

A magyarországi szerkezeti talajok kronológiai kérdései

DR. PÉCSI MÁRTON
a földrajzi tudományok doktora

A közép-európai periglaciális területekről leírt szerkezeti talajok (talajfagyjelenségek) túlnyomó részét a kutatók utolsó glaciális korinak írták le (BÜDEL 1959, DYLIK 1956, DÜCKER 1954, EBERS 1954, JAHN 1956, KAISER 1960, SEKYRA 1960, MENSCHING 1953, POSER 1948, VIELICSKO 1958). Riss és mindel jégkorszakbeli krioturbációs jelenségekből már jóval kevesebbet találtak (KAISER 1960, FINK 1960, SUCHEL 1954, WEINBERGER 1954). Ez érthető is, mivel az utolsó eljegesedés kori üledékek gyakran elfedik az idősebb eljegesedések során képződött üledéket, ill. az idősebb képződmények egy része a lepusztulás áldozata lett.

Az egyes krioturbációs formatípusok kialakulási korának megállapítása nagyon körültekintő vizsgálatokat igényel, mivel bizonyos formatípusok kialakulásának még azonos közettani, domborzati és vízháztartási viszonyok között is eltérő klímaigényei vannak. Nem lehet pusztán a formák nagysága szerint elvégezni az osztályozást, mert pl. egyazon glaciális klímatípusban, ugyanazon a területen képződött poligonok is nagyságrendileg egymástól különbözhetnek. A jelenkori periglaciális területeken végzett megfigyelések azt igazolják, hogy a nagyobb, mélyebbre ható poligonokon belül kisebb, sekélyebb mélységig lehatoló poligonok egy időben is kiképződhetnek (BÜDEL 1960, TRICART 1950). A szerkezeti talajok formaegyüttesét még komplikáltabbá tette a fagybehatolás periodikus ingadozása kisebb vagy nagyobb mélységekig.

Kutatásaink során a magyarországi szerkezeti talajformák olyan gazdag tárházát tártuk fel (PÉCSI 1958, 1961, 1963), hogy sikerült a krioturbációs jelenségeket egy bizonyos kronológiai sorrendbe állítani (1. táblázat). A krioturbációs jelenségek kronológiai értékelése igen gyakran nyújt támpontot a felszín relatív korának megállapításához, gyakran olyan esetekben is, amikor erre más adat vagy módszer nem ad kellő támpontot. A geomorfológiai térképezés során ugyanis a felszín minden egyes darabjának kialakulási idejét is meg kell adni. Módszerünk a geomorfológiai térképezés során egyes területeken jól alkalmazható volt.

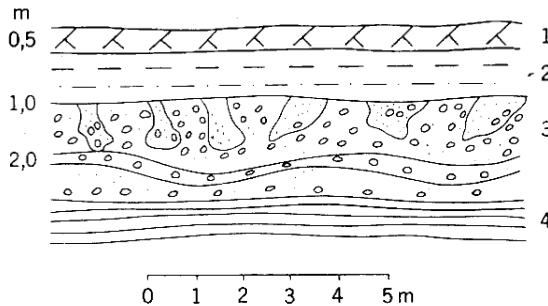
I. Késő würmkori fagyjelenségek

A magyarországi talajfagyformák kronológiai beosztásánál a viszonylag jól ismert teraszok felkavicsolódásának idejét vettük először is alapul. Statisztikusan értékeltük a legfiatalabb pleisztocén teraszokon és üledékeken

1. táblázat. A magyarországi pleisztocén fagyjelenségek kronológiai beosztása

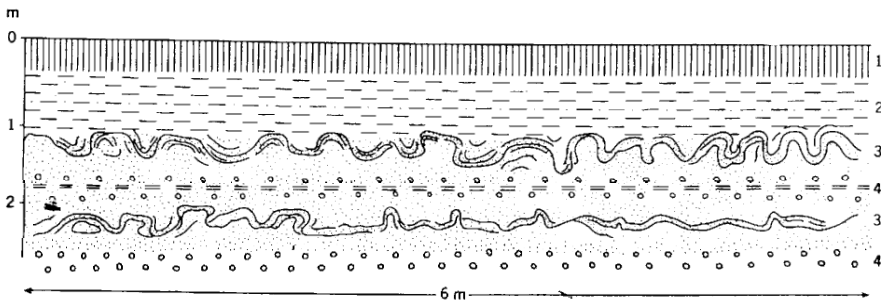
Megnevezés	Hordalékkúp-síkszokon és folyóvízi teraszokon előfordulások		Dombágok és hegységek lejtőin
	jelenségek		
I. Késő würmkori talajfagyjelenségek	1. az első ármentes teraszokon, utolsó glaciális kori hordalékkúpokon 2. kisebb mellékfolyók völgytalpán, holocén üledékek alatt	néhány dm-es fagyrepedések, zsákos talajok, krioturbációs rétegzavarok, kőmezők	rétégzett lejtőüledékek: a két legfelső rétegzett lejtőösszkőteg, kisebb deiték töltelekét. 1—2 gyengén fejlett humuszfelhalmozódás tagolja, e lejtőüledékekben fagyrepedések, apró fagyétek, gyenge krioturbációs nyomok
II. Korai würm és würm javaglaciális talajfagyjelenségei	<i>Összesség nem fedett felszíneken</i> 1. a Duna és nagyobb mellékfolyóinak második ármentes teraszain és ezekkel egykorú hordalékkúpokon 2. kisebb mellékfolyók első ármentes teraszán és hordalékkúpján	1,5—2 m mélységig lebetaloló fagyétek, fagyzsákok, kavics-poligonok, kriodepressziók (kriokarszok), kriotektonikus rétegzavarok, <i>innolúciók</i> , sarkos kavicsokból álló kőmező; e krioturbációs jelenségek az utolsó interglaciális kori talajt gyakran magukba gyűrték	<i>lejtőösszesség, illetve lösszerű üledékek borított lejtőkön (keskeny teraszokon)</i> 1. rétegzett szolfiukciós, illetve általában deráziós lejtőüledék 2—3 fázisban ismétlődve; feltöltött fosszilis deráziós völgyek 1—2 fosszilis talajzónával tagolva; áthalmozott R—W talajmaradványok 2. a lejtőüledékekben „szingenetikus fagyrepedések, étek és kisméretű deformációk 3. barázdahanos agyagos és kőves talajok, <i>gévlandók</i> , krioplanációs lépcsők, kőmező sarkos karéccsal
III. Riss glaciális kori talajfagyjelenségek	1. lösszel nem fedett III. és IV. ármentes teraszokon és hordalékkúpokon 2. a kisebb mellékfolyók II. és III. ármentes teraszain és hordalékkúpján	<i>magyméretű kriotektonikus rétegzéformáció, óriáspolygonok és fagyétek, kriodepressziók (kriokarszok), kitöltődött nagyméretű deráziós völgyek, a M—R vörös színű talajok elkeveredésével</i>	<i>magyméretű és kitöltődött deráziós völgyek a lejtőn, szingenetikus krioturbációs jelenségek a tölteleknyagban, krioplanációs lépcsők, elsősorban kőves polygonokkal; M—R talajok áthalmozódva</i>
IV. Idősebb és ópleisztocén krioturbációs maradványok (mindel, gүнз, Duna glaciális)	A Duna és nagyobb mellékfolyóinak V—VI. ármentes teraszain, illetve hordalékkúp-teraszain	(a fentebbi fiatalabb formák is előfordulhatnak) szingenetikus rétegekközi krioturbáció; rétegzéformációk, fagyétek, kavicspolygonok	idősebb eltemetett talajokban helyenkint előforduló szingenetikus krioturbációs nyomok; általában az idősebb és ópleisztocén szolfiukciós krioturbációs jelenségek nyomait a lejtőt letaroló későbbi folyamatok elpusztították

fellelhető talajfagyjelenségeket. Az utolsó glaciális végén lerakódott folyóvízi üledékekben (az első ármentes teraszokban, würmvégi hordalékkúpokban) rendszeresen olyan egyszerű és jellegzetes fagyformákat találtunk — fagyékeket, zsákokat, krioturbációs rétegzavarokat —, amelyek csupán



1. ábra. Würm glaciálisvégi krioturbációs formák. Budapest, ártérperemi feltárás. — 1 = mesterséges feltöltés; 2 = barnássárga holocén öntésiszap; 3 = würmvégi teraszkavics, felső részében homokkal, iszappal kitöltődött szabálytalan zsákok és fagyékek, melyek alatt hullámos rétegzavarok látszik; 4 = oligocén agyag

Formen der Kryoturbation vom Ende des Würm-Glazials. Budapest, Aufschluss am Rande des Inundationsgebietes. — 1 = künstliche Aufschüttung; 2 = bräunlichgelber holozäner Inundationsschlamm; 3 = Terrassenschotter vom Ende des Würm; in seinem oberen Teile mit sandigem Schlamm erfüllte unregelmäßige sackförmige und Frostkeil-Formen, unter welchen sich wellenartige Schichtendeformation zeigt; 4 = oligozäner Tegel



2. ábra. Ártéri iszappal befedett würm glaciálisvégi enyhe krioturbáció a Duna kisalföldi fiatal hordalékkúpján. — 1 = humusos homokos öntésiszap; 2 = meszes homokos öntésiszap; 3 = 20–30 cm vastag krioturbált finomhomok, iszapszalagokkal tagolva és mintázva; 4 = fagyzavargástól mentes homokos kavics (ez a krioturbációs típus hasonlít a Finnország D-1 részén Salpausselkäek előterében megfigyelhető krioturbációs formák jellegéhez és mértékéhez, melyek kialakulását a Salpausselkäe-stádium idejére rögzítik; VIRKKALA 1960)

Durch Inundationsschlamm zugedeckte schwache Kryoturbation vom Ende des Würm-Glazials, auf dem jungen Schwemmkegel der Donau im Kleinen Alföld. — 1 = humoser sandiger Inundationsschlamm; 2 = kalkhaltiger sandiger Inundationsschlamm; 3 = 20–30 cm Feinsand mit Kryoturbationserscheinungen, durch schlammige Bänder gegliedert und modelliert; 4 = von Froststrukturen freier sandiger Schotter; dieser Typus des Kryoturbation ähnelt den im Südtelle Finnlands im Vorraum der Salpausselkä-Moränen vorkommenden Kryoturbationsformen, sowohl im Charakter als auch im Ausmaß; letztere wurden dem Salpausselkä-Stadium zugeordnet (VIRKKALA 1960.)

néhány dm-t értek el (1., 2. ábra). E formák kialakulását a folyóvízi üledékekben úgy foghatjuk fel, hogy a kiterjedt hordalékkúp-felületen e fagyformák az üledék-képződéssel egy időben vagy azt kissé követően jöttek létre. A fagyhatás a laza homokos-kavicsos üledékekben a talajvíz magas állása következtében vált erőteljessé. Általában a durva szemcsézetű üledékekben a krioturbációs folyamatok csak magas talajvízállás mellett játszódhattak le.

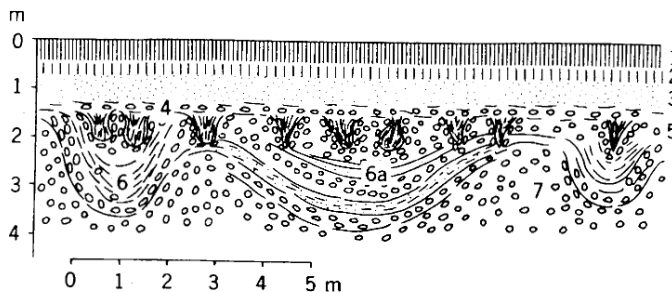
A szóban forgó, általában mindig egyszerű és nem mélyreható formák kialakulását az utolsó glaciális végső hidegebb klímafázisára kell helyezniük,

amely alatt eleinte nedvesebb hideg, majd szárazabb hideg klímátípus uralkodott, időszakosan fagyott altalajjal. Ezt a periódust feltételezeten az idősebb és a fiatalabb *dryas fázissal* (késő würm) hozhatjuk kapcsolatba, a rétegtani, morfológiai helyzet és külföldi analógiák alapján.

Azókat az üledékeket, amelyekben a fagyformátípusok megtalálhatók, helyenként néhány dm vastag öntéshomok és öntésiszap eltakarhatja, vagy futóhomoklepel, ill. parti dűnék fedhetik be. Rájuk tehát már csak holocén-kori üledékek települtek.

2. A korai würm és a würm javaglaciálisa alatt képződött talajfagyformák

A würmeleji teraszokon (a második ármentes terasz) és hordalékkúpokon, továbbá a riss glaciális során kialakult teraszok felszínén a szerkezeti talajok képződésének több generációját sikerült megfigyelni. A Duna és nagyobb



3. ábra. A Duna második ármentes teraszán található krioturbációs típus. — 1 = csernozjom; 2 = korábbi barna erdei talaj maradványa; 3 = meszes futóhomok; 4 = kavicsmező (Pflasterboden); 5 = kisebb fagyzsákok és fagyékek homokkal, homokos iszappal kitöltve, II. krioturbációs generáció; 6 = 1,5–2 m-es kavicspoligon, a belső mag homokos iszap, homokos mésziszap, elszórt kavicszemekkel; 6a = laposan ívelt fagydeformált homok- és kavicsrétegek; 7 = Duna második ármentes (II/b. sz.) teraszkavicsa

Typus der Kryoturbation auf der zweiten hochwasserfreien Terrasse der Donau. — 1 = Tschernosem; 2 = Überrest eines früheren braunen Waldbodens; 3 = kalkhaltiger Flugsand; 4 = Pflasterboden; 5 = kleinere Frostsäcke und Frostkeile, ausgefüllt mit Sand und sandigem Schlamm, II. Generation der Kryoturbation; 6 = 1,5–2 m Durchmesser besitzendes Schotter-Polygon mit einem Kern von sandigem Schlamm und sandigem Kalkschlamm und zerstörten Schotterkörnern; 6a = flachgewölbte, durch Frost deformierte Sand- und Schotter-Schichten; 7 = Schottermaterial der zweiten hochwasserfreien Donau — II/b-Terrasse

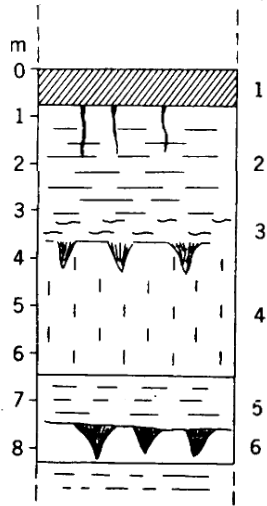
mellékfolyói mentén húzódó második ármentes terasz-, ill. a neki megfelelő hordalékkúp-felzsinéken az előző típusú jelenségek mellett még egy, az előzőktől jól elkülöníthető krioturbációs formacsoportot találunk (3. ábra). E teraszszintet a Duna mentén a teraszkavicsból több esetben előkerült faunaleletek alapján — *Elephas primigenius*, *Coelodonta antiquitatis* stb. — a würm glaciális elején lerakódottnak tekintjük.

E terasz felszínére a völgyek hegységi szakaszán különböző vastagságú lejtőlösz-takaró telepszik. A tény az, hogy a második ármentes terasznak két típusa van: a) A hordalékkúp-terasz típus esetében a teraszkavics általában fedetlen. Ez főként a kisaljai Duna és mellékfolyóinak hordalékkúp-teraszaira érvényes. Itt tulajdonképpen a glaciális és az interglaciális klímátípusok során egyaránt lehetőség volt folyóvízi felhalmozódásra. b) Völgyi terasz típus esetében a teraszkavicsra vastag lösztakaró telepszik.

a) Azokon a második ármentes teraszrészleteken, ahol a teraszkavics fedetlen, vagy csupán 1–1,5 m vastag homokos iszap fedi, a kavicsréteg

felső részében a talajfagyjelenségek kettős generációja állapítható meg (3. ábra). A Duna második ármentes teraszán mintegy 1,5–2 m mélységig behatoló fagyékek és fagyzsákok, kavicspoligonok, kriodepressziók formaegyüttese figyelhető meg. Ezeket a nagyobb formákat kisebb, néhány dm mélyre hatoló fagyékek és krioturációs jelenségek szabdalják fel. Típusaik megegyeznek az első ármentes terasz fellelhető formákkal. De itt a kisebb formák azért minősíthetők második generációnak, mert a nagyobb formacsoport kialakulása után a terasz felszínén agyagos-vályogos málladéktakaró képződött, melynek anyagát a kisebb formák magukba bedolgozták. Előfordul az is, hogy a nagyobb formacsoport kialakulását követően talajképződés nyomait mutathatjuk ki, amelynek anyaga szintén csak a kisebb formatípusokban található meg, míg a nagyobbakból hiányzik, vagy más talajtípus fordul elő bennük.

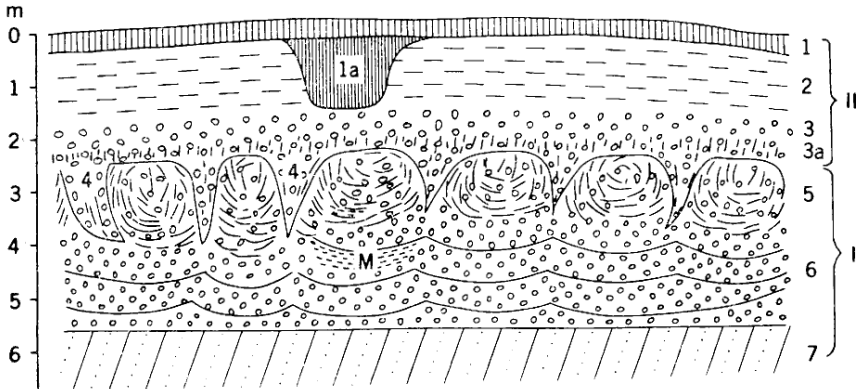
4. ábra. A lejtős üledékképződés szakaszai két fosszilis talajzóna között az utolsó glaciálison befűl. Általánosított szelvény. — 1 = eltemetett mezőségi talaj alsó szintjéből mésszel kitöltött repedések nyúlnak lefelé; kialakulásuk éghajlati igénye: száraz kontinentális sztyepklíma (csernozjomképző klíma) viszonylag kevés csapadékkal, időszakosan fagyott talajjal; 2 = finoman rétegzett, levelezett szerkezetű lejtős lösz vagy homokos lösz; kialakulásának éghajlati igénye: kevés csapadék, de téli hófelhalmozódás, az előzőnél hidegebb hőmérséklet, állandóan fagyott talaj, vagy legalább is az év nagy részében fagyott altalaj; az anyag szállítását és lerakását a lejtőn a hó olvadásából származó olvadékvizek lassú mozgással végzik (kataglazialis klimatípus); 3 = finoman rétegzett leveles szerkezetű lösz vagy homokos lösz, enyhén krioturált szerkezettel; a klimatikus körülmények ennek kialakulásakor hasonlóak, de a csapadék valamivel több lehetett; ez kedvezően hatott enyhe krioturációs jelenségek kialakulására (kataglazialis klíma nedvesebb típusa); 4 = rétegzetlen lösz, a felső részében olykor krioturációs-, fagyék-jelenségek; kialakulása a legszárazabb és leghidegebb klimatikus feltételekhez kötött (Hochglaciális, javaglazialis klimatípus); 5 = rétegzett lejtőlösz, homokos lösz, áttelepített talaj-foszliánnyal; a lösz alulról felfelé egyre jobban elveszti rétegzettségét, észrevétlenül megy át a felette levő rétegzetlen löszbe; az éghajlat nedvesége tehát egyre jobban csökken; állandóan vagy periódikusan fagyott talajt kell feltételeznünk, mert a szoliflukciós folyamat kezdetén a fekvő fosszilis talajban is krioturációs zavarok játszódtak le, s ha a fekvő talaj (6) erdőklíma hatására alakult ki, akkor az arra települő rétegzett lejtős lösz rendszert az anaglazialis csapadékosabb, de hűvös éghajlati viszonyait között jött létre szoliflukciós áthalmazódással (anaglazialis klimatípus); 6 = fosszilis talaj, lehet csernozjom is, de gyakrabban találmunk barna erdőtalajokat; a talajzónát helyenként fagyjelenségek (fagyék, szoliflukciós áttelepítések) háborgatták; a barna erdőtalaj olyan meleg és csapadékos klímaviszonyok során alakult ki, melyek fellépésére megfigyelések szerint általában — de nem kivétel nélkül — interglaciálisok vagy interstadialisok során nyílt lehetőség (meleg nedves lomboserdő klíma)



Die Phasen der Hangsedimentbildung zwischen zwei fossilen Bodenzone, innerhalb des Würm-Glazials. Generalschema. — 1 = Begrabener Steppenboden, von dessen unterstem Horizont sich mit kohlenurem Kalk erfüllte Spalten gegen unten strecken; zur Bildung erforderliches Klima: trockenes, kontinentales Steppenklíma (Tschernosem-Klíma) mit relativ wenig Niederschlag und zeitweiligem Frostboden; 2 = fein geschichteter, blättriger Struktur aufwiesender Gehängelöß; oder sandiger Löß; klimatische Bildungsbedingungen: wenig Niederschlag, aber winterliche Schneeeakkumulation, gegenüber der vorigen Phase niedrigere Temperatur, ständig gefrorener Boden, oder zumindest in einem Teile des Jahres gefrorener Unterboden; Materialtransport und Ablagerung auf den Hängen wird durch Schmelzwasser des zeitweilig schmelzenden Schnees mit langsamer Bewegung bewirkt (kataglazialer Klimatypus); 3 = fein geschichteter, blättrig strukturierter Schwemmlöß, oder sandiger Schwemmlöß, mit schwacher Kryoturabation; klimatische Bedingungen ähnlich wie vorher, doch mit etwas reicheren Niederschlag; dies war ein günstiger Umstand zur Bildung leichter Kryoturabationserscheinungen (feuchterer Typus des kataglazialen Klimatypus*); 4 = ungeschichteter Löß, manchmal mit Kryoturabationsfrostkeilen im oberen Teile der Profile; die Bildung erforderte das trockenste und strengkalte Klíma (Klimatypus des Hochglazials); 5 = geschichteter Hanglöß, sandiger Löß, mit Partien ungelagerten Bodens; dieser Ablagerungstypus zeigt im unteren Teile der Profile eine nach oben immer mehr verschwindende Schichtungsstruktur mit allmählichem Übergang in den unteren Teile des ungeschichteten Lößes; dies bedeutet eine allmähliche Abnahme der Klímafeuchtigkeit; wir müssen das Vorhandensein eines ständig, oder periodisch durchfrorenen Bodens voraussetzen, weil zu Beginn der Bildungsperiode auch im fossilen Bodenhorizont des Liegenden Lagestörungen kryoturabaten Charakters nachzuweisen sind; während der fossile Boden im Liegenden (6) unter einem Waldklíma zustande kam, hat sich der darauf liegende geschichtete Hanglöß meist unter den niederschlagsreicheren, doch kühleren Klímaverhältnissen des Anaglazials durch Umlagerungsprozesse der Solifluktion gebildet (anaglazialer Klimatypus); 6 = fossiler Boden; er kann auch Tschernosem sein, doch häufiger finden wir braune Waldböden vertreten; die Bodenzone wurde stellenweise durch Frostwirkungen (Frostkeile, Materialumlagerung durch Solifluktion) gestört; der braune Waldboden bildete sich im Verlaufe von warmen und niederschlagsreichen Klímaperioden aus, welche nach unseren Beobachtungen im allgemeinen — aber nicht ohne Ausnahme —, in den Interglazialen oder Interstadialen bestanden (Klíma der warm-feuchten Laubwälder)

A Duna második ármentes teraszán található nagyobb krioturbációs formatípust, mint idősebb generációnak a kialakulását, a würm javaglaciálisába lehet sorolni. Ezt valószínűsíti az a körülmény is, hogy hasonló formák az utolsó glaciális korinak ítéltető szoliflukciósan áttelepített agyagos-vályogos lejtőüledékekben is megtalálhatók.

b) Gyakran találunk olyan feltárásokat is a folyóvölgyek hegységi szakaszán, ahol a második ármentes teraszt lejtős lösz vagy vályog takarja,



5. ábra. Több fázisú würmkori krioturbációs formaegyüttes típusa. Rábántúli-kavicstakaró. — 1 = réti csernozjom; 1a = neolitikori lakógödör; 2 = szoliflukciós löszös vályog; 3 = szoliflukciósan áttelepített aprókavics alsó része meszes kötőanyaggal (3a); 4 = homokos meszes iszappal kitöltött fagyékek; 5 = üst- és hordó alakú poligonok, a kavicszemek téglavörös agyagkéreggézzel; a téglavörös homokos agyagtalaj összefüggő réteg volt a poligonképződés előtt; 6 = fagyháborgatott terasz kavics; 7 = felsőpliocén homok; M = meszes homokfuszlanók

Durch Kryoturbation entstandene Würm Formengemeinschaft mit Anzeichen mehrphasiger Frostwirkungen. Schotterdecke jenseits des Flusses Rába. — 1 = Wiesen-Tschernosem; 1a = neolithische Wohngrube; 2 = Solifluktionsterrasse; 3 = unterer Teil mit kalkigem Bindemittel (3a) eines durch Solifluktion umgelagerten Kleinschotter; 4 = Frosteikeln mit Ausfüllung von sandigem, kalkigem Schlamm; 5 = kessel- und fassförmige Polygone, auf den Schotterkörnern ziegelrote Tonkrusten; der ziegelrote sandige Ton hat vor der Polygonbildung eine zusammenhängende Schichte gebildet; 6 = Terrassenschotter mit durch Frost verursachten Lagerungsstörungen; 7 = oberpliozäner Sand; M = kalkige Sandschmitzen

s a terasz kavics felső szintjében a fentebb ismertetett krioturbációs típusok társulásai nem képződtek ki. Ilyen esetekben a terasz kavicsra előbb szoliflukciósan agyag tartalmú üledék települt (anaglaciális) és később ezen az üledéken ment végbe a poligonális hálózatos fagyékképződés. Végül a fagyékek-től háborgatott réteget eolikus képződmények fedték be (javaglaciális). Egyes feltárásokban az eolikus rétegsorra újabb szoliflukciós anyagszállítással lejtő-lösz vagy vályog került (kataglaciális). Ez utóbbi üledékrétegben egy-két talajképződési fázis nyomai is felismerhetők.

Az uralkodó klímatispusoktól és az orográfiai viszonyoktól függően Magyarországon a második ármentes teraszra települt lejtőüledékekben erdőtalaj-típusok, de főként mezőségi talajfeleségek vagy humuszfelhalmozódási szintek képződtek. A lejtőlöszökben a würmvégi ingadozó intenzitású kataglaciális klímafázisok idején, főként deráziós völgyekben és lejtőkön, két-három szoliflukciós anyagfelhalmozódás is kimutatható, melyeket rövid talajképződési vagy humuszfelhalmozódási periódus szakított meg.

Ahol a második ármentes terasz felszínére több fosszilis talajjal megsztott, löszös, lejtőlöszös és vályogos lejtőüledék telepszik, ott a teraszkavics felszínére közvetlen települő — fosszilis ártéri — talajban fordulnak elő a fagyékek és krioturbációs zavarok. Ezek a fagyékek rendszerint eolikus lösszel, futóhomokkal, ill. szoliflukciós lejtőlösszel töltődtek ki.

A fagyékekkel tagolt talajzónát rétegzett lejtőlösz fedi be, majd a szelvényben felfelé haladva az egyre inkább rétegzetlenné válik. Azonban mielőtt a következő fosszilis talajba menne át, újabb levelesen rétegzett lösz, ill. vályogos lösz közbeiktatódat találunk (kataglaciális klímátípus, 4. ábra). Hasonló települési sorrend részben vagy egészben a szűkebb völgyszakaszok (második ármentes) teraszán három-négyszer is megismétlődhet, olyan esetekben, amikor — mint említettük — a teraszkaavics felső részén több generációjú krioturbációs formaegyüttest nem találunk (4. ábra).

A Duna és nagyobb mellékfolyói magyarországi hegységi szakaszain található második ármentes teraszok korát a hazai teraszmorfológiai kutatások alapján würm glaciális elejének határoztuk meg. A teraszok talajfagyjelenségeinek részletesebb elemzése és összehasonlító vizsgálata ráterelte a figyelmünket arra, hogy a hegységek és dombságok kisebb mellékfolyóinak második ármentes terasza gyakran idősebb, mint az előbb említett folyók hasonló morfológiai helyzetű terasza. Nem általánosítható tehát a kisebb folyóvölgyek teraszaira az a kutatásmódszer, hogy a második ármentes terasz minden esetben würm glaciális eleji.

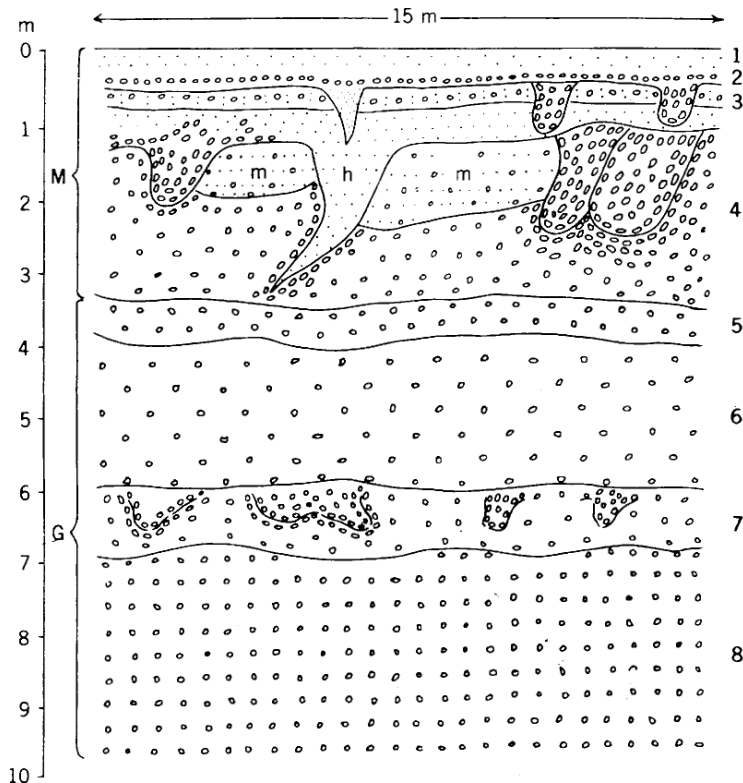
A kisebb mellékfolyók második ármentes teraszának, ill. hordalékkúp-teraszainak néhány feltárásából (5. ábra.) paleopedológiai adatok figyelembevételével ugyanis arra következtethetünk, hogy a kavics lerakódását követően egy interglaciális kori talajképződéssel is számolunk kell. Az 5. ábrán bemutatott feltárásban pl. a teraszkaavics felszínén olyan vörösagyagos talaj képződött, amelynek kialakulásához szubmediterrán meleg, száraz klíma feltételezése szükséges. Ilyen klímátípus kialakulásával legnagyobb valószínűséggel csak az interglaciális klímátípusok alatt számolhatunk. Ez azt jelentheti, hogy a kerecsendi feltárás vörös talaja, a vépi kavicsbánya vörös talajfoszlányai és több hasonló helyzetben levő magyarországi vörösagyagos talaj is az utolsó interglaciálisban alakult ki. Viszont a vörös talajba mélyülő poligonok, ill. a vörös talaj krioturbációs keveredése a würm elején, a fagyékek képződése pedig a würm javaglaciális idején történt. Ez az idősebb würm kori krioturbációs formacsoport is feltehetően egy humidusabb hideg és egy száraz hideg éghajlati típus során jött létre, egymást követően. A fagyékek poligonális hálózata ugyanis jól láthatóan későbbi fagyfolyamat (javaglaciális eleje) hatására képződött, mert átrepesztette, feldarabolta az üst formájú normális poligonokat.

3. Riss glaciális kori talajfagyjelenségek

Arra vonatkozóan, hogy Magyarországon a würm jégkorinál idősebb szerkezeti talajok, krioturbációs formatípusok találhatóak, idősebb teraszaink feltárásaiban előforduló jelenségek alapján joggal következtethetünk. Legmeggyőzőbb adatokat erre az alsópleisztocén IV. és V. sz. hordalékkúp-teraszokban felismerhető szingenetikus krioturbációs jelenségek nyújtanak, továbbá utalnak rá az idősebb pleisztocén hordalékkúpok és teraszok felszínén tapasztalható, többszöri talajképződéssel megszakított talajfagyjelenségek is.

A Kisalföld és az Alföld peremén a IV. sz. hordalékkúp-teraszok felszínén az üledéklerakódás a mindel glaciálissal fejeződött be (Pécsi 1959). Erre a

több feltárásban talált faunaleletek nyújtanak támpontot (KRETZOI M. 1953 és MOTTI M. 1941). Általában az az álláspont, hogy a IV. sz. teraszok és hordalékkúp-teraszok a Duna és mellékfolyói völgyében a mindel-

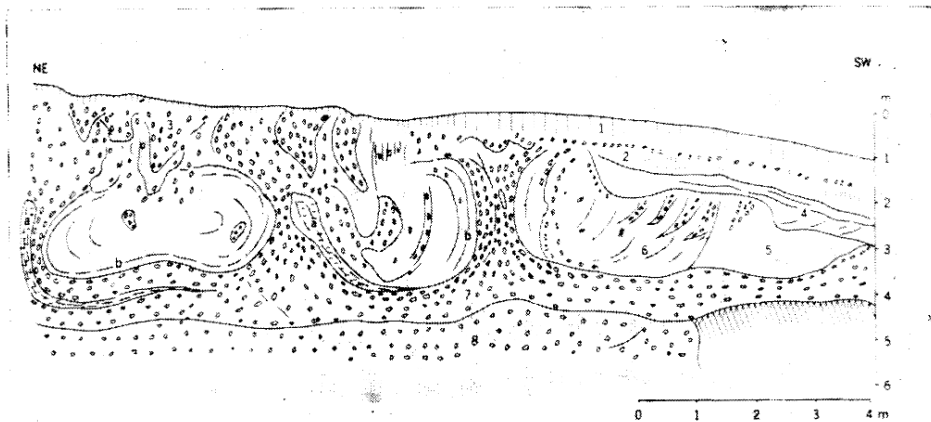


6. ábra. Egymást követő (riss és würm) periglaciális talajfagyfázisok formatípusai Budapest D-i részén, a legidősebb hordalékkúp-terazonon. — 1 = jelenkori futóhomok; 2 = szoliflukciós kavicsflaszter; 3 = homok közbetelepüléssel tagolt kisebb kavicszások és fagyékek; 4 = vörösbarna vályogba ágyazott kavics, benne fagyékek (würm jávagliaciális) és kavicspoligonok (riss glaciális); 5 = diskordáns felszínű vörösbarna kavics; 6 = vízszintes rétegzettségű sárga homokos kavics; 7 = gyengén krioturbált vörösbarna kavics; 8 = vízszintesen rétegzettségű sárga homokos kavics; G = Günz kavics; M = mindel kavics; m = finom mészpor; h = fagyékeket kitöltő, ill. kíséző meszes homok

Formentypen von sich einander ablösenden Riss und Würm periglazialen Bodenfrostphasen; anzutreffen im südlichen Teile Budapests, auf der ältesten Schwemmkegelterrasse; Frosterscheinungen der Würm und Riss Glazialen. — 1 = rezenter Flugsand; 2 = Soliflukciós-Schotterpflaster; 3 = durch Sandeinlagerungen gegliederte kleinere Schotter- und Frostkeile; 4 = in rotbraunem Lehm eingebetteter Schotter; in ihm Frostkeile (Würm Hochglazial) und Schotterpolygone (Riss Glazial); 5 = rotbrauner Schotter mit diskordanter Oberfläche; 6 = wagrecht geschichteter gelber sandiger Schotter; 7 = durch Kryoturbation nur schwach gestörter rötlichbrauner Schotter; 8 = wagrecht geschichteter grau-gelblicher sandiger Schotter; G = Günz-Schotter; M = Mindel-Schotter; m = feines Kalkpulver; h = die Frostkeile erfüllender, bezw. begleitender kalkiger Sand

riss interglaciális kori erózió és tektonikus mozgások következtében váltak ármentessé. Felszínükön tehát a riss és würm eljegesedések fagyhatása fejthette ki formaalakító tevékenységét. A IV. sz. teraszokon kialakult talajfagy-típusokra jó például szolgálhatnak a pestlőrinci Meteorológiai Observatórium,

ill. téglagyár környéki kavicsbányák feltárásai (6. ábra) és a Kemeneshát É-i részén levő feltárások (7. ábra), továbbá a Győr—Sashegy-i kavicsgödör feltárása (8. ábra). E feltárásokra általában jellemző, hogy bennük



7. ábra. A riss glaciális egyik jellemző talajfagyótypusa. A kemenesháti kavicsstakaró Ny-i peremén megfigyelhető krioturbáció típusa (Ostffyasszonyfa). A makroformákra később kisebb „kavicszsákok” települtek, majd egy [későbbi folyamat során az idősebb derázios völgy krioturbációs formáit derázios völgybemélyülés rombolta. A kavicsstakaró a Rába idősebb pleisztocén hordalékkúpjának tartozéka. — 1 = szürkésbarna erdei talaj; a = deformálódott agyagjelence; b = élénkvörös vályogos homok; 2 = meszes felhalmozódás; 3 = fiatalabb kavicszsákok és rogyott fagyékek (würm glaciális); 4 = durvaszemű sárga homok „kovárvány” szalagokkal; 5 = kompakt élénkvörös vályogos homok; 6 = aranyásrga homokkal és élénkvörös vályogos homokszalagokkal kitöltött hordó alakú makropolygon, melyet tömören elhelyezkedő, körívesen orientált kavicsréteg burkol körül; a félkörívesen elhelyezkedő homoktöltelékben ugyancsak ívesen rendezett kavicsávok vannak; 7 = vörösbarna agyagkéreggel bevont kavics; 8 = vörössárga homokos, agyagkérges aprókavics

Ein charakteristischer Bodenfrostopstypus der Riss Glacialzeit. Typus der Kryoturbation am W-Rande der Schotterdecke des Kemenes-Rückens in Transdanubien (bei Ostffyasszonyfa). Auf die Makroformen haben sich später kleinere „Schotterssäcke” gelagert und während eines noch späteren Vorganges wurden die vorhandenen Kryoturbationsformen der älteren Dellen durch das Einschneiden der Täler zerstört. Die erwähnte Schotterdecke gehört dem Schwemmkegel der Rába aus dem älteren Pleistozän an. — 1 = graubrauner Waldboden; 2 = Kalkakkumulation; 3 = jüngere Frostsäcke und zusammengefallene Frostkeile; 4 = gelber Grobsand, mit sog. „kovárvány”-Schnüren; 5 = kompakter lebhaftroter toniger Sand; 6 = mit goldgelbem Sand und lebhaftroten tonigen Sandbändern erfülltes faßförmiges Makropolygon, welches von einer dichtgefügteten reißförmig geschwungenen Schotterschichte umschlungen wird; in der halbkreisförmig angeordneten Sandfüllung zeigen ebenso bogenförmig verteilte Schottersäcke; 7 = mit rotbrauner Tonkruste überzogener Schotter; 8 = rötlich-gelber, sandiger, mit Tonkrusten behafteter Grand; a = deformierte Tonlinse; b = lebhaftroter toniger Sand

óriás poligonok figyelhetők meg (7., 8. ábra), és a krioturbációs formatípusok három generációja különböztethető meg, közbeiktatott két talajképződéssel. Az óriás poligonok burkolatában vörös talajfoszlányok vannak.

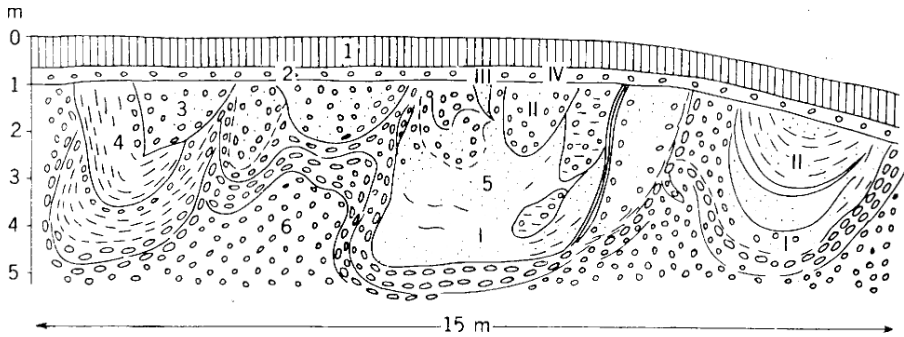
A Duna III. sz. terasz a Kisalföldön riss glaciális kori. Korábban viszonylagos helyzete alapján sorolták a riss glaciálisba; az utóbbi évek során Győr környékén a teraszról *Elephas antiquus* fogmaradványok kerültek elő. A kisalföldi felsőpleisztocén hordalékkúp peremén* a hegyeshalmi kavicsbányából

* Itt nem teraszról, hanem olyan hatalmas kiterjedésű hordalékkúpról van szó, amelynek felszíne a jelenkorban képződő hordalékkúp felszínével azonos magasságban fekszik.

szintén *Elephas antiquus* fog került elő. Ez utóbbi területen igen kiterjedt és típusos periglaciális talajfagyformák ismeretesek (9. ábra; PÉCSI 1961, 1963).

A riss glaciáliskori hordalékkúpon kialakult talajfagy típusok az előbb ismertett talajfagyformákkal mutatnak rokonságot, ilyenek pl. a hegyeshalmi kavicsbánya makropoligonjai és hidrolakkolitjai. Az adatok azt tanúsítják, hogy a risskori hatalmas hordalékkúpokon is kialakultak a riss glaciálisra jellemző makroformák, makropoligonok és hidrolakkolitok.

Sokkal nehezebb megállapítani a riss jégkorszaki szoliflukciós folyamatok formamaradványait és üledékeit. Az utolsó glaciális során ugyanis e folyamatok a riss, ill. a korábbi glaciálisok formamaradványait, ill. üledékeit



8. ábra. Több fázisú (riss és würm) talajfagyjelenségek. Győr-Sashegy, kavicsgödör. A feltárás a Duna idősebb kislátföld hordalékkúp-kavicsán fekszik. Elkülöníthető folyamatok: I = idősebb makropoligonok (riss glaciális); II = kisebb poligonok mélyünek a nagyobbakba, würm java-glaciális, würm vége; III = fagyékek csoportja; IV = szoliflukciós kavicsflaszter; 1 = csernozjom talaj; 2 = kavicsflaszter; 3 = fagyéket kitöltő kavics; 4 = a fagyzsákok meszes homokja, iszapja; 5 = homoktöltetek a zsákokban; 6 = a fagyjelenségektől zavart terasz-kavics; az I. és II. generációjú poligonok határfelületét vörös színű talajfoszlányok burkolják

Mehrphasige Riss und Würm Bodenfrosterscheinungen. Schottergrube von Győr-Sashegypuszta. Der Anschluß befindet sich auf dem Schotter des älteren Schwemmkonglats der Donau im Kleinen Alföld. Es sind folgende Vorgänge zu unterscheiden: I = ältere Makro-Polygonbildung (Riss Glaziale); II = Eindringen kleinerer Polygone in die größeren; III = Frostkeilgruppe (Würm Hochglaziale); IV = Solifluktiions-Schotterpflaster (Würmende); 1 = Tschernos-emboden; 2 = Schotterpflaster; 3 = frostkeilerfüllender Schotter; 4 = kalkiger Sand und Schlamm der Frostsäcke; 5 = Sandausfüllung in den Frostsäcken; 6 = von Bodenfrost zerrütteter Terrassenschotter; die Grenzfläche der Polygone I. und II. Generation wird von rotgefärbten Bodenüberresten bedeckt

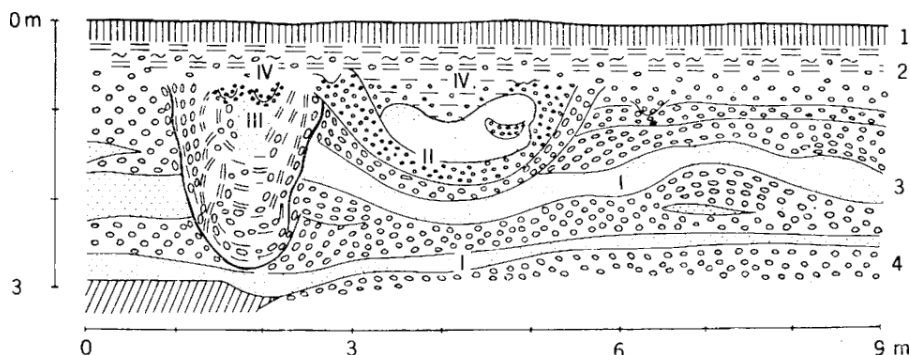
a köztes interglaciális folyamatokkal karöltve jórészt lepusztították, áttelepítették, vagy fiatalabb képződményekkel fedték be.

A riss jégkor lejtős szoliflukciós folyamataira a domb- és hegyvidéki folyóvölgyeink deráziós völgyeinek lejtőin található üledékekből következtethetünk. Itt elsősorban a morfológiai formák kialakulásának értékelése kapcsán kaphatunk útmutatást, mivel faunaadatok igen elszórtan állnak rendelkezésünkre.

4. Idősebb és ópleisztocénkori krioturbációs jelenségek

Ópleisztocénkori (mindel, gүнz, Duna-glaciális) talajfagyjelenségekre csupán a hasonló korú üledékekben előfordult szingenetikus krioturbációs formamaradványokból következtethetünk. Gүнz-, ill. mindelkori krioturbációra meggyőző adatokat szolgáltatottak a Budapest környéki legidősebb dunai

hordalékkúp feltárásai (6., 10. ábra). A Budapeستől É-ra, Cinkota–Mogyoród között levő magas fekvésű dunai hordalékkúp-kavicsokat korábban felső-pleiocénkorinak vélték, a pestlőrinci kavicsok alsó szintjével együtt. Amióta a belső krioturbációs jelenségek e hordalékkúp-kavicsból is ismertté váltak



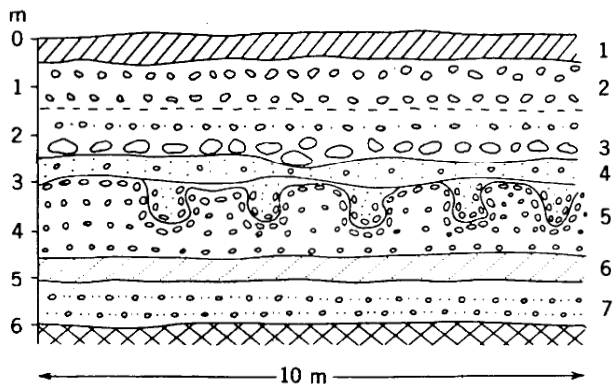
9. ábra. Riss és würm glaciális kori krioturbációs formák a Duna kisalföldi hordalékkúpján (Mosonszolnok). — 1 = réti csernozjom talaj; 2 = sárga, fakó színű homokos agyag, benne elszórtan és csomókban enyhén krioturbált kavicszemek; 3 = krioturbált homokos és kavicsos rétegek; 4 = durvább kavicsréteg; a hordalékkúp-kavics lerakódása után a felszínre ható fagy egymásutáni fázisai: I. hullámosan elhelyezkedő fagyhatásra deformált homokerek, keskeny homokrétegek, képződésük az állandóan fagyott talaj felső szintjében zajlódhatott le; II. az előző fagydeformálódással valószínűleg egy időben képződött katlan formájú poligonok; a poligon közepén a legfinomabb anyag (homok) elszigetelten fészek formát alkot, körülötte apróbb kavicsos homok, majd durvább kavicsréteg félkörívesen helyezkedik el; a poligonokban itt sehol sincs agyag, ill. iszapos frakció (riss glaciális fagyjelenségekre jellemző típus); III. a poligonképződés után a felszínre homokos agyag, lösziszap települt, ezt követően alakultak ki a főként homokos agyaggal, kevés kavicsal és homokkal kitöltött 2–3 m-es „zsákok”, melyek jól láthatóan átvágják a már korábban kialakult poligonokat és a mélyebb fekvésű fagydeformált homokrétegeket is; utóbbiak egységes futását erősen szétszaggatják; az agyagos zsák képződése jól kivethetően későbbi folyamat, valószínűleg utólagosan deformálódott fagyékhálózat maradványa (würm javaglaciális); IV. a felszínt borító homokos agyag, enyhébb krioturbációs folyamat hatására ismét fagyzavar-gást szenvedett (würmvégi típus, 2. réteg); ezen az anyagon képződött a jelenkorban a réti csernozjom talaj

Riss und Würm Glaziale Formen (Mosonszolnok, auf dem Donauschwemmkegel des Kleinen Alföld). — 1 = Wiesen-Tschernosem-Boden; 2 = bleichgelber sandiger Ton; in ihm zerstreut, oder in Nestern Schotterkörner, schwache Kryoturbation; 3 = kryoturbate sandige und schotterige Schichten; 4 = grobe Schotterterrace. Nach Ablagerung des Schotters des Schwemmkegels feststellbare Phasen: I = wellenförmig struierte, von Frostwirkung deformierte Sandadern, dünne Sandschichten, deren Bildung im oberen Horizont der ständigen Frostzone erfolgt sein dürfte; II = kesselförmige Steinpoligone, die sich mit der vorhin beschriebenen Frostdeformation gleichzeitig gebildet haben; in der Mitte des Polygons weist das feinste Material: Sand isolierte nesterartige Gebilde auf; er wird zunächst von kleinschotterigem Sand, dann in der nächsten Zone von größerem Schotter halbkreisförmig umgeben; in den Polygonen ist hier nirgends Ton, bzw. eine schlammige Fraktion anzutreffen (charakteristischer Typus der Frostercheinungen der Riss Glaziale); III = der nach Polygonbildungsphase lagerte sich auf der Oberfläche sandiger Ton und LÖB-Schlamm ab; es folgte die Bildung der hauptsächlich mit sandigem Ton, wenig Schotter und Sand erfüllten 2–3 m mächtigen Frostsäcke; es ist deutlich zu beobachten, daß sie die früher entstandenen Polygone und die tiefer gelegenen frostdeformierten Sandschichten durchschneiden; die einheitliche Reihe letzterer wird auf diese Weise stark zerrissen; später Entstehung sind zweifellos die tonig-schlammige Füllung enthaltenden Frostsäcke; letztere sind wahrscheinlich als Teile eines nachträglich deformierten Frostkeilnetzwerks zu betrachten (Würm Hochglaziale); IV = schließlich hat der oberflächlich alles überdeckende sandige Ton infolge schwacher Kryoturbation auch noch einige Froststörungen erlitten (Würmende Typus; Schichte No. 2.); auf diesem Substrat bildete sich zur Zeit des Wiesen-Tschernosemboden

(PÉCSI 1959), a Duna legidősebb hordalékkúp-teraszának felkavicsolódása a pleisztocén elejére helyezhető. Lehetséges, hogy nem a klasszikus értelemben vett günz jégkorszak emléke ez a felhalmozódás, hanem a günz jégkört megelőző Duna-glaciálisé.

Erre vonatkozóan az ausztriai Duna-szakaszról is említhetünk példát. Linz környékének Duna-teraszait J. FINK-kel közösen tanulmányoztuk; egy alkalommal a pencki beosztás értelmében vett günz jégkori kavicsotakaró (Älterer Deckenschotter) fölött még

három jól fejlett Duna-teraszt figyelhettünk meg. Az A. PENCK által günzkorinak tartott „Älterer Deckenschotter” fölött még két teraszt pleisztocén korinak kellett minősítenünk, mivel a szóban forgó terasz fölötti második kavicslerakódás (VII. sz. terasz) feltárásában szingenetikus krioturbációt észleltünk, s csupán a legfelső, VIII. sz. terasz tartható felső-pleiocén korinak.



10. ábra. „Ópleisztocén szingenetikus krioturbáció” típusa a Kisalföld DK-i peremén levő ópleisztocén dunai hordalékkipon (Banai-hegy). Itt a Duna több glaciális fázison keresztül felhalmozó tevékenységet folytatott. — 1 = csernozjom talaj; 2 = durva kavics kevés homokkal, az egyes kavicszemek mozaikszerű elrendeződésben; 3 = durvaszemű kavics, diszkordánsan telepszik az alatta levő homokra (a kavicsok között 20–30 cm \varnothing is előfordul); 4 = aprószemű homok, elsősorban kavicsokkal; 5 = ópleisztocén szingenetikus krioturbáció, kavicsba mélyedő homokzsákok; 6 = folyami homok; 7 = homokos aprókavics (1–3 cm \varnothing)

Der Froststörtungstypus: altpleistozäne „Syngenetische Kryoturbation”. Gebildet auf dem altpleistozänen Schuttkegel der Donau am SO-Rande des Kleinen Alföld (Bana-Berg). Hier übte die Donau während mehreren Glazialphasen hindurch akkumulierende Tätigkeit aus. — 1 = Tschernosem-Boden; 2 = Grobschotter mit wenig Sand; die einzelnen Kiesel mosaikartig angeordnet; 3 = Grobschotter, diskordant auf den Sand des Liegenden gelagert (Schottergrösse z. T. bis 20–30 cm \varnothing); 4 = feinkörniger Sand, mit verstreutem Schotter; 5 = altpleistozäne syngenetische Kryoturbation, in den Schotter eindringende Sandsäcke; 6 = fluvialer Sand; 7 = sandiger Kleinschotter (\varnothing : 1–3 cm)

5. Különbségek a sík felszínek és a lejtők kronológizálása között

A krioturbációs formatípusok korbelti osztályozásához a teraszok morfológiai helyzetét, kronológiai értékét kellett segítségül hívni. Ezek azonban nem mindig bizonyultak elegendőnek, mivel elvileg az idősebb teraszok felszínén többszöri glaciális talajfagyhatás is végbemehetett. A terasz kora, viszonylagos helyzete tehát nem mindenkor igazított el a kérdésben. Sok esetben igen fontos útmutatást nyújtott a fosszilis talajok és a talajfagyjelenségek együttes előfordulásának vizsgálata. Többféle talajtípus maradványai alapján az egymás után lezajlott folyamatokat tudtuk kikövetkeztetni.

A krioturbációs formatípusok korbelti tagolása már az eddig megállapított néhány összefüggés alapján is jelentős segítséget nyújt a pleisztocén kori felszín relatív korának meghatározására. *A periglaciális talajfagy formatípusok felismerése továbbá eligazítást ad arra nézve is, hogy a jelenkori felszínalakulás, a lejtő lepusztulása, a termőtalaj pusztulása milyen mértékű volt.* Azokon a lejtőkön, ahol a talajszelvény alatt a periglaciális formatípusok megtalálhatók, a jelenkori felszín pusztulása természetesen alárendelt, elhanyagolható, ellenkező esetben a felszín jelenkori formálódása, pusztulása feltételezhető és az arra indít, hogy más módszerek segítségével annak mértékét is meghatározhassuk.

Megfigyeléseink alapján a pleisztocén fagyjelenségek kronológiai értékelésénél két felszínípusot kell egymástól határozottan elkülöníteni. A pleisztocén

periglaciális talajfagyjelenségek megnyilvánulása más azokon *a*) a teljesen sík, széles terasz- és hordalékkúp-felzsíneken, amelyeken eolikus vagy lejtőüledékek nem települtek, mint *b*) azokon a völgyi teraszokon, ill. lejtős felzsíneken, amelyekre eolikus vagy lejtőüledékek rakódtak le.

a) Sík felzsíneken — teraszok, hordalékkúpok, fluviatilis síkságok —, amelyeket egymás után több glaciálison keresztül fagyhatás ért, a krioturbációs jelenségek egymástól elkülöníthető generációi képződtek ki. Az egymást követő talajfagytipusok genetikus és statisztikus értékelése, osztályozása alapján az ilyen sík felzsínek relatív korára lehet következtetni. A kronológiai kiértékelésnél figyelembe kell venni a krioturbációs generációk között kialakult fosszilis talajokat vagy mállástermékeket is.

b) Eolikus és lejtőüledékekkel fedett völgyi teraszokon, ill. lejtőkön a sík felzsínekre jellemző krioturbációs folyamatok háttérbe szorultak, mert a lejtőüledékek szoliflukciós-gravitációs folyamatokkal halmozódtak egymásra. A lejtőkön a kitértségnek, a lejtőt felépítő kőzeteknek stb. megfelelően igen eltérő lejtős-szoliflukciós folyamatok zajlottak le egy időszakon belül is.

Míg pl. a sík felzsíneken poligonok képződtek, addig a lejtőkön barázdahantós talajok (Streifenboden), girlandformák, különböző, rétegzett szoliflukciós lejtőüledékek jöhettek létre. A poligonális fagyék-képződésnek a lejtőkön is rendszerint repedéshálózat képződése felelt meg, melyet főként eolikus képződmények lerakódása követett, igen száraz hideg klímátípusok idején. Végeredményben pl. utolsó glaciális alatt lerakódott lejtőüledékekben egymásra települve — fosszilis talajjal tagolva több rétegzett és rétegzetlen köteget figyelhetünk meg, melyeket esetenként krioturbációs jelenségek is tagolnak. A lejtőlöszökben, derázis völgyekben a fosszilis talajok száma általában jóval több, mint a platólöszökben. Két würmkori talajzóna között fekvő üledéksor szerkezetéből és a krioturbációs jelenségekből — sok feltárás példája alapján — általánosított sémát az 5. ábra mutatja be.

A pleisztocén lejtős és síksági talajfagyjelenségek formáinak a tipizálásával és értékelésével a magyarországi periglaciális területek üledékeinek és felszíni formáinak kronológiai tagolásához kívántunk módszerbeli segítséget adni. A folyamatok értékelésénél azonban a sík és a lejtő felzsínek sajátos adottságait külön-külön figyelembe kell venni. Azokon a lejtőrészleteken, amelyeken az utolsó glaciális során lejtőüledékek felhalmozódása volt uralkodó, a klímaingadozásra érzékenyen reagáló folyamatok sokkal több változata mutatható ki, mint a sík felzsíneken.

IRODALOM

- BÜDEL, J., 1959. Periodische und episodische Solifluktion im Rahmen der klimatischen Solifluktionstypen. Erdkunde, XIII. Bd. 297—314. old.
- BÜDEL, J., 1950. Die Frostschutt-Zone Südost-Spitzbergens. Colloquium Geographicum Bd. 6. Bonn.
- EBERS, E., 1954. Die Periglazial-Erscheinungen im bayerischen Teil des eiszeitlichen Salzach-Vorlandgletschers. Göttinger Geographische Abhandl. H. 15. Studien über die Periglazial-Erscheinungen in Mitteleuropa Teil II. Studien aus dem Alpenvorland und den Alpen. 9—15. old. Göttingen.
- DYLIK, J., 1956. The periglacial structures at Tarzímiech and their significance for the morphogeny and stratigraphy of the Quaternary. Biuletyn Peryglacjalny. Nr. 3.
- FINK, J., 1950. Leitlinien einer österreichischen Quartärstratigraphie. Mitteil. d. Geol. Ges. in Wien. Bd. 53. 249—266. old.

- JAHN, A., 1956. Some periglacial problems in Poland. *Biuletyn Peryglacjalny* 4.
- KAISER, K., 1960. Klimazeugen des periglazialen Dauerfrostbodens in Mittel- und Westeuropa. *Eiszeitalter und Gegenwart*. Bd. 11. 121—141. old.
- KRETZOI M., 1953. A negyedkor taglalása gerinces fauna alapján. *Alföldi Kongresszus. Akadémiai Kiadó*. Bp.
- MENSCHING, H., 1953. Die periglaziale Formung der Landschaft des unteren Werratal. *Studien über Periglazial-Erscheinungen in Mitteleuropa*. Teil I.: Studien aus dem Mittelgebirge. *Göttinger Geogr. Abhandl.* H. 14. 79—128. old. (1)
- MOTTL M., 1941. Az interglaciálisok és interstadiálisok a magyarországi emlősfauna tükrében. *Beszámoló a Földt. Int. vitaüléseinek munkálatairól*. 42 old.
- PÉCSI, M., 1959. A magyarországi Duna-völgy kialakulása és felszínalkotása. *Akad. Kiadó*. Bp. 345 old.
- PÉCSI, M., 1961. Die wichtigsten Ergebnisse geomorphologischer Forschungen des Quartärs in Ungarn. *Instytut Geol. Obditka a tomu XXXIV. INQUA Warszawa*, 287—311. old.
- PÉCSI, M., 1961. Die wichtigeren Typen der periglazialen Bodenfrosterscheinungen in Ungarn. *International Association on Quaternary Research, VI-th Congress. Abstracts of Papers, Poland*.
- PÉCSI, M., 1963. Die periglazialen Erscheinungen in Ungarn. *Petermanns Geograph. Mitteil.* 3. Heft.
- POSER, H., 1948. Boden- und Klimaverhältnisse in Mittel- und Westeuropa während der Würm-Eiszeit. *Erdkunde* II. Bonn.
- SEKYRA, J., 1960. *Pusobení mrazu na pudu kryopedologie se zvlášt看ím KČSR*. Praha.
- SUCHEL, A., 1954. Studien zur quartären Morphologie des Rilagebietes. *Studien über die Periglazial-Erscheinungen in Mitteleuropa*. Teil IV. *Göttinger Geogr. Abhandl.* H. 17. (1)
- TRICART, J., 1950. *Cours de Géomorphologie 2^e Partie Géomorphologie Climatique*. Univ. Paris. 270 old.
- VIELICSKO, A. A., 1958. Die periglazialen Strukturböden des Beckens der mittleren Desna und ihre Bedeutung für die stratigraphischen und paläogeographischen Strukturen. *Biuletyn Periglac.* Nr. 6.
- WEINBERGER, L., 1954. Die Periglazialerscheinungen im österreichischen Teil des eiszeitlichen Salzach-Vorlandgletschers. *Göttinger Geograph. Abhandl.* 15. Göttingen.

DIE CHRONOLOGISCHEN PROBLEME DER UNGARISCHEN STRUKTURBÖDEN

Dr. M. Pécsi

Zusammenfassung

Der überwiegende Teil der von den mitteleuropäischen periglazialen Gebieten beschriebenen Strukturböden (Bodenfrostwirkungen) wurde von den Forschern (POSER 1948, MENSCHING 1953, DÜCKER 1954, EBERS 1954, JAHN 1956, DYLIK 1956, VIELICSKO 1958, BÜDEL 1959, KAISER 1960, SEKÝRA 1960) als aus dem letzten Glazial stammend betrachtet. Kryoturbationen aus den Riss- und Mindel-Eiszeiten wurden schon in wesentlich geringerer Anzahl angegeben (SUCHEL 1954, WEINBERGER 1954, KAISER 1960, FINK 1960). Das ist verständlich, weil ja die Ablagerungen der letzten Eiszeit jene der früheren Vereisungen oft überdecken, bzw. ein Teil der älteren glazialen Schichten der Denudation zum Opfer fiel.

Frosteindringens einmal auf geringere, das anderemal auf größere Tiefe, kompliziert.

Bei unseren eigenen Untersuchungen ergab sich eine solche Mannigfaltigkeit der Formen ungarischer Strukturböden (PÉCSI 1958, 1961, 1963), daß es dadurch ermöglicht wurde, die Kryoturbationserscheinungen in eine bestimmte zeitliche Abfolge einzuordnen. (S. *Fig. 1—10.* und *Tabelle 1.*). Die chronologische Auswertung der Kryoturbationsphänomene gibt häufig Anhaltspunkte zur Bestimmung des relativen Alters der Oberfläche auch in solchen Fällen, wenn anderweitige Daten und Methoden hierfür nicht zu Gebote standen.

Die chronologische Einteilung der kryoturbativen Formtypen gibt schon heute, ein gutes Hilfsmittel zur relativen Altersbestimmung der einzelnen einstigen pleistozänen Oberflächen ab.

Tabelle 1. Die Gliederung des ungarischen Pleistozäns auf Grund der Bodenfrosterscheinungen

Benennung	Auf alluvialen Ebenen und Flußterrassen Vorkommen	Erscheinungen	Auf den Hängen Hügeländern und Gebirgen
I. Spätwürmische Bodenfrosterscheinungen	1. auf den ersten flutfreien Terrassen, auf den Schuttkegeln der letzten Vereisung 2. auf den Talsohlen kleinerer Nebenflüsse, unterhalb höherer Ablagerungen	einige Dezimeter breite Frostspalten, Sackböden, Kryoturbations-Schichtstörungen, Pflasterböden	geschichtete Gehängeablagerungen; die zwei obersten Glieder sind geschichtete Gehängeflößbündel; die Ausfüllung von kleineren Dellen wird durch ein oder zwei schwach entwickelte Humusanhäufungen gegliedert; in diesen Gehängeablagerungen treten Frostspalten, kleinere Frostkeile und schwache Kryoturbations Spuren auf
II. Bodenfrosterscheinungen im Frühwürm und im Würm-Hochglazial	auf mit Löß nicht bedeckten Oberflächen 1. auf den zweiten flutfreien Terrassen der Donau und deren Nebenflüsse und mit ihnen gleichaltrigen Schuttkegeln 2. auf der ersten flutfreien Terrasse und dem Schuttkegel kleinerer Nebenflüsse	1,5 bis 2 m tief eindringende Frostkeile, Frostsäcke, Schotterpolygone, Kryodepressionen (Kryokarste), kryotektonische Schichtdeformationen, Involutions-, Pflasterböden mit Dreikanter; diese Kryoturbationserscheinungen entwickeln oft den Boden des letzten Interglazials in sich ein	an den mit Gehängeflöß, bzw. lößartigen Sediment bedeckten Hängen (schmalen Terrassen) 1. geschichtete Solifluktions-, bzw. Deluviumablagerungen, die sich in zwei oder drei Phasen wiederholen; aufgefüllte, fossile Derasionstäler durch ein oder zwei fossile Bodenzoneen gegliedert; umgehäufte Überreste von R-W-Böden 2. in den Gehängeablagerungen syngenetische Frostspalten, -Keile und kleine Deformationen 3. Streifenböden, Gwirlände, Kryoplanationstreppten, Pflasterböden mit Dreikanter
III. Bodenfrosterscheinungen des Rissglazials	1. auf mit Löß nicht bedeckten flutfreien Terrassen III und IV und den entsprechenden Schuttkegeln 2. auf den flutfreien Terrassen und Schuttkegeln II und III der kleineren Nebenflüsse	großangelegte kryotektonische Schichtendeformation, Riesenspolygone und Frostkeile, sowie Kryodepressionen (Kryokarste), große, ausgefüllte Derasions-Täler, mit Vermischung rotfarbener M-R-Böden	große und ausgefüllte Derasionstäler auf deren Hang syngenetische Kryoturbationserscheinungen im Schuttmaterial; Kryoplanationstreppten mit vereinzelt Steinpolygonen; umgehäufte M-R-Böden
IV. Ältere und frühpleistozäne Kryoturbationsüberreste (Minidel, Günz, Donauglazial)	auf den flutfreien Terrassen V-VI bzw. Schuttkegeln größerer Nebenflüsse	(auch die obenangeführten jüngeren Formen können auftreten) syngenetische Kryoturbation zwischen Schichten; Schichtendeformationen, Schotterpolygone	in älteren verschütteten Böden stellenweise vorkommende, syngenetische Kryoturbationserscheinungen; die Spuren der älteren und frühpleistozänen Solifluktions-Kryoturbationserscheinungen sind gewöhnlich durch die nachträglichen Gehängedenudationsprozesse verwischt worden

Die Erforschung des Formentypschatzes der periglazialen Bodenfrostperioden gibt ferner auch dafür Hinweise, wie sich die heutige Oberfläche entwickelte, wie groß die Abtragung auf den Hängen war, in welchem Masse Ackerboden durch Bodenerosion verloren ging.

Unsere Beobachtungen zufolge müssen wir bei der chronologischen Bewertung der pleistozänen Frosterscheinungen zwei Typen der Oberflächen streng von einander trennen. Die Erscheinungsformen der einzelnen periglazialen Bodenfrostgebilde sind verschieden:

a) Auf den *vollständig ebenen*, breiten Terrassen und Schwemmkegeloberflächen, welche keine Decke von äolischen, oder Gehängesedimenten tragen.

b) Auf den Talterrassen, bzw. *geneigten Oberflächen*, auf die sich äolische und Hangsedimente abgelagert haben. Wir finden:

a) Auf den *ebenen Oberflächen*: Terrassen, Schwemmkegelflächen, fluviatil gebildeten Ebenen, welche nach einander von mehreren glazialen Frostwirkungen betroffen wurden, mehrere, von einander unerscheidbare Generationen der Kryoturbationserscheinungen. Man kann also mittels der genetischen und statistischen Auswertung der einander ablösenden Bodenfrosttypen, ihrer Klassifikation Rückschlüsse auf das relative Alter solcher ebenen Oberflächen ziehen. Bei dieser chronologischen Auswertung sind die fossilen Bodenhorizonte oder Verwitterungshorizonte zwischen den verschiedenen kryoturbaten Generationen gleichfalls zu berücksichtigen.

b) Auf *Talterrassen* die mit äolischen und Hanggebilden überdeckt sind, bzw. *Hängen* treten die für ebene Oberflächen so bezeichnenden Kryoturbationsmerkmale in den Hintergrund, weil die Gehängeablagerungen Solifluktions-Gravitations-Einflüssen unterworfen waren, die sie auf einander schichteten. Auf Abhängen spielten sich je nach Exposition des Hanges, der ihn aufbauenden Gesteine usw. sehr verschiedene Vorgänge der Hang-Solifluktion ab und zwar auch innerhalb ein und desselben Zeitabschnittes.

Während z. B. auf den ebenen Oberflächen Polygon-Strukturen entstanden, konnten sich zu derselben Zeit auf den Hängen Streifenböden, Girlandenformen und verschiedene, durch Solifluktion geschichtete Gehängeablagerungen bilden. Der polygonalen Frostkeilbildung entsprach auch auf den Hängen gewöhnlich die Entstehung eines Frostspaltennetzes, worauf in der Regel die Ablagerung von äolischem Material folgte, letztere während der Herrschaft der sehr trockenen kalten Klimatypen. So können wir im Endresultat in den während des letzten Glazials entstandenen Hangprofilen auf einander gelagerte mehrfache, geschichtete und ungeschichtete Sedimentpakete beobachten, die von einander durch 3—4 fossile Bodenhorizonte getrennt werden, und fallweise auch noch durch Erscheinungsformen der Kryoturbation gegliedert werden. Im allgemeinen ist in den Profilen der Gehängelösse in den Korrasionstälern die Anzahl der fossilen Bodenzonen gewöhnlich bedeutend größer, als in den Plateaulössen. Wir stellen in *Fig. 4.* ein generalisiertes Schema dar, welches aus den Strukturen der zwischen zwei Würm-Bodenzonen eingeschalteten Sedimente und den Erscheinungen der Kryoturbation aus vielen Aufschlüssen abgeleitet wurde.