrája után)
 Fig. 2. Emplacement of freshwater limestones on the slope of the Rókus hill (after G. POSEWITZ)



3. ábra. Általános rétegszelvény a Herman Ottó úti mozgás területén át
 Fig. 3. General section across the slide area of Herman Ottó street



4. ábra. Csapásirányú rétegszelvény a Herman Ottó út vonalában
 Fig. 4. Section along the strike of Herman Ottó street

nagyobb mélységben észlelt mészkőtömb, illetve mészkőtörmelékes agyag réteget tünteti fel:

Fúrás száma	Legalsó mészkőtömb	Mészkő alatti kőtörmelékes agyag
23	-5,7—6,8 m	—
33	-9,2—9,5 m	-9,5—10,0 m
35	-8,5—9,1 m	-10,4—11,5 m

A kőzetanyag azonos és közvetlenül a fúrások mellett a felszínen, vagy a felszín közelében is volt édesvízi mészkő.

Már az előzetes feltárás során is az mutatkozott, hogy a vizet észlelő fúrások általában a mészkőtömbök körzetében voltak találhatóak. A szivárgórendszer építése során ez ismételten bizonyítást nyert. Szinte örülni lehetett, amikor a munkaárokban — az egyébként jelentős fejtési nehézséget okozó — mészkő felszíne előbukkant, mert alatta minden alkalommal víz jelentkezett.

A mészkőbeágyazódások nem tekinthetők egymástól független, egyedi jelenségeknek, hanem egyes helyeken nagy kiterjedésű, egymással többé-kevésbé összefüggésben levő hálózatrendszer is kell alkossanak, ami nem látszik lehetetlennek, ha a fagyjelenségek által létrehozott poligon-talajra gondolunk. A szivárgóépítés munkaárkában az egyik 5 m mélyen levő mészkő alatt pl. mintegy 1 m³/óra hozamú forrás tört elő, és jelentkezésétől számítva kb. egy hétig gyakorlatilag azonos mennyiségű vizet adott. A második héten fokozatosan megszűnt a forrás. Az e helyen jelentkezett víz tehát összesen 200—250 m³ körüli mennyiség lehetett, ami csak igen nagy tömegű talaj hézagaiban lehetett úgy tárolva, hogy ilyen rövid idő alatt kivezetést találhasson.

A fagyjelenségek következtében átgűrődött agyag tulajdonság-változását jól értékelhetjük a talajmechanikai laboratóriumi gyakorlatban használatos Terzaghi-féle *érzékenység* példáján.

$$\bar{E} = \frac{\sigma \text{ nyomó (természetes állapotú)}}{\sigma \text{ nyomó (átgűrűt)}}$$

Az egyirányú nyomókísérletek során hazai agyagokon tapasztalt $\bar{E} = 2-4$ érték azt jelenti, hogy az átgyűrűt anyag szilárdsága 25—50%-a az eredetinek.

A laboratóriumi átgűrűshöz teljesen hasonló jelenség kellett lejátszódnon a fagy hatására is, mivel a jéglencsék miatt megnövekedő víztartalom az olvadáskor nagy tömegű talaj felpuhulását eredményezte, s ezáltal a talaj eredeti szerkezete tönkrement (KÉZDI, 1970).

A szerkezetbomlás révén a vízvezető képesség nő, a szilárdság csökken, tehát csaknem bizonyosnak tekinthetjük, hogy a Herman Ottó út környékén már a pleisztocén korban is lehettek csúszásos, suvadásos talajmozgások. Ez is hozzájárulhatott egyes mészkőtömbök rendkívül mélyre juttatásához.

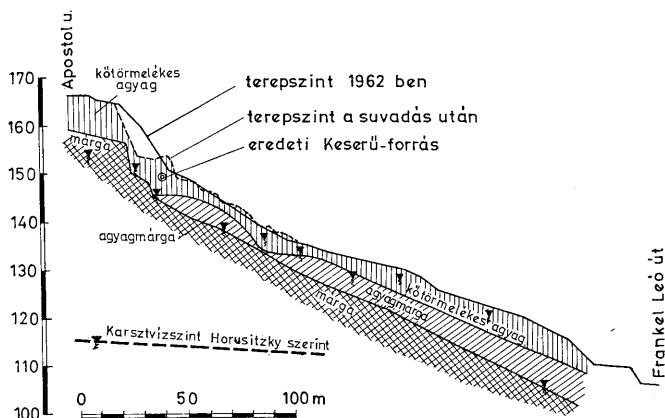
Arra is gondolhatunk, hogy a Herman Ottó úti mozgás elleni védekező munkálatok nemcsak azért jelentettek kényes feladatot, mert az irodalmi adatok (VENDL, 1930) szerint itt 1882 óta csak időleges stabilizálódást lehetett elérni. Az emberi beavatkozásra (bányászat okozta alávágás) valószínűleg csak reaktiválódott a pleisztocén kori mozgássorozat (Analogiája: ZÁRUBA—SIMEK, 1970).

Ezeknek az észleléseknek a védekező műveletekre vonatkozó konzekvenciája az kellett legyen, hogy a mozgó talajtömeget viszonylag sűrűn behálózó támszivárgó rendszer építésére volt szükség és a hegyfelőli vízutánpótlás meg-gátlására mély övszivárgót is kellett építeni.

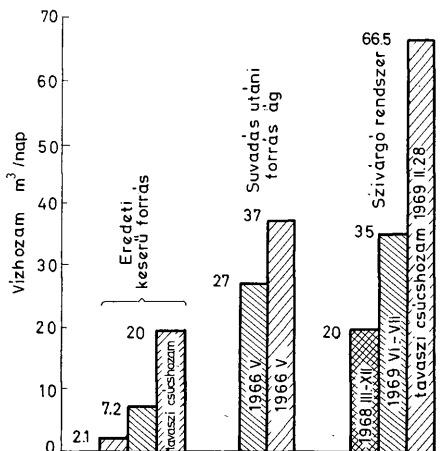
A másik rózsadombi csúszásnál, az Apostol utcainál szintén jelentős szerepet játszott a fagyjelenségek hatását mutató réteg (PAÁL, 1967 és KÉZDI—PAÁL—PÁLFY, 1970). Itt a hegyoldal alaprétege az eocén kori budai márga, melynek felső része a mállás hatására agyagosabbá vált agyagmárga és márgás agyag. Efelett az egész lejtőn végighúzódó mészkő- és márgatörmelékes agyaréteg található, melynek eredete részben szintén a szoliflukcióval magyarázható. Ez a réteg jelentős mennyiségben tartalmazza a lejtő magasabb részeiről származó törmelékanyagokat és keletkezési körülményei következtében lényegesen lazább, jobb vízvezető képességű, mint az alatta levő — elsődleges fekvésű — rétegek.

A terület tektonikailag igen exponált helyen fekszik. Nemcsak a hegy lábánál húzódó nagy dunai-törérendszer hatása tapasztalható, hanem a közeli Kavics utca mentén egy másik vetőzóna is kellett legyen. Ezt a morfológia mellett a márga dőlésadatai is bizonyítják. A tektonikai hatás feltétlenül hozzájárult a márga fellazításához, ami a pleisztocén hatások érvényesülését megkönnyítette.

A jelenlegi mozgás területének közepén felszínre bukkant „Keserű-forrás” vizének természeti viszonyok között végig kellett folynia a lejtőn a hegy lábáig. Ez egészen biztosan azt eredményezte, hogy itt korábban is ismételtlen voltak mozgások. A legrégebbi adat (SCHEUER—SZILVÁGYI, 1970) a múlt század elején már a mozgás-szabdalta terület képét rögzíti. Ezenkívül a mostani szivárgó-építések során több helyen régi szivárgó és drainső bukkant elő, tehát már voltak védekező művek is.



5. ábra. Általános rétegszelvény az Apostol utcai mozgás területén át
Fig. 5. General section across the slide area of Apostol street



6. ábra. Az Apostol utcai vízhozamok összehasonlítása

Fig. 6. Comparison of water outputs from Apostol street

Az 1966 évi suvadást megelőzően a területen folytatott törmeléklerakás ismét visszaállította az emberi védekezés (vízelvezetés) előtti „ős-állapotokat.” Az eltömődött „Keserű-forrás” visszaduzzasztott vize a laza fedőrétegben jól szét tudott terülni a lejtőn és szivacszerű hatásával átáztatva az alatta levő réteget, jelentős mértékben hozzájárult a mozgás kifejlődéséhez.

Ennek az átázottságnak és szivacs-hatásnak a jelentősége jól érzékelhető, ha a forrás rendelkezésre álló hozam-adatait összevetjük. A régi forrásadatok és az új szivárgórendszer adatai között rendkívül nagyoknak kell tekinteni a mozgást követően mért hozamot, amely csak a felszínre bukkant források egyik ágának nyílt árokkal történő összefogása után volt mérhető. Ez a hozam a teljes kilépő víznek csak egy része lehetett, vagyis az eredeti forrás hozamánál lényegesen több víz kellett jelentkezzen, ami csak a nagymértékű tárolódással magyarázható. A kész szivárgórendszer feltétlenül több felszín alatti vizet képes összegyűjteni, mint ami korábban felszínre tört, tehát annak adatai csak alátámasztják a mozgást követően mért vízhozamok rendkívüliségét.

Többek között e megfigyelések és tapasztalatok alapján a védekező műveletek optimális eredményessége úgy volt biztosítható, hogy a mozgó tömeget viszonylag kis darabokra osztó *támszivárgó-rendszer* épült. Ez biztosította a tárolódott víz leggyorsabb elvezetését. A hegyfelőli „leárnékolás” itt övszivárgóval nem volt lehetséges, ezért *Y-alakú ágak* készültek a támszivárgók között és legfelül *galériás forrásfoglalás* is épült.

A budai lejtők állékonyságával kapcsolatban még egy kérdést kell röviden megemlíteni. Az előzőek szerint a lejtők felszínközeli rétegei jelentős változáson mentek át a pleisztocénban. Felszíni helyzete miatt azóta gyakorlatilag csak a saját súlya alatt komprimálódott a zömmel agyagos anyagú réteg,

tehát a hegyoldalakat változó vastagságú és tulajdonságú, de az alaprétegnél lényegesen kedvezőtlenebb szőnyegszerű takaró borítja. Ez a takaróréteg a beépítésből adódó többletfezültség és a — sajnos nagyon gyakori — mesterséges elnedvesedés okozta teherbírás-csökkenés együttes hatására könnyen újra mozgásba tud jönni. Az említett mesterséges elnedvesedés nemcsak csőtörések útján állhat elő, hanem azáltal is, hogy jelentős területen van hálózati vízszolgáltatás csatorna nélkül, tehát az oda felvezetett víz teljes egészében a talajba jut (emésztőgödörökön keresztül). A keletkező mozgás kezdetben igen lassú, kúszásnak nevezhető, melyre már vannak irodalmi utalások (SZILVÁGYI, 1968 és SZILVÁGYI—TÓTH, 1970), kedvezőtlen esetben azonban nagyobb tömegmozgás is létre jöhet.

Befejezés

A pleisztocén korban lezajlott talajfagyjelenségeknek a bemutatottakon kívül még több más mérnökgeológiai kérdésben nagy jelentősége van, már eddigi ismereteink szerint is. Biztosra vezet, hogy a földtani és földrajzi téren folytatott kutatások eredményeinek a műszaki gyakorlatba való átültetésével még további jelenségekre fog fény derülni s ezáltal tovább tudunk lépni a természet megismerése és számításainkkal való megközelítése útján.

Irodalom — References

- ÁDÁM L.—MAROSI S.—SZILÁRD J. (1969): A Magyarországi domborságok negyedkori felszínfejlődésének főbb vonásai. Földrajzi Közlemények 3. sz.
- BICZÓK J. (1959): Talajfagy. (In MOSONYI—PAPP: Műszaki földtan.) Budapest
- KARÁCSONYI, S.—SCHEUER, Gy. (1970): The building-geological evaluation of the Pleistocene soilfreezing phenomena. First Intern. Conf. of Intern. Assoc. of Engineering Geology, Paris
- KÉZDI Á. (1970): Talajmechanika II. 2. kiadás, Budapest
- KÉZDI Á.—PAÁL T.—PÁLFY L. (1970): Az Apostol utcai suvadás vizsgálata és helyreállítása. Mélyépítéstudományi Szemle 1. sz.
- KRIVÁN P. (1958): Jéglenacs-leveles állótundra jelenségek Magyarországon. Földtani Közöny 2. sz.
- PAÁL T. (1962): A Herman Ottó út és környékének csúszásvizsgálata. Mélyépítéstudományi Szemle 3. sz.
- PAÁL T. (1967): Mérnökgeológiai vizsgálatok az Apostol utcai csúszással kapcsolatban. Mérnökgeológiai Szemle
- PAÁL T. (1970): Csúszások elleni védekező munkálatok. Mérnöktoábbképző előadás (kézirat)
- PÉCSI M. (1961): Periglaciális talajfagyjelenségek főbb típusai Magyarországon. Földrajzi Közlemények 1. sz.
- PÉCSI M. (1962): A magyarországi pleisztocénkori lejtős üledékek és kialakulásuk. Földrajzi Értesítő 1. sz.
- PÉCSI M. (1964a): A magyar közephegységek geomorfológiai kutatásának újabb kérdései. Földrajzi Értesítő 1. sz.
- PÉCSI M. (1964b): A magyarországi szerkezeti talajok kronológiai kérdései. Földrajzi Értesítő 2. sz.
- PÉCSI M. (1967): Összefüggések a lejtőmorfológia és a negyedkori lejtőüledékképződés között. MTA X. Oszt. Közleményei 3—4. sz.
- PÉCSI M. (1968): A lejtőüledékek fő típusai és felhalmozásuk dinamikája. Földrajzi Értesítő 1. sz.
- POSEWITZ G. (1935): A Rökushegy geológiája, különös tekintettel a suvadásokra. Vízügyi Közöny
- SCHUEER Gy. (1970): Adatok a fagyterek keletkezéséhez. Földrajzi Értesítő 2. sz.
- SCHUEER Gy.—SZILVÁGYI J. (1970): Nagybudapesti csúszásveszélyes területek (kézirat)
- SZÁDECZKY-KARDOS E. (1936): Pleisztocén strukturalajok az alföldi és a bécsi medencében. Földtani Közöny
- SZILVÁGYI I. (1968): Lassú felszínmozgás jelenségek a budai dombokon. Műszaki Tervezés 7. sz.
- SZILVÁGYI I.—TÓTH E. (1970): Rézszállékonysági kérdések. in: FTI Évkönyv, Budapest
- VENDL A. (1930): Budapesti agyagterületek csuszamlásai. Magy. Mém. és Ép. Egy. Közl. 7—8. sz.
- VENDL A. (1932): A kiscelli agyag mállása. MTA Mat. és Term. Tud. Értesítő
- ZÁRUBA, Q.—SIMKE, J. (1970): Postglacial landslide reactivated by excavation of railway-cutting. First Intern. Conf. of Intern. Assoc. of Engineering Geology, Paris

Influence of Pleistocene soil-freezing phenomena on the stability of slopes

T. Paál

Pleistocene soil-freezing phenomena have been studied so far mostly within the scope of geological and geographical investigations.

As engineering geology mostly deals with subsurface strata having suffered „cryoturbation” during the Pleistocene, it is important to analyze the origin and geological history of surficial strata as well.

The present paper treats the effects of freezing phenomena as consequences of periglacial regelation on the stability of slopes, on hand of landslides in Budapest. Freezing phenomena may be responsible for the fact that Pleistocene freshwater limestones forming a continuous mass remained only partly within the original source basin.

The fragmented portions of the margin have been transported by solifluction to great distances in the different parts of the slope. Transported limestone blocks are often not found within the overlying layer, but embedded in the substratum as a result of cryoturbation.

In the slide area of Hermann Ottó Street a waterbearing, mixed clayey bed of uneven thickness occurs overlying Oligocene Kiscell clay. Down to a depth of 10 m it contains fragments of Pleistocene freshwater limestone. At the same time occurrences of limestone indicate the presence of water.

It is possible that extended landslides occurred in this area during the Pleistocene, which were reactivated by establishment of the brickyard pit.

In the area of Apostol Street the water of an old and so far blocked-up source swelled and spread within the detrital covering layer of solifluctional origin, inducing the reopening of earlier movements.

The stability of slopes is greatly endangered by an upper layer having undergone the effects of cryoturbation phenomena, especially if the soil is artificially penetrated by water so that stability conditions become more and more unfavourable.