

Z. 2209

~~Y. 2209~~

A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA FÖLDRAJZTUDOMÁNYI KUTATÓCSOPORTJA  
TERMÉSZETFÖLDRAJZI RÉSZLEGÉNEK KIADVÁNYSOROZATA

---

# TERMÉSZETFÖLDRAJZI DOKUMENTÁCIÓ

1. ÉVFOLYAM

BUDAPEST,

1962.

2. SZÁM

MAGYAR TUDOMÁNYOS  
AKADÉMIA  
FÖLDRAJZTUDOMÁNYI  
KUTATÓCSOPORT



A Magyar Tudományos Akadémia Földrajztudományi Kutatócsoportja  
Természetföldrajzi Részlegének kiadványsorozata

TERMÉSZETFÖLDRAJZI DOKUMENTÁCIÓ

1. évfolyam

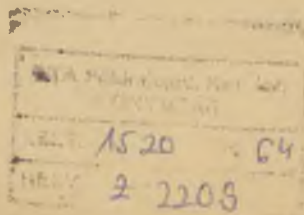
2. szám

Budapest, 1962.

1758



MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA  
FÖLDRAJZI  
KÖNYVTÁR



Szerkeszti: dr. Szilárd Jenő  
Budapest, VI., Népköztársaság-u. 62.  
Tel.: 116-838

Sokszorosította: a MTA Földrajztudományi Kutatócsoport  
házi sokszorosítója

A PERIGLACIÁLIS SZERKEZETI TALAJOK MECHANIKÁJA

Ervin Schenk:

Die Mechanik der periglazialen Strukturböden c.munkája  
alapján /Abhandlungen des Hessischen Landesamtes für  
Bodenforschung, 13./ összeállította: dr.Kéz Andor



Ismeretes, hogy szerkezeti talajoknak nevezik az olyan talajokat, amelyek alkotóelemei fagyhatásra különleges elrendezésűek és szerkezetűek. A talaj keményebb, köves, valamint földes alkotóelemei erősebben vagy gyengébben, de mindig nagyon feltűnő módon rendeződnek. A felszínen kőgyűrűk, vagy kőhálózatok finom földből álló kis dombokat, gyűrűszerűen csoportosult növénypárnák latyakos földüstöket fognak közre, kő- vagy földsávok néhány méteren vagy több száz méteren át párhuzamos vonulatokba rendeződnek; a szabályosan eloszlott kis dombok az egyébként zárt növénytakaró összefüggőségét megbontják. Girlandok, szigetszerű felboltozódások, rés- és hasadékhálózatok, jégsáncok stb. tapkássák a poláris területek, vagy a Föld magashegységeinek talajait.

Mielőtt részletesebben foglalkoznánk ezekkel a különben nagyon nehezen megközelíthető és a maguk valóságában töviről-hegvirtre ugyancsak nagyon nehezen szemügyre vehető képződményekkel, legalább konzervált állapotban pillantsunk be egynek a szerkezetébe.

Lengyelországban feleuton Czestochowa és Wielun között, a Warta-völgy közelében, Parshimiechy mészégetőnél egy fosszilis szerkezetet tártak fel. A Warta-völgy D-i oldalán egy kis mellékvölgyben fekszik az az idős fennsík, ahol jégkori homokkal fedett juramészki lép napvilágra. A meszet a kőfejtőből bányásszák és annak közvetlen közelében őgetik ki. A terület egyébként a Warta-stádium morénaövezetében fekszik és pedig az egykori jégperem közvetlen közelében.

A kőbányában nemcsak a pados, világosszürke felsőjura mészkő kerül a felszínre, hanem azonkívül egy érdekes és fontos fagyott talaj fosszilis formakincse is, pleisztocén fagyott talajjal. A méter vastagságú pados mészkő réseit harmadkori mangán lepusztulás-oldat vonta be. A kemény, de résekkel nagyon erősen tagolt kő felfelé a mészkő pusztulástermékébe, végezetül pedig kemény barnászvörös agyagba és durvább mészkőtörmelékkel tagolt harmadkori pusztulástakaróba megy át.

A képződmény pontosan 2 m vastag, rajta kb. 50 cm-es szürkés-sárga pleisztocén homok fekszik. A mészkőhöz csatlakozó fennsík ezen a helyen csaknem teljesen sík. Amennyire itt meg lehet állapítani,

ugyanilyen természetű a harmadkori metszéspelület is, amelyik a nagyon gyengén É felé dőlő mészkőfelületeket vízszintesen metszik és így a harmadkori pusztulástakaró és a morzsalékos takaró meglehetősen egyenletes vastagságú.

A törmeléktakaróban, helyenkint annak teljes vastagságába bemélyedve egy zseb- és üstalakú képződmény süllyed be; az üst agyaggal és homokkal van kitöltve. A bányászat váltakozó kiterjedésben és különböző távolságban köröskörül feltárta. Oszlop vagy fal alakjában, szabálytalan mészkődarabok társaságában emelkedik ki a törmeléktömegből a jégkori képződmény. Aki fosszilis bugyogótalajokat /Brodelböden/ látott és recons formákat is ismer, kétségtelenül megállapítja, hogy itt bugyogóüst /Brodeltopf/, vagy kőhálózat-talaj van feltárva, mély finomföld-üsttel, pleisztocén jégékekkel, ahol a felbugyogó víz választja szét és osztályozza az üst anyagát. A kőfejtőbe belépő ember olyan pleisztocén szerkezetmezőben áll, amelyet poláris vidéken ilyen helyzetben közvetlenül sohasem lehet látni, mert ott az üst többnyire zárt és így szerkezetébe nem lehet betekinteni.

### A hatótényezők

#### A víz.

Aktív, az évszakos változásokat rendszeresen követő formák csak ott alakulhatnak ki, ahol egész év folyamán, de minden körülmények között a tél beálltakor, a fagy kezdetekor a talajban igen bőséges vízkészlet áll rendelkezésre. A szerkezeti talajok meghatározó előfeltétele a sok víz. Ha a fagy beálltakor nem áll rendelkezésre nagyon bőségesen víz, akkor csak silány, szinte haldokló, az év folyamán szinte változatlan formájú szerkezeti talaj alakulhat ki. Természetesen azért az ilyen forma is átéli az év folyamán a hőmérsékleti és vízállapot-ingadozásokat, de csak sokkal gyengébben érzékelhető és látható módon.

Az eddigi kutatások egyöntetűen tanúsítják, hogy a fagyövezetben a víz a mélyebb talajszintekből szívódik fel. Ugyancsak fontos megállapítás, hogy ebben a folyamatban a talajrészecskék nagysága, valamint a jégkristályok növekedése is szerepet játszik. Ennek a



kapcsolatnak a következménye az a károsodás is, amelyik a fagyemelés következtében az építményekben jelentkezik. Mindamellett igazi mivoltában még nem ismerik a viznek a talajban játszott szerepét és mozgását. Mivel a fagyott talajban a víz sztatikája és dinamikája még ismeretlen, ma még a technika nincsen abban a helyzetben, hogy a víz mozgását gyorsítsa és a fagyhatást megakadályozza.

Bizonyos, hogy a fagy működése idején a víz a fagyövezetből szállítódik. Honnan származik azonban ez a víz? A mélyebb talajvizből, vagy a felszín olvadék, illetve leszivárgó vizéből? Olyan víz ez, amelyik a talajnedvességet, a talajrészecskék nedvességét meghatározza? Milven a viszonya a talaj minimális és maximális víztartó képessége között? Honnan emelkedik fel ez a víz? Milyen szerepet játszik a talajrészecskék nagysága, a nyomás- és az óghajlat ingadozása a vízmozgásban és a jégkristályok képződésében? Ezek azok a kérdések, amelyekkel a talajfagykutatásoknak elsősorban foglalkozniuk kell!

### A vízháztartás

A poligonszerkezetet elsősorban a szerkezetben levő 60%-os víztartalomban végbemenő konvekciós áramlások határozzák meg, azonkívül a poligontalajok minden olyan területről hiányoznak, ahol az altalaj porozus, agyagmentes és a bőséges víz, különösen a fagy beállta idején nem hiányzik. Ezért a periglaciális és szubnivális területek vizellátásával részletesebben kell foglalkoznunk.

Az eső az arktikus, illetve periglaciális területek vizellátásában nagyon elhanyagolható szerepet játszik. Svalbardon pl. az évi csapadékmennyiség nem éri el a 200 mm-t. A víz főtömege a gleccserok és a hó olvadásából származik. A hótakaró olvadása tavasszal kezdődik és néhány hét folyamán meg is szűnik, csak az árnyékos oldalakon maradnak hófoltok. Az olvadékvíz mindenütt szivárog, a talaj nagyon fellágyul, helyenkint még a jég is besüllyed a talajba. A talaj mélyedéseiben mindenütt felgyülik és rövidebb-hosszabb ideig ki is tart a különböző eredetű olvadékvíz. Minden felszíni képződményen bőségesen van víz és folyékony sáros oldat. Az olvadékvíz általában nem hatolhat le mélyen, hamarosan felduzzad az állandóan fagyott alsó réteg felett, aránylag hamar patakokba,

folyókba és tavakban gyülik össze. Az élénk szelek hatására azonban nagyrésze hamarosan elpárolog és így a talaj kiszárad.

Ennek következtében a szerkezetek nagyrésze szivóssá válik és végül megkeményedik. Csak a kisebb és nagyobb mocsarakban, vagy a hómezők előtti tavakban, avagy talajvizgyűjtő medencékben, pl. közvetlenül a tenger partján, vagy egy tó partja mentén, a hófoltoktól vagy gleccserektől állandóan táplált talajvizfolyások mentén marad meg tartósan, állandóan latyakos állapotban a talaj. Az őszeleji korai havazások gyorsan olvadó vize és a fagyot megelőző rövid esős szakasz újabb víztömegekkel látja el a helyenkint erősebben kiszáradt szerkezeteket. A víztömegek nem túlzottan nagyok, amint azt a tél beállta előtt a patakok és folyók szintingadozásából jól meg lehet állapítani. Így azután sok szerkezet különleges vízfelvevő- és víztartó-képességének megfelelően újra felveszi azt a szükséges vízmennyiséget, amely működését a talajfagy megjelenésekor biztosítja és akkor a föld felszínén és később a talajban is minden vízmozgás megszűnik. A fagyváltozékony napoknak az a jelentőségük, hogy a talajviz bőségét növelik egyrésztben azzal, hogy átmenetileg a fagy a talajviz-készletet megköti és a víz gyorsabb lefolyását megakadályozza, esetleg addig, míg újabb csapadékfelvétel lehetősége be nem következik, azonkívül fagyott állapotban a vízkészletet is megőrzi.

A vízlefolyást egyrészt a felszín morfológiai jellege, másrészt a talaj állapota határozza meg. A talaj felengedésének mélysége és azzal a lehetséges talajviz vastagsága nagyon nagy mértékben a felszín minőségétől és az expozíciónak való kitettségétől függ.

A felszínnek a fagyott talaj felengedésében játszott szerepét a következő megfigyelések is igazolják:

A megfigyelés ideje:	felengedés domboldalon	felengedés síkon
VI. 6.	55 cm	21 cm
IX. 7.	186 cm	143 cm
IX. 26.	154 cm	118 cm

A kisebb dombokra a napsugarak meredekebb szögben érkezők, így hatásuk is erősebb mint a szomszédos síkságon. A felszín kis  
1330

emelkedései, a talajviz gyűjtőmedencéi, a kis kiemelkedések olyan kis vízváltak, ahol a vékony talajvízszintek nagyon könnyen kiszáradnak. Hasonló okok miatt a lapos lejtők az olvadás időszakában gyorsan tulađnak nedvességükön, míg a vízszintes felületeken az tovább kitart.

A talaj felépítése az előbbi jelenségeket fokozhatja: minél durvább összetételű a talaj, minél nagyobbak a talajszencsék, annál gyorsabb a víz körzése, viszont annál lassabb a víz mozgása, mennél finomabb a talaj szemcsézottsége. A szélsőséges értékek a durva kavicsban és a kövér agyagban jelentkeznek és azok Kögler-Scheidig /1944/ szerint a következők:

A különböző talajok átteresztőképessége:

Talajnem	Átteresztőképesség cm-ben percenként	Hónaponként	1 cm vígréteg 1 <sup>o</sup> -o lejtőn a következő ideig szivárog be
Finom homok	10 <sup>-1</sup> - 10 <sup>-1</sup>	4300 - 43 m	6 ny - 10 perc
Durva "	10 <sup>-3</sup> - 10 <sup>-3</sup>	430 - 43 cm	2 óra - 18 óra
Lösz /zavart/	10 <sup>-5</sup> - 10 <sup>-5</sup>	43 - 0,43 "	18 " - 70 nap
Sovány agyag	10 <sup>-6</sup> - 10 <sup>-7</sup>	0,4 - 0,04 mm	2 - 20 év
Kövér agyag	10 <sup>-7</sup> - 10 <sup>-8</sup>	0,04 - 0,004 mm	20 - 200 év

Az előbbi morfológiai és a talajjal kapcsolatos megfontolásuk után nagyon határozott különbséget kell tennünk az olyan területek között, amelyek egyrészt a folyamatosan vizet szállító gleccsek révén egész éven át szakadatlanul el vannak látva vízzel és olyanok között, ahová csak a tavaszi olvadás idején, vagy időszakonként a hóesésekkel kapcsolatos kisebb hóolvadásokkal, esetleg téli vagy őszi időszakos olvadással jut kisebb vízmennyiség. Végül olyan helyzet is kialakulhat egyes helyeken, hogy pl. az expozíció, a talajvíz mélyebb elhelyezkedése, helyi változatok és különbségek is jelentkezhetnek hirtelen változások révén, pl. száraz időszakok stb. Előfordulhat, hogy magasabban fekvő talajvíz korán megfagy, stb. Az ilyen változatok az okai arktikus területeken a vízhiánytartás

megbízhatatlanságának. Arktikus területen a poligonok szerkezete, a hálózatok, a gyűrűk, a szalagok stb. életlehetősége teljesen a vízszolgáltatástól függ.

Száraz területeken nyártól őszig a köralaku, vagy sokszögű szerkezetek teljesen hiányoznak. A nyáron nedves és a fagy beálltakor csak mérsékelttel nedves helyeken a látszólag változatlan szerkezetek lépnek fel, amelyekben a vízmennyiség nem elég ahhoz, hogy a téli fagy erősebben felboltozza a képződményeket. Ilyen helyeken képződnek a jellegzetes "karfiolformák/.

Minden olyan övezetben viszont, ahol a fagyás kezdetétől fogva a talajvizből táplálkozó vízfolyások bőségesen ellátják a képződményeket vízzel, a felboltozódó és visszasüllyedő fagyásformák az elterjedtek.

Ez a magyarázata annak a jelenségnek is, hogy a jellegzetes kis formák az arktikus vidékeken kívül, a trópusok magashegységeiben fordulnak elő.

#### Szemnagyság és fagyveszély

Elsősorban a talaj szemnagyságfokozatai határozzák meg a talaj tulajdonságait. Amint a talajkutatók sokszoros vizsgálatokkal megállapították, a talaj áteresztő és vízfelvevő-képessége, likacsossága, kiterjedése, rugalmassága és keménysége mind a talaj szemnagyságtól függ, annak a következménye. Így természetesen a talaj fagyásában is meghatározó jelentőségű a szerepe. Valamennyi fosszilis szerkezeti sőt recens fagyott talaj szemnagyság-analizise tanuskodik arról, hogy a 0,1-0,06 mm-es talajrészecskék gyakran a talaj főbb alkotó részei, vagy az ilyen alkotó részek legalábbis %-ban túlsúlyban szerepelnek. Erről a sok közül a következő két példa is bizonyosságot tehet. Sörensen /1935/ és Moos-tól összeállított alábbi táblázatot az arktikus szerkezeti talajok tipikus összetételéről ad számot. A táblázatban közölt megállapításokat szóta sokszorosan megerősítették.

## Az arktikus váztalajok szemmagyságának megoszlása

A szemmagyság mm-ben	Sörensen szerint				Moos
20-nál nagyobb	-	-	-	-	13
20-2	-	-	-	-	16
2,0-1,0	1,6	9,0	0,2	1,4	10
1,0-0,2	48,2	33,2	11,0	10,4	41
0,2-0,002	33,0	31,4	19,0	25,6	29
0,002-0,0002	9,3	20,0	37,9	28,6	3
0,0002-nél kisebb	7,9	6,4	31,9	34,0	?

Hogy az ilyen szemcsenagyságok olyan területeken is előfordulnak, ahol szerkezeti talajok nem képződnek, az csak azt tanúsítja, hogy más szükséges természeti feltételek hiányoznak, pl. a túlzott vagy nem elég bőséges vízellátás a fagyás kezdetén. A mi mérsékelt éghajlatunk alatt végbemenő fagyjelenségek ezt a tényt igazolják. Nálunk akkor jelentkezik nagyon káros fagy, ha hirtelen beálló erős hóolvadással, bőséges vízmennyiség jelenlétében állanak be váltakozó fagyok /pl. 1954-55 telén/.

Igen nagy jelentősége van a talajkötő-képességet meghatározó agyagásványoknak: a nátrium tartalmu talaj sokkal nagyobb mértékben képes vízmolekulát lekötni és felduzzadni, mint pl. az alumínium és vastartalmu talajok, míg a kalcium és magnézium talajok felvevőképessége már kisebb, de azért még mindig tekintélyes.

A gyakorlatban a szemmagyság-kutatások során fagyveszélyes és fagyásra kevésbé alkalmas talajok megkülönböztetésére került sor, ami az utópitókat előbb Svédországban és Finnországban, később Amerikában és Németországban is rendszeres kísérletek végrehajtására ösztönözte. Kiderült, hogy a fagyemelésmértéke a talaj finorabb szemcséjü alkatrészeinek tömegétől, illetve az azzal kapcsolatos felszívóképességtől és ezen a réven a fagyás során képződő jégrétegektől függ. Már maga a vízfelvétel is kiterjedésmnövekedéssel jár, mert a magsszerkezet fellazul, vagy az agyagos ásványok esetében víz hatol be pl. a montmorillonit rácsba. Később pedig, amint a víz jéggé

alakul, az igénybe vett tömeg 9%-kal növekszik. Az abszolút tömegnövekedést a kutatók /Taber és Beskow/ a megfagyó víz funkciójának tekintik, ami viszont a talajszemcsék finomságától, azok áteresztő- és felvevő- képességétől, valamint a szomszédos területekről beáramló és meg nem fagyott vízkészlettől függ. A nagyság, az alak, az egyes talajrészek megoszlottsága és végül az ásványminőség határozza meg a fagyokozta kiterjedést, ami elhajlással, emelkedéssel, szakítással feldarabolja a technikai létesítményeket. Az előbbi felismerések alapján határozták meg azután a technikusok a fagyveszély feltételeit.

Elsőnek Kekkonen /1926/ különböző fajtájú homok, valamint agyagtalajokban tanulmányozta a réteges fagyás szerkezetét és megállapította, hogy rétegzett jégbetelepülések valamennyi talajban képződhetnek, kimutatta azt is, hogy a jéglapok vastagsága a jég egész tömegétől függ és az általában a felszínhez igazodik, valamint a laza talajokban a víztartalom felülről lefelé csökken. Kekkonen ha nem is elég határozottan, de mégis elsőnek állapította meg, hogy gyenge víztartalom esetén - pl. homokban - tömeges fagyott talaj keletkezik, miközben a víz a talajszemcsékhez fagy. Ezzel szemben rétegzett /jéglencsés/ fagyott talaj keletkezik, ha a talajban a vízmennyiség a "normális víztartalmat" meghaladja.

Az egyes homokszemcséken képződő ún. "jégfilm"-ről ma azt mondhatjuk, hogy az tulajdonképpen talajba zárt hártya, mely a pórusokba zárt vízből keletkezik. Azonkívül a higroszkopikus hártérfelületekről felszívott és összenyomódott víz is részt vesz a kifagyásban. Az esetleg jelenlevő igazi kapilláris víz, a gyenge kapilláris erők miatt gyorsan felhasználódik. Taber /1930/ a szem nagyság szélső határát 0,07 mm-ben állapította meg, amikor a fagyásnak megfelelő feltételek esetén jégréteg képződhet. Casagrande /1934/ végezetül élesebben határozta meg a talajban a fagyveszélynek a szem nagyságtól függő értékét. Szerinte az egyetlen nagy ságu szemcsékből összetett talajt akkor lehet fagyveszélyesnek tekinteni, ha abban a 0,02 mm-es szem nagyságok 3 súlyszázaléknál nagyobb arányban vannak jelen. A nagyon egyenletes összetételű talajok csak akkor lesznek fagyveszélyesek, ha az említett szem-

nagyságu talajrészecskék a 10 súlyszázalékot meghaladó mértékben vannak jelen. Mindkét esetben fel kell tételozni azt is, hogy a fagyásövezet szomszédságában utánpótlásra megfelelő mennyiségű viz álljon rendelkezésre. Ez a feltétel nyilvánvaló és egyszerű. Az építészmérnökök a gyakorlatban már évek óta alkalmazzák.

Ugyancsak meg lehet emlékezni Beskow /1930/ kísérletéről is, aki különösen a kapilláris emelkedés magasságával foglalkozott, hogy ennek felhasználásával állapíthasson meg egy fagyveszélyesség indexet. A teljesség kedvéért azt is meg lehet említeni, hogy Morton New-Hampshireben végzett kísérletei során Beskow-hoz és Casagrande-hoz hasonló eredményekre jutott.

Beskow szerint az egyenetlen összetételű talajokat, mint pl. a fenékmoréna, fagyveszélyteleneknek kell tartani, ha a 2 mm-es szemnagyságu szitán átszitált talajminta nem több, mint 15%-ának a szemnagysága, 0,062 mm-nél kisebb, vagy 22%-a 0,125 mm-es és kapillaritása 1,0 m alatti. Viszont ugyanez a talaj fagyveszélyes, ha a 0,062 mm-es szemnagyság több mint 25% és a 0,125 mm-nél kisebb szemnagyság 35%-nál több. A hasonló talajok, mint a murva, homok semmiképpen sem fagyveszélyesek, ha a kapillaritás 1 m-nél kisebb, a 0,062 mm-es szemnagyság nem éri el a 33%-ot és a 0,125 mm-es nem több 55%-nál. Ha azonban a 0,062 mm-es 50 %-ra emelkedik és a kapillaritás 2 m-nél nagyobb, a talaj minden körülmények között fagyveszélyes.

Morton /1936/ a szemnagysággal kapcsolatban a fagyemelési mértékéről nyújtott felvilágosítást. Szerinte az egyenetlen összetételű talajban, ha a 0,05 mm-nél kisebb szemcsék mennyisége meghaladja a 10%-ot, a fagyemelési 5-10 cm, a 25%-nál nagyobb részesezés esetében 24 cm. Egyenletesen 0,05-0,005 mm-es szemnagyságu talajban a fagyemelési 35 mm. A finom és legfinomabb szemcsenagyságú fagyott talajokon mind a fagyveszély, mind a fagyemelési növekszik. A közölt értékszámok egyben felvilágosítást nyújtanak arról, hogy milyen nagy mértékben függ a fagyveszély a talaj egyenetlen összetételétől.

Az a tény, hogy itt az ún. "kapillaritást" meghatározó tényezőnek állítottuk be, ellentétes Vogelers kutatásainak ered-

ményeivel, mert szerinte a tényleges emelkedésmagasság minden talajon 2 m alatt marad és az emelkedés az 1,5 m-t ritkán haladja meg /1932/. Ebből nyilvánvalóan következik, hogy nem a fagyó talajban levő vizmozgások kapilláris ereje emel, mert másképp pl. a nagy porustömeggel rendelkező homok igen fagyveszélyes lenne. Viszont fagyveszélyesebbek az erős hidrációs erővel rendelkező talajok, mint az Beskownak a különböző sótartalmu vályogtalajvizsgálataiból vagy Dücker Na és Ca bentonit /1939/ vizsgálataiból is kitűnik. A szemnagyság és a kapilláris emelkedés közötti számított érték csak közvetett, mert a szemnagyság egyben a szemfelület-nagyságnak is megfelel.

Az előbbi megállapításokból következik:

1. A talajnak kielégítő mennyiségű vizet kell tartalmaznia;
2. A talajrészecskéknél a/ megfeldő nagyságúknak, b/ jó nedvesítő képességűeknek kell lenni, hogy a fagyhatás és a szerkezetek kialakulhassanak.

Az eddigi kutatások ugyan az előbbi tényezőket, valamint a fagyemelés és a fagyveszély közötti összefüggést megállapították, de nem feleltek megnyugtatóan arra a kérdésre, hogy milyen a vizmozgás mechanikája. Ezért a talaj és a víz közötti viszonyt jobban szemügyre kell venni.

#### A fagy hatása a vízre és a talajra

A fagyveszélynek az a lényege, hogy a talajvizet a fagyövezet magához szívja, illetve a fagyövezetbe szállítja. A fagyás révén való vizgyarapodást minden szemfüles megfigyelő észlelheti a mi szőlősségünkön is. Pl. a nedves talajon fekvő kövek gyakran jégrétegen fekszenek, és eddig fagyhatásra odaszívott vízből keletkezett jégen. Ezt a jelenséget olyan kőzeteken is meg lehet figyelni, amelyek egyáltalában nem, vagy csak alig porózusak, tehát teljesen tömöttek. Ez a helyzet már arra utal, hogy a kő alatti jégréteg képződésében a kapilláris hatás nem érvényesülhetett.

A mi óghajlati területünkön a fagyok káros hatását különösen utjainkon lehet megfigyelni kiemelkedések, boltozódások, rőselődések, felszakadások formájában. Ezek tanuskodnak a felső talaj-



rétegekben a fagy hatására bekövetkezett vízszaporodásról, a viznek a mélyebb szintekből, vagy a vizgazdagabb szomszédságból a fagyásfront közelébe való huzódásáról, ahol a víz az ut takarója alatt lencsés, vagy leveles szerkezettel épül be. Ha a vízbeáramlás már nagyobb tömegre szaporodott, megváltozik a halmazállapota is, amint átkristályosodva jéggé alakul. A halmazállapotváltozással jelentőkenyen /9%-kal/ megnövekszik a tömege is.

Mielőtt a viznek a talajban való további viselkedésével foglalkoznánk, rendkívül tanulságos lesz, ha a viznek a fagyásövezetben való felszaporodásával kapcsolatban az utépítések során tapasztalt néhány gyakorlati adattal ismerkedünk meg.

Egy mállott agyagpalarétegben - a fagyhatár alatt - a rétegviztartalom 38% volt. A fagyásövezetben azután átlagosan a viztartalom 83%-ra növekedett, úgyhogy a víz megkétszereződése révén a fagyásövezetben az ut 28 cm-rel felemelkedett. Még erősebb átalakulás ment végbe az ugyancsak erősen lepusztult agyagpalarétegben, ahol az eredeti 18%-os viztartalom a fagyott talajban 22, sőt 29%-ra emelkedett. Egy löszanyag rétégekben az eredeti 28,7%-os talajnedvesség, a fagyásövezetben 145%-ot ért el, tehát az eredeti mennyiség ötszörösét.

A fagyott talaj viztartalmát Johansson szerint /1913/

Talajmélység cm	Viztar- talom %	Talaj- mélység cm	Viztar- talom %	Talajmély- ség cm	Viztar- talom %
0,0 - 3,0	83,6	-2,0	76,1	-2,5	84,3
3,0 - 5,8	70,0	-4,1	67,5	-5,0	71,7
5,8 - 9,0	74,1	-7,3	71,8	-8,6	71,7
9,0 -12,2	70,6	-10,5	73,7	-11,7	75,0
12,2-15,1	58,9	-12,5	65,5	-14,7	61,9
15,1-17,6	59,0	-15,6	64,2	-17,5	65,3
				-18,9	57,2

Kokkonen /1926/ a jéglencsék képződésének és a víz felszaporodásának igen fontos határértékeit közölte:

"Ha a viztartalom bizonyos határértékre süllyed, azután nem

képződik tiszta jégréteg, a víz már csak egyes részletekben fagy meg és a talaj egységesen fagyott lesz".

"Éppen így viselkedik az agyagos talaj is. Minden talajfajtának megvan a maga vízkötő- és vízfelvevő képessége, illetve a talaj: szomszomságának megfelelő jellegzetes vízkötő- és vízfelvevő képessége, kapillaritása és így a jéglapok képződésének határa is meg van határozva".

Ezeket az alapvető tényeket ma már másképpen kell megfogalmaznunk és pedig úgy, hogy a talajfajták agyag- és ásványtömege határozza meg a talajok vízfelvevő- és vízkötőképességét. Ez az energia a fagyhatástól keltett vízszállításnak is ellenáll azzal, hogy bizonyos mennyiségű vízkészletet a mélyebb talajszintekben megőriz. Amint a vízszállítás megszűnik, az egész talajtömeg átfagy. A fagyott talajrészlet kiemelkedése felel meg a víz és jég halmazállapot-változással járó tömegkülönbségének, vagyis a Beskowtól megállapított /1930/ 9%-nak. Beskow kutatásai során azt is megállapította, hogy a jégrétegek a legkisebb nyomásra merőlegesen és az izotermákkal párhuzamosan helyezkednek el. A poligontalajokban a jégrétegek gyakran 30-40°-ot zárnak be a határoló rétegekkel.

Végezetül Beskow vizsgálatai során arra a megállapításra jutott, hogy a vízzel való feldusulás úgy megy végbe, hogy a vízmolekulák a talajpórusokból a növekedő jégkristályok és a talaj közötti térbe vándorolnak. Ez a folyamat erőteljesebb, mély, lassu fagyáskor. Gyorsfagyás esetén a vízfelesleg igen kevés és nagyobb távolságban csak vékony jégrétegek keletkeznek. A fagyásövezetbe beálló alacsony nyomás, valamint a fagykiemeléssel beálló feszültségek a fagypont süllyedésével kapcsolatosak, úgyhogy a víz még 0° C alatt is mozgékony marad. A vízpótlás a fagykiemeléssel kb. arányos/9:10/. Egyébként Taber /1930/ és Dücker /1939/ megfelelő kísérletei hasonló megállapításokra vezettek.

#### Összefoglalás.

I. A fagyás megindulásakor a talajvízkészlet a szerkezet kialakulása, és a fagykiemelés mértéke szempontjából meghatározó jelentőségű. Eközben a mikroklimatikus és morfológiai viszonyok, valamint a talaj minősége és szerkezete, főképpen a talaj vízfelvevő

képessége, a talaj víztároló- és megtartóképessége a döntő tényező. A fagyott talaj vízháztartását elsősorban az előbbi tényezők határozzák meg.

2. A fagyott talajban a víz mozgásában a kapilláris víznek a szerepe csak nagyon alárendelt. A felszíni feszültség csökkenése és a víz viszkozitásának szokatlanul nagy növekedése a víz különben is gyenge, sőt részben teljesen hiányzó kapillaritása igen tekintélyes vizgazdagodásra és fagyemelkedésre vezet, ezzel szemben a hézaggazdag talajok, különösen a homokok a fagyfront felé nagyon gyenge, avagy teljesen leálló vízmozgásáról tanuszkodnak és így szerkezetek képződésére sem kerülhet sor.

3. A vízmozgás, vagyis a molekulák szállítása a talajrészecskék hidrációs erejétől függ. Amint az agyagos talajok víztartó-képességre irányuló vizsgálatok bizonyítják, fagyhatásra a talajrészecskék vízkészlete a fagyóvezetbe szállítódik.

4. A molekula felépítéséből és molekula társulásából fakadó anomáliák a fagyásfolyamatot szélsőségesen összetett jelenséggé avatják. A fagyó talajban a nyomás-növekedés és a víz tulajdonságának a hőmérsékletváltozások következtében beálló módosulása miatt a víz a szerkezeti talajokban nagyon mozgékony, Mozgékonyosságát a talajrészecskék közötti hidratációs energiakülönbségek, valamint a jégkristályok közötti elektromos erőkülönbségek is fokozzák.

5. Az eddigi vizsgálatok szerint a szerkezetek kialakulása szorosan kapcsolatos a mindenféle talajtypust felépítő szemnagyságokkal. Ez a kapcsolat azonban csak közvetett. A vízfelvétel és a víz elhelyezkedése a talajban a talajszemcsék felületének nagyságától, illetve a száraz és nedves időszakok közötti felületi erőktől, vagyis a résztvevő részletek hidratációs energiájától függ. Ennek következtében a fagy hatásáért a talaj gyenge ásványtartalma felelős.

A talajrészlet többi takaróvizének fagyása a fagyott talaj teljes kialakulására vezet. A fagyveszélyeztettség teljesen a talajrészletek felszíni fagyásának következménye és az legeslegnagyobb mértékben a szemnagyságtól függ.

6. Ha a talajban a vízeloszlást figyelembe vesszük, az is nyilvánvaló, hogy a fagyásövezet vízzel faló feldúsulása nem a jelenlevő kapilláris víztől és kapilláris hatástól függ. A kapilláris

vizereknek hamar meg kell szakadniok, mert az agyagásványok a vizet a hidratációs takaró kialakítására igyekeznek visszatartani.

7. A fagyemelés-érték, vagyis a viznek jéggé való átalakulásából származó 9%-os tömeggyarapodás tulajdonképpen a talajrészecskék felszíni hidratációjának az eredménye.

A következőkben a talajrészecskék, a víz és a jégkristályok közötti kapcsolatokat igyekszünk feltárni, különösen Dückernek az utépitésben szerzett gyakorlati tapasztalatai alapján /1939-40/.

### A talajfagy törvényszerűségei

#### A talajviz viselkedése

Amennyire meglepő, hogy a víz a talajban a fagyásövezet felé áramlik, amint azt Kekkonen /1926/ mérései, Schaibles /1941/ adatai és Weger /1954/ vizsgálatai igazolták, annyira meglepő, hogy bizonyos szemnagyságok esetében elmentéses vízmozgás jelentkezik. /Taber /1918/, Dücker /1939/ és Beskow /1930/ szerint a 0,5 és 0,05 mm szemnagyságu övezetben a talajviz a fagyásfronttól a fenék felé torlódik. A 0,05 mm-nél kisebb szemnagyságok azonban kivétel nélkül tekintélyes vízmennyiséget vesznek fel. Ezek szerint a 0,06-0,02 mm szemnagyságu anyagban az eredeti 26,5%-os víztartalom 37%-ra, a 0,006-0,002 szemnagyságué 39,5%-ról 140%-ra növekszik. De az időegység alatt szállított vízmennyiség is tekintélyes lesz a szemnagyság finomodásával. A frakciókeveredés, ami bennünket a szerkezeti talajok összetételéről szempontjából különösen érdekel, az időegységben jéggé alakult víz mennyiségétől független és állandó, ezzel szemben a hőmérséklettől függ. A fagyövezetből egyenetlen összetételű talaj esetében a víz nem huzódik vissza, ha a talaj finom anyagrészlete elég kiadós, vagyis ha tekintélyes hidratációjú anyagrészecske áll a talajban rendelkezésre. A fagyveszélyesség viszont lényegesen gyengül a 0,05 mm-eseknél nagyobb szemcséjű anyag jelenléte esetén. A pótlásul fagyhatásra az altalajból szállított vízmennyiség a talaj szemcsézettségének eloszlásától függ, amikor természetesen a legfinomabb szemnagyságok jelenléte meghatározó jelentőségű.

### A fagyemelés

A fagyemelés a fagy határövezetében való víz gyarapodásának a következménye. A fagyemelés lehetősége tehát a finom szemcsézettségű anyag jelenlétével növekszik, sőt a jelenlét nélkülözhetetlen.

A fagyemelés mindig nagyobb, mint a talajon levő viznek jéggé való átalakulása során való kiterjedése. A tömegnövekedés ugyanis kereken 9%. Az ennek megfelelő talajtömegnövekedés csak a 0,05 mm-nél nagyobb szemnagyság esetében lehet kisebb. Ha a homokszemcsék 1,0-0,1 mm szemnagyságúak, a nagyobb tömegnövekedés mégis lehetséges a likacsokban levő részvíz fagyása révén. A víz jéggé való átalakulásakor a tömegnövekedés 2 1/2-szer meghaladhatja a víz térfogatát. Ez az egyes homokszemcsék között képződő kis jégoszlopok hatásának az eredménye.

A fagyemelés nagyságát tehát egyrészt a talajban levő vízmennyiség fagyása révén beálló, kereken 9%-os tömegnövekedés, másrészt a fagyás folyamán beáramló víztömegnek, illetve ennek a vízmennyiségnek a fagyása révén beálló tömegnagyobbodásnak lehet köszönni.

### A fagy behatolása

A fagyemelés szempontjából lényeges jelenség a fagy betörése, vagyis az a sebesség, amellyel a fagyfront a talajba behatol. Eltekintve attól, hogy ez a benyomulásebesség a melegvezetés-képességtől és a hőmérsékletcsökkenéstől függ, itt is szerephoz jut a szemnagyság, mert a szemnagyság finomodásával a fagybetörés sebessége csökken.

Ez a viszony nem közvetlen, az egyrészt a viznek a szemnagyságtól függő hatóképességével, másrészt a talajban az időegység alatti megfagyó víz tömegével arányos. Ez azt jelenti, hogy a nagyon finoman szemcsézett talajban felgyült és beáramló víztömeg nagyobb és így a víz jéggé alakulásához is több időre van szükség. A talaj melegvezető képessége ismét nagymértékben a vízmennyiségtől függ. A vízben viszonylagosan magas és a talaj növekvő vízmennyiségével a talajban is növekszik.

A viznek jéggé való átalakulása során folyamatosan meleg szabadul fel és elsősorban ennek a melegnek kell felhasználódnia, mielőtt

a fagyfront mélyebbre behatolhat. Ezen a réven azonban ez az erőjáték, amelynek egyes szakaszai a jéglapok kialakulására is hatásosak vannak, a fagybehatolásra annál hátrányosabb, minél finomabb szemcsészettségű a talaj. Ez a folyamat részünkre azt jelenti, hogy a kőgyűrűbe és a szerkezeti talajok egyenlőtlen összetételű peremövezetébe a fagy gyorsabban behatol a mélységbe, mint a finomabb anyagból álló magokba.

### A fagyveszélyesség fokozatai

A fagy eddig ismerttetett működésformái tehát együttesen hatnak, amint a 0,05 mm-nél kisebb a szemnagvságok a talajba megfelelő tömegbe előfordulnak és pedig annál erősebben, minél finomabb a szemcsészettség és minél nagyobb annak a tömegben való részesedése. Amint már tárgyaltuk, amikor a víz a jéggé való alakulás felé halad, illetve jéggé lesz és a talaj fagyásban van, a talaj a jégtömeg növekedése révén kiemelkedik, különösen akkor, ha a beáramló víz is megfagy, és szokatlan mértékben megy végbe a jéglapok és jégrétegek képződése. A finom szemcsészettségű talajoknak ezt az állapotát szokás fagyveszélyességnek nevezni.

Dücker /1939/ a fagyemelésnek /E/ a fagy mélységi behatolásához való viszonyát /B/ százalékban /%/ számszerűen a fagyveszélyességi fokozattal /F/ a következőképen fejezte ki:

$$F = \frac{E}{B} : 100 \%$$

Amint F meghaladja a 3-4%-ot, a fagybiztos talaj határa már át van lépve és teljesen a finomszemcsészettség uralja a fagyemelést.

### Fagyveszélyességi fokozat

0,5-0,002-ig terjedő szemnagyság és -10°-15 C° hőmérséklet között

	0,5-0,2	0,2-0,1	0,1-0,05	0,05-0,02	0,02-0,01	0,01-0,006	0,006-0,002
-10°	0,5%	1,2%	2,4%	16,3%	32,8%	38,1%	64,8%
-15°	0,4%	0,8%	2,1%	17,8%	28,1%	34,5%	57,9%

A táblázat adatai tanúsítják, hogy 0,05-0,02-es csoport szemcséinek felszíni növekedése a 0,1-0,05-ös csoport egyébként ugyanolyan ásványi összetételű sorozatát a fagyveszélyesség fokozatában gyorsabban felülmúlja, holott a szemnagyság fokozatában a kü-

lönbség csak kétszeres. Ez a szemcsék felszíni hidratációjának nagyon jellegzetes kifejezése. A finom szemcséknek ez az uralma. Dücker szerint addig tart, ameddig a vizutánfolyás végbe megy, vagyis ameddig a fagy a talajon "nyitott rendszer"-ként hathat. Ezzel azt szándékozik kifejezni, hogy egy talajviztározóból kell a víznek átfolyjni. Valójában azonban oszmotikus nyomáskülönbségek lépnek fel. Ez az oka annak, hogy a szerkezeti talajok a vízben nagyon gazdag területeken fordulnak elő és hogy azok a finomszemcséjű talajokon nem fejlődnek ki. Ezt az elhelyezkedést a megfelelő térhópek is igazolják. Ezen az alapon lehet a jéglapok és jéglencsék elterjedését is értelmezni.

### A fagyássebesség

Lassu fagyás esetén csak kevés kristályos mag képződik. A lassan növekedő jégkristályok a földrészecskéket eltolják. A növekvő jégkristályok valójában a földrészecskéktől eltaszítják magukat és a földrészecskéket nem építik be a kristályrácsba. Az oldalt tulajdonképpen vízszintes irányba, növekedő kristályok jéglencsék és jéglapok képződésére vezetnek. Gyors fagyás esetén viszont számtalan kis kristályosodó mag képződik, úgyhogy a földrészecskék jéggel vonódnak be. Így keletkezik a tömör, vagy homogén fagyott talaj a rétegzett, vagy inhomogénnal ellentétben. Így a nagyon alacsony hőmérsékleten képződött, a legfagyveszélyesebb talajokban jégrétegek nem alakulhatnak ki. Ennek a nagyon régen ismert ténynek az a magyarázata, hogy a vizutánszállítás a növekedő kristályosodással való sűrűsödés miatt a kristály növekedésével, vagyis a vízfogyasztással nem képes lépést tartani.

### A hőmérsékleti hatás

A jégképződés erőssége lényegében a hőmérséklettől függ, viszont ugyancsak a hőmérséklethez igazodik a fagyemelés, a kiegészítésként a fagyásövezethez szállított vízmennyiség, a jég rétegzettsége, az időegységben megfagyó víz mennyisége és a fagybehatás gyorsasága is. Ebből az összefüggésből adódik, hogy a szerkezeti talajok kifejlődéséhez és aktivitásához a legelőnyösebb eset, ha a fagy lassan megy végbe. Dücker hangsúlyozza, hogy "éles határt a fagy-

1343

veszélyes és a fagybiztos talaj között nem lehet kijelölni", mert a jéglicenséket kialakító "szennagyságok" a fagyás menetének megfelelően a 0,1-0,05 mm-es csoportban ingadoznak.

A hőmérséklet a víznek a talaj pórusaiban való mozgására van hatással. Különösen a víz nyúlókonyysága révén. Süllyedő hőmérsékleten a talaj levegője összehúzódik. Ez ugyan az áteresztőképesség előnyére van, de a víz nyúlósabb volta a vízmozgást feshélyezzi és így ugyanolyan mennyiségű víznek alacsonyabb hőmérsékleten hosszabb ideig tart a fagyása is.

### Ásványtartalom

A kötött talajok között erősen emelkedő talajok azok, amelyeknek tekintélyesebb a kaolin és montmorillonit tartalma. Egyes esetekben ezek az ásványok is hatással vannak a fagyszerkezet kialakítására, mert kaolin jelenléte esetén jégrétegek kőpződnek, az utóbbin pedig poligonhálózat keletkezik. Egvőbként az agyagrészecskék töredezett és szétmorzsolts kőzetalkotó ásványainak a talajban igen nagy a jelentőségük. A kőzetásványt pusztulás közben kationok vonják be és így a hidratációhoz talajrészecskék keletkeznek. Azzal, hogy ezek a szabadon mozgó vizet magukhoz vonzzák, sőt magukhoz ragadják, a talajviztartalék szegényedésével az ellenállás csökken fokozódik. Végezetül az agyagásványok hidráttakarója nagyon erősen a talajszemcsékhez fagy.

Beskow /1935/ és Dücker /1939-40/ nagyon részletesen foglalkozott a kötött talajok ásványtartalmával. Azokban a sók, illetve azok oldatai váltakozó mennyiségben fordulnak elő. Kiderült, hogy a vízben való gazdagodás és azzal kapcsolatban a fagyemelős az áteresztőképességgel meghatározó kapcsolatban áll, másrésztől azonban kvarcliszt-agyagásvány keverék jelenléte esetében a növekedő vízfelvétellel a fagyemelkedés csökken. Azonkivül a Na tartalmu talajok a fagyásövezetben erősebb vízgazdagodásról és ezzel erősebb fagykiemelésről is tesznek bizonyosságot, mint a Ca-ot tartalmazó talajok. Nagyobb koncentráció esetén végezetül a fagyemelős jelentőkényen kisebb, mint a sokkal gyengőbb oldatban. Na tartalmu talaj sokkal erősebb vizburkot alakít ki, mint a Ca tartalmu. Vizburok kőpződésekor a talajok felduzzadnak. Viztartó likacsos tömegek nem



fejlődhetnek ki és így természetesen a vízáteresztés nagyon rossz, mert a kationok arra törekszenek, hogy minden elérhető vizet megtartsanak és felhalmozzanak. Kapilláris vízmozgás részére ezért egyáltalában nincs hely. A Na-ionokkal kitöltött részecskék erősebb, fejlettebb vízburka mellett a vízburkok között a vízmolekulák cseréje és szállítása a fagyásövezetig gyorsabb. Eközben a surlódás kisebb, mint a Ca-bevonatu részecskék között, mert itt a szorosabban egymás mellé csatlakozó leplek erősebben összetartanak.

Hasonló az oldatok koncentrációjának hatása is. A növekedő koncentráció tulajdonképpen a molekulák és kationok növekedő dehidratációját, vagyis a vízkivonást jelenti. Annál keményebben és erősebben fognak a jelenlevő vízmolekulák megkötődni, a vízmozgás nehezebb lesz és végezetül megszűnik.

A fagyás végbemenetelekor a koncentrációkban jelentkező átalakulások végezetül hatnak a víz szabálytalan tulajdonságaira, amint erről korábban szó volt. Ezek a folyamatok végezetül értelmzik a víznek a fagyásövezetből a tiszta homoktalajokba való átszorítását is. Amint a víz felszíni feszültsége a csökkenő hőmérséklettel gyengül /kb. 25%/, a kapilláris oszlop süllyed. A meniszkusz /szűk csőben a folyadék görbült felülete/ már nem tarthat tovább. A kvarc-szemecskék kationbevonata már nagyon gyenge ahhoz, hogy erősebb burkolat képződhessen. A vízmolekulák növekvő tetraéderkoordinációjának - a csökkenő hőmérsékleten - ezt a folyamatot elő kell segíteni.

### Tulajdonságváltozás

Fel kell a figyelmet hívni arra, hogy a fagynechanizmus hatására, valamint a finomabb szemnagyságok szaporodása révén, a növekvő jégkristályok közbejöttével keletkezett közetszilánkok, vagyis röviden a fagyokozta pusztulás révén az évek folyamán fagyveszélytelen talajok fagyveszélyesekké válhatnak, illetve azokká is kell alakulniuk. Fagyáskor a nyomás, de a sós oldatok koncentrációja is szerepet játszik. Valamennyi tényező megváltoztatja a kezdetben uralkodott viszonyokat és ezzel módosulások állanak be a szerkezetképzésben is. A nyomás és a koncentrációnövekedés közreműködik a víznek a fagyásövezetben való szállításában és ezzel jelentékeny mér-

tékben a fagyemelés ellen dolgozik. A poláris és egyáltalában a szubnivális övezetekben a víz szegény elektrolitekben. Ebben a vonatkozásban tehát a vizek bizonyos mértékben fagyveszélyesek.

A nyomást illetően az a fagyással tekintélyes mértékben kifejlődhet. Ez - amint azt az 5. ábra is tanúsítja - a fagyemelés ellen dolgozik. Már  $0,250 \text{ kg/cm}^2$  nyomással az emelkedés mértéke kb. 50%-kal csökken. Beskow /1935/ szerint a kapillaritás hatására "elnyomás" lép fel.

#### A melegvezető-képesség

Nagyon különböző a talajok melegvezető-képessége és az a kőzetekhez hasonlóan nagyon összetett /komplex/ nagyságu, mert nemcsak a szemnagyságtól, illetve a hézagok levegővel és vízzel való kitöltésétől, a fekvéstől stb. más tényezőtől, hanem az ásványok fajtától és színétől függ és azonkívül, ami ezen a helyen fontos: a víz-, illetve a jégtartalomtól. Fagyáskor természetesen megfelelő változások mehetnek végre.

Az ásványi vonatkozásban jól kevert talajokon és kőzeteken az ásványok kedvező vezetőképesége nem ütközik ki. El lehet képzelni és az valószínű is, hogy természettől fogva kiegyenlített hőmérsékletük, vagyis a szabálytalan ásványos eloszlás a hőmérsékletváltozással járó tömegváltozással kiegyenlítődik. A szerkezetek kialakulása meghatározó jelentőségű a kőzetek és a finom talajrészecskék közötti hővezető és melegfelvívó-képesség, valamint a kőzetek és a viszonylag száraz talajrészecskék és másrésztől a vízzel kitöltöttek közötti különbség. Az előbbieket figyelembevételével könnyen meg lehet érteni, hogy a kőkoszoruban az olvadás gyorsabb, mint a finom összetételű földben és növénypárnában. Kreutz /1942/ vizsgálatait ezt nagyon egyértelműen és meggyőzően igazolják.

#### Melegvezető-képesség különböző talajokban és kőzetekben, valamint vizben és levegőben

Kvarchomok /száraz/	/kalória/	0,006
" /nedves/		0,008
Vályog		0,002
Agyag		0,001-0,0003

Turfa	0,0003-0,008
Agyagos mész	0,003-0,008
Kvarcit	0,007
Homokkő	0,003-0,008
Agyagpala	0,003-0,005
Gránit	0,008-0,01
Bazalt	0,003-0,007
Levegő 0 C°	0,000057
Víz 0 C°	0,0014
Vas 0,10 C°	0,0054

A fagybehatolás természetes feltételek között

A fagybehatolás mélységére és a fagybehatolás gyorsaságára végrehajtott kísérletek megegyeztek a természetes állapotban levő talajban mértekkel. Kreutz különböző talajokon megegyező és különböző időjárás-feltételek között, a nagyon hideg 1939-40-es télen, 1939 dec.-től 1940 márc. 31-ig hajtotta végre megfigyeléseit. A levegő hőmérsékletének járását 2 m magasságban, valamint a hó-felszín magasságában mérte, az egyes talajnemekét a felszínen és különböző magasságban, amiből megállapíthatta, hogy a fagybehatolás és a talajban mért hőmérsékletértékek lényegében a különböző talaj-nemek szemnagyságától és víztartalmától függtek. A leghidegebb a bazalt morzsalék volt, azt a homok követte, az utolsó helyet a humusztalaj foglalta el. A napi hőmérsékletingadozás is a bazaltmorzsalékban és a homokban volt a legnagyobb, az agyagban és az agyagos homokban gyengébb, a humuszban pedig azt alig lehetett észrevenni. A fagy leggyorsabban a homokba, azt követően a bazaltmorzsalékba hatolt be. Agyagban a fagy csak 4-5 nap múlva érte el a 10 cm-es és csak 7-8 nap múlva a 20 cm-es mélységet, míg a humusztalajban 19, illetve 27 napra volt szüksége a fagynak a mélybehatoláshoz. A fagybehatolás szélső értéke a bazaltmorzsalékban 67 cm, a homokban 52 cm, agyagban, agyagos homokban 40 cm és humuszban 32 cm. A behatolás gyorsasága a bazaltmorzsalékban naponta 2,0 cm, homokban 1,7 cm, agyagos talajban 1,1 cm és humuszban 0,6 cm.

Hasonló ütemben ment végbe a fagy visszahuzódása is, úgyhogy

előbb a bazaltmorzsa rék, azután hamarosan a homok lett fagymentes, 8 nappal később az agyagos homok, 17 nappal később pedig a humuszos talajra került sor. Más megműveletlen és növényzetnélküli talajon a fagybehatolás-gyorsaság 1,2 és 2,5 cm volt naponta és a fagymélység 40-89 cm között ingadozott.

Bár ezek az adatok valószínűleg csak megközelítően felelhetnek meg a periglaciális arktikus övezetnek, mindonkelőtt a mélyen a talajban fekvő és alulról ható fagyfront miatt, mindamellett igen jó áttekintő felvilágosítást nyújtanak a természetes feltételek között végbemenő fagyás és felengedés gyorsaságáról a különböző talajokon. Ezek a tudósítások alapjában még a trópusi és szubtrópusi területekre is irányadók lehetnek.

A fagy behatolása az Arktiszon, Treuenberg-Bay /J.Hann,1908/

A hőmérséklet maximuma C<sup>o</sup>

Hónap	a levegőben	a talajban		
		50 cm	100 cm mélyen	142 cm
Július	+ 1,2	+ 0,3	-1,8	-2,8
Augusztus	+ 2,1	+ 1,6	+0,2	-0,3
Szeptember	+ 0,3	+ 0,4	-0,4	-0,5
Október	-10,5	- 4,7	-3,2	-3,0

A felfagyás

A víznek a talajban fagyhatásra kialakuló még egy, a szerkezeti talajok szempontjából igen fontos jelenségről kell megemlékeznünk: a kövek felfagyásáról. Az északi vidékeken, ahol az évi fagyemelés átlagosan 20 cm-t ér el /Beskow 1930/ nagyon jól ismert jelenség, hogy a kerítések beásott cölöpeit és általában más, a talajba beásott tárgyat idővel a fagy eredeti mély helyzetéből, a földből kiemeli. A Smerenburg-sundnál pl. a hétéves háború idején betemetett koporsót emelt a felszínre a fagy. Geológusok akkor lettek figyelmesek erre a jelenségre, amikor a felszínen heverő fossziliák után ásva a fossziliák társait a mélységben

nem találták meg.

Ez a fel-, vagy kifagyás, a kövek szaporodása a felszínen a fagyemelés következménye. A fagyó talajjal a talajból a beágyazott kövek felemelkednek. Olvadáskor a kövek saját mozgása van és csak akkor süllyed vissza, ha a talaj a kő alatt is felengedett. Amíg a talaj a kő alján meg van fagyva és míg a fagy egészen fel nem enged, a kő bázisánál mélyebben is, eredeti helyzeténél magasabban áll. Lehetséges, hogy a kő a környező talajrészekkéktől iszapréteggel vonódott be és emiatt képes fagyott helyzetét tovább is megtartani. Visszasüllyedése minden esetben teljesen, vagy részben akadályozott.

Ez a folyamat minden fagyás és kifagyás során végbemegy és méterenkint kb. 1 cm emelkedéssel jár. A kő alsó, felfekvő részén képződött jég is hozzájárul a kiemeléshez. Mivel a fagyhatás a föld felszínén és a felső talajrétegben gyakoribb, mint a mélységben, a felszínen a kövek gyorsabban vándorolnak felfelé, mint a mélyebb szintben. Így a kövek lassankint kiválogatódnak és a felszínen felszaporodnak. A folyamat következménye a felszínen kialakuló kőréteg, kőtakaró /Stoinphlaster/ lesz, az alatta levő földrétegben pedig viszonylagosan kevesebb a kő, mint a mélyebb övezetben.

A kőtakaró vastagsága az éghajlattól függő fagyváltozékonysághoz igazodik, ami a hely földrajzi helyzetének, az ott uralkodó éghajlatnak megfelelő. A mindenkori fagyváltozékonyságnak és uralkodó mélységnek megfelelő vastagságú réteg fog kialakulni, ahonnan a kövek magasabbra kifagynak. Már egy egyedüli fagyváltozás is több, a felső rétegben kétszerte sebesebb működő osztályozódást jelent és azonkívül a kövek fagytól való pusztulását is jobban elősegíti, mint a mélyebb rétegben, ahol évente csak egyszer van fagy és felengedés. Ez a meggyarázata az arktikus övezetek talaja háromszoros rétegzettségének: a finom talaj felett a kövezett réteg a vegyes összetételű törmeléken. Az arktikus kősvatag, amelyet eddig a szél és a víz kimosásának tulajdonítottak, elsősorban a fagy következménye.

### Összefoglalás

Áttekintve a fagyemelés, különösképpen egy fagyszerkezet emelését és boltozódását, ezt egy változatos, egymást átmetsző rendszernek lehet tekinteni, ahol egyik rendszer a másiktól függ, ame-

lyik ismét más távolabbi működő rendszerrel kapcsolatos.

A szemléletesség kedvéért, anélkül, hogy tökéletes pontosságra törekednénk, az összefüggéseket a következőkben szemléltetjük:

Egy fagszerkezet emelkedése függ	a jelenlevő vízmennyiségtől,	a talajásványoktól, a talajszemcsék nagyságától, a hajcsóvességtől, a hidrációs-képességtől, a szemnagyságtól, a talajrészecskék fekvésétől és a szemcsék beágyazásától, a víztelítettségtől, a szivárgó víz surlódásától, a hőmérséklet csökkenésétől, a hőmérséklet terjedéshetőségétől, a melegfelhasználástól, a jégképződéstől, a nyomástól
	a visszívó készségtől,	
	fagybehatolástól	

A meghatározó tényezőket szaporítja még a növényzet, a morfológiai helyzet és több nehezen értékelhető jelenség. A főbb tényezők figyelembevételével egy jól kifejlődött talajmező az előzmények következő osztályaira bomlik:

Növényzetgát	Finom földmag	Kökoszoru
Növények gyökértalaja a törmeléktalajon, főképpen durva törmelék szemek:	Finomföld, teljesen finom szemnagyság:	Főképpen durva szemnagyságu kövekből álló osztályozatlan törmelék
Előbb nagyon lassu fagyás. Hosszu jégkristályok és megfelelő kiemelkedés. Tömegnagyobbodás. Sok kristályosodás. Kemény fagyott talaj /gyenge fagybehatolás-mélység/.	Lassu fagyás, vizgyarapodás. Kristályosodás és jégképződés. Emelkedés és kiemelés. Lassuló fagyás a felszabaduló meleg miatt. Jégképződés. Rétegzett fagyott talaj. Gyorsabb fagyás, a vízpótlás csökkenése. Keményebb fagyott talajtömeg.	Gyorsabb fagyás. Mérsékelt tömegnagyobbodás. Növekvő fagyássebesség. Sok fagyásfészék. Szilárd fagyott talaj /legnagyobb mélységbehatolás/.

### A poligonszerkezetek mechanikája

A talaj fizikai természetének tárgyalása alapján, a víznek a talajban való viselkedése és a víznek a talajra való hatásának megismerése után elérkezett az ideje, hogy a fosszilis és recens tevékeny poligon szerkezeteket képzeletben mozgásba hozzuk. Csak azért, hogy a fagyemelés nagyságáról megfelelő fogalmat alkothassunk és a kísérleti kutatások alapján kockáztassuk meg a szintézis végrehajtását.

A recens, bőséges vízfelesleggel rendelkező aktív poligonok ismerete alapján a bevezetés során tárgyalt fosszilis parshimiechy-i fagyotttalaj-képződményt töltjük meg úgy vízzel, hogy benne híg, sáros oldat keletkezzék. Az üstöt kitöltő anyag 60-70%-a bizonyosan vízből fog állni. Fel kell tételezni továbbá, hogy az altalaj jég, így tehát az üst aljában fagyott frontot is elképzelhetünk. A továbbiakban a fagyás törvénye, annak nagysága, alakja, tartama és a fagyszerkezet anyagi elrendezése is annyira ismert, hogy ezen az alapon egy adott szerkezet mennyiségi és nagyságrendi tárgyalását megkísérelhetjük.

Tételezzünk fel egy olyan szerkezetet, amelyiknek mélysége 1,2 m, átmérője 1 m. Ebben az esetben az üst tartalma 0,942 cm. Ha ebből a víztartalom  $\frac{2}{3}$ , úgy a finom talaj  $0,05628 \text{ cm}^2$  vizet vesz fel. A finom talaj fele vizsgálataink szerint 0,01 mm-es szemnagyságból áll. Ebben a szemnagyságban a fagyássebesség  $0,048 \text{ m/sec}$ -nál kisebb,  $1-10 \text{ C}^\circ$  hőmérsékleten, fagy kerekén  $0,005 \text{ mm}$  percenként  $\text{C}^\circ$ -onként. Tegyük fel, hogy alulról, vagyis a tjaléből -  $1 \text{ C}^\circ$  hőmérséklet hat, akkor az alsó fagyásfront kb.  $\frac{1}{10}$ -ede lesz a felsőé-  
nek. Ez percenként összesen  $0,053 \text{ mm}$ -es fagyást jelent, az 1,2 m-es üst átfagyásához 22641 percetre lenne szükség, vagyis 157 napra, ha a kezdeti állapotok lehetséges visznyereséggel megmaradnak és nyomáskülönbségek nem lépnek fel. Ugy látszik, hogy a természetes állapotot a mennyiségi viszonyokban nehéz megfogni. A Kreutz adataival való összehasonlítás tanúsítja, hogy számításaink a valóságtól nem térnek el túlságosan. Szerinte a 120 cm mély üstnek kb. 100 nap alatt kell átfagynia vízpótlás nélkül. Ez a lehetséges fagyásidő csak annyiban érdekes, mert bizonyosságot tesz arról, hogy

sok héten át folyik a víz a fagyásfront felé, amennyiben megfelelő nagyságu viztartály a vizellátásról folyamatosan gondoskodik. Ez a lehetőség az arktikus vidékeken sokszorosán biztosított, legalábbis a parti övezetekben, tehát azon a környéken, ahol a leg szebb és a legegyszerűsebb szerkezetű mezők alakulnak ki. De a lejtőkről mindig szivárog a víz a mélyebb területekre, pl. a teraszokra és a völgysíkokra, amíg a talajfagy mélyebbre leér és azt megköti. Víz tározók pedig a törmelékkupok és a terasztavak. Hogy a talajviznek körforgása van és hogy az a fagyásiidőszak után is kitarthat, abban alig lehet kételkedni.

Hozzáfolyás hiányában az üsttartalom tömege az eredeti tartalomnak megfelelően csak a jég kristályosodása révén nagyobbodhat, vagyis  $0,628 \text{ cm}^2$  víz 9%-os növekedésével  $0,05652$ -re, illetve  $0,999 \text{ cm}^3$ -re, vagyis kerekén  $1 \text{ m}^3$ -re növekedik. Ez a magasságban  $128 \text{ cm}$ -es növekedést jelent, az üst felszíne tehát egyenesen  $8 \text{ cm}$ -rel emelkedett meg. A maximális emelkedést azonban  $2/3$ -del nagyobbak vehetjük, ha az emelkedést egy boltozódáson elosztjuk. Az emelkedés azonban nagyobb lehet még akkor is, ha az idegen vízbefolyást nem számítjuk. Már a finom talajszemcséjű üstben felhalmozódott és eloszlott viznek is szaporodnia kell a fagyásfront közelében a jégrétegek képződés kristályosodásakor a felső kéregövezetben a tekintélyes tömegnagyobbodás során, vagyis 9%-nál nagyobb mértékben. Kielégítő és állandó talajviztáplálással a mi szemmagyász-összeállításunk szerint naponta  $2,7 \text{ cm}$  emelkedésre számíthatunk, illetve 10 napon át  $27 \text{ cm}$ -re, ha Dücker vizgálateredményeinek megfelelően 4 óránként kerekén  $4,5 \text{ mm}$  értékkel számolunk. Ha figyelembe vesszük, hogy finomszemcse-összetétel is előfordulhat, az előbbi értéket nem lehet csúcserőtelnek tekinteni. Emellett a porusvizet nem vettük számításba. Hogy azonban a porusviz hat és működésben van, arról a kriokonit polyhek és a gleccserjégtük tehetnek bizonyosságot. Végsőzetül az utburkolatok gyors- és erős felpuposodása is nagyon jó kifejezője a fagybehatolásnak és a vízfelszívásnak. Mindezekből láthatjuk, hogy a kísérletek során és a természetes tárgyakon végrehajtott megfigyelésekből megállapított



számértékek a fagyemeléshez szükséges tényezőket elég magasra képesek fokozni ahhoz, hogy a szerkezeti talajok működését üzemben tarthassák.

Mialatt egy bugyogó medencében /Brodelkessel, Schlammkessel, iszapmedence/ a finom törmelékrészecskéket a fagy erősen kiemeli, a kőkoszoru övezete viszonylagosan visszamarad és így az erőteljesen kifejlett belső terület kiemelkedésével, a kőgáttal övezett, finom törmelékanyagból álló dombok kiemelkedését meg lehet érteni.

### A fagyásforma kialakulása

A tél kezdetekor a talaj felső részén és olyan helyen, ahol az aljtalaj állandóan fagyott alulról, a fagyfront felől is kiemelkedik. A kövek jobb melegvezető-képessége és a felhalmozódott durvább szemcséjű magok miatt a kőgát övezetében a fagy gyorsabban terjeszkedik a mélység felé, mint a finomabb talajmagban. Egy szerkezet fagyfrontja tehát minden függőleges metszet mentén hullámos. A pórusok és a hidrációstakaró vize a fagyásfrontok felé áramlik és a szemcsék természete szerint, az ozmotikus nyomáskülönbségek és a finom föld vizgazdagsága miatt ezen a helyen jégrészek és jég-lapok képződnek, amelyek a jégkristályok függőleges növekedésével összefagynak. Ez a kristálynövekedés kiegészítve a tömegnövekedéssel, valamint a talajrészletek elkülönülésével, eltolódásával kapcsolatos és ezen a révén emelkedéssel is jár, ami a finom részecskék övezetében az eliszaposodott finom szemcsék mellett sokkal nagyobb mértékű, mint a görömböbben. A durvább alkatrészek kőgátakat hoznak létre, azok alatt durvább törmelékfelhalmozódást. Az eredmény tehát a finom pusztulásterméknek a kőkoszoruban, vagy növénypárnában való felpuposodása, miközben a pupforma a fagyfront kőkoszoru alá való hajlásának a következménye. A pupformán azonkívül az üstben végbemenő fagyás még jobban felerősíti. Az üstben is keletkeznek - ha csak a megterhelésből származó nyomás az ellen nem dolgozik - a jégkristályok függőleges növekedése révén jégrétegek. Víz-tömeggyarapodás tehát itt is végbemegy és a fagyás-kor tömegnövekedés is. A tömeggyarapodás a talajrészeket el is taszítja az alsó fagyásfrontról, ami az egész üstkitöltés általános kiemelkedésére vezet.

A fagyásfrontok fokozatosan megközelítik egymást. Végsőzetül az üst közepén egy még fagymentes golyó, vagy lencse alakú övezet keletkezik. Ez az övezet visszegény, mert a víz minden irányba felszívódott. Ennek a következménye, hogy az ozmotikus nyomáskülönbségek és a kristályosodás, valamint a megterhelés-nyomás miatt a fagypont alá száll. A központ nem utolsó sorban a növekedő fagyássebesség hatására változatlanul kemény tömeggé fagy, a fagyássebesség-növekedést a belső magban a boltozódásban keletkezett szakadások és réselődések mentén levezetett víz okozta nedvesség, valamint hőmérsékletcsökkenés váltja ki. De a megmaradt pórusvíz fagyás is jelentékeny tömegnagyobbodásra és ezzel kiemelkedésre vezet. Természetes, hogy a felpuposodás és a felfagyott tömeg ezzel kapcsolatos kiterjedése a korábban megfagyott tömegben törésekkel lehet kapcsolatos. Szibériában a hatalmas dombos felszakadásokról és azzal kapcsolatban kásás földforrásokról már Sosztakovics /1927/ is megemlékezett. Ez a jelenség Észak-Amerikában is jól ismert.

A boltozódásos törésrendszereknek annál szabályosabbaknak - sugaras és koncentrikus - kell lenniük, minél egyenletesebb a felboltozódás és minél homogénebb az anyag. Azonkívül a hőmérséklet fokozódó csökkenése, a jég, illetve a már megfagyott talaj is hozzájárul a jelenség tökéletesebb végbemeneteléséhez. Különböző feszültségnek hasonló hatását az olvadt állapotban levő kőzeteken is látni lehet /bezárt/. A poligonszerkezetek formája télen alakul ki. Hőcsökkenések csak jelentéktelen változásokat oldhatnak ki rajta. A résképződésekkel különben később még részletesebben kell foglalkoznunk.

A magas hegységek alhavasí övezetének szerkezeti talajai tanúsítják, hogy kialakulásukhoz a tőle jelenlétére nincs feltétlenül szükség.

#### Az olvadásformák képződése

A tavasz kezdete, illetve a beálló olvadás az általános szinteket meghaladó felboltozódásokra talál, amelyek már kitettségük és jobb melegfelvevő képességük /sötét szín/ valamint korábbi hó-

talanságuk miatt is elsőként fagynak fel. A fagyott vízzel telített jégnek és földnek melegvezető-képessége nagyobb, mint a fagymentes és víztelen kőnek. Az Arktiszon a csaknem állandó élénk szél miatt a jég legtöbbszörre ki van szárítva. A felső réteg pórusai - legalább részben - üresek. Szívesen vesznek fel nedvességet. A fagytól kiszáritott szövetek akkor összerogynak és a nedves, latyakos agyagnak a kapilláris feszültség miatt egy nedves domború és egy száraz homorú oldala van. Az ebben az állapotban fellépő hatékony kapilláris erő és a regelációs hatás - a nedves és fagyó réteg - az egyes rögök felerősödött boltozódására és a másodlagos cellák, másodlagos sokszögek képződésére vezethetnek, amelyek, ha tiszta földszerkezetek, az olvadákvíz erősebb felvétele után eltűnnek. A felső réteg akkor puha, folyékony lesz és a kövek, növények stb. lecsuszának, a domború forma lassankint összedől és viaszasüllyed. A regeláció a lecsusztatott köveket oldalra, a kőkoszorúhoz szállítja. A jég oszloposodása, a jégtüképződés /Kammeis/ is - amelyek képződésére esetleg adott körülmények között lehetőség /a talaj morzsalékos szerkezete biztos előfeltétel/ kínálkozik - közreműködhet. Az olvadásfront előbb a finom földből képződött feldomborodásba, azután hamarosan lassubbodva a kőszáncokba és ismét gyorsabban a növényzáncokba, vagy párnákba hatol be, míg hamarosan a belső melegsztolgáltatás gyengülésével a folyamat megáll.

Idővel az olvadásfrontnak ez a sáncolódása megközelítően a felszín felületével párhuzamosan futó izotermával azonos irányba húzódik. Idegen olvadákvíz beférkőzésével az egész üst eléri a szuszpenzió állapotát és azt kisebb-nagyobb mértékben az egész tél folyamán - a hidrológiai helyzetnek, stb. megfelelően - megtartja. A boltozat belső védő állományának feloldódása - a jégrétegek, jéglevelek és a megfagyott pórusvizek - az egész formaösszesüllyedésére vezet és ezzel meghatározza az érezhetően laza, rugalmas, felengedett poligontalaj szerkezetét. A kőgyűrűk legkorábban semmisülnek meg, a növénypárnák a legkésőbbben. Tehát azok is mozgó képződmények, a szerkezetmező közbülső csuklói.

### Másodlagos poligonok

Az un. virágkelt /karfiol, Blumenkohl/ különleges képződménynek kell tartani. Ezek utólagosan sokszögű réshálózattal tagolt felpuposodott agyag-, vagy földkelevények, ahol mindegyik cellát az önálló domborodás jellemz. Ezek a formák mindig ott fordulnak elő, ahol egy finomföldből, törmelékből álló halom át van törve és legfőképpen olyan helyen, ahol a dombos téli forma a nyarat is átélte. Ezeknek a sokszögeknek a felszine nyáron csodálatosan kemény és vastag. Kialakulásukat a finomföld keményre iszapolódására a talajkolloidok diszperziós nagyobbodására, az elektrolitoknak az olvadékvizektől, főképpen tavasszal való elszállítására lehet visszavezetni. A keményre iszapolt felszín nagyon erősen védi a szerkezetet az erős párolgástól és így a mélyebb részek zsugorodásától, úgyhogy a nyár folyamán a szerkezet változatlanul látszik. Ősszel a sűrűsödés, a nyári lepusztulás és a kolloidokban gazdag víz hatására a talaj ismét darabosabb összetételű lesz. A fagy beálltával a sók a fagy hatására a felszínen kiválnak, illetve a mindinkább erősödő oldás miatt a mélyebb szintbe tolódnak, míg a tőle határát el nem érik és meg nem fagynak. A sós oldatok viszont a fagyvesztélt emelik, /Beskow, 1930/, miután megolozóan a talaj viztartalmát növelték.

Mivel a poligonális réshálózat cellaképződéséhez a boltozódáskor kétségtelenül a felső kéreg általános és egyenletes kiterjedésére van szükség és mivel a nyári elpárolgás hatására az összehúzódás révén, vagy nagyobb hidegben télen a mélyebb részekben a vízvesztés miatt tömegvesztés jelentkezik, minden egyes cella kidolgozásához saját boltozódásra is szükség van, amiről más mechanizmusnak kell gondoskodnia. Itt különösen az élek lepusztulása, a fagy és az elpárolgás következtében beálló letöredezés, valamint a szél és a víz hatására tört nő lecsiszolás megy végbe. Azonkívül minden egyes cellában meg kell ismétlődnie a nagy formától fenntartott erő- és mozgásjátéknak. A nagyforma működésben tartására nem áll rendelkezésre elég nedvesség. A másodlagos poligonok, a kis harmadosos kőhálózatok egy nagyformában való kialakításáról csak a fagyhatás és a felső réteg mérsékelt mennyiségű nedvessége gon-

doskodhat. Az egészen nagy szerkezet kialakítását egyedül a nagyobb mélységben fekvő, vízben gazdag finom földtömeg fagyhatása hajtja végre. A nyár folyamán való megmaradás csak a tavaszi olvadákvíz nagyon rövid ideig tartó működésének és a talajvíz nagyon gyors lefolyásának, vagy felhasználásának következményeként lehetséges.

A szerkezeti talajok hiányát nedves, vízgazdag völgytalpakon, ahol egyébként az előfeltétel, az erős fagyemelés megvan, csak külső okoknak lehet tulajdonítani: elsősorban a talaj állandó nyugtalanságának, a mozgó víz és jég okozta átrétegződésnek, melyek a poligonok kialakulását megakadályozzák. Az épülés kezdetét, a csirát, és annak fejlődését a magas vízállások újra és újra szétrombolják. Hogy azonban szerkezeti talajok innen sem hiányoznak teljesen, azt Högbom /1937/ megfigyelése is igazolta, aki folyóágyban levő kőgyűrűről emlékezett meg. Bizonyosságot tehet erről a Seetalban látott és leírt dombképződés, amelyet kétségtelen, hogy az első magasvíz újra kiegyenlített.

#### Az osztályozás alapelvei

A kőpoligonok mozgásmódjainak értelmezése úgy látszik világos és ellentmondásokat sem találunk. Mégis ebben az egész folyamatban az osztályozás alapelvei, valamint a finomföld elkülönülése és a mélyen besüllyedő medencékben köves gerincekkel, koszorukkal övezett felhalmozásmódjának értelmezése úgy tűnik fel, mintha háttérbe szorult volna.

A köveknek eddig csak a dombaitón való lecsuszásáról, kis, szoliflukcióról volt szó, ami előkészíti a kőgyűrű összeonlását. Ezen az oldalozó szállításon kívül, ami egyébként a domb kővel való boritottságának megszüntetésére vezethet, és vezet is, a szállításban függőleges irányú mozgás is szerepel. Mi nyilvánvalóan csak a kövek felfagyását és kifagyását figyelhetjük meg, amit gyakran a függőleges, a levegőbe meredő helyzet elárul.

Boskow /1930/ és Hanberg /1916/ a felfagyásnak ezt a menetét szemléletesen ábrázolta. Már Högbom /1914/ és sok más kutató is felismerte ezt a formát, a fagyemelést, mint a talajosztályozás főtényezőjét. Az is világos, hogy adott finomfölddel kitöltött mélyedésben /üstben, "Brodelskessel"/ erőteljesebben és surlódásment-

tesebben megy ez végbe, mint erősen vegyes összetételű környezetben vagy a mélyedés falazata közelében. Az enelősmagasság a mélyedés közepében a legnagyobb, a mozgás iránya függőleges, vagy többé-kevésbé rézsutosan felfelé és a fal felé irányul. A mélyedés pereme közelében a kövek lapos fekvés felő hajolnak. Könnyen el lehet képzelni, hogy idők folyamán a kövek ilyen módon a gyakori fagyváltozás hatására teljesen kifagynak. Az már azután teljesen mindegy, hogy a folyamat hosszabb, vagy rövidebb, hogy téli vagy őszi fagy szakaszon megy-e végbe. Fontos az, hogy a fagy ne csak a felszint érje, hanem a mélységbe, mint ingadozó fagyfront órvényesüljön, amint azt Frödin /1912/ mérései megállapították.

Fagy napok Kerguelen-en és Snow Hill-en /Frödin/

Hely:	Fagyos nap:	Jeges nap:	Fagyváltakozó nap:	Fagymentes nap:
<u>Kerguelen:</u>				
a levegőben	140	20	120	225
a talajon	248	10	238	117
<u>Snow Hill:</u>				
talaj 30 cm mélyen	364	266	98	-
" 50 " "	298	280	18	67
" 100 " "	365	365	0	0

Frödin a fagyváltozás-gyakoriságnak a szerkezetek kialakulása szempontjából már különös jelentőséget tulajdonított. Legutóbb Troll /1943 és 1944/ ezeket a kapcsolatokat nagyon tisztán tárta fel.

A finomföld-üst kőmennyiségének foka a vegyes összetételű törmeléktalajban, ahol az kialakult, az üst kora felől - mint kritérium - tájékoztatást nyújthat.

Általánosságban a poláris vidékek talajában a fagyváltozékonyságnak a szerkezet szempontjából nincsen túlságosan nagy jelentősége. A hóval, vagy növényzettel való fedettség a fagyváltozás mélyrehatolását megakadályozza, egyébként pedig a hőmérsékletváltozások a talajban lassabbak, mint a levegőben, amint azt a Léna torkolatában levő orosz sarki állomás /1882-1883/ közölte:

A leverő és a talaj fagyváltozékonysága a Léna torkolatánál

A napi hőmérsékletingadozás:	A levegőben:	40 cm talajmélységben:
Szeptember	1,4	0,1
Október	1,5	0,2
November	1,0	0,2
December	1,0	0,4
Január	0,5	0,1
Február	1,5	0,0
Március	4,7	0,2
Április	6,4	0,2
Május	4,6	0,7
Junius	2,6	0,3
Julius	2,6	0,5
Augusztus	3,7	0,3

A kőtakaró /Steinphlaster/ szempontjából azért ez a néhány adat is fontos.

A belső függőleges fagyemelés és a szerkezet felszínének szoliflukciója mellett az oldalozó fagyeltolás alárendelt jelentőségű. Mindamellett az a hatása, hogy a peremövezeteken és a résrendszerekben a felhalmozott köveket erősen összeszorítja és azokat gyakran élükre állítja, az üst belsejében viszont a falazathoz nyomja őket.

A jégtüknek /Kammeis/ az arktikus vidékeken nincs akkora jelentőségük, mint a trópusi magashegységekben. A kövek alatt és a talajrészecskéken képződő kis jégtük és jégvártyák jelentőségét azért az arktikus vidékeken sem szabad lekicsinyelni. Ezeknek a szerkezete is függőleges, vagyis az álló jégkristályok és a lehülő felületekre függőlegesen fejlődnek ki. Eltekintve attól, hogy hajlott felületeken mindig kissé oldalra tolódnak el, ezzel fontos szerepet játszanak, mert a jégtük olvadásakor "vizfilmmé" alakulnak, ami az oldalcsuszást nagyon tekintélyes mértékben elősegíti és egyáltalában elsősorban lehetővé teszi.

Olvadás után és télen az arktiszon a jégtükképződésre azért nincsenek meg az éghajlati feltételek, mert a talaj nem elég mor-

zsalékos, gyenge a talajnedvesség és hiányzik az erőteljes kisugárzás, Amint az előbbi feltételek biztosítottak, a jégtük kifejlődnek. A folyamat a gleccsereken is végbemehet az előzmények bizonyos megfordulásával. A poláris és szubpoláris területeken a törmelékes talaj osztályozásában a felfagyás, a fagyásemelés és a szoliflukció a meghatározó tényező. Másrészről a jéglevelek vízszintes szerkezete bizonyos mértékben a tömött jégtümezőhöz hasonlít. Különös: figyelemre tarthatnak még számot az üsttalajban végbemenő jelenségek. Fosszilis formáinkban ezeknek elvben konzerváltaknak kell lenniök. Általában az üst fenekén tisztán megy át a falazat mentén a határvonal egy szabálytalan, lefelé és felfelé hajló, az oldalakon átforduló vonalba. A sötét yálvog apofizisszerűen, gyakran ékszerűen nyomul be a kövek közé. Részben már a finom talajba ékelődik, amelyik egyébként meglehetősen mentes a kövektől.

Kénytelenek vagyunk magunknak is feltenni a kérdést, hol történik itt a kövek felfagyása? Itt is drvényes, hogy a kövek a tjále lehülő felülete felé, tehát a szomszédos fagyfront felé vándorolnak? Nyilvánvalóan nem!

Az alsó fagyfront felfelé vándorlásával a kövek körül képződő jégburok ésaz üst tartalmának tömegnagyobbodása a víz felszívódás, valamint a viznek jéggé és jégrétegekké való átkristályosodása révén a köveket a közeliükben levő mélyebb front csak félretolhatja, valószínűleg már gyorsulással is, minden esetre nem a tjále front ellenébe. Olvadás idején a kövek ebbe a helyzetbe beiszapolódnak. Ilyen módon az üstöknek a mélység felé növekedniök kell éspedig mindaddig, míg annak az olvadásmélység határt nem szab. A kövek vándorlása a legkisebb ellenállás irányába tart, tehát a vándorlásfelfelé és a falazat felé irányul. Erről a falazat mentén maguk a kövek tanuskodnak meredek állásukkal, de tanuskodik arról az egész üst tartalmának az áramlás, vagy a folyás irányába való illeszkedése is. Ebbe a helyzetbe illeszkednek bele a felboltozódó és besüllyedő mozgások a legkisebb ellenállásnak, a legkisebb surlódásnak megfelelően és így szegélyezik a már részben és, eredettől fogva is magasabb helyzetet elfoglaló finomföldfoltot. A kisebb ellenállás elve látszólag az olválás-felületek



mentén kialakuló cserepes szerkezetekben is érvényesülni látszik. A cserepes szerkezet nemcsak itt, hanem a homokos fosszilis formákban is megmaradt. A cserepek közötti rések valószínűleg a jéglevek közötti hasadékoknak felelnek meg. Kokkonen /1926/ számolt be arról, hogy az egyszer megfagyott agyagban az első szerkezet ismét uralkodóan feltámad. Ezek azután újra surlódásos, illetve surlódásmentes felületekként szerepelnek, de jelentkeznek a felboltozódásokban is. Elsősorban addig, míg a jéglapokon felszivott víz tanyázik.

Az Arktisz poligonjaiban, valamint a magashegységek szubnivális övezetében a felfagyás, a fagyáttolás és a kis szoliflukció meghatározó tényező az anyag osztályozásában. A szerkezetképződés erőforrásának a kristályosodó, az elsődlegesen jelenlevő és másodlagosan a felszivott víz tömegét kell tekinteni. Ez az erő a víznek jéggé való átalakulása során keletkező energiával bővül és az üst tartalmát magasra emeli. A fagyással és felboltozódással beálló feszültség - és surlódásnövekedés az építő tényező. A szerkezeti talajok egész problémája a talajban a fagyhatás térproblémája, különösen a kristályosodó, a fagytól odaszivott víztömegben. A tényezőket az az ozmikus nyomáskülönbség mozgatja, amelyik a talaj aprószemcséjü, szótszórt szemcserendszerében a fagy hatására a kristályok növekedése során kifejlődik.

A kőgerincek, illetve kőhálózatok, csomók, halmok és girlandok, valamint az alattuk levő vegyes nagyságu törmelékanyagból álló szövetek, továbbá a sokszögek részei a támaszai, oszlopai és csuklói az emelkedő és surlódó szerkezeti mezők talajának. Hol van azonban elrejtve az az impulzus, amelyik a szerkezetek képződését ésfejlődését megindítja?

#### A képződésimpulzus

Semmiel sem lehet világosabban és láthatóbban a fagyemelés hatalmas erejét igazolni, mint a fagyhatásra lassan a felszínre emelt koporsóval. A legtágabb értelemben a fagyhatást kell a talaj feltorlaszoló és osztályozó tényezőjének tekinteni.

A fosszilis forma feltárása az ismertető jegyeket jól bemutatja: vékony agyagréteg választja el a törmeléktalajt a felszíni

kővezettől, illetve kőszávtól. Ez a kőtakaró nagyon emlékeztet a poláris "hammadára", az arktikus sivatag kőburkolatára. Ez a burkolat az eddigi felfogás szerint a köves felszíni réteg kifuvasásával és kimosásával keletkezett. Képződését azonban ma elsősorban a kövek felfagyásának kell tulajdonítani. Fosszilis állapotban is sokszor feltárták már. Ez a jelenség - a kőtakarónak a felfagyás közbejöttével való kialakulása és ezzel kapcsolatban alatta a finomföld felhalmozódása - nagyon fontosnak látszik. Andréelandon gyakran lehet látni még erősebben lejtő felszíni formákon is olyan feltárást, ahol a felszínen 10-20 cm vastag kőszegény finomföld fekszik, az alatt pedig 5-10 cm vastag, kövekből álló réteg következik. A finomszemcsés talaj a fagyhatás első képződménye és a további osztályozódás kiinduló helyzete a talajosztályozódás és a szerkezetkialakulás szempontjából is. A finom talaj lényegében kis helyi éghajlati hatás következménye, a felső rétegben lokálisan végbement, a mélyebben fekvő rétegekkel szembeni gyakoribb fagyváltakozásnak az eredménye. A felsőbb talajszintben a gyakoribb fagyváltakozásnak ugyanis addig kell kitartania, míg a felső talajszintbe befagyott kövek akadnak. A kövek révén a fagyfront gyorsabban nyomul előre: a kövek alján képződő jég és a finom föld fagyemelásával pedig a kövek fokozatosan kifagynak, ami végezetül a kőtakaró, és az alatt bizonyos vastagságú talajréteg kifejlődésére vezet. A fagypusztulás a finom réteg képződését elősegíti, a finom szemcsék gyarapodnak, az pedig tekintélyes mértékben elősegíti a talajvíz tárolását.

A finom földbe és vizgazdag rétegekbe a fagyásfront erősebben behatol. Ezek a területek fekszenek természetesen a legalacsonyabban. A kőtakarónak és a finomföld-rétegnek itt kell a legjobban és a legerősebben kifejlődni. Ezeken a helyeken a finomföld a víz és szél hatására néha szedimentálódik. A szemnagyság eloszlásának megfelelően fagyáskor jéglencsék és jéglapok képződnek természetesen ezzel a folyamattal a vízháztartás és az éghajlati hatás is kapcsolatos. A fokozódó fagy és a tömeggyarapodás a finomföld-rétegben, valamint a kevésbé homogén rétegben mindinkább nagyobb feszültségeket támaszt. Kis helyi egyenetlenségek, lapos kiemelkedések és dellékek, kezdetleges fagyveszélyes finom-

1599

föld-felhalmozódások lehetőséget nyújtanak az első nyomáskioldódásokra, a finomföld feltorlódására és így terjedelmesebb szerkezeti talajterületek kialakulására is. Az első, bizonyos mértékben osztályozó feltörések további, mélyebb anyagosztályozásra vezethetnek. Egyes nagyobb szerkezetek, 3-8 m átmérőjű dellék keletkezése ezen a réven teljesen érthető.

#### Résképződés

Az előzőekkel szemben problematikusabbnak látszik egy olyan homogén, finom, kőnélküli anyagból álló szerkezeti talaj kifejlődése, amelyet gyakran strandövezetek mögött lehet látni, parti gátak háttérében húzódó mélyedésekben, amelyeket hordalékban gazdag patakok és olvadókvizek töltögetnek fel. Eppen ilyen problematikusak még napjainkban is a kisebb és nagyobb teraszfelületeken és völgsíkokon a poligonális rezők mérsékelten vastag finomföld takarói. Kialakulásuk magyarázatát talán a Wood-Bayben megfigyelt kis kőhálózat-talajjal lehet megközelíteni.

A kb. 10x10 m-es talajmező a Vaerdalen torkolatától É-ra időszakosan elöntött területen fekszik. 15 mm szélességet is elérő rések határolják az apró, törmelékben gazdag agyagos talajon tisztán kialakult 30-50 cm átmérőjű öt- és hatszögeket. Mélységük eléri a 20-30 cm-t és az egyes rögök és cellák igen meredek szögben szakadnak le. Az egyes kis lapos kődarabocskák fordón voltak a résekbe felállítva, miközben sulypontjuk gyakran kétségtelenül a mindenkori cellán és nem a résen feküdt. A mélységben a rések vízszintes nyílásokba mennek át, a nyílások anyaghatárt jelentenek a törmelékben szegény felső talaj és a törmelékben gazdag mély talaj között.

Mivel a rések leginkább az egyes cellák között helyezkednek el, a cellák között törmelékben gazdag anyagból falhoz hasonló képződmény jön létre, amelyik azonban a felső, lazán telepedett kis kőzetdarabokkal nincsen semmiféle kapcsolatban. A felfelé irányuló, a résekben keményen kitartó kavicsok nem hagynak kétséget afelől, hogy a megfigyelt sík cellafelületeknek valamikor beltozottaknak kellett lenniük, amit a kavicsok hajlása is igazol. Sem a szél, sem a víz, méginkább nem a hó és a jég határozhatja meg ennek a rendnek és állapotnak gyakori ismétlődését.

Sokkal inkább nyilvánvalónak látszik, hogy a kőhálózatok parányi szerkezete a jelenlegi helyen alakult ki rövid fagyszakaszokban, vagy korlátozott vízkészletek közbejöttével.

Az előbbiekkal szoros rokonságban egy közelebbi feltárásban növényzettel borított finomföld-poligonokat lehet látni, amelyeket egy kis földcsuszamlás hozott létre. Itt is úgy állnak a finomföld cellák, mint egy finom törmelékből készült kaptafán. Az anyag osztályozását a finomföld kőtartalmának megfelelően szerencsés esetben csak sejteni lehet. A növényzet korlátozott volta a poligonok peremén azonban tanúsítja, hogy a poligonok aktívak, élnek, a fagyás időszakában boltozódtak fel és hogy az újrafagyás és a szoliflukció a boltozódást megakadályozza. A talaj mind a két helyen nedves volt. Nagyobb nedvességet kétségtelenül az őszi esőzésekkor vehet fel, de erősebben csak a hóolvasdaskor nedvesedhet át.

Mivel ez a kőhálózatok terület időszakosan elöntött felszíni, ez arra az elgondolásra sarkal, hogy ez a forma csak a tavaszi olvadás idejében beütő faggal keletkezett. Valószínű, hogy a növénypoligonok óledése éppen a rövid fagyok nagyobb talajnedvessége idején megy végbe. A réselődések nem lehetnek a nyári szárazság képződményei. Ehhez mind a két helyen hiányoznak a feltételek. Azonkívül a szerkezetek nem olyanok, hogy kiszáradásra egyáltalában gondolni lehetne. A réselődések csak fagy közbejöttével keletkezhetnek. Nyitott marad azonban az a kérdés, hogy a rések fagy, vagy boltozódás hatására keletkeztek-e? Emiatt joggal lehet feltételezni, hogy terjedelmes poligonmező nagyobb talajvastagsággal fagyhatásra végbemenő felboltozódással is kialakulhat és ha egyszer kialakult, akkor mindig újraképződhet. Kekkonen, Johansson, Taber és Dücker kísérletei alapján még nem lehet tisztán eldönteni, hogy milyen a viszony a vastag talaj, poligon nagyság, fagyás sebesség, hőmérsékletcsökkenés és szem nagyság, víztartalom, felboltozódásnyomás és résképződés, valamint a jég és a réshálózat között. A tulnyomóan és a területen nagyon gyorsan fellépő igen alacsony hőmérsékletre /Tajmir-félsziget, Alaszka/ korlátozott jégkőhálózat azonkívül

módosító különbségekre utal.

A résképződés kutatásoknak a jéglapok és jégrétegek, a fagyott talajjégből álló hálózat és a cellák vizsgálatából kell kiindulnia. A függőleges jéglapocskák és járatok nem mások, mint a talajréselődésnek jéggel való kitöltései. A kísérletek /Taber 1943, Dücker 1939/ tanúsítják a résektől mentes finomszerű talajokon, hogy a fagyás végbemenetelekor a jéglapok lépszerű kusza rendszere alakul ki, miközben sokszor hatszögű /hexagonális/ formák keletkeznek. Taber Alaszkában bányákban is nagyon részletesen tanulmányozta a jégszerkezeteket. Megállapította, hogy a vízszintes jégrétegeket függőleges lapok nem keresztezik. A lapok sokkal inkább rétegekben folytatódnak. Ebből - amint Taber kimutatta - a korra, illetve a fejlődés menetére lehet következtetni. Előbb a vízszintes fekvésű jégkristályok alakulnak ki és azok a lehülés-felületekre függőlegesen növekszenek. A talaj a fekvő és nedvesedő jégrétegekből közben vizet von ki, és pedig a fagyássebességnek megfelelő tekintélyes mennyiségben. Ennek a folyamatnak a még meg nem fagyott talaj tömegveszteségére kell vezetni. Előbb a mélységben - egyenletes talajon ugyanabban a szintben - kell a kapilláris kapcsolatnak megszakadni és ezen a réven a később kialakulandó vízszintes jégréteg felszíne meghatározódik. Az erre felfekvő rétegben a víz elvonás tovább tart. Az előhaladó víz elvonással vízszintes irányú kontrakció, illetve fagyásrések keletkeznek. Az ilyen résekbe a jégkristályok könnyebben benőnek, vízmolekulák oldalról is benyomulnak, a mélység felé a rések gyorsan növekszenek és ezzel jéglapok keletkeznek. Így és az olvadás során végbemenő jelenség révén lehet megérteni az elhajlásokat és elhurcolásokat a jéglapokon, a jégrésekben, a jégékeken stb., amelyeket recens és fosszilis képződményekben olyan gyakran leírtak /Dücker 1951, Weinberger 1944, Selzer 1936, Soergel 1936, Weger 1954 stb./.

Ezt az összehuzást /kontrakciót/ meg kell különböztetni a jégnek és a fagyott talajnak a fokozatos hőmérsékletcsökkenéssel vagy hirtelen beálló hideg hatására való tömegveszteségtől. Tabernek köszönhetjük azt a végleges és tökéletes magvarázatot, hogy a jégrétegek és jéglapok kontrakciója nem a fagy közvetlen

1602

hatására oldódik ki. Ezzel kapcsolatos bizonyítékai a következők:

1. A jégrétegek a felszinnel párhuzamosan helyezkednek el.
2. A jéglapok jégrétegről jégrétegre mennek át.
3. A jéglapok hálózatot alakítanak ki az erősebben vagy gyengébben poligonális finomföld-oszlopokon.
4. A finomföld a jégoszlopok kialakulása után megfagy.
5. A jégrétegek fent és lent a jéglevelek hálózatával cellás vagy sejtes szerkezetet öltenek.
6. A közbelső üregek nagy jégtömegei az állandóan fagyott talaj kialakítása után a jéglevelek képződését valószínűtlenné teszik.

Taber arra a meggyőző eredményre jut, hogy a fagyott talaj kontrakciója nem lehet a szerkezet kialakulásának oka, mert mielőtt az olvadókviz hathatna, a kontrakció már visszavonul. Ez egyébként a Tajmir-poligonok fejlődésére és kialakulására is hatással van.

A dellőkben és a laposabb medencékben megjelenő, vastag talajju kis- és nagy poligonmezők a legnagyobb mélyedésű poligonok. Ezek az egész mélyedéskitöltés felboltozódásával keletkeznek, amit a mélyedéstöltelők lencseszerű és fagyatlan állapotban való felboltozódása vált ki a fagyásfront előnyomulásával. A felső rétegek feszültsége és kiterjedése során rések és cellák képződnek meglehetősen egyenletes nagyságban. Az egy pontból kiinduló háromszögű résképződések csalhatatlan bizonyítékai az ilyen feszültségnek. Az idősebbi igénybevételel kisebb-nagyobb mértékben egyidőben lépnek fel az oszmotikus erők. A víztelenedés tömegvesztéséget, valamint megfelelő szakadást és résképződést okoz a még fagyó talajban, aminek sajátos jég szerkezet lesz a következménye.

A fagyást követő talajtömeg-csökkenésnek, vagyis a fagyással kiszorított víznek eddig a résképződésben semmiféle szerepet nem tulajdonítottak. Ez azt jelenti, hogy a talajba beépített vizrészek szerepéről megfeledkeztek. Ezen a vonalon a talajtan-vizsgálat még hiányzik. Meghatározó jelentőségű a talaj viselkedése, fagyáskor, mert a mélyebb szintekből nyomásra víz emelkedik fel.

A poligonok mindenkor nagyságát és szabályszerű formáját a különböző poligonmezőkön a résképződés segítségével lehet megérteni, de az nem nyújt felvilágosítást a poligonok koráról. A már egyszer

kialakult réshálózat olvadáskor vízzel, hóval, földdel, növényzettel, kövekkel stb. töltődik ki. Azonban enélkül is a boltozat visszasüllyedése után ez a forma már szerkezeti felület lesz, amelyik ismételt fagyás és kiemelkedés révén - egyébként kiszáradással is - ismételten működésbe léphet. A poligonok nagysága, átmérője a fagyveszélyes talajréteg nagyságától, vízfeltevő képességétől, valamint a talajvízkészlet nagyságától stb. függ. A szerkezeti mezők egyébként bizonyos mértékben spontán mozgással is kialakulhatnak, amikor az egyes szerkezetek nagysága megközelítően előre meghatározott.

### Szerkezeti talajtípusok

Tulajdonképpen fagyástalajok: a kőgyűrűk, kőhálózatok, növényzáncok, agyagpupok, fagyréshálózatok, poligonok az eddig tárgyalt menetben tágas területeken zavartalanul kialakulnak. A kőtakaró /Steinphlaster/ viszont a vegyes összetételű törmélktalaj szükségyszerű képződménye. A kisebb-nagyobb mértékben homogén talajokban viszont természetesen kőgyűrűk nem fejlődhetnek ki, azokkal szemben inkább növénypárnák keletkezésére kerülhet sor. Az Arktiszon kívül keletkezett hálózattalajok - amelyeket Troll /1944/ élesen megkülönböztet az arktikus képződményektől - képződése is teljesen az arktikus törvényszerűségeknek megfelelően megy végbe. A két formakincs között különbség csak a képződéskörülmények között van abban, hogy az egyik helyen a folyamatok évszakok, a másikon napszakok szerint mennek végbe.

A finom és durva anyag osztályozása a trópusi övezetben sokszorosán szerencsésebb körülmények között megy végbe a jégtük /Kammeis/ révén. Ennek a formának a kialakulásához az arktikus vidékeken hiányoznak a megfelelő feltételek, vagyis a nagyon erős talajnedvesség, a megfelelő morzsás szerkezet és a nagy sugárzásérő, míg a fagy mélységi hatásában és behatolásában korlátozott. A fagy frontján jégrétegek képződnek, és pedig olyan formában, hogy a földkéreg poruszvize és a porussarkok vize kiszivárog és jégképződésre felhasználódik. Adott körülmények között ez a folyamat gleccserjégen az Arktiszon is végbemegy. A megfagyott morzsalékos szemek feltűnő megnagyobbodását a jégtükön csak a sa-

1604

rokviz hatásának lehet tulajdonítani. Ez a jelenség tanusítja, hogy a jégtükre emelt talajrészecskék a trópusi szerkezet létrejöttében szerepet játszanak és hogy azok talán még több talajvizet vesznek fel, mint ahogyan az településükből látszik.

A teljesség kedvéért ezen a helyen a szoliflukció fogalmának értelmezésére még vissza kell térnünk. Amikor Andersson /1906/ a szoliflukció fogalmát megalkotta, ez a jelenség szerinte állandóan a fagyott talajhoz kötötten jelenik meg és még hosszú éveken keresztül kitartott az a felfogás, hogy az vízben gazdag felolvadt talaj. Így, mert az olvadékvíz nem képes az altalajban elsikkadni, adott helyzetben /lejtőn/ mozgásnak indul /Sernander 1905, O. Nordenskiöld 1909, Högbom /1910 és 1914/ és Frödi /1914, 1918/, De Geer /1910/. Elsőnek Troll /1944 és 1947/ bővítette a szoliflukció fogalmát a jégtüképződéssel kapcsolatban. A jégtüképződéssel fenntartott talajmozgás kétségtelenül olyan különös mód, hogy azt ismertetni kell. Ezzel kapcsolatban meg kell gondolni, hogy nem a jégtü maga hajtja végre közvetlenül a talaj mozgatását, illetve a vízzel telített talaj-"bőrt". Ez a képződmény egy folyás- és csuszásképes, szállításra előkészített réteg és ha mégannyira vékony is, minden igazi szoliflukciónak meghatározó előfeltétele. A lehorrádást a talaj- vagy növénytakaró aljazatának fellazításával a jégtüképződés elősegíti. A meghatározó szállítóeszköz az iszapos talajréteg. A szoliflukciót tehát úgy kell meghatározni, hogy az a talajnak a nehézségi erőttől az olvadással felszabaduló víztömegnek a talajban való fagyásával meghatározóan előkészített mozgás módja /Schenk 1954/.

Hogy a jégtü közbejöttével közvetlenül poligonális osztottságu és vonalas talajok is képződhetnek, arról eddig még nem volt szó. Ezek a képződmények különösen onnan hiányoznak, ahol a jégtü, csak a gyepet hántja le, csak a növénytakaró lazítására törekszik. Ugyancsak hiányzik a szerkezeti talaj onnan, ahol a fagy az egész talajt, vagy egyes talajmorzsákat és kavicsokat csak felemel és oldalt dönt. A fagyemelésnek és a fagytolásnak tehát csak alárendelt a szerepe a szerkezet kialakításában. Egyebek között viszont szerepel a kőtakaró /Steinphlaster/ létrehozásában. Így a megkö-

1605



zelített probléma magva:

Minden fagyásszerkezet-képződmény alapfeltétele a szoliflukció. A szoliflukció azonban csak ott fejlődhet ki, ahol a fagyás az alapformát, a felboltozódást is kialakította.

### A pogácsatalajok

A trópusi magashegységek talajszerkezetével kapcsolatban mindig szóba kerül a laza, morzsalékos szerkezet és a finomföld likeas-gazdagsága /Troll 1944, Bobek 1939-40/. A pogácsatalajok laza szerkezte kétségtelenül a lepel- és pórúsvíz felhasználásától és fagyhatásától függ. A magas elektrolit tartalom, a talajkoloidokban való gazdagság a poláris talajokkal szemben kétségtelenül előnyt jelent. Troll /1944/ is leírja azonban, hogy a finom földleplek jégkristályokkal vannak bevonva. Az ábrákon fel lehet ismerni a kőhálózatok között a felszín felboltozódását. Így kétségtelen, hogy előbb a felszínen megy végbe a felengedés, hogy ezzel vízlepel képződik és ennek hatására a talajfolyást elősegítő felszíni réteg alakul ki, még mielőtt a fagyásforma, a felboltozódás összerogyna, hogy ezzel a felfagyott gorombább magok a nehézségi erőnek engedve a kőkeret, a kőhálózat felé csusszanak. Csak ott, ahol a szél és a besugárzás mindig ugyanolyan irányból éri a jégtüket és azokat lerombolja, jelentkezik a szemmagyság-osztályozás közvetlenül a jégtükképződés nyomán, és pedig orientált, esvoldalu felhalmozódással. Általában a talajrészecskék morzsalékos szerkezte és a szanasztöt-töredezett tük megakadályozzák az orientált anyag szállítását. A trópusi magashegységekben a kő- és földcsávok az arktikusaktól formában, de mechanizmusban sem különböznek. Ugyanazok az erők hozzálétre őket. A dinamikában csak a fagy mélységi hatásában van fokozatkülönbség. A jég olvadása után a vízzel való túltelítettség, a talaj latvakos volta mind a trópusi hegységekben, mind a poláris vidékeken a jégtü- és a tjále képződésben mértékadó és együttes alapfeltétele, a szerkezeti formáknak fagyás közbejöttével való kialakulásának. A két területen természetesen csak az "aktív" szerkezeti területeket lehet egymással összehasonlítani, a fosszilis formákat nem.

Az Arktiszon a kisformák kifejlődése a megfagyó finom, földréteg nagyságától és annak vízzel való telítettségétől függ. Mivel azonban a fagyott talajnak a szerkezetek kialakulására nincs alapvető hatása és a kemény, de vízduzzasztó aljazatnak mindenféle formája előfordulhat, következésképpen az Arktisz aprólékos hálózatait a trópusi típus változatainak kell tekinteni. Mivel nyilvánvalóan a rések a trópusi hálózattalajokban is fagyhatásra keletkeznek, a trópusi és az arktikus típusok között nincs genetikus különbség. Talán lehetséges, hogy ebben a vonatkozásban a jégtüköpződés kivétel. Figyelembe véve a nagyon apró változatoktól a nagyformákig fennálló változékonyság széles skáláját, a felszíni helyzettől és a talaj anyagától függően ugyanazon a területen belül a talajvastagságban, a vízzel való ellátottságban, a fagyhatékonyságban valamint a makro- és mikroklímában mutatkozó különbséget, földrajzi, illetve éghajlati szempontból megkülönböztetést lehet tenni a trópusi és a magas poláris formák között. A szó valódi értelmében mértékadó a fagyásváltozás és annak mélységi hatóképessége, valamint a vizgazdag talajréteg felengedése, eltekintve attól, hogy évi- vagy napi szakaszossággal van-e dolgunk, a mód és az eredmények azonosak. Így az éghajlati szempontból való osztályozás szóba sem kerülhet, mert végzetül a földrajzi tényezők döntenek el a szerkezeti talajok variációs szélességét. Tudatában kell azonban lennünk annak, hogy a genesis mindenütt azonos fizikai- és általános geológiai törvények szerint megy végbe. Csak egyik vagy másik rendszer tevékenységének az éghajlattól való előnyberészesítése vagy hátrányba való szorítása vezet a formakincs kialakulásához. A formakincs azonban csak a magas poláris területeken alakul ki a maga teljességében és gazdagságában. Ezzel szemben a Föld minden részén csak korlátozottan fejlett formák jelenhetnek meg. A típusbeosztásnak tehát a poláris vidékekről kell kiindulnia. Ez különösen fontos a negvedkori geológiai, a fagyotttalaj-szerkezetek jégkori elterjedése szempontjából.

#### Bülten és thufur.

A szerkezetek kialakulása során nagyon fontos módosító szerep  
1607

pet játszik a növénytakaró. Az elsődleges sovány növényzet a szerkezetek kialakítása szempontjából jelentéktelen. A vastagabb növénypárna az ún. "bülten" kialakítására vezet. Ilyeneket Nyugat-Svalbardon és Andróelandon lehet jól megfigyelni, ahál kialakulásukra nyilvánvalóan megvannak a poligonképződésre az alapfeltételek. Az egyes, kis csomókban képződő növénypárnák nedves talajon magas, részben turfagazdag gyökérgomolyagon, viszonylagosan melegebb helyeken nőnek. Nagyon nedves, latvakos, sikk vagy gven-gén, 10-20 cm-re bemélyedt földszalagok övezik a bülteneket. A mélyedésövezetek kótsógtelenül a fagyott talaj felengedése után süllyedtek be ilyen mélyre. Ez azt jelenti, hogy az egész terület fagyással, valószínűleg rések és dombok keletkezése során emelkedett ki. A terület felemelkedésekor a növényekkel borított részekben a felengedés sokkal lassabban ment végbe, és így a növénypárnák a viisszasüllyedésből részben kimaradtak. A növénypárnák gyökérgomolyagukkal átvették a kövek szerepét és felfagytak. Tulajdonságuknak megfelelően a fagy is később és lassabban hatolt beléjük és legfőképpen később emelkednek fel, mint környezetük finomföld tömege. Mélyre lehatoló gyökérzetük viszonylagosan megóvják őket és az egész plasztikus gyökértömeg a megfagyó finomföld-övezettel szemben felnyomakodik. Jelenlétükkel, helyzetükkel megakadályozzák a szabályszerű poligonok kialakulását és a fagyásmozgás végbemenetelét a bültenek közötti területre korlátozzák. Bizonyos, hogy a növénypárnák, illetve bültenek és a talajvastagság között bizonyos kapcsolat alakult ki, A különösen nagy nedvesség feltűnő és meghatározó tényező.

Szárazabbak az izlandi thufurképződmények. Ott alakulnak ki a legszebben - lassan előnyomuló fagyhatásra - ahol a növénytakaró a legegyszerűsebb és a növényfonadék olyan sűrű, hogy sehol sem lehet rajta gyengébb helyeket találni. A képződménynek a talajvíz szintjétől való függését már régen ismerik s gyakorlatban úgy küzdenek a thufur terjeszkedése ellen, hogy a talajvíz szintjét süllyesztik. A dombok olyan szabályos sorokban alakulnak ki, mint a poligonmezők. A védő növénytakaró alatt az évi kis feldomborodások a fagy felengedése idejében is megmaradnak és így az

1608

anyag osztályozása kimarad. Idők folyamán a fokozatos kiemelkedés során nagy dombok keletkeznek, ami a terület gazdasági kihasználásának nagy akadálya. Hogy a thufur lokálisan, egyenkint és nagyobb kiterjedésben is fellép, az olyan természetes, mint az egyes kőgyűrűk vagy finomföld feltörések.

A thufur olyan nagymértékben is kifejlődhet, hogy a növénytakaró felszakad, szétterül és a finomföld fagyhatásra áttör. Eltekintve attól, hogy a szél és a víz is kikezdheti, a finomföld ingadozó mozgása miatt újabb növénytakaró sem alakulhat ki rajta. Svalbard védettebb és viszonylagosan melegebb völgyeiben hasonló jelenségeket lehet megfigyelni és ezzel egyidőben átmeneteket a szerkezeti, a poligonokkal tagolt területek felé, miközben a peremövezetekben a növényzet is tanyát ver, míg a szerkezet központi része kopár. Az un. foltostundrát ilyen végállapotnak lehet tekinteni.

#### A palse

Az előbbi viszonylagosan gyengén nedves talajokkal szemben a nagyon dusvizű, turfagazdag talajok állanak, amelyek részben a tundra fagyszerkezetes, másrészt a magaslápok fagymintás talajához tartoznak. A thufur jellegzetesen elturfásodott növénymaradványokat tartalmazó gyeptakarója és a bülten észak, télen hideg, kontinentális mocsárövezetében a palsehez vezet át. A palsek az ott uralkodó és meghatározó éghajlati viszonyok alatt meglepően terjedelmes képződmények, amint egyedül, vagy társaságban a mocsárból kiemelkednek. Településhelyüknek megfelelően tőzegből és vízből, illetve jégből és - csak akkor, ha a mocsár alját elórik - ásványokban gazdag talajból építik fel testüket. Származásukat tekintve joggal el lehetne őket a sokszögű talajoktól és változataiktól választani, ha kialakulásuk elsődleges, mélyen lenyúló, hómentes mocsarakból indulna ki. Elképzelhető és valószínű is, hogy a mocsarak legmélyebb részei fölé történt magas kiemelkedésüket - erről központi fekvésük tanuskodik - a fagynomásnak köszönhetik, úgy hogy a még meg nem fagyott tömeg hidrosztatikus nyomás alatt a fagyás kezdeti szakaszában lévő mocsár felszínre tör és ott megfagy. Evi magasodásukat másköppen nehezen lehetne

megérteni és elképzelni. Ilyen módon egyuttal a fekében levő mocsárból származó talajrétegek felszántását is meg lehet érteni, amit egyóbként Auer és Aario pollenanalizissel is igazolt. Teljesen hasonló képződmények Észak-Amerikában a "pingos"-ok és a "frost mounds"-ok, azokat legutóbb R.E.Frost /1952/ írta le. Az utóbbi képződmények a palsákhez hasonló ütemben fagnak és engednek fel. A palsók és a mocsár egymásmelletti helyzetéből és a közönséges finomföldnek a keményebb és ásványos talajból való feltorlódásából következik, hogy itt lényegében az anyag és nem a különösen hideg óghajlat határozza meg kialakulásukat. A korábbi magyarázatok azonban ezt az állapotot nem vették figyelembe.

#### A kötél- /Strang-/ és gyűrű- /Ring-/ mocsarak

A növényzetnek, mint módosító tényezőnek jelentősége a poláris területek mocsarainak fagyszerkezeteiben seholsem nyomul olyan jellemzően és erősen előtérbe, mint a kötél- és gyűrűmocsarakban. Erről az említett mocsarokról készített légifényképek is nagyon jó felvilágosítást nyújthatnak. Már C.Anderson és Hesselmann /1907/ is felismerte a párhuzamosságot, a folyékonyföld-teraszok és a kötélmocsarak között, Tanttu /1907/ viszont a fagnak a növénypárnába való behatolását tanulmányozta. A fagyhatásra való felpusodás és szoliflukció a felengedés-szakaszban itt is elsődleges, míg a növénytakaró gyökereivel módosító tényező. A fagybehatolás meghatározó jelentőségű a fagyszerkezetű mocsarak létrejötté és kialakulása szempontjából, mert azzal elsődleges boltozódás megy végbe, egyben maguk a kiterjedés körvonalai is tisztázódnak. Könnyen el lehet képzelni, hogy a magaslápok növekedésekor olyan szakadások keletkeznek, amelyekhez fagyhatásra a kötél- és gyűrűmocsarak csatlakoznak. A kialakulás folyamán a törmeléktakarók kőgátjait turfa és mocsár fogja helyettesíteni.

A fejlődés menetében a szélsőbb képződményeknek az ún. "felfagyott dombokat", kell tekinteni. Előfodulásuk és elterjedésük a palsével azonos. A palséhez hasonlóan fagynyomásra keletkeznek úgy, hogy a földalatti mélyedésekben, vagy medencékben levő megfagyó szabad talajvíz dombokat alakít ki, hacsak a víz igazi folyásokban ki nem tör.

### Tajmir-sokszögek és jégék-hálózatok

A tajmir-poligonokat, ezeket a hatalmas jégék képződményeket, a Zeppelin 1930-as útja során fedezték fel és azóta ismertek /Weickmann, 1932/. Felderítésükről és a kutatásokról részletesen Troll /1944/ számolt be. Ujabb lényeges pontokban kiegészítő megfigyeléseket Taber /1943/, Black /1952/ és Frost /1952/ hajtott végre Alaszkában, ahol a bányászat hatalmas mértékben tárta fel ezeket a képződményeket. Ujabban Dücker /1951/ foglalkozott ezzel a kérdéssel, amikor egyben a fosszilis jégék problémáját újabb megvilágításban mutatta be. Taber megfigyelései után az eddigi magyarázatokat nem lehet irányadóknak tartani.

A Tajmir-poligonok vonják be a síkságokat, dombokat és lejtőket sokszorosan nagyobb és erőteljesebb kifejlődésben, mint Svalbard, Grönland stb. hasonló képződményei. Mindamellet az utóbbi területéken a határoló árkok sokkal mélyebbek, többnyire ékszerű jégtestek, amelyek télen felboltozódott, nyáron megsüllyedt és szétrombolt, az olvadákvizekben feloldott dombos képződményeket és felengedett talajt fognak közre. Ezek a képződmények a magas-sarki poligontalajok átalakulásáról tesznek bizonyosságot; a része a gyorsan ható és hosszan kitartó alacsony hőmérséklet hatására szélsőségesen tulfejlődtek. A bennük tartalékoltt hidegmennyiség az olvadás időszakában nem használódik fel és az újabb hidegbetörésre a jégékek mélysége és szélessége növekszik. Taber /1943/ arról is beszámol, hogy még újabb poligonszerkezetek kifejlődését is meg lehet figyelni.

Feltűnőek a négyszöges formák, a gerinceken mély réselődésekkel jellemezhető. Amint a leírásokból és a fényképekből meg lehet itélni, a négyszögletes formák főképpen a lejtős felszíneken alakulnak ki, sőt talán azokra korlátozottak. A szerző svalbardi megfigyelései szerint a hosszan elhuzódó réshálózatok a sávós talajformához hasonlítanak, a finomföld és kőszávok helyébe látszanak lépni; a sokszögű formák óriásira méretezett szerkezeteknek látszanak, a választógerinceken levő barázdák a szomszédos formák határai. A barázdákban gyülik össze a barázdáktól közrefogott dombokról az olvadási időszakban a lefolyó talajanyag, ame-

1611

lyik azután a jégékekbe beolvad és fagyáskor ismét feldomborodik, hogy azután megfelelő feltételek között újabb szerkezetet hozzon létre.

Hogyan alakul azonban ki az ék? Taber kimutatta, hogy azt nem lehet a fagyhatás közvetlen összehuzódására visszavezetni, mert a roppanással kialakuló rések az alacsonyabb hőmérséklet miatt végbemenő tömegvesztés hatására újra bezáródnak, mielőtt az olvadákvíz azokat kitölthette volna. Utal arra, hogy az ilyen kontrakciós rések az olyan talajokon hiányoznak, amelyeknek nagyobb a kontrakciós, illetve expanziós együtthatójuk és hogy a függőleges jéglapok sohasem metszenek vízszintes jéggrétegeket. Így a szerző felfogása szerint a fagyékek keletkezését a felboltozódás, a lejtőkön lefolyó talaj, főképpen pedig fagyhatásra beálló kapilláris, illetve oszmotikus vízmozgások idézik elő. Már az első sorban kialakuló finom rések lehetnek adott körülmények között a nagy jégékek képződésének csirái, ha azok egy szerkezet peremén fekszenek. Szerinte meg kell gondolni, hogy a jégék és az állandóan fagyott talaj kifejlődésére évszázadok állanak rendelkezésre és hogy a mai éghajlatot nem lehet és nem kell mértékegységnek tekinteni. Az egyszer már kialakult részbe a jégkristályok könnyen benőhetnek. A szoliflukció a szerkezetek felületén a jégképződményeket betakarja, pl. a növényzettel, és így azok az olvadáستól huzamosabban meg vannak védve. Végezetül az eljegesedés előnyomulásával teljesen konzerválódnak. Ezzel viszont a jégék a kristályosodás magva lesz, amennyiben a túlzott bőségben rendelkezésre álló víz újabb molekulákat épít be és nagy hideg hatására többet, mint amennyi a felengedés szakaszában felolvadhat. A talajrészecskék eközben ki- vagy eltolódnak. A mélyvégi kifejlődés szempontjából fontos továbbá, hogy a vízfelszívás a fagyás fronton akkor is lehetséges, ha az egyes magok a talajon már megfagytak /Taber, 1943/. Hogy ténylegesen a jégék terjeszkedésének valóban hol van a határa - az más kérdés. Hogy az sokkal mélyebbre lenyomul, mint a felengedő talaj, azért a glaciális időszak tartama felőlős olyan mértékben, amennyire a jég felnövekszik.

### A lejtők szoliflukciós formái

Nem túlzottan sok poláris vidéken végzett megfigyelésen alapszik a szerzőnek az a megállapítása, hogy a nagy meredek lejtőket osztályozatlan kőtuskók és finomabb törmeléktömeg borítja. Azt is meg lehet figyelni, hogy csaknem szabályosan, egymástól 15 m távolságra árkolások, helyenkint hasadékok húzódnak a lejtő irányába. Két árkolás között a talaj megfigyelhetően felboltozódik. Az egész lejtőn azonkívül meg lehet figyelni a talajcsuszás nyomait, a nagymértékű szoliflukciót. A domboru részleteken helyenkint választó keresztasadékokat és választó réseket lehet látni, ahol a szabad rögök a heggy irányába besüllyednek és a völgyirányába kiemelkednek. A kis formákon a mechanizmusra jól rá lehet ismerni. A szoliflukció jelenleg csak ott jelentkezik, ahol a felső talajréteg felengedett, míg az alatta fekvő agyagos kavics és törmelék még fagyott és így a víz felduzza. Amint a víz a talajba beszivároghat, a szoliflukció megszűnik. A lejtőknek a lejtés irányába való, szabályos hullámossága nyilvánvalóan a fagynyomás következménye. A vizgazdag lejtőtörmelék a fagy hatására kiterjed és a hullám-lemezhez hasonlóan redőződik. Feltételezhetjük, hogy megfelelő éghajlat és vízviszonyok esetében a négyzetekben a tajmir-félszigetihez hasonló mélyre behatoló jégékekkel, az ottanihoz hasonló lejtőmozgások lehetnek végbe mindaddig, míg a talajvastagság a vízzel való ellátottság és a fagyhatás meg nem változik.

Ha a szoliflukció kisebb lejtésű területről nagyobb lejtősődésre tevődik át, a nagyobb lejtősődésen a kőgyűrűk és a kőhálozatok meghosszabbodnak, a föld- és növénygátak a lejtő irányába megnyulva csaknem szétszakadnak, gyengülő lejtésen viszont hosszanti vonalakba rendeződnek. Ez az átmenet szemlélteti a fagymintás talajokban a meghatározó erők átváltódását azzal, hogy a helyhez kötött poligonokban vagy gyűrűkben levő fagytolás hogyan játszódik át a földfolyásba. Míg az egyes poligonokban a talajfolyás korlátozott területen belül csak sugaras irányba megy végbe, a szélső határokon a réselődéseknél és a sáncoknál végül az anyag osztályozódik és a lejtőn az egész talajtömeg a



folyást meghatározó tényezők hatásának van kitéve. A kinetika és a dinamika között a különbség nem alapvető jelentőségű, csak fokozati, a felszínhez viszonyítva funkcionális vonatkozásu és amellet mindenütt a fagyhatás, vagyis a tágabb értelemben vett szerkezetmozgás-képződés megy végbe a rendszer tevékenységének kifejezésében: talajforma, talajvastagság, vízellátás, fagyhatás - amelyek ennek megfelelően nagy változékonyság-szélességben és sokféleségben fejlődnek ki. Amint Svalbard egészen apró szerkezeti, kiserejű, fagyveszélyesebb, folyásra hajlamosabb talajai viszonylagosan szárazabb felfagyó talajon fekszenek, a tartós fagyásnak nincsen meghatározó szerepe. Az évszakok szoliflukciója és a napi szoliflukció között, mint tipusos képző tényezők között nem lehet erősebb különbséget tenni. Fontosabbak a talaj-mechanikai adottságok közötti különbségek, amelyek a talajfolyásban és a poligonok képződésében is tágabb értelemben vett szélsőségekhez vezetnek, úgyhogy új tiszta típus lép előtérbe. Állandó, megszakítatlan tömegfolyás megy végbe. Az állandó megszakítatlan tömegfolyással szemben a rögmogás ellentétes. Mig itt a talaj a lejtő irányába fekvő, finomföldből álló hullámos, kőosztályozódás nélküli szalagokból áll, máshol a lejtőre merőlegesen rendeződnek a formák, az osztályozott és osztályozatlan anyagból álló növénytakaró elsődleges megszakításával lépcsők, a fagyszerkezet cellái megcsuszognak, áthelyeződnek stb. Eközben a növénytakaró mindinkább jelentékeny tényező, mert a gyökörövezet talajjá tömörül, a talaj és a talajmozgás formája és mértéke átalakul és a zónahatár nagyhatalásu, tekintélyes víztartalmu. Ezt az övezetet legfőképpen a mozgásfolyamatok jellemzik: a mozgás egészen a talaj felszínéig kihat és így ez a réteg turbulens folyásu. Ha mélyen fekszik a folyás a csuszásfelületen lamináris, a felszínen, illetve a felső rétegben viszont ellentétes, úgyhogy lépcsők, röglépcsők keletkeznek. Az előbbi aprólékos formákon a fagyhatás a növényzet teljes pusztulására vezethet. A fagyhatásnak ez a módja kizárja az éghajlatváltozás szükségességét, ha csak azt hidrográfiai és morfológiai változások nem igazolják.

Bármennyire is meggyőzőnek látszik a szalagtalajoknak gyak-

ran a fagymintás talajokból való elsődleges kialakulása, ezért ezt a módot mégsem lehet egyedüli lehetőségnek tekinteni. Szalagtalajok ott is képződhetnek, ahol kőhálózat képződésére sohasem kerülhetett sor. A fagyveszélyes talaj vízkészlete és vastagsága határozza meg éppugy, mint az álló szerkezetek esetében a fagyemelés és a boltozódás nagyságát, átmérőjét, a szalagok egymástól való távolságát, az elsődleges lejtés irányába való mozgást. A nehézségi erő minden szerkezeten hasonló értelemben hatékony, a mozgás lehetőségei azonban nincsenek megfelelő mértékben meghatározva. Minthogy fagynyomásra a lejtők oldalain valamilyen felboltozódás, vagy törés keletkezik, a felengedés időszakában az azt követő szoliflukció az oldalakon a lejtősődés irányába a görömböbb, durvább és nehezebb felfagyott kőzetrészek nagyobb potenciális energiára tesznek szert. Így keletkeznek a váltakozó, korlátozott hosszúságu, vagy több 100 m-es laza, de jól felvasztagodott kőszávok. A felfagyott övezetben a kőgyűrűkhöz hasonlóan a kőszávok a finomföldnél magasabban fekszenek, ha a talaj nagyon aktív, akkor azok árokszerű mélyedésben hevernek, ha a szerkezet "idős" és lusta, a poligonmező formája állandó. A talajfolyások változatos formáiról, valamint a mocsarakban való mozgásról, ennek a jelenségnek sok kutatótól és megfigyelőtől származó különböző magyarázatokról egyóbként Troll /1944/ kimerítő áttekintést nyújtott.

Hogy a fagyásszerkezetek a mocsarak aljazatának kialakulására milyen hatásuk, az még részben nyitott kérdés, különösen abban a vonatkozásban, hogy a turfa és a gyökörzet szövedék vízkészlete a finomföldnek, mint fagyveszélyes tényezőnek a szerepét mennyire képes gyorsítani.

A szabályos, enyhe lejtéssel irányított szoliflukcióval szemben álló jelenség az amorf talajfolyás, amelyik a felengedés idejében a talaj szerkezetét és rendjét elrombolja. Ha a lejtőn lefelé mozgó tömeg áthelyezése gyorsabb, mint a fagyó és osztályozó mozgás, akkor fagymintá-talaj nem képződhet és ebben az esetben a terjedelmes lejtőkön hatalmas, nagyon látványos gleccserszerű földtömeg-mozgások szűk szorulatokat és kisebb völgyeket

alakítanak ki. Ebben az esetben olyan elrendezés mutatkozik, amelyik nem tartozik már szorosan a fagyminta-talajokhoz. Az ilyen folyó és csuszó földtömegek peremövezetei nagy lapos köveket vesznek magukba, amelyek élükre állva a legkisebb ellenállás, surlódás irányába rendeződnek. Adott körülmények között még a fagynyomás is érvényesülhet. Andóelandon többször meg lehetett figyelni az időszakos vízfolyások és a peremeken lecsuszó firntömegek oldalain a hosszú sorban élükre állított köveket. Nyilvánvaló, hogy a kövek élreállításában a helyzetnek megfelelően a hó lefolyó tömege és még a fagynyomás is szerepet játszott. Hogy a folyómozgást a kövek meredekre állításában teljesen nélkülözni lehet, az kitűnik a meglepően szép fagy- vagy kőrózsák képződéséből is. Svalbardon nagyon gyakran meg lehet figyelni sokszor sík, száraz területen, olyan helyeken is, ahol sem a vizet, szelet és havat nem lehet kialakításukban felelőssé tenni. Mindamellet meg lehet állapítani, hogy egészen kis mértékben itt ott a szoliflukció is szerepet játszik.

-----

Francia morfológusok vitája

Összeállította: dr. Kéz Andor

A francia morfológusok és a negyedkor iránt érdeklődő geológusok 1952. október 11-13. között Lyonban, a Centre National de la Recherche Scientifique rendezésében két napon át negyedkori morfológiai problémákkal foglalkozó kollokviumot tartottak. Október 12-ét a résztvevők közös kiránduláson töltötték. A sokszor nagyon heves, gyakran a problémákat egészen kimerítő vita részletes jegyzőkönyvét a Centre National de la Recherche Scientifique, könyvatos formában megjelentette /Quaternaire et morphologie. Lyon 11-13 octobre 1952, Editions du Centre National de la Recherches Scientifique, 13, Quai Anatole France, Paris, 1954. 1-124.old./ . Ebből a jegyzőkönyvből a megítélésünk szerint bennünket is leginkább érdeklő vitarészleteket szószerint közöljük.

A kollokvium programja a teraszokkal kezdődött. Bevezetőül előbb Baulig ismertette a teraszokról Franciaországban otthonos általános felfogást. Meghatározta a lokális teraszok fogalmát, ismertette kialakulásuk módjait stb. Előadásából kiderült, hogy a francia morfológusoknak a lokális teraszokkal kapcsolatos felfogása a hazaiakkal teljesen megegyező.

Azután hamarosan áttértek a főteraszok tárgyalására. Baulig és általában a francia szakemberek felfogása szerint ezeket a teraszokat a folyók mentén többnyire tekintélyes távolságokon át követni lehet, esetleg a folyó egész hosszában is. Kialakulásuk szerint a főteraszok két típusba oszthatók: 1. stabilis, 2. akkumulációs teraszok típusába.

Az első esetben Baulig szerint a terasz felszíne mindig megfelel a vízfolyás egyensúlyi állapotának. "Azt hiszem" - mondja - "ezen olyan állapotot kell érteni, amelyben a folyó folyamatosan módosítja hosszmeteszét azáltal, hogy azt hordaléka egy részének lerakásával megemeli, majd a mederben levő hordalék egy részének elhordásával alacsonvítja. Vagyis az a folyó van egyensúlyi állapotban, amikor saját alluviumán folvik és alluviumát szabadon

átdolgozza. Természetesen az ilyen hosszmeteszlet folytonosan ingadozó olyan értelemben, hogy azt minden magasviz módosítja és minden alacsony vizállás visszaállítja az eredeti állapotot, vagyis a hordalékanyag nem halmozódik fel, az nem vastagszik. Emberi mértékkel mérve az ilyen meteszlet stabilis, de ha az erózióciklus szempontjából nézzük a tényeket, akkor a domborzat folyamatos pusztulásával a hordalék is csökken. Ebben az esetben azt mondhatjuk, hogy a hosszmeteszlet a stabilitás felé közeledik. A stabilitás azonban sohasem lehet teljes, mert a stabilitást a keresztmeteszlet ingadozása biztosítja. Ha az alacsonyviz a kiegyenlítést nem hajtja végre, az alluvium felhalmozódhat és a feltöltés révén akkumulációs terasz keletkezik.

A terasz a folyó bevágódása révén alakul ki. A bevágódás oka lehet az altalaj függőleges mozgása is. Ezen a réven megnövekedhet a folyó esése és vele az erózió. Az erózióknak a felső folyáson való növekedése megszorítja az alsó folyáson a hordalékot; az alsó folyáson megindul a felhalmozódás, mert ott a lejtés nem növekedett. Az ilyen teraszt tektonikus teraszknak nevezzük, még akkor is, ha epirogenézisről van szó. Mivel a folyó egyensúlyi állapota a törmelékkel való terhelés fokától függ, aszerint megy végbe a feltöltődés vagy erős bevágódás, illetve teraszképződés. Teraszok így éghajlati okok miatt is keletkezhetnek. Ezek az éghajlati teraszok. A tenger negyedkori szintváltozása révén viszont euszatikus teraszok jöhetnek létre. Az euszatikus hatások nem érvényesülhetnek a vízfolyások felső szakaszán, különösen akkor nem, ha ott kemény lépcsők fordulnak elő. Az euszatikus teraszok bizonyos határok és adott körülmények között csak a tengerparti folyók alsó szakaszán keletkezhetnek. Természetes, hogy a lefolyástalan területek folyói nincsenek kivéve euszatikus hatásoknak. Ha ezeknek a folyóknak vannak teraszaik, akkor azok csak éghajlati eredetűek lehetnek /esetleg tektonikusak/.

Viszont lehetnek a Földnek olyan területei, különösen az Egyenlítő szomszédságában, ahol az eljegesedés idejében az éghajlati hatások nem érvényesülhettek, de annál nagyobb mértékben megérintették a tengerszint ingadozását. Ezeket a területeken tisztán érvényesülhettek az euszatikus hatások.

Gyakran előfordul, hogy ugyanazt a területet éghajlati és eusztatikus hatások is érik. Minden eljegesedés idejében megnövekednek a gleccserek, szaporodik a periglaciális törmelék és a felhalmozódásra való törekvés, különösen a felsőbb folyásokon. Ugyanakkor a tengerszint süllyedésével kapcsolatban felerősödik az erózió. A folyó hosszanti metszetében a lejtés maximumát érheti el. Az interglaciálisokban fordított a helyzet. Az erózió a felsőfolyáson lesz az erősebb, az alsófolyáson a felhalmozódás kerül uralomra és a folyó hosszszelvényében a lejtősődés eléri minimumát. A teraszok tehát a folyó egész hosszában nem lesznek megegyező természetűek, szinkronok. Az ilyen teraszok a "klimatikus-eusztatikus teraszok".

Eles vita alakult ki abból, hogy hogyan lehet a helyszínen különbséget tenni a stabilis és az akkumulációs teraszok között. Egyesek - különösen Baulig - azon a véleményen voltak, hogy egyszerűen a teraszanyag vastagsága alapján. Ezt a felfogást azzal magyarázták, hogy a folyóhordalék lerakódása csak időszakos és hogy azt a hordalékanyagot, amelyet egy vízfolyás magasvize levonulása után hátrahagyott, a következő magasviz ismét tovább szállítja. Ha a vízfolyás - bizonyos ingadozással ugyan - de hosszabb ideig ugyanabban a szintben tartózkodik és ha a terület nem túlságosan ellenálló kőzetből áll, a medrét ki fogja egyenlíteni és a mederfeneket meglehetősen egyenletesen alluviummal borítja el. Milyen lehet ilyen körülmények között a stabilis alluviális takaró vastagsága? A megfigyelések szerint a fenék durva törmeléke felett a vízfolyás az iszapanyagot legalább is olyan szintmagasságban szállítja, amennyire az árhullám magassága meghaladja az alacsony vízállást. Az alacsony vízszint felett 5 m-rel tetőző magasviz esetén maximálisan legalább 10 m mélységre lehet számítani, szorulatokban több 10 m-rel nagyobb mélységre. Az árvíz visszavonulásakor finom hordalékát felhalmozza és az egyenetlenségeket általában megszünteti. Amint a folyó folyamatosan jobbra-balra kileng, helyét változtatja, sük alluviális feneket alakít ki. Az alluvium vastagsága így kb. a magasvizzel hordott iszap vastagságával lesz egyenlő. Viszont akkumuláció esetében az alluvium vastagsága meghaladja a normális mértéket. Általánosság-  
1799

ban ilyen megfontolás szerint a stabilis terasz anyaga sokkal vékonyabb, mint az akkumulációs teraszé.

Ezt a Bauligtól javasolt megoldást túlságosan általánosított volta miatt több geológus és morfológus élesen támadta, legelősebben Tricart.

Tricart: A problémával kapcsolatban néhány tényre szeretném a figyelmet felhívni. Baulig feltevései, úgy hiszem, egy kissé elméletiek. A teraszok problémáját két vizsgálati módszerrel lehet tisztázni. Az egyik módszer hidrodinamikai természetű, de azt csak bizonyos óvatossággal lehet alkalmazni, mert a hidrodinamikai törvények legjobb esetben csak 30%-os biztonságuak. A másik módszer a terasz és a teraszokat alkotó anyag vizsgálatából áll. A teraszanyag, illetőleg az üledékképződés vizsgálatát az újabb évtizedekben vezették be. Ezek a vizsgálatok felvilágosítást tudnak nyújtani az üledékképződés mechanizmusáról és azzal kapcsolatban a kialakulási folyamatokról is. Természetesen a két módszer nem zárja ki egymást, de én csak a második módszerrel foglalkozom gyakorlati okok miatt, az elsővel foglalkozzanak azok, akik arra sokkal illetékesebbek. Hogy milyen az akkumulációs terasz és milyen a stabilis, arról maga a terasz anyaga, illetve a kavicsanyagban levő kavicslencsék nyújthatnak felvilágosítást. Amint Baulig is mondja, ha a folyó "egyenletesen működik", egyik magasvitztől a másikig alluviumát átdolgozza. Hordalékát a mederágyhoz alkalmazkodva halmozza fel és a lerakódás módja kifejezésre jut a kavics- és homoklencsékben is. A lencsék rétegzettsége fordén párhuzamos, egy metszetben a vízfolyás irányával is párhuzamos és egy szomszédos lencsével szemben néha függőleges metsződéssel válik el. A lencse vastagsága, ha a lencse teljes /feldűső része nem hordódott le/, megfelel a szállító víz erejének.

Az említett feltételek teljesülése esetében a stabilis terasz a lencséknek egymás felett fekvő rendszeréből áll a sziklaaljazattól az alluviális takaró tetejéig. Feltöltődés esetében viszont az alluviális takaróban az egymásra rakódott lencséknek felső domboru része többé-kevésbé lepusztult, jelezve a magasvíz pusztításának kezdetét és a felhalmozódás megindulásának a kez-

detét. Meg kell jegyezni, hogy a második esetet nagyon sokszor megfigyeltem és nem vagyok még bizonyos benne, hogy az első nem csak elméleti feltevés-e. Újabb ilyen irányú kutatásokra még szükség van.

Az újabb kutatások kiderítették, hogy a felső vízvidékekről az alsóbbak felé a szállítás lényegében kiválogatással történik. A jégkori teraszok vizsgálata kétségtelenül azt tanúsítja, hogy a nyugat-európai folyók alluviuma legnagyobb részben csak néhány km-nyi távolságból szállított helyi anyagból áll, és hogy az közvetlenül a lejtőoldalokról származik, úgy hogy az emberben az a gondolat támad, hogy a legtöbb teraszanyag a mellékfolyók lejtőjéről szállított hordalékanyag, és hogy az a mellékfolyók torkolatánál kerül bele a főfolyóba. Az eusztatikus teraszok anyaga természetesen a folyók felsőbb vízvidékéről származik, vagy a főfolyó alsófolyásáról származó lokális agyagos hordalék. A tenger közelében lévő másodrangú folyókban az éghajlati eredetű törmelék az uralkodó. A hordalék vizsgálata pontos felvilágosítást nyújt az anyag eredetéről, és annak segítségével nagyon pontosan igazolni lehet az elméleti feltevéseket.

Taillefer: Ha egy folyón különböző erősségű áradások követik egymást, gyengék, közepesek és erősek, a Tricarttól ábrázolt lencsék sokkal zavartabb, összetettebb elrendeződéséből nem lehet megállapítani, hogy a folyó vízjárása változott-e meg teljesen, avagy feltöltésről van-e szó?

Tricart: A hozzászólás feltételei arra kényszerítettek, hogy sematikusán járjak el. A gyakorlatban minden alluviális sorozatot minden alluviális részletet a folyó hosszmetszete mentén meg kell vizsgálni, azt össze kell hasonlítani a mellékfolyók hasonló képződményeivel a mellékfolyók torkolatánál és a torkolat felett. Különösen tartózkodni kell a túlságos általánosítástól.

Baulig: Ezek szerint nem lehet mindig pontosan megállapítani az egymást követő alluviálissorozatokat. Ha a feltöltődés folyamatos, a már leülepedett lencsék nagyon ki vannak téve az átalakulásnak, átmosásnak, különösen a későbbi nagy magasvizek révén. Nagyon tekintélyes mértékben megkisebbedhetnek, vagy a hordalék szaporodása útján megnövekedhetnek.



Tricart: A lencsék egymásba ékelődnek, de a lencsüket a kialakulás menetének megfelelően el lehet egymástól választani, és ha a magasviz fokozatosan csökken, a lencsék magassága alacsonyodik. A tényeket ellenőrizni lehet a lencsék fekvésének lejtéséből, mert a lejtés arányos a sebességgel.

A hordalékanyag bizonyos mértékben mindig váltakozó méretű, de a méretek tanulmányozásával jól meg lehet közelíteni a problémát. Bizonyos ármagassághoz bizonyos méret tartozik, vagyis meg lehet állapítani, hogy bizonyos magasviznek milyen sulyu és milyen nagyságu hordalék felel meg. Ha a magasviz csökkenőben van, az az anyagrészt, amelyet a víz nem képes már magával ragadni, helyben marad, fokozatosan felhalmozódik, ha a hordképeség csökken.

Ennek az az eredménye, hogy a mederfenék a nagyobb hordalékdarabokból kiköveződik. Nagyon jól ismert jelenség ez. Mérnökeink ha a vízfolyást állandósítani akarják, gyakran használják mesterségesen is, különösen az Alpokban, amikor megfelelő nagyságu kőtömbökkel szórják be a vízfolyás medrét, hogy a további bevágódásnak elejét vegyék. Ilyenkor a vízfolyás mélyítő ereje megszűnik, de még mindig van bizonyos ereje ahhoz, hogy oldalerózióval a kísérő lejtőket megtámadja és völgyét szélesítse.

Amikor viszont a vízfolyás ereje növekszik, pl. éghajlatváltozás esetében, mindinkább nagyobb támadóerőre tesz szert, és azal a hordalékanyag korábban kialakult rétegződését mindinkább elpusztítja. Ennek az átalakulásnak a mértéke az éghajlatváltozás nagyságával arányos.

Ha az éghajlatváltozás a hordalékkal való megterhelés és a víz viszonyában csökkenő természetű, az egymást követő lencsék növekedése még folyamatos, de a hordalékanyag szomszagos nagysága csökken; ha viszont az éghajlatváltozás erősen növekedő természetű, az erózió elmosza az idősebb képződményeket. Ezek azok a szakaszok, amelyek korábban megmenekültek az eróziótól, és ahol meg lehet figyelni a valódi rétegződést.

Biro: Azt hiszem, hogy Tricart feltárta azokat a lehetőségeket, ahogy a stabilis teraszokat és az akkumulációs teraszokat megkülönböztethetjük egymástól. Ha az alluvium többszörösen meghaladja a lencsék közepes vastagságát, az nagyon komoly bizonyíték

arra, hogy akkumulációs terasszal van dolgunk. A másik bizonyítékot, hogy a teraszkvics nagysága /bizonyos adott közöt esetében/ folvás mentében csökken, már sokkal nehezebb alkalmazni. A stabilitás fokát a hordalékanyag aprózódásának mértéke kifejezheti. Ha a kvics aprózódása folyásmentében a folyó hosszában meggyégbe, stabilis teraszról beszélhetünk. Tricart elgondolása szerint az akkumuláló folyó osztályozza hordalékát. Elsősorban a legterjedelmesebb darabokat rakja le, mert azok általában tulságosan súlyosak, és így a folyó hosszában a hordalékanyag kisebbedése nemcsak egyedül a kopás, elhasználódás következménye. Hogyan lehet megállapítani, hogy osztályozással, és nem az anyagnak az eróziótól való folyamatos pusztításával van dolgunk?

Tricart: Birot is említette korábban, hogy a statisztikai módszert kellene alkalmazni a hordalékvizsgálatokban is. Ez azt jelenti, hogy a hordalékanyagban is sok megfigyelést és mérést kellene végrehajtani. Igyekszem magam meggyégzni a vizsgálatok szükségességéről, de mindenki tudja, hogy ezek statisztikai szempontból nem nyujtanak olyan biztonságot, amilyeneket el szeretnénk érní. Sokkal szivesebben tanulmányozom az olyan eseteket, amikor a természet úgy mutatja be a dolgokat, amint azok valójában vannak. Ezért példának a Morvan vidéköt választom, ahol a vízfolyások kristályos kőzetből épített területen folynak és azután hirtelen üledékes kőzetből álló területre futnak át, ahol nyoma sincsen idős kristályos kőzeteknek.

A Yonne és a Curementén a kristályos anyag pusztulása folyásmentében szélsőségesen gyorsabb a most élő folyókban, mint a teraszokban. Ennek véleményem szerint a folyó különböző vízjárása az oka. A Cure medrében a töménység Semizelles-nél 1050 g, Voutenay-nél 700 g, az Arcy sur Cure-i barlangnál 200 g. Azután a kvicspadok teljesen kimaradnak a folyóból és a domboru oldalakon csak helyi iszap fordul elő.

A Cure teraszai szélsőségesen turbulens folyásra utalnak. Ennek a téli hóolvodás lehetett az oka, mert a Morvanban a folyó 700 m magasságban folvik, és az a vidék nem volt eljegesedve. Télen sok hó halmozódhatott fel és az tavasszal, vagy nyár elején

olvadhatott el. Elméletben tehát a kavicsoknak sokkal nagyobb méretűekre kellett volna aprózódniuk a negyedkori teraszokban, mint a mai mederben. Ez az állapot tényleg be is következett. A kristályos kőzetek csakis kifagyással pusztulhattak jégkori méreteikre, mert mállásukban sem a víznek, sem a pókristályosodásnak nem lehetett nagyobb szerepe ezen a területen. A negyedkori teraszokban a kristályos kőzetek kavicsainak méretei kicsik, pusztulásuk nagyon előhaladt. Véleményem szerint az áradások magasvizei sokkal erősebbek voltak, a kiválasztás sokkal erősebb mint napjainkban, az áradások erőteljesebb volta miatt. Lehetséges, hogy a további részletesebb összehasonlítások még jobban feltárnák a jelenségeket. A magam részéről készségesen vállalkoznék megfelelő feltételek között részletesebb kutatómunkára. Tulajdonképpen csak sok mérésre lenne szükség, és azokat nem nehéz végrehajtani, csak türelem kell hozzá.

Nagyon részletesen foglalkozott a kollokvium az éghajlati teraszok kérdésével, anélkül, hogy azok kialakuláslehetőségét bárki is kétségbe vonta volna. A vita első részében inkább általánosságban a jégkori éghajlati viszonyokkal foglalkoztak, beleértve a periglaciális éghajlatot is. Nagyon sok egymástól eltérő vélemény hangzott el, amint az éghajlati viszonyok finomabb részletei kerültek szóba. Érdekes, hogy a vitázókat legjobban a periglaciális területek éghajlata érdekelte. A vitának bennünket is közelebbről érdekelhető részeivel kimerítőbben foglalkozunk.

Tricart: Azt hiszem hangsúlyozni kell, hogy a negyedkor hideg szakaszának tartama a posztglaciálishoz viszonyítva sokkal hosszabb volt és hogy a hideg szakasz egyáltalában nem lehetett egyöntetű, abban hidegebb és melegebb szakaszok váltakoztak egymással. Erre a rövidebb - 6000 év! - posztglaciális geológiai idő éghajlata is jó példát nyújt. Nagyon óvatosoknak kell lennünk, amikor ismert statisztikai adatainkat a megfelelő időszakra extrapolálni igyekszünk. A folyók magasvizeinek adatait legfeljebb 1000-2000 évre visszamenően használhatjuk fel iránymutatónak, mert távolabbra éghajlati adataink nem nyújthatnak megfelelő támpontot. Már mások is utaltak arra, hogy nem szabad tulságosan általánosítani még a hideg időszakokat sem, mert azokba minden valószínűség

szerint más, néha nagyon is különböző éghajlati szakaszok ékelődtek be.

Nem vonhatunk le távolabbi következtetéseket a Seine, Rhone vagy Loire mai vízjárásából a távolabbi állandó periglaciális fokokra sem, mert azok más természetű síkságokon, vagy hegységben folynak. Nézzük a jelenlegi arktikus és szubarktikus vidékeket: a grönlandi folyók áradásai tényleg hatalmasak, viszont É-Szibériában a 70° fr. szélességen, ahol az évi csapadékmennyiség 250-500 mm, a Pjaszinán a magasviz 3 hónapig tart, de az sohasem tekintélyesebb, lefolyása nagyon lassu, tehát Grönlandnak és Islandnak teljes ellentéte. Vajon ezek közül melyik hasonlít természetében egyik vagy másik periglaciális folyóhoz? Megfigyeltem néhány száz feltárást és arra a meggyőződésre jutottam, hogy a folyók vízjárása nagyon különböző. A Morvanról lefutó folyók /Yonne, Cure/, de a korzikaiak is nagyon vehemens magasvizűek: a kavicslencsék nagyon vastagok, a lerakás rétegzettségéé dől, és nagyon vegyes összetételű, igen vaskos görgetegekké tarkázott. Felhivhatom a figyelmet arra, hogy a Seine hírhedt hordaléktömbjei csaknem mind a Morvanból származnak, hogy bizonyos, a fagyásnak nehezen engedő mészköveket pedig a Párisi-medence K-i részéből szállította annakidején a folyó. Viszont Champagne-ban, lotharingiában a völgyekben helyi eredetű, erősen válogatott törmelék mozgott, nagyobb darabok alig vannak köztük, a völgyek tulajdonképpen gyenge lejtésűek és keskenyek, a rétegzettség csaknem vízszintes, a kavicslencsék gyakran 20 cm vastagok, 15 m hosszúak - mindez tehát semmi jelét sem mutatja a heves lefolyásnak. A mészkőkavicsok is kis méretűek, szabálytalanok, törékenyek, még kézzel is szét lehet őket roppantani. Ez is a nyugodtabb lefolyás bizonyítéka. Ha erősebben keveredtek, surlódtak volna, darabokra töredezték volna. Nagyon tanulságos munkahipotézis, hogy a negyedkor hideg szakaszaiban a különböző folyók vízjárása éppen olyan különböző volt, mint ma. Ugy látszik, hogy inkább a síksági és hegvidéki folyók között kell különbséget tenni.

Az olvadó hótól táplált folyók magasvize lehetőleg gyors lefolyású és lehetőleg vad is, minden a domborzati viszonyoktól függ,  
1405

a hó olvadásának menetétől: tartózkodni kell az elsietett általánosításoktól.

Végül egy részletkérdés: a Párisi-medence folyóinak alárendeltsége. A negyedkori folyók annyira hatalmas kanyarulatai - amint azt a teraszok és a lejtők formái igazolják - az interglaciális időkben alakultak ki. A kanyarulatok azután a hideg időszakokban degradálódtak, mert a part meredek, homorú lejtői nagyon tekintélyes méretű talajfolyásokra nyújtottak lehetőséget. A talajfolyásokkal szállított tekintélyes tömeg a völgy tengelyébe szoritotta a folyót, amint ezt a jelenséget az anyag összetétele, de különösen a hosszanti és oldalsó hordaléktömegek felpuposodása is igazolja.

Valamennyi - ma alárendelt - nagy kanyarulat az idősebb, a risst megelőző interglaciálisban alakult ki. A geológusok azonban csökönnyösen azt erősítgetik, hogy ennek a prerissz szakasznak az éghajlatviszonyai a maiakéval nagyon különbözők lehettek. Ezt a kérdést tisztázni kell. Bourdier az idős vörös talajokra, bizonyos számú faunaleletre, valamint több pollenanalízisre alapítja véleményét. Ugyan hogyan alakulhattak ki ezek a kanyarulatok, hogy révükön a mai folyók "alárendeltek" lettek? Az alárendeltség fogalmát nem lehet alkalmazni csak azért, hogy ezen a révén egy feltevést igazolni lehessen. Ezek a kanyarulatok a feltevésekkel ellentétben a hideg időszakokban degradálódtak és sem a würmben, sem a riszben nem voltak használatban.

Boulig: Ugy látszik, hogy ezek a "degradált" kanyarulatok szélsőségesen fiatalok. Ha a kanyarulatok amfiteátruma az utolsó interglaciálisból származik, méginkább az utolsóelőtti interglaciálisból, akkor mi történt ezen a területen a periglaciálisban vagy méginkább két eljegesedés folyamán?

Tricart: Egyáltalában nem fiatalok; a homorú part előterében a kavicsos szoliflukciós anyag nagyon vastag, 15-20 m a Dun-i kanyarulatban.

Boulig: Tehát a két eljegesedés folyamán nem mosódtak el a korábbi formák? Ez nagyon különösnek látszik.

Tricart: Ez nem olyan különös. A bevasárlás 100 m-nél mélyebb. A domborzati viszonyoknak nagyon nagy mértékben meg kellett volna

1406

változniok, márpedig ismeretes, hogy a negyedkor folyamán ilyen mértékű kiigyeenlítődés nem mehottt végbe, mert erre vagy az éghajlati viszonyok nem voltak megfelelőek, vagy pedig a megfelelő hosszú idő hiányzott hozzá.

Baulig: Az amfiteátrum a mai folyó szintjéhez igazodva pusztult le. A prerissz és a mai időkig a völgyben kanyarulatfejlődés egyáltalában nem volt? Ez egészen rendkívüli jelenség!

Bourdier: A Seine és a Somme medence több részén kétségtelenül hiányzik a rissz völgy nyoma. A chellesi hires faunát tartalmazó feltárás alapja alig 2-3 m magasságban fekszik a mai völgy felett. Rouen környékén az idős lösz csaknem a völgytalpig leereszkedik.

Baulig: Éppen elég sokat vitatkoztak a chellesi feltárásról.

Bourdier: Magam is tanulmányoztam a feltárást és az a meggyőződésem, hogy bizonyos euszatikusoktól számított magassági adatok nagyon tulzottak. Viszont én is megerősíthetem, hogy a fekü az utolsó interglaciálisnál idősebb.

Baulig: Tehát ez olyan völgy, amely a prerisszben alakult ki és azután mindenféle glaciális és interglaciális eróziós támadásnak ellen tudott állni? Részemre ez legalábbis kétséges.

Biot: Baulig utóbbi kérdése alapján kérdéssel fordulok Tricarthoz: hogyan magyarázza azt, hogy ugyanazon a kőzetben, amelyen előtanulmányai szerint és a mi felfogásunk szerint is Champagneban a periglaciális tönknek nevezhető felszín alakult ki, ugyanaz az erózió megkinélte a kanyarulatok kiemelkedéseit?

Tricart: Egyszerűen válaszolok: nem magyarázatra van szükség, hanem bizonyításra. Ismerem a területet, jöjjenek velem. Meglep, hogy Biot, aki hozzászoktatott bennünket ahhoz, hogy a gránit analíziséről a legpontosabb felvilágosításokat nyujtsa, megtorpan a kréta- és jurakori mészkövek előtt. A periglaciális átalakulásban a kőzeteknek nem a vegyi összetétele a fontos, hanem a szerkezete, a kristályosodás foka. Jelenleg a laboratóriumban a kifagyás jelenségével kísérletezem. Az elemzések szerint a champagnei krétában 5-100-szorosan több az agyagos alkatrész, mint a lotharingiai juramészben. Nem lehet tehát meglepődni, hogy Champagneban periglaciális hatásokra teljesen elmosód-

tak az idősebb formák, és hogy sokkal lassabban pusztulnak a lotharingiaiak és a barroisiak, ahol a pusztulás egészen felszínes. Hasonló a helyzet az Alsó-Seine menti krétába vágódott kanyarulatok esetében is, ahol ugyancsak gyenge a fagyhatás. A kanyarulatok egyébként sokkal fiatalabbak, a rissz-würm interglaciálásban képződtek, a kőzet kissé különböző és azon kívül olyan képződményekkel borított és védett, amelyek jól bírják a fagyot. Mindezekon kívül esetleg az éghajlat árnyalati különbségeivel is számolni lehet. Hogyra kőzet ellenállóképességét meg lehessen állapítani, laboratóriumi vizsgálatokat kell végrehajtani, azok alapján meg lehet határozni az adott éghajlati viszonyok között a kőzet ellenállóképességét, esetleg a fagyás-kifagyás viszonyát.

Valamilyen eróziós folyamat végül nem hathat a végtelenségig, mert dialektikus ellenállásra talál. Nem lehet egyszerűen azt mondani: "ez a folyó ellenáll, ez a forma ellenáll". Az ilyen megállapítás egyoldalú, kizárólagos és hibás megállapítás. Inkább arra kell felhívni, hogyan viselkedett valamilyen domborzati forma az adott erők támadásával szemben. Abban az esetben, ha egy völgy igen mélyen bevágódott, még egy erőteljes morfológiai folyamat sem változtathatja meg az eredeti formát olyan gyorsan, mint ha a bevágódás gyengébb, mert sokkal kisebb mennyiségű anyagnak az eltávolítására van szükség, mint egy mélyebben bevágódott völgy esetében. A Párisi-medence K-i részében a kőzetek könnyebben pusztulnak fagyhatásra, mint a kréta és főképpen változatosabban is, ami a kődést még összetettebbé teszi. Tartózkodni kell attól hogy a megoldást egyszerűen elméleti alapon keressük, pontosan meg kell figyelni és számításba kell venni a tényeket, különösen a laboratóriumi vizsgálatokat. Egy összetett sorozatban, amikor 1-2 m vastagságu puha és kemény rétegek váltakoznak egymással, a globális ellenállásban nem veszik figyelembe a kemény és puha rétegek ellenállását.

Biot: Elkalandozik a kérdéstől...

Tricart: Ha az ember tárgyvilágos magyarázatra törekszik, lelkiismeretesen fel kell tárni a tényeket a maguk teljességében. A Meuse és a Moselle 100-150 m-re vannak a fennsíkba bevágódva. A fennsík formái enyhék, valószínűleg harmadkoriak, míg a bevág-

1408

gódás a prerisszben ment végbe. A riisztól kezdve a folyók nem tudtak a száiban álló kőzetig bevágódni, alluviumukat sziklára halmozták fel. Az idős, helyenként 100-150 m mély bevágódás folyamán a homoru partok egészen meredekre fagyálló kőzetben alakultak ki. A fagyásra hajlamosak viszont az alapot felé kisimultak. Ebből a szempontból különösen a Yonne Mailly. közelében levő kanyarulatai nagyon jellemzőek. Az eldolomitósodott, a fagyásnak szvengén engedő, egykor homoru lejtők csaknem függőleges falban maradtak meg, a falakat szakaszonként kis, meredek /20-30°-os/ kanyonok tagolják, ahonnan nagy törneléktömbök hullanak bele a folyóba. Feljebb azután, ahol a völgy nem mélyül bele a masszívumba, a helyzet már más, a lejtőket vizmosások már nem tagolják, szabályosabb, középértékben kb. 20°-os lejtő alakul ki. Innen sok törnelékanyag termelődik ki. Ha a bevágódás gyengébb, az előbbi folyamat mérsékeltebb törneléktermeléssel alakítja át a felszínt.

Amint Thoral és Dubois jogosan kiemelték, az átalakulás mértéke nagyon fontos tényező. Baulig véleménye csalóka, ha egy 1:200 000-es vagy 1:80 000-es térképet szemlélünk. Az 1:20 000-es már sokkal megfelelőbb: megjelenik az előtér /glaci/. Végezetül meg kell állapítanunk: hogyha egy felszínt magyarázni akarunk, nem feledkezhetünk meg a morfológiáról.

Biro: Jó, kísérletek tanuskodnak arról, hogy a champagnei kréta fagyással jobban pusztul, mint a lotharingiai és a kérdésekre adott választ teljesen kielégítőnek tartom.

Baulig: Engedjék meg, hogy egy olyan feltevést kockáztassak meg, amelyet lehet, hogy botrányosnak minősítenek. Vajon mindazok a periglaciális képződmények, amelyek a völgyekben előfordulnak, nem finiglaciális eredetűek-e, vagyis nem utolsó maradványai-e olyan anyagnak, amelyeket a folyók az utolsó eljegesedés folyamán szállítottak. Amikor azután a folyók az eljegesedés szakaszának végén elgyengültek, nem tudták már az anyagot tovább szállítani és azt ilyen átmeneti lejtő, glaci formájában lerakták. Nem állítom azt, hogy ez tényleg így volt, egyszerűen felteszem a kérdést: mi a véleményük erről a felfogásról?

Bourdier: Azt hiszem, hogy ezek az anyagok az esetek leg többjében periglaciális lerakódások. A lejtő keletkezésejét



pedig moustórieni kultúra határozza meg, vagyis sokkal inkább a würm elejére tartoznak, mint a végére.

Baulig: Az egész képződmény, vagy csak a mélyebb szint?

Bourdier: Ugy látszik, hogy az egész tömeg, legalábbis a Charante több feltárása, de nem akarok általánosítani.

Tricart: Az én megfigyeléseim - ha azokat más módszerekkel is hajtottam végre - Bourdier tapasztalataival megegyeznek. A legteljesebb feltárások nagyon általánosan azt tanúsítják, hogy a terasz kavicsok alján nagyon lapos mészkő kavicsok fekszenek. A mészkő kavicsok lapossága a kifagyással kapcsolatos, amint azt a jelenleg és a folyamatban levő vizsgálatok is igazolják. A gyengébben lapított és a legjobban kopott kavicsok a hordaléktakaró felső szintjében fekszenek, aminek az éghajlat melegebbre fordulása lehet az oka. A lejtőkön fekvő pusztulástakaró legfinomabb részét gyakran, vékony, jóval görvább és változatosabb összetételű takaró borítja. A folyamatban levő vizsgálatok és a megfigyelések is azt tanúsítják, hogy ez a jelenség a kifagyás csökkenésével kapcsolatos, lehetséges, hogy az állandóan fagyott talaj megszűnésével, valamint a felső talajszint viszonylagosan szárazabbá vált természetével is. A lejtők aljában csaknem mindig az erőteljes kifagyás szakaszából származó anyag fekszik. Ez nem jelenti azt, hogy Baulig elméletét ne lehetne fontolóra venni, mert a feltételek nagyon változók lehetnek az egyes völgyek között a folyó vízzel való ellátottsága szerint. A Cure-völgy esetében pl. kétségtelenül bizonyos, hogy a hideg szakaszban beállott vízjárásnak természete következtében sokkal jobban kitakarította környezetéből a törmelékanyagot, mint a Mouse a Moselle lefejezése után, vagy mint a Seine. Mindezek a tények részletes tanulmányokra ösztönöznek, különösen a legpontosabb helyszíni megfigyelésre és azoknak a laboratóriumi kutatásokkal való kapcsolatára, ahogyan azt Birot a gránittal kapcsolatban is végrehajtotta.

Baulig: Engedjék meg, hogy egy szót hozzáfűzzek. Az amit látunk, nem periglaciális, vagy interglaciális jelenség, hanem a tények szerint finiglaciális. Vajon eszerint arra a megállapodásra jutunk-e, hogy mindezek az utolsó eljegesedés folyamán tör-

1410

téntek? Másrésztől kétségtelenül arra kell gondolnunk, hogy ami ma történik, az történt az interglaciálisban is, legalábbis bizonyos árnyalati változatokkal.

Dubois: Azt hiszem, hogy a posztglaciális beköszönte után geológiai értelemben semmi sem történt, vagy legalábbis csak jelentéktelen dolgok. Ami a periglaciális ill. az földrajzi vonatkozásban a glaciálisba kell sorolni, kronológiai vonatkozásban pedig a jelenlegi periglaciálisba.

Meynier: Természetesen én is azon a véleményen vagyok, hogy a glaciális vége óta fontosabb változás nem történt. De vajon valamennyien bizonyosak vagyunk-e abban, hogy Tricartnak minden glaci-ja tényleg periglaciális-e? Felhívom a figyelmet egy nagyon változatos vidékre, ahol a rétegek váltakozva kemény és lágyabb /homokkő, vízhatlan agyag/ kőzetekből állanak, a Maszif Central-lal kapcsolatban Aquitániában, a Brive síkján. Itt a lejtők aljában a Tricarttól jellemzett glaciok fekszenek, néha még a kanyarulatok páholyában is. 40 év óta több alkalommal, nedves esztendő után láttam, hogy a glaci az oldalakról lecsuszott szoliflukciós termékek borították el, több helyen az utolsó terasz alluviumába is blokkok telepedtek és úgy látszik, hogy a glaci még ma is él, fejlődik. Vajon a Párisi-medence környékén mikor alakultak ki tényleg ezek a képződmények, a moustérienben, vagy a jégkor melyik szakaszában, vajon nem határozunk túlságosan gyorsan, közülök néhány nem fejlődhet-e még ma is tovább és hogy tényleg glaciális eredetűek-e?

Tricart: Bizonyosan Quercyról beszél?

Meynier: Nem, a Brive-medencéről.

Tricart: Nem ismerem azt a vidéket, de felvilágosíthatom, hogy ma a kifagyás Languedoc-ban sokkal erőteljesebb, mint a Párisi-medence K-i részén. Ezt a paradoxont azzal lehet magyarázni, hogy a Párisi-medence K-i részén nagy ritkaság, ha valahol a mészkövet nem borítja növényzet. Elzászban méréseink szerint a téli fagy csak ritkán hatol le 20-25 cm-re és már a vékony talajréteg, valamint a füves növényzet is megakadályozza, hogy a fagy elérhesse az anyakövetet. Viszont a kifagyás a languedoci garriguen 1411

még ma is hatásos, a Tarn, vagy a Hérault kanyonjaiban még törmelék-  
ket is termel. Ennek a sziklák csupasz volta az oka. Elég, ha tén-  
len a talaj hőmérséklete  $-5-10^{\circ}$ -ot elér, ami elég gyakori, hogy  
a kifagyás végbemenjen, viszont a Párisi-medencében a fagynak a  
növényzet miatt nincsen morfológiai hatása. Marullin mérősei a  
megfigyeléseket megerősítik. Az említett két kőzet, az agyag és  
a homokkő, a fagyással szemben nagyon különböző módon viselkedik.  
Egvesek közülük nagyon jól ellenállnak. Egvébként a homokkő kifa-  
gyással általában kevés agyagos részt szolgáltat, úgyhogy azon a  
periglaciális szoliflukció korlátozott mértékű. Viszont ugyanez az  
anyag az agyag jelenléte miatt nagyon ki van téve a szárazság és  
nedvesség hatásának is, ami a mai éghajlatot jellemzi és így ma  
nagyon hajlik a szoliflukcióra. Nem szabad azonban általánosítani:  
sokkal kisebb mértékben tevékenyek olyan kőzetek, amelyek korábban  
hideg éghajlat alatt nagyon is aktívak voltak. Ilyen pl. a mészkő  
is, illetve bizonyos, fagyhatásra érzékeny mészkövek. A talajvizs-  
gálat is kiegészítő bizonyító anyaggal szolgálhat: ma egy olyan  
felszint, amelyik erőteljesebb aprózódásnak van kitéve, a vázta-  
laj jellemez, vagy a teljes talajhiány. Viszont az állandósult  
formák /az aprózódással szemben állandósult/ idős talajjal, vagy  
többé-kevésbé a paleotalaj maradványaival borítottak. Pl. jelen-  
leg a Párisi-medence K-i részében seholsem láttam würmkori for-  
mákat felrészelt állapotban. Viszont igen gyakoriak a kiemelkedések  
lábainál a réselődések, a paleotalaj zavart helyzete, kerek ki-  
oldott mélyedések, zsebek, az anyagnak megmaradt agyaggal való  
szineződése. Azt hiszem nagyon is az érdekünket szolgálná a for-  
mákkal együtt a talaj vizsgálata is.

A következő napon a periglaciális, interglaciális és poszt-  
glaciális jelenségekkel foglalkozott a kollokvium. Moglehetősen  
hosszu vita alakult ki a periglaciális fogalma, de legfőképpen a  
periglaciális megnevezésnek módja felett. Végezetül, hogy későbbi  
zavarokat elkerülhessenek, egyöntetűen megállapodtak a periglaci-  
ális megnevezés általános alkalmazásában.

Részletesebben foglalkozott a kollokvium a lejtők kialakulásának  
problémáival. A periglaciális törmeléknek a lejtő alján való szál-

litásával kapcsolatban Taylor megállapította, hogy Grönlandon tett megfigyelései szerint nincs szükség a finom törmelék nagyobb mennyiségben való jelenlétére. Elég, ha egész kis mennyiségű iszaprész van a hordalék között, azután még meglehetősen finom, de az iszapnál durvább anyagra is szükség van, hogy nagy blokkokkal tarkázotton a krioturbáció és szoliflukció végbemenjen. Nagyon nagy blokkok aránylag kevés iszapanyaggal mozognak.

Tricart: Ebben az esetben is nagyon fontosak a laboratóriumi kutatások. Ilyeneket Németországban, a Szovjetunióban és más országokban is végrehajtottak, főképpen utak építésével kapcsolatban. A német Casagrande tapasztalati uton jutott arra a valószínűnek látszó megállapításra, hogyha 50 mikronnál kisebb anyag rész 2-5%-ban van jelen a talajban, az már érzékeny a fagyhatásra, vagyis az ilyen talaj olyan tekintélyes táguló mozgásokat végezhet, hogy a krioturbáció benne végbemehet.

Ami a lejtők alakulását illeti, azt hiszem, hogy Birot-nak erről a folyamatról a felfogása túlságosan sematikus, de azért mégis fontos. Felfogása futólagos szemléleten alapul. Általában szerintem a lejtőket két szélsőséges csoportra lehet osztani. Egységes lejtőkre, ahol a másodlagos völgyek ritkák és ezekkel ellentétben a második csoportba az árkokkal erősen szabdalta, ún. kivésett lejtők tartoznak. Számszerűen a két formát a völgsűrűséggel lehet kifejezni. Eltekintve a különleges kőzetektől, mint amilyen a mészkő, a nagy völgy kevés. Viszont a kis völgyek igen nagy számban fordulnak elő és azok hatása nagyon tekintélyes. Franciaországban azonos kőzeten a völgsűrűség 1-4 között ingadozik, ha azon a területen a negyedkorban a kifagyásnak kisebb-nagyobb szerepe volt. Az olyan vidékeken, amelyeket tekintélyes nagyságú szoliflukció jellemez és amelyeket a záporpatakok nem árkoltak fel azóta, a másodlagos völgyek ritkák és a völgyek sokkal távolabb fekszenek egymástól, mint az olyan vidékeken, ahol éghajlati okok miatt a vízfolyások működésben lehettek, mint pl. a mediterrán éghajlaton. Ismeretes, hogy a badland ebből a szempontból a legjellemzőbb szorosan egymás mellé sorakozott árkolásaival. Ez természetesen szélsőséges eset, de mindamollott alá-

1695

rulja az általános vonásokat is. A másodlagos völgyek jelenléte a lejtők kialakításában meghatározó szerepet játszik, mert a lejtők részére helyi erózióbázist jelentenek.

Végezetül a törmelék pusztulását illetően azt hiszem, hogy a periglaciális rendszerben, ahol a másodlagos völgyek hiánva miatt a törmelék egész tömegében magán a lejtőn csuszik le, más a pusztulás, mint azokon a területeken, ahol az éghajlati viszonyok miatt a vízfolyások szállítják le a törmeléket, mert a vízfolyások a törmelékanyagot központosítják, összegyűjtik, míg a periglaciális takaróban a törmelék vékonyabb köpenyegben csuszik le a periglaciális lejtőn. A periglaciális eróziós rendszer fő jellemzője, hogy a kőzetfeldarabolódás nagyon gyors lehet, míg a törmelék áthelyeződése a vékony, a nyári olvadás lágy takarójával lassan az egész lejtőt elborítja, s lefolyik. Megközelítően egyensúlyi állapot alakul ki az aprózódás gyorsasága és a szoliflukciós szállítás előhaladása között. Ezt az egyensúlyi állapotot pedig egy közös tényező, a fagytól termelt pusztulásanyag szemnagysága határozza meg. Ez volt az oka annak, hogy ezt a problémát kísérleti úton igyekeztem megoldani. Ezeknek a kísérleteknek még csak az elején vagyunk, de mondhatom, hogy az első eredmények, amelyek Washingtonban kerültek közlésre, szélsőségesen biztatóak. Ugy látszik, hogy két fő tényező szerepel: a litológia és a környezet.

A litológiában a fő tényező a kőzet szerkezete. Az irányítja a különböző kőzetek között a lepusztulásban jelentkező gyorsaságkülönbségeket. A Champagnei kréta kb. százszorosan gyorsabban pusztul, mint Lotharingia néhány kemény kristályos mészkőve. Egyes gránitok között tapasztalatom szerint a pusztulásban a különbség 1-1000-et is elérheti. Fontos különbséget okoz a környezet. Az határozza meg a fagyás behatolásának gyorsaságát, a fagyás erősségét és a talaj átmedvesedését. A fagy erőssége szempontjából előzetes kutatásaink szerint eddig két típust lehet megkülönböztetni. Meg tudjuk különböztetni az islandi típust, ahol az ingadozások +5, +7 és -5, -7 C<sup>o</sup>-ot érnek el kb. 18 óra folyamán és a hőmérséklet szélsőséges értékek behatolását a ki-  
1697

sérletti kőzetdarabnak egészen a belsejébe is biztosítja. A másik a szibériai éghajlati típus, ahol a fagyás-kifagyás  $+10$  vagy  $+15$   $^{\circ}\text{C}$ , illetve  $-25$  vagy  $-32^{\circ}$ , de  $-30^{\circ}$ -on minden esetben bekövetkezik. Figyelembe kell venni azt a ténnyt is, hogy a szibériai típusú kísérletek folyamán a kísérletti kőzetdarab hőmérsékleti értékének változásához több órával hosszabb időre van szükség, mint az islandi típusnál. A szibériai típusú kőzetdarab feldarabolódása viszont sokkal erősebb, mint az islandié. Egyrészt minden kísérletti darabnak a szétfagyott részdarabjai is sokkal nagyobbak, de granulometriai méretei is sokkal finomabbak, mint az islandi típusoké.

Továbbá hasonlóképpen fontos a nedvességi tényező is. Ugyanannak a kőzetnek mintadarabjait fagyasztottam szárazon, vízben és nedves löszben. A száraz fagyasztásnak semmiféle eredménye nem volt. A nedves löszben való fagyasztás ugyanolyan eredménnyel járt, mint a vízben fagyasztás, a különbség mindössze annyi, hogy a vízben a fagyás sokkal gyorsabb, a formák sokkal érettebbek, éppennyugy, mint a lapos mészkődarabokon. Természetesen a mészkő lapos törmelékdarabjai /hacsak a mészkő nem lemezes/ a másodlagos völgyekben ott keletkeznek, ahol a víz fagyott állapotban maradt meg és nem a lejtőkön. Tehát a három tényező közötti változékonyság, a nedvesség, a hőmérsékletjárás, ami egyébként a lejtő magasabb és alacsonyabb részein is azonos lehet, másrészt a kőzet természete irányítja a kifagyás és a szoliflukció közötti kapcsolatot, vagyis a folyamatoknak azt az összefüggését, amely a lejtő kialakulását okozza. Ime a kísérletek módszere biztosítja részünkre, hogy jóval előhaladottabb kutatással elérhessünk ahhoz, hogy mennyiségi adatokkal, vagy legalábbis pontosabban adhassunk számot a lejtők kialakulásáról.

Peguy: Tricart felszólalásának első részletével kapcsolatban azt szeretném tudni, hogy nem közölt-e még adatokat a hideg területek lejtői közepes lejtéséről.

Cailleux: Kb. 10 éve sok számszerű adatot gyűjtöttem össze erről a kérdéssel és menten közölni is fogom, ha erre időt tudok szakítani. Periglaciális éghajlat alatt a lejtők különböző típusai alakultak ki. A szoliflukció, amint Tricart előadta, a lejtőket

menedékesebbé alakította át. Van azonban olyan eset is, amikor a vízfolyások is közrejátszottak a lejtők kifermálásában, és pedig homokos területeken, ahol azok az állandóan fagyott talaj jelenléte mellett teljesen vizet át nem eresztőkké válhatnak, az agyaghoz lesznek hasonlóak és így badlandhoz hasonló formát öltenek. Azt hiszem, hogy Malauire-vel együtt elsőnek láttunk Grönlandon Skansen vidékén ilyen formákat.

Ha Önök francia földön óhajtanak ilyen morfológiai formákat látni, úgy nagyszerűen kifejlődötteket figyelhetnek meg erdővel borítottan a Fontaineblaui erdőben, Dourdan környékén. A völgyek teljesen és pontosan olyanok, mint Skanson környékén. A száraz völgyekben sehol sincsen viz. A formák egészen a vízfolyásokkal azonosak, de azok periglaciális éghajlaton a jégkorban alakultak ki.

A vita további menetében még több periglaciális forma és jelenség megbeszélésére is sor került, amelyekkel a közeljövőben módunkban lesz megismerkedni. Alkalomszerűen szóba kerültek a sárfolyások is, annak ellenére, hogy azok már a mérsékelt éghajlat keretébe tartozó jelenségek.

Meynier szerint ezek az igen aktív, de ritka jelenségek valószínűleg a szemünk előtt mennek végbe, jóval az örökhó határa alatti területtől csaknem egészen a tenger szintjéig. Nekem úgy tűnik fel - mondja Meynier - első pillantásra, hogy ezek a jelenségek főképpen a lejtőtől függenek. Mindazok, amelyeket működésben láttam,  $28^{\circ}$ -osnál meredekebb lejtőkön fordulnak elő. Azonkívül felső részletében mindegyik elég mély, félkör alakú kiszakadásfészekből indul ki. A periglaciális szakértőkhöz fordulok azzal a kérdéssel, hogy ilyen fészkek előfordulnak-e a periglaciális területeken is? Ha igen, akkor az ismérvek tekinthető.

Corbel: Azoknak a sárfolyásoknak, amelyeket a Spitzbergákon, Lappföldön, de különösen a Spitzbergákon láttam, nincsen fészkek a sárfolyás kiszakadásának gyökerében.

Cailleux: Grönlandon Boye és én Corbeléhoz hasonló tapasztalatot szereztünk.

Biot: Nekem is az a véleményem, mint Meynier-nek, hogy a "szoliflukciós" kifejezést tulságosan általánosított formában használják. Jómagam a csuszó tömegmozgást értem alatta. Azt hiszem, hogy mérsékelt éghajlati övben csak nagyon erős lejtőn, míg periglaciális és nedves területeken viszonylagosan enyhe lejtőn oldódik ki. Mérsékelt éghajlaton a szoliflukciónak nagyon tekintélyes erővel kell rendelkeznie, hogy a növényzet védő hatását legyőzze. Hogy a kiszakadás fészke kiszakadhasson, ahhoz meredek lejtő szükséges. Ilyen topográfiai helyzet a periglaciális és száraz területeken nem fordul elő. Valóban igaznak látszanak Cailleux és Tricart nagyon érdekes feltételei. Száraz területen a csuszás erőteljes fordulat, amelyet rendkívüli nagyságu zivatar válthat ki, míg periglaciális éghajlaton a mozgás szélsőségesen lassu és minden évszakban végbemehet.

Dresch: Ez azt bizonyítja, hogy a szoliflukciós folyás, a fogalom tágabb értelmében, egészen a trópusok belsejéig benyomul.

-o-o-o-o-o-o-o-



Az

Izvestija Akademii Nauk. Szerija Geograficeszkaja 1961.évfolyam  
2.,4.,5.,6.számának cikkeiből



Geraszimov, I. P.:

A jelenkori lateritek és laterites talajok

/Izv. Akad. Nauk szer. geogr. 1961. 2. sz. 3-12. old./

Bevezetőben megadja a szerző a tanulmány tárgyául szolgáló talajnemek fogalmi meghatározását: "Lateritek és laterites talajok a trópusi és szubtrópusi területeken elterjedt olyan felszíni képződmények, amelyek számos külső jellemvonásukkal és belső tulajdonságokkal bírnak." Kiegészítésként megjegyzi a szerző, hogy a "laterit" terminus szűkebb és szélesebb értelemben használatos. "Szűkebb értelmében a laterit a trópusi talajok felszíni vastartalma tömör összetételű szintjének a megjelölésére szolgál. Szélesebb értelemben általában a trópusok uralkodó talajnemeit jelenti."

Röviden jellemzi a lateritek és laterites talajok "igen sajátos szerkezetét, különleges ásványi és vegyi összetételét, mállási folyamatainak hatását az alapkőzetekre és megállapítja, hogy a "lateritek ásványi összetételei számos figyelemreméltó fizikai és vegyi tulajdonságokkal bírnak. Ezek sorában külön megemlítést érdemelnek kolloidjaiknak amfilitoid tulajdonságai, vagyis az a képességük, hogy nemcsak a kationokat, hanem az anionokat is jelentős mértékben abszorbeálják."

"A jelenkori laterites talajnemek genezisének, osztályozásának és földrajzának problémáját az orosz és a szovjet tudomány még nem dolgozta fel kellő mértékben - állapítja meg Geraszimov - és az idevágó irodalom rövid ismertetése után leszögezi, hogy a "Szovjetunió területén a jelenkori lateritképződésnek világosan felismerhető jelei csak a nedves szubtrópusi vidékek felszíni képződményeiben fedezhetők fel."

Ismerteti ezután a szerző a külföldi irodalmat és talajkutatókat és röviden megjegyzi, hogy ezek a kutatások túlnyomó részben laboratóriumokban végzett kutatások voltak "talajok keletkezésének kísérő jelenségei, és a földrajzi környezet vizsgálata és figyelembevétele nélkül."

A tanulmány következő részében Harassowitz, Prescott, Pendelcott, Fager, Maure, Van Baran e probléma körébe vágó műveit ismerteti és ezek valamint a saját helyszíni kutatásaira hivatkozással

a következő tételőket állítja fel:

1. "A jelenkori lateritképződésen a magmatikus és üledékes kőzetek mélyrohatoló mechanikai és vegyi, a mállás és a talajképződés hatására beálló bomlása és átalakulása értendő. A folyamat következőben sajátos, élénkszinű talaj-geológiai képződmények keletkeznek."

2. "A laterizációnak a természetben megfigyelhető megjelenési formái igen változatosak. Fejlettségük foka az éghajlat nedvességétől függ." /Ezt a tételét a szerző helyszíni megfigyelésével, kutatásaival támasztja alá./

3. "A jelenkori laterites képződmények sorában megkülönböztetendők elsősorban a trópusi lateritek és a szubtrópusi laterites talajok. A két talajnemet a laterizációs folyamat fejlettségi foka és a kialakult szelvények vastagsága különbözteti meg." A további osztályozás a nedvességtartalom változásain alapszik. Ezen az alapon a szerző megkülönböztet extra-lateriteket /allitokat/ és az extra-laterites talajokat /allitos talajokat/, amelyek az állandóan nedves trópusi és szubtrópusi területeken keletkeznek. A második csoportba a "száraz trópusi és szubtrópusi területek jellegzetes vastartalmu lateritjeit /ferriteket/ és vastartalmu /ferrites/ laterites talajneveit valamint bizonyos átmeneti talajformákat sorozza a szerző.

4. "Igen fontosak a lateritek és laterites talajok keletkezésében az alapkőzetek petrográfiai tulajdonságai. Döntő jelentőségű lateritek keletkezése a savanyu vagy bázikus magmatikus eredetű alapkőzeteken."

5. "Az olmondottak alapján a lateritek és laterites talajok a következőképen osztályozhatók:

A. Trópusi területek lateritjei és allofanitjai:

1. Extra-lateritek /allitok/
2. Tipikus lateritek /vegyes allito-ferritek és ferroallitok/
3. Vastartalmu lateritek /ferritek/
4. Humuszos allofanitok /regurok/
5. Laterizált allofanitok.

B. A szubtrópusi területek laterites és allofanitos talajai:

1. Laterites talajok /vörösföldek és sárgaföldek/
2. Allofanitos talajok /szubtrópusi feketeföldek/.

A tanulmányt két részletes, a laterites talajok valamennyi válfaját és vegyi, valamint fizikai tulajdonságait feltüntető táblázat továbbá a szovjet és a külföldi irodalom rövid jegyzéke egészíti ki.

-----

Geraszimov, I.P.:

A jégkorszak elméletének mai állása és szerepe a negyedkor /antropogén/ kutatásában a Szovjetunió területén  
/Izv. Akad. Nauk szor. geogr. 1961. 4. sz. 3-9. old./

"Mint ismeretes - írja Geraszimov akadémikus tanulmányának bevezető részében - a Föld fejlődésének ez az utolsó geológiai periódusa, az antropogén, képviseli a Föld jelenkori felszine kialakulásának paleogeográfiai szakaszát és az emberi társadalom keletkezésének történelem előtti időszakát." A negyedkor történetének kutatását geográfusok, geológusok és biológusok egész serege végzi a Szovjetunióban abból a célból, hogy "a népgazdaság különböző gyakorlati kérdéseit megoldja és a tudomány általános problémáit kidolgozza..."

A kutatás tárgyul szolgáló legfontosabb problémákat a szerző a következőkben sorolja fel: "A negyedkori üledékek litológiája, nevezetesen az üledékek genotikus típusainak és faciescinek meghatározása, a későbbi diagenotikus folyamatok befolyása az üledékek litológiájára, fizikai és vegyi tulajdonságaira." A sztratigráfia terén a negyedkor alsó határának, sztratigráfiai komponenseinek és kölesönös korrelációjuk alapelveinek és módozatainak a kérdése... "A geomorfológiában: a jelenkori földfelszín fejlődéstörténete, különböző elemcinek genezise, kora, összefüggésük a földkéreg legújabb tektonikus mozgásaival és a felszíni üledékek lerakódásával."

A komplex vizsgálatok tárgya továbbá a negyedkori növénytakaró fejlődéstörténete, a bio-klimatikai övezetesség, az állatvilág ki-fejlődése és az állat-komplexusok változásai térben és időben. Végül igen fontos probléma az ősi társadalom anyagi kulturájának kibontakozása és fejlődése, gazdaságának formája, az antropogenezis és az etnogenezis kérdései."

A végzett vizsgálatok eredményeként óriási igen változatos anyag halmozódott fel a Szovjetunióban, amely igen beható elméleti vita tárgya. "Ma a tudomány legfontosabb feladata annak az általános és igen megbízható feltevéseknek szakadatlan és következetes kimunkálása /konszolidációja/, amely az eddig végzett kutatásokból levont következtetéseket egységbe foglalja, a legfőbb tényeket megvilágítja és egyuttal lehetővé teszi az általános törvényszerűségek felismerését bármilyen helyi jellegű jelenségben... Ugyanezt a szerepet tölti be a tudományos ismeretek vizsgálatában a jégkorszak tudományos elmélete".

A jégkorszak tudományos elméletének kidolgozása Oroszországban közel száz évvel ezelőtt indult meg. Ennek a történetét röviden összefoglalja a tanulmány szerzője és megemlíti, hogy Geraszimov és Markov "A jégkorszak a Szovjetunióban" című munkájukban összefoglalták "az idevágó következtetéseket és kimerítően megindokolták azt a tudományos feltevést, amely szerint az antropogénnek a Szovjetunió területén döntő szerepe volt a jelenkori természeti viszonyok kialakításában... A negyedkorról szóló tan a paleogeográfiai értelmezésében a Szovjetunióban még ma is a negyedkor történetének kutatásában a legfontosabb elméleti alap és ezért tartja szükségesnek a szerző tömör formában előadni a szovjet tudományban elfogadott idevágó legfontosabb tételeket. Ezek a következők:

1. A földtörténeti mult legutolsó geológiai korszakában, a negyedkorban a legfontosabb paleogeográfiai jelenség a kontinentális jégtakaró kialakulása a Szovjetunió területén /a jégborította területeket részletesen leírja/. A szovjetunió területén ennek az egykori kontinentális és hegységi jégtakarónak és gleccsereknek semmiféle nyoma sem állapítható meg, ámbar a Szovjetunió magashegységének a gleccserjei, az idős gleccserfenoménok genetikai maradványainak tekinthetők."

2. A nagy területet elborító negyedkori eljegesedést a Szovjetunió területén igen nagy geológiai események előzték meg, amelyek lényegesen átalakították a földfelszín szerkezetét. Ezek a fontos események a következők: a/ a szárazulat kiterjedésének fokozatos növekedése és mai határai közötti végleges megszilárdulása, b/ a földfelszín függőleges tagolódásának fokozatos differenciálódása, a jelenkori magashegységek rendszerének kialakulása, a nagy kontinentális táblák./platformok/ pl. az Orosz-síkság, a Nyugat-Szibíriai-alföld, stb./ elkülönülése." A földfelszín orográfiaja a szerző szerint a Szovjetunió területén lényegesen nem változott.

Az idős kontinentális és magashegységi eljegesedés a Szovjetunió területén nem volt rövid ideig tartó és egyszakaszos geológiai esemény. A jégkorszak a jégképződésnek több szakaszából állott /legalább 3-4 ilyen szakaszból/, amelyeket különösen erőteljes vagy teljes regressziók szakítottak meg.

A jégfejlődés egyes szakaszainak rövid ismertetése után megállapítja a szerző, hogy a "Szovjetunió területén az egykori eljegesedés ciklikus menetének legfőbb tanujelei a negyedkori üledékek sztratigráfiája és litológiája... Ebből a szempontból különösen fontosak a polynológiai elemzés eredményei, amelyek megállapították a növénytakaró és számos jellegzetes növény jelentős átalakulását a glaciális és interglaciális korszakokban."

4. "A glaciális és interglaciális korszakok a Szovjetunió területén szinkronizáltak voltak. Bár a konkrét megjelenési formákban eltérések állapíthatók meg... az eltérések ellenére a Szovjetunió területén a jégkorszakok történetének általános elemzésénél abból kell kiindulnunk, hogy a nagy geológiai eseményeket /pl. az eljegesedést/ szinkron főimpulzusok váltották ki, viszont ezeknek az eseményeknek a paleográfiai következményei /pl. az idős eljegesedés típusai a fauna- és flóra-komplexusok/ metachronikusok voltak."

5. Szerző a jégkorszakokra vonatkozó két fő-törvényszerűséget szövegezi le: 1. A Szovjetunió területén a természeti övek és zónák jelenségeinek összetétele és jellege fokozatosan az interglaciá-

lisokban alakult ki. 2. Az interglaciálisok természeti övezetességének rendszere a glaciálisokban jelentős mértékben átalakult. /Az éghajlat nemcsak hidegebbre fordult, hanem a kontinentális is erősen fokozódott/.

6. "A felsorolt paleogeográfiai tények alapján röviden összefoglalhatók az általános éghajlati viszonyok a jégkorszak különböző szakaszaiban: A jégkorszakok éghajlatát a sarki jégvidék délre tolódása, a mérsékelt égövekig való előrenvonomulása, valamint az éghajlati övezeteknek az Egyenlítőig való eltolódása rendszeres keskenyebbé válása jellemzik. Ekkor éleződtek ki a hidrotermikus ellentétek, meggyorsult és megerősödött a nedvességcsere... Az interglaciálisokban viszont a sarki jégtakaró visszahúzódott, a magasabb szélességek éghajlata felmelegedett, csökkent a légkörzés és a nedvességcsere... az éghajlati övezetek közötti ellentétek csökkentek..."

7. A jégkorszakokról szóló elméletének legfontosabb része a jégkorszakok keletkezése általános okainak, valamint ezeket e nagy geológiai eseményeket kiváltó különböző paleogeográfiai, asztronómiai és kozmikus tényezőknek a kérdése.

A földkéreg szerkezetében a negyedkort megelőzően beállott változások Geraszimov akadémikus szerint "nem tekinthetők ugyan a nagy kiterjedésű kontinentális eljegesedés és a jégkorszakok egyéb jelenségei közvetlen okainak, de természetesen elmaradhatatlan előfeltételei voltak... Ezért mondhatjuk, hogy a Föld orográfiájában már a negyedkort megelőzően megindult a jelenkorszajátosságok kialakulása, ami a jégkorszak számos megjelenési formáinak kedvező volt... sőt a jégkorszak "földi" előfeltételei meg ma is megvannak."

8. "Kétségtelen, hogy a jégkorszak sokrétű jelenségeinek az összessége a földi és az asztronómiai kozmikus tényezők kölcsönös együttműködésének az eredménye. Annak hipotetikus lehetősége, hogy a naptevékenységi változások lehettek, sőt kellett hogy legyenek a főokai a jégkorszak jellegzetes éghajlati változásainak, valamint a glaciális jégtömegek keletkezésének - ma már több mint valószínűnek mondható... Ezzel a kérdéssel foglalkozó szovjet



tudósok többségének ez az álláspontja... Feltehető, hogy a teljes napenergia effektív kisugárzásának mindössze 5-10<sup>3</sup>-mal való csökkenése a negyedkor középhőmérsékletét annyira lehűtötte, hogy megindulhatott a sarki területek eljegesedése, a magashegységekben az erőteljes ciklontevékenység és a bőséges csapadék-képződés. A magas szélességek jégtakarója ezután fokozatosan kiterjedt az alacsonyabb szélességekre is, az Egyenlítő felé...

"A kérdés mélyebbre hatoló elemzése azonban rávezette a kutatókat arra, hogy ez a feltevés túlságosan elemi, mert a Föld felmelegedésének a csökkenése a fent vázlatosan előadottnál sokkal bonyolultabb fizikai folyamat és egymásnak ellentmondó klimatikus következményekkel jár... főleg amióta a szovjet kutatók az ibolyántuli rövidhullámú kisugárzást behatóan vizsgálják és igen széles körű geofizikai kutatásokat végeznek..."

Ezzel összefüggésben a tanulmány befejező része a következőket mondja: "Ebben az írásomban csupán hangsúlyozni kívántam, hogy a jégkorszak elméletének igazolásához továbbá a jégtakaró kialakulását előidéző planetáris és kozmikus tényezők végleges megvilágításához nemcsak geofizikai kutatásokra van szükség. A kutatásokat a Föld történeti multjának mélyébe kell vetitenünk és egybe kell vetnünk a vizsgálatok eredményét az igen gazdag és sokrétű paleogeográfiai anyaggal. Ilyen anyag bőven áll rendelkezésünkre és megbízható alapul szolgálhat az elmélet további kidolgozásához. Egyúttal azonban a kutatásnak át kell térnie a minőségi jellemzésről a mennyiségire."

-----

Markov, K.K., Lazukov, G.J., Gričuk M.P.:

A természeti viszonyok fejlődésének alaptörvényei a Szovjetunió területén a negyedkorban /jégkorszakokban, antropogénben/

/Izv.Akad.Nauk.szer. geogr. 1961.4.sz. 10-13.oldal/

A térkép-vázlatokkal és táblázattal kiegészített rövid tanulmány bevezetőjében a szerzők megállapítják, hogy valamely terület geológiai fejlődésének vizsgálata rendszerint egy sztratigráfiai vázlatból /sémából/ indul ki. Ennek a vázlatnak két követelményt kell kielégítenie: 1. fel kell tüntetnie kronológiai sorrendben a legfontosabb konkrét eseményeket és 2. hű képet kell nyújtania ezeknek az eseményeknek a térbeli elterjedéséről. Röviden azt lehet mondani, hogy az összefoglaló sztratigráfiai vázlat megszerkesztőjének feltétlenül meg kell oldania az idő és tér problémáját, illetve e problémának a Szovjetunióra vonatkozó aspektusait, amelyeketna szerzők tömör összefoglalásban előadnak, s hangsúlyozzák, hogy a probléma kimunkálása a legbelsőben a Szovjetunió európai területre, főleg az északi területekre történt meg. Az idevágó legfontosabb adatokat a szerzők egy táblázatban közlik.

/Az 1. táblázat aláírása: A Szovjetunió különböző részein a negyedkorban lezajlott legfőbb események összefoglaló táblázata.

A táblázat jelkulcsa: 1 = a természeti környezet átalakulásának irányai; 2 = a természeti viszonyok ritmikus változásai; 3 = a természeti körzetek /I., II., III./; 4 = a vízmedencék vizeinek lefolyási iránya; 5 = tengerszorosok; 6 = a vízmedencék szintváltozásai; 7 = a vízmedencék sótartalmának változásai/.

Szerzők véleménye szerint az Orosz-síkságon legalább négy jégkorszak üledékei különböztethetők meg: az okai, a dnyepropetrovszki, a moszkvai és a valdái eljegesedések lerakódásai, amelyeket a következő három interglaciális választ el egymástól: a lihvini, a roszlavszki /vagy ogvimovci/ és a nginszki /vagy migulini/. Ezek a glaciálisok és interglaciálisok képviselik a Szovjetunió európai területén a pleisztocént, tehát az Orosz-síkság jégtakarója az okai jégkorszaknál nem idősebb s így kezdete

egybeesik a tulajdonképpeni pleisztocén, a glaciális pleisztocén kezdetével. A negyedkornak ennél korábbi szakaszát Gromov V.J. terminológiáját használva a szerzők is "eopleisztocénnek" minősítik, amikor a Keleteurópai síkságon még nem állott be az eljegesedés, csupán az éghajlat fordult hidegebbre. Az eopleisztocénben uralkodott az Orosz-síkságon a boreális típusú növényzet, a pleisztocénben viszont már ismételten kibontakozott a periglaciális típusú flóra. Az eopleisztocén további fontos eseményei a villafrancai típusú emlős-fauna megjelenése, az emberi társadalom fejlődésének első szakaszai, a Kászpi-tenger akcsatuli és apseroni transzgressziói. Az Orosz síkságon bekövetkezett említett és még sok más esemény és jelenség bizonyítja a természeti környezet összetevői átalakulásának a következő két fő-törvényszerűségét:

1. A meghatározott irányban haladó változásokat.

2. A változások ritmikus /ütemes/ lefolyását. Ez a két törvényszerűség nemcsak a Szovjetunió európai részén, hanem egész Szibiriában is érvényre jutott, amit a szerzők az állat- és növényvilág fejlődésének és folyamatos átalakulásának számos példájával bizonyítanak, ezeket a változásokat két térképvázlaton tüntetik fel.

/A 2.sz.térképvázlat aláírása: "Az erdőségek helyi sajátosságainak és fejlődésének vázlata a glaciálisokban és az interglaciálisokban"./

Jelkulcs: 1 = sötét tülevelű erdők; 2 = ritkás nyierek és lombos erdők; 3 = fátlan tájak; 4 = lombos erdők; 5 = lombos fákkal elegyes cédrus és erdei fenyőerdők; 6 = nyírerdőségek /"fehér tajga"/; 7 = mocsarak; 8 = sztyepék/. /A 3.számú térképvázlat aláírása: "A jelenkori és az idős eljegesedés térképe a Szovjetunió területén. A vázlat mértéke 25 000 000, szerkesztette Szuszlov J.A.. A térképvázlathoz igen részletes jelkulcs szolgál/.

Ami a térbeli megoszlás törvényszerűségét illeti, a szerzők szerint feltétlenül szükség van egységes térképi ábrázolásra. A szerzők által javasolt "egységes sztratigráfiai vázlatok a szerzők szerint kifejezésre juttatják bármely térben korlátolt de viszony-

Igaz már behatóan átkutatott körzet fejlődésének törvényszerűségeit" Ilyen összefoglaló, átfogó térkép még nem készült és az okból csak néhány körzet természeti viszonyainak fejlődését ábrázoló térkép készült el. Ezek a természeti körzetek a következők: 1 = az európai jégpajzs területe; 2 = az urali-szibíriai jégtakaró körzete; 3 = Kelet-Szibíria; 4 = Távol-Kelet; 5 = a hegyvidékek. Az itt felsorolt körzeteket a 3.számú térképvázlat ábrázolja.

A tanulmány befejező része a Szovjetunió területén a negyedkorban végbement átalakulások /változások/ törvényszerűségeit a következő három pontban foglalja össze:

1. A változások irányzatának egyetemes jellege;
2. A változásoknak általában ütemes /ritmikus/ jellege van.
3. A változásoknak helyi irányzatos és ütemes a jellege.

Az 1.számú táblázat a szerzőktől javasolt elvek alapján készült és feltünteti a helvi variációkat is.

Ganesin, G. Sz., Kornutova, Je. N., Krasznov, I. I., Csemekov Ju. F.,  
Epstein, Sz. V., Jakovleva, Sz. V.:

#### A Szovjetunió negyedkori üledékeinek térképe

/Izv. Akad. Nauk. szer. geogr. 1961. 4.sz. 14-24. old./

A Szovjetunióknak főleg keleti, az Uralon túl fekvő területén a legutóbbi évtizedekben rendkívül nagy térségeket felölelő, a negyedkori üledékeken végzett kutatások alapján az Összszövetségi Geológiai Tudományos Kutató Intézet és a Szovjetunió Geológiai és Ásványtani Minisztériuma valamint számos más tudományos intézet az 1959-1960 években megszerkesztette a Szovjetunió egész területe negyedkori üledékeinek térképét 1: 5 000 000 mértékben. A térkép 1960-ban jelent meg. A térkép vázlatos mását a cikk mellékletben közli. A vázlatos térkép aláírása a következő: "A negyedkori eljegesedések, transzgressziók és löszös üledékek vázlatos térképe a Szovjetunió területén. Az eljegesedések biztosan megál-

lapított határait összefüggő vonallal, a feltételezett határokat pontozott vonallal jelzi a vázlat, de megadja ezenfelül a tenger transzgressziójának és a löszös területek határait is. A vázlat jelkulcsa a következő: Határok: 1 = az első középnegyedkori /dnyeprovski-szamarai/; 2 = második középnegyedkori /moszkvai-tazovi/; 3 = középnegyedkori hegységi eljegesedések; 4 = első felsőnegyedkori /kalinyini-zürján/; 5 = második felsőnegyedkori /valdái/; 6 = harmadik felsőnegyedkori /karéliei - szartán/; 7 = a felső negyedkori hegységi-völgyi eljegesedések maximális elterjedése; 8 = késő posztglaciális üledékek; 9 = a negyedkori transzgressziók maximális elterjedése; 10 = a lösz és a löszös kőzetek elterjedésének körzetei.

A térkép szerkesztésénél felhasznált korábbi térképek valamint a térkép szerkesztésében résztvett tudományos munkatársak felsorolása után a beszámoló közli, hogy a "térkép szerkesztésének alapelve az volt, hogy az üledékek ábrázolása színekkel, koruk pedig a szín árnyalataival történt /éspedig annál sötétebb a szín, minél idősebb az ábrázolt üledék/..."

"A térkép az üledékek genetikus típusainak ábrázolására Európa nemzetközi negyedkori - 1933-ban készült - térképének színkáláját használta fel... Magán a térképen a következő genetikus üledékes típusok ábrázolása történt, éspedig a megfelelő, itt felsorolt jelzésekkel: gl = glaciális /moréna/ üledékek; fluvio-glaciális /flgl/; alluviális /al/; tavi-alluviális /la l/; tavi és tavi-glaciális /l/; proluviális és alluvio-proluviális /pl/; tengeri /m/; glaciális-tengeri /glm/; vulkanikus /B/; eolikus /eol/; eluviális /el/; eluvio-deluviális /eld/; deluviális /d/; szoliflukcionális és deluviális-szoliflukcionális üledékek /dsf/. Feltünteteti ezenkívül a térkép azokat az üledékeket, amelyeknek a genezise egyelőre felderítetlen, valamint a prequartár kőzetek nagy kitérőleseit."

Anélkül, hogy a felsorolt üledékfajtákat részletesen jellemezné a tanulmány, kiemeli, hogy "a Szovjetunió keleti területein végzett újabb kutatások lehetővé tették a korábbi térképeken még fel

1730

nem tüntetett üledéktípusok meghatározását és ábrázolását. Ezekhez tartoznak a deluviális-kolluviális, a szoliflukciós és a deluviális-szoliflukciós - főleg a Szibíriai-fennsík, továbbá a Szibíriát és a Távól Keletet délről övező hegyvidékeken - elterjedt üledékek".

A jelkulcs, a legenda alapja a negyedkori rendszernek a Szovjetunió geológiai és bányáügyi minisztériumának szerveitől elfogadott négyrészes tagolódás. Ehhez képest a negyedkori üledékek a térkép négy csoportban tünteti fel: "alsó /I/, középső /II/, felső /III/ és a jelenkori /IV/ csoportban, amelyek az ópleisztocénnek, a középpleisztocénnek, az ujpleisztocénnek és a holocénnek felelnek meg. A középső és a felső csoporthoz egyenként két interglaciális /II<sub>1</sub>, II<sub>3</sub>, III<sub>1</sub> és III<sub>3</sub>/ valamint két-két glaciális szint /II<sub>2</sub>, II<sub>4</sub> és III<sub>2</sub>-III<sub>4</sub>/ tartozik".

"Legrészletesebben a Szovjetunió európai részén és a Nyugat-szibíriai-alföldön történt meg a negyedkori lerakódások osztályozása s ezekről igen részletes sztratigráfiai vázlatok és készültek". A szerzők ezután felsorolják az egyes csoportokhoz és horizontokhoz tartozó rétegeket és képződményeket, s közlik, hogy "magán a negyedkoron belül felosztatlanul kellett a térkép szerkesztőinek hagyniuk több alcsoportot. A térkép a negyedkori üledékeknek összesen 88 előforduló sztratigráfiai alcsoportját vagy részét tünteti fel. A jelkulcs ezenfelül még tizenhat kor szerinti csoportba nem sorozott genetikus típust tartalmaz... Feltünteti továbbá a térkép a negyedkori fosszilis tengeri fauna, a fosszilis gerinces fauna lelőhelyeit, valamint a legfontosabb paleolitikus településeket is.

A jelenkori eljegesedésről a térkép magyarázata a következőket közli:

"A Szovjetunió területén ma a következő jégtakarók és nagy stádiumok /eljegesedések/ határait lehet kellő biztonsággal megvonni:

a/ a dnyepri-szamarai középnegyedkori maximális eljegesedés határait /rissz I., Saale és Varsó I/;

b/ a középhegyedkori moszkvai-tazovi eljegesedés /rissz II., vagy Warta/;

c/ a kalinvini-zürjeni felsőnegyedkori első eljegesedés /wärm I., Wiszla Varsó I<sup>1</sup>./;

d/ a második felsőnegyedkori /valdái vagy osztaskovi eljegesedés vagy stádium /würm II., pomerániai stádium/;

e/ a harmadik felsőnegyedkori karéliei-szartani eljegesedés vagy stádium.

Az eljegesedés egyes fázisait, stádiumait a szerzők igen részletesen magyarázzák és írják le, azután áttérnek a tengeri transzgressziók térképi ábrázolásának a megvilágítására. Kiemelik, hogy - amint ez a térképen megvont határról leolvasható - a negyedkori transzgressziók legnagyobb kiterjedésüket a Kászpi mellékén érték el, továbbá a Nyugat-Szibíriai-alföld lapály É-i részén s végül az Orosz-síkság É-i részén, ahol az Északi-Dvina, a Pecsora, a Vicsegda és más folyók völgyében a tengeri üledékek a jelenkori tengerparttól 400-600 km távolságban is előfordulnak.

Ezeknek a tengeri üledékeknek a sztratigráfiai osztályozása rendkívül bonyolult probléma és sok tekintetben még ma is megoldatlan. Többé-kevésbé megoldottnak csupán a Pontus-Kászpi transzgresszió kiterjedése és kora tekinthető... Ugyanilyen bonyolult probléma a transzgressziók összefüggése a glaciálisokkal és interglaciálisokkal... A szerzők ténybeli adatokra felépített véleménye szerint helytálló a glaciálisoknak és interglaciálisoknak a térképen történt ábrázolása. A Szovjetunió negyedkori üledékeinek a térképe feltünteteti mind az interglaciális /II<sub>3</sub>, III<sub>1</sub> és III<sub>3</sub>/ mind pedig a glaciális tengeri üledékeket /II<sub>4</sub> és III<sub>4</sub>/. Ennek az a magyarázata, hogy a jégtömegeknek az interglaciálisokban beállott olvadása kiváltotta a tengerek szintjének az emelkedését, de ezenkívül további oka lehetett a transzgresszióknak a szárazulatok peremterületeinek legújabb tektonikai megsüllyedése. A felsőnegyedkornak többek között jellegzetes eseménye ugyanis a jelentékeny neotektonikus tevékenység, amely a hegységekben intenzív emelkedésekben és az eróziós bevágódások aktivitásában nyilvánkozott meg. Ugyanakkor a többé-kevésbé állandó üledékfelhalmozódás területei megsüllyedhettek. Már pedig tulajdonképpen az eusztatikus és tektonikus tényező viszonyától függ a transzgressziók és a regressziók bekövetkezése és mérete".

A glaciális és tengeri üledékek után a tanulmány befejező része a negyedkori üledékek többi genetikus típusaival, elsősorban az alluviális üledékekkel, továbbá a tavi üledékekkel és a lösszel valamint a löszös kőzetekkel foglalkozik. "A lösz és a löszös kőzetek óriási területeket borítanak és csaknem megszakítatlan sávban húzódnak az Orosz-síkság és a Nyugat-Szibíriai-alföld D-i részén a maximális eljegesedés határán túl, s ebből arra lehet következtetni, hogy a periglaciális övezetben a löszképződésnek kedvező feltételei voltak..."

A cikk befejező részében a szerzők újból hangsúlyozzák, hogy a cikkben megvilágított térkép az első kísérlet a bonyolult és igen terjedelmes anyag csúszós általános összefoglalására s ezért természetesen még számos fogyatékosságban szenved... és számos vitás kérdésre egyoldalu választ ad. Áll ez elsősorban a sztratigráfiai kérdésekre.

Valamennyi vitás kérdés megoldása csak a negyedkori üledékek további elmélyült kutatása alapján történhetik, elsősorban azoknak a módszereknek az alkalmazásával, amelyek lehetővé teszik a negyedkori üledékek abszolút kormeghatározását.

#### Csebotarieva.N.Sz.:

#### A negyedkor alsó határáról és sztratigráfiai feloszlásáról tartott vita

/Izv.Akad.Nauk.szer.geogr.1961.4.sz. 41-44.old./

A Szovjetunió Tudományos Akadémiája Intézetközi Sztratigráfiai Bizottságának és Negyedkori Tanulmányi Bizottságának a neogénnel és általában a negyedkorral foglalkozó Állandó Bizottsága 1961.márciusában közös teljes ülést tartott Moszkvában. A teljes ülés munkájának első felében a negyedkor alsó határának, második felében pedig főleg a sztratigráfiai felosztásának kérdésével foglalkozott. Nem véletlen, hogy a kutatók olyan nagy figyelmet szenteltek

1733



telnek a negyedkort és a harmadkort elválasztó határ kérdésének. A kérdés helytálló megoldásának ugyanis döntő fontossága van a negyedkor kutatásával összefüggő paleogeográfiai és geológiai kérdések egész sorának a megoldásában. A Szovjetunióban a negyedkort és a harmadkort elválasztó határ az INQUA 1932-ben Leningrádban hozott határozata szerint a bakui üledékek fekéje mentén húzódik. Ebben a kérdésben azonban a szovjet tudósok véleménye nem egységes, amint ez az itt következőkből, a felszólalások rövid összefoglalásából kitűnik:

Sancer, J.V. "A neogént és az antropogént elválasztó határ kérdésének mai állásáról" tartott előadásában azt az álláspontját fejtette ki, hogy a határt az apseronnál mélyebben kell megvonni.

Goreckij, G.I. ugyancsak a határ kérdéséről tartott előadásában homlokegyenest ellenkező álláspontot képviselt. Szerinte a flóra összetételében erős változások állapíthatók meg mind a pontusi emelet talapzatában, mind a kimmériai fedőben, mind végül a bakui üledékek alatt is.

Eberzin, A.G. előadásának tárgya a pliocén és a posztpliocén elválasztó határ a Szovjetunió területén. Véleménye szerint a londoni kongresszus határozata szerint a pleisztocén időtartama nem haladja meg az 1 millió évet... vagyis a kongresszus határozata ezt az időtartamot legfeljebb 400 000 évvel hosszabbította meg, ami az apseron jelentékeny részének felel meg. Eberzin szerint az akcsagül és az apseron nem azonosítható a kalábriai emelettel.

Zizscsenko, B.P. a Szovjetunió területének pliocén és antropogén tengeri üledékeiről tartott előadásában ezeknek az üledékeknek váltakozó kiüledéséből és elsődüléséből azt a következtetést vont le, hogy a meotisz a pliocénbe, az akcsagül és az apseron viszont a pleisztocénbe sorolandó.

Gricsuk, V.P. szerint "a negyedkor jellegzetes vonása a lehűlések és a vele járó eljegesedések gyakori megismétlődése. Ehhez képest a negyedkorba tartoznak mindazok a rétegek /emeletek?/ amelyekben ezeknek a jelenségeknek a nyomai első ízben fedezhetők fel.

Ananova, J. N. főleg a paleo-flóra övezetességének a kifejlődésére alapítja a határt. Szerinte 1. a pliocén növényzete nem felel meg a pliocénkori síksági eljegesedésről szóló feltevéseknek; 2. a növényzet fejlődésében két elválasztó határ figyelhető meg, az egyik az alsó pliocénben és a miocén legfelső emeletében, a második pedig az apseron alatt húzódik.

Markov, K. K. szerint "a negyedkor alsó határát mélyebben kell megvonni, bele kell foglalni a villafrancat és hangsúlyozni kell, hogy az eképpen kiszélesített negyedkorban illetve határain belül húzódik az a fontos elválasztó vonal, amely a pleisztocén alsó határának felel meg a terminus régi értelmében.

A vita végén a résztvevőknek két egymásnak ellenmondó határozati javaslat fölött kellett döntenieik. Az egyik javaslat szerint az ülés kénytelen volt elfogadni a negyedkor határának mélyebbre szállítását, hogy a szovjet álláspont és anyag jobban egyezzen a londoni kongresszuson elfogadott határozattal. Viszont mindaddig, amíg pontosabb anyag nem áll rendelkezésre, az ülés második határozata szerint megmarad a negyedkor alsó határának a bakui üledékek fekéjében húzódó régi határa, de a felső pliocén /akcsagül és apseron/ nem térképezendő.

A Negyedkori Bizottság ülésén Sancer: "A negyedkor /antropogén/ egységes skálája felosztásának alaptörvénye" című előadását beható vita követte, amelynek eredményeként a Bizottság az antropogénnek következő felosztását fogadta el: alsó-, középső és felső-pleisztocén és a jelenkor vagy holocén.

Alsópleisztocénon a preglaciálistiraszpoli szint és az okai glaciális értendő, a középső /rissz/ pleisztocén felosztása: lih-vini interglaciális, dnyepropetrovszki eljegesedés, ogyincevi interglaciális és a moszkvai glaciális.

A felsőpleisztocént /würm/ a Bizottság a mikulini interglaciálisra és a valdái glaciálisra osztotta. Megkülönböztette ezenkívül a jelenkori vagy holocén szintet.

A tanácskozás résztvevői azonban egyáltalán nem értették egyet a felsorolt sztratigráfiai kategóriák rangjának értékelésében.

Az egyik csoport a pleisztocént jarusznak, emeletnek, az egyes részletesebb alosztályokat pedig komplexusoknak minősíti. Sancer, Gromov és mások viszont a pleisztocént teljes értékű és a többi földtörténeti korszakkal egyenrangú korszaknak tekinti, a holocént egy újabb földtörténeti korszak kezdetének tartja, a mindelt, risszt és würmöt emeleteknek minősíti amelyek övezetekre, zónákra oszlanak. Ebben a kérdésben az értekezéslet nem hozott egyhangú határozatot és a kérdés eldöntését az Intézetközi Sztratigráfiai Bizottságnak engedte át.

Kamanyin, L.G., Korzsujev, Sz.Sz.:

A geomorfológia a tudományok rendszerében /Sesukin, J.Sz. "Általános geomorfológia" című műve új kiadása alkalmából

/Izv.Akad.Nauk szer.geogr.1961.4.sz. 118-126.oldal/

Sesukin, J.Sz. 28 évvel ezelőtt kiadott összefoglaló műve, az "Általános geomorfológia" második kiadása 1961-ben jelent meg. A nagy munka "ezidőszerint a geomorfológia legteljesebb kézikönyve és nélkülözhetetlen minden szovjet geomorfológus számára". A "geomorfológia egész tárgykörét felölelő" külföldön megjelent művek, Machatscheknek orosz nyelven is megjelent geomorfológiáját beleértve, a geomorfológia tárgyát és feladatait - a szerzők szerint - lényegében elavult metodológiai álláspontból ítéli meg és adják elő és ez okból abban a közös hibában szenvednek, hogy egyáltalán nem lendítik előre ennek a tudománynak a haladását."

Sesukin a földfelszín formáit, nem mint általában szokás, a reliefképző folyamatok, hanem a természeti környezet alaptípusai szerint csoportosítja s ezeket a bennük, érvényesülő felszínalakító erők és tényezők szerint osztályozza." Tíz idevágó felszínalakító típust különböztet meg: 1 = a nedves /humidus/ és főleg nedves éghajlat területei; 2 = a nivális éghajlat területei; 3 = karsztos területek; 4 = poláris és szubpoláris területek; 5 = sívata-  
gok és aszályos /aridus/ éghajlatu területek; 6 = hegyvidékek;

7 = síkságok és táblák /platók/; 8 = a vulkáni tevékenység területei; 9 = tengerek és óceánok; 10 = tengerek és óceánok fenéktérületei.

A bíráló cikk szerzői kifogásolják, hogy Scsukin professzor könyvében nem foglalkozik a jelenkori geomorfológia alapvető kérdéseivel, legalább is nem abban a mértékben, amennyire ezt a tudomány mai fejlődésszintje megköveteli. Áll ez elsősorban a felszínnek a tektonikával és a geológiai strukturával fennálló összefüggéseire, ami korunk geomorfológiájának egyik alapvető kérdése... Scsukin professzor könyve új kiadásának első oldalán kijelenti ugyanis, hogy felfogása szerint "a geomorfológia a természeti földrajz egyik ága. .. holott mind a szovjet mind a külföldi irodalomban igen sok szerzőnek az az álláspontja, hogy a "geomorfológia geológiai vagy átmeneti geologo-geográfiai tudomány... ami azért is indokolt, mert a jelenkori geomorfológia legnagyobb és legjelentősebb eredményeit elsősorban a geológiának és a széles geológiai bázis kiépítésének köszönheti. A kérdés lényege nem abban rejlik, mely anyagot szolgáltat a geomorfológiának a földrajztudomány vagy a geológia, hanem a két tudomány módszereinek az alkalmazása a döntő. A geomorfológusnak mindkét tudomány-módszereit fel kell használnia, hogy a lehető legeredményesebb megoldja feladatát. Ez a feladat a jelenkori felszín természetének ismerete, további fejlődése irányának előrejelzése, továbbá a zonális földrajzi törvényszerűségek megállapítása, a felszínnek genetikus típusokra felosztása és valamennyi övezet jellegzetes sajátosságainak a meghatározása."

"...Ez a felszín a geológiai és a természeti-földrajzi folyamatok és jelenségek állandó és bonyolult egymásba fonódásából és kölcsönhatására alakul ki... és ezért kell a geomorfológia összefoglaló kézikönyvében kifejteni, mely folyamatok töltenek be /a szerző véleménye szerint/ vezető szerepet a felszín kialakításában, melyek a kísérő folyamatok és mely mértékben érvényesülnek a fölfelszín kisebb-nagyobb domborzati formái a különböző genetikus típusoknak különböző geológiai viszonyok közötti kialakításában". A kutatók nagy csoportja úspegig nem is a földtani

gondolkodásu geomorfológusok a tektonika tényezőinek tulajdonitanak vezető szerepet. Scsukin professzor azonban erről a kérdésről nem szól.

Számos szovjet tudós, köztük Geraszimov akadémikus szerint is, a geomorfológia geológiai-földrajzi határ- vagy átmeneti tudomány, tárgya "a földfelszín domborzata, amely mind a jelenkori földrajzi környezet egyik összetevője, mind pedig a terület geológiai /földtörténeti/ fejlődésének a terméke". Ugyanezt az álláspontot fogadta el az Intézetközi Geomorfológiai Bizottság 1960 áprilisában tartott első ülésén.

A geomorfológiai második igen fontos egyetemes-elméleti kérdése az endogén folyamatok szerepe a földfelszín kialakításában. Ez a szerep ma már ugyszólván minden kétségen felül áll, mert hiszen a legújabb kutatások azt bizonyítják, hogy a tektonikai folyamatok napjainkban is ugyszólván a szemünk láttára zajlanak le, átalakítják vagy legalábbis megváltoztatják a Föld felszínét és megváltoztatják a többi, másodlagos exogén folyamatok jellegét, irányát és intenzitását. A cikk szerzői az idevágó irodalomra hivatkozva kifogásolják, hogy Scsukin professzor tulkevés helyet szentel könyvében ezeknek a folyamatoknak. "A geomorfológiai folyamatok mindkét csoportjának a fontosságuknak megfelelő magyarázatot kell szentelni, és olyan behatóan kell ismerni és ismertetni mind az egyik folyamatot, mind a másikat."

Ami e folyamatok legújabb, jelenkori szakaszait, a jelenkori mozgásokat illeti, Scsukin professzor szerint "nehéz eldönteni, vajon az emelkedés-süllyedés folyamata megállott-e vagy még ma is tart." A bíráló cikk szerzői ezzel szemben rámutatnak arra, hogy a szovjet kutatóknak egy csoportja 1956-ban megállapította, hogy a /Scsukin szerint/ neotektonikus mozgásokon kívül még fiatalabb kéregmozgások is ismeretesek, ezek a mozgások még ma is folyamatban vannak és a szó szoros értelmében a szemünk láttára váltanak ki bizonyos jelenségeket. Ezeket a "jelenkoriaknak" nevezett mozgásokat a neotektonikus mozgásokkal nem lehet azonosítani." A befejező részben a cikk szerzői egyes jelenségek és formák helytelen magyarázatára mutatnak rá és kifogásokat emelnek a könyv terminológiája ellen is.

Szpiridonov, A. I.:

A geomorfológia taxonómiáiról és néhány geomorfológiai  
alapfogalomról

/Izv. Akad. Nauk. szer. geogr. 1961. 4. sz. 127-136. old./

A geomorfológiai térképszerkesztés problémáival összefüggésben a szovjet geomorfológusok a felszín taxonómiáinak több rendszerét dolgozták ki, amelyek szerzőik véleménye szerint a különböző mértékű geomorfológiai térképek szerkesztésének alapjául kell hogy szolgáljanak.

Bozs, Sz. G. és Krasznov, I. I./1958/ a geomorfológiai objektumok következő taxonomikus kategóriáit különböztetik meg:

1. Kontinensek és óceánmedencék
2. Geozónák - a kontinensek és óceánok felszínének nagy kiterjedésű részei
3. Geotekturák - a felszín nagy elemei. Felosztásuk geotektonikus és általános orográfiai jelek szerint történik. A szárazföldek határain belül ezek - a hegységek, tetők /platók/ lapályok.
4. Metamorfostrukturák - táblák és gyűrődéses övezetek a domborzatnak pozitív és negatív felszín-elemekkel kifejezett nagy kiterjedésű részei.
5. Morfostrukturák - a nagy orográfiai elemek, amelyek alapvonalait a geológiai szerkezetek határozzák meg.
6. Komplex felszintípusok - morfológiai és genetikai jelleükben egymáshoz közel álló felszintípusokat foglalnak egységbe.
7. Morfogenetikus felszintípusok - a földfelszínnek olyan részeit foglalják egységbe, amelyeket a domborzat közös külső arculata, azonos litológiai összetétele és a felszínfejlődés története fűz egységbe.
8. Felszínformacsoportok - néhány vagy sok azonos eredetű formák együttese.
9. Felszínformák - a földfelszínnek olyan, viszonylag nem nagy méretű elemei, amelyeknek megvan a maguk határozott formája, eredete és körvonalai.
10. A felszínformák részei - elemi felszínnek vagy domborzat-

részek - a felszinformák összetevő részei.

11. Mikroformák - a felszinek legkisebb elemei.

Az Intézményközi Geomorfológiai Bizottság" is elkészítette a felszín alapvető morfogenetikus kategóriái taxonomikus osztályozásának tervét /Epstein 1959/. Ez a terv a felszín taxonomikus kategóriáinak felosztására a következő 9 rendbe sorozást indítványozza;

1. Az elsőrendű kategóriába sorozza a Föld felszínének planetáris strukturális-morfogenetikus alapelemeit: a/világrészek /szárazföldek/, b/ óceánmedencék.

2. A másodrendű kategóriába tartoznak a Földnek általános tendenciájuk és mozgékonyosságuk szerint meghatározott legnagyobb méretű geotektonikus elemei. A világrészeken belül: a/ a kontinentális táblák síkságai /hátságokat és fennsíkakat is beleértve/; b/ hegységek és a hegységképződés területein fekvő süllyedések. Az óceánokon belül: c/ az óceáni hátságok síkságai; d/ szigetek iveri és a geoszinklinális területek süllyedékei.

3. Harmadrendű kategóriák - felosztásuk a mozgás iránya és a mozgékonyság foka szerint, a denudáció vagy az akkumuláció tulsulya alapján történik. A kontinentális hátságok területén: a/ akkumulatív síkságok, b/ denudációs síkságon. A hegységek területén c/ hegységek és felföldek /fennsíkok/, d/ hegyközi térségek és hegylábi süllyedések.

4. Negyedrendű kategóriák: felosztásuk a mozgás irányától és intenzitásától meghatározott geológiai szerkezet és magassági fekvés típusa szerint történik.

5. Ötödik kategória meghatározása a vezető exogén tényező vagy a vulkanizmus alapján történik.

6. Hatodrendű kategória meghatározása a jellegzetes morfológiai alapvonások szerint történik, amelyek az endogén és exogén folyamatok kölcsönhatásának eredményei.

7. Hetedrendű kategóriába a földfelszín kisebb elszigetelt egyenetlenségei tartoznak, pontosan megvont határokkal. Felosztásuk a vezető endogén vagy exogén folyamat szerint történik.

8. Nyolcadrendű kategóriába sorolhatók a felszinformák elemei /elemi szintek, felszintöredékek/. Meghatározásuk térbeli helyzetük és a kialakító vezető endogén vagy exogén folyamat típusa szerint történik.

9. Kilencedrendű kategória /mikroformák/ meghatározása a külső arculat sajátossága és a tulsúlyban levő exogén folyamat jellege alapján történik.

A fenti taxonomikus és rendszeres táblázathoz hasonló N.V. Basenyin /Basenyin, Zorin és szerzőtársaik/ 1958-ban kidolgozott táblázata, amely a következő, különböző rendű felszinelemeket tartalmazza:

1. Elsőrendű elemek - meghatározásuk a földkéreg külső képének és szerkezetének fő /planetáris/ különbségei szerint történik: a/ világrészek a selffel; b/ kontinentális lejtő, c/ óceánmedencék.

2. Másodrendű elemek - a kontinensek és az óceánmedencék felszínének nagy planetáris elemei. A kontinensek területén: a/ a kontinentális táblák síkságai, b/ a hegyképződés területén emelkedő hegységek. A kontinentális lejtő területén: c/ a viszonylag csekély mértékben mozgékony területek síkságai és lépcsőfokai; d/ szigetivek és a geoszinklinális területek süllyedékei. Az óceánmedencék területén: e/ az óceáni táblák síkságai, f/ a kis mértékben, mozgékony területek vizalatti gerincei.

3. Harmadrendű elemek - a megarelief típuscsoportjai. A kontinentális táblák síkságainak területén a tulsúlyban levő denudáció vagy akkumuláció és a hegységi domborzat morfológiai alapkülönbségei szerint: hegységek, fennsíkok, hegyközi és hegylábi süllyedékek.

4. Negyedrendű elemek - a megarelief típusai - nagy, /planetáris/ méretű részei a földfelszínnek, amelyeknek domborzata a tektonikus mozgások csapásában, intenzitásában és a geológiai szerkezet általános jellegében tér el egymástól. A síksági területeken meghatározásukra szolgál a domborzat viszonyulása a földtani szerkezet általános típusához, a hegységi területeken pedig a hegységképződés egyezése az alpi geoszinklinálisokkal vagy az idős



gyürt övezetekkel és a szerkezeti sajátosságokkal. Összesen 15 megarelief-típust különböztetnek meg a szerzők. A megarelief típusokat magasságuk alapján hegységi és síksági altípusokra osztják.

5. Ötödrendű elemek - a felszín típuscsoportjai /makro- és mezorelief-típusok/. Meghatározásuk a síksági területeken a vezető exogén hatóerő alapján történik, amely tényező eldönti a denudáció vagy akkumuláció jellegét. A hegységi területeken a külső és belső szerkezet fővonásai a döntőek. A relieftípusoknak összesen 31 csoportját állapítják meg.

6. Hatodrendű elemek - relieftípusok, amelyek meghatározása a felszínformák együttesének jellege, a morfológiai elsődleges alapvonások szerint történik. Ezeket viszont a felszínfejlődés történetének meghatározott menete és az exogén eredetű formák fejlődési szakasza szabják meg. A hegységek domborzati típusait a belső szerkezet részleteitől, a fiatal és idős szerkezet összefüggésétől és a denudáció jellegétől függően különböztetik meg.

Az említett felszíni altípusok meghatározása a megmunkálás jellege és foka, a tagoltság és az e tényezők megszabta morfológiai különbségek alapján történik.

7. Hetedrendű elemek - a felszín mezoformái. Megkülönböztetésük a formák kialakulását megszabó vezető endogén vagy exogén hatótényező szerint történik.

8. Nyolcadrendű elemek - a mezoformák egyes részei. Megkülönböztetésük alapja térbeli fekvésük, viszonyulásuk a formához és a formákat kialakító exogén vagy endogén alapfolyamat.

9. Kilencedrendű elemek - a mikroformák. Meghatározásuk a külső kép és a mikroformákat kialakító exogén, ritkábban endogén folyamat alapján történik.

A hosszabb tanulmány ezután igen behatóan és részletesen bírálja a fent közölt három tervezetet, a taxonomia körébe vágó fogalmaknak részletes és indokolt magyarázatával s kritikáját a befejező részben a következőkben foglalja össze:

"Az ebben a cikkben előadottak azt bizonyítják, hogy a geomorfológiai szisztematikának itt előadott kísérletei nem minősít-

1752

hetők sikerülteknek. E kísérletekben a fogalmak felosztásának logikus törvényére alapított valóban szisztematikus principium alkalmazása távol áll attól, hogy teljesnek legven mondható /csak a síkságok és hegységek osztályozásában /és más principiumok egész sorával keveredik: a felszinformák kiterjedésük szerinti megkülönböztetése/ makro-, mezo-, mikroformák, formacsoportok, különálló formák és azok részei vagy elemeinek a megkülönböztetése/. Ez annyit jelent, hogy a felosztásban keverődnek az általános és különös kategóriák, mint az egvedileg különösek és egyetemesek, az egész és a rész, a nagy és a kicsiny. Az alapelveknek az ilyen összekeverése, és ezek külön-külön következtelen felhasználása a javasolt szisztematikákat megfosztja a nélkülözhetetlen logikus összhangtól. Ugyanakkor azonban a felszín helytálló szisztematikájának szüksége egyre nyomatékosabban érezhető, a különböző mértékű geomorfológiai térképek szerkesztésével járó problémák megoldásakor. Amint a talaj, a geológiai és más térképek szerkesztése során gyűjtött tapasztalatok tanúsítják, a nagy mértékű térképről a kisebb mértékűre átmenetkor megfelelő formában fel kell tüntetni a térképeken a magasabb rangú taxonómiai kategóriákat/ nem a talajnemeket és alnemeket, hanem az altípusokat és típusokat, nem a geológiai szinteket, hanem a réteggötegeket/. Az általánosításnak /generalizációnak/ a felszín taxonómiájára alapított ez a principiuma kell, hogy a geomorfológiai kartográfiának egyik vezető alapelve legyen /Szpiridonov 1958/. Ehhez azonban megkívántatik nemcsak a felszín taxonómiájának a kidolgozása, ehhez ezenfelül a részletesen kidolgozott geomorfológiai osztályozás /klasszifikáció/ is szükséges."

Goraszimov, I.P., Zvonkov, V.V., Bujanovszkij, M.Sz.:

A Duna és a Duna-delta, valamint a Szovjetunió partmenti vidéke  
hasznosításának problémája

/Izv. Akad. Nauk szer. geogr. 1961. 5. sz. 36-42. old./

Bevezetőben a szerzők a Duna hesszára, vizjárására, a meder mélységére vonatkozó újabb számadatokat közlik és megállapítják, hogy a Duna hidroenergiája több tucat milliárd kilovattóra áram termelésére képes - viszont a partmenti államok ennek a potenciális energiának csak elenyészően csekély részét használják fel. Ezért elsőrendű fontosságú feladat néhány óriási méretű vizerőmű építése a Dunán, amelyek az európai szocialista államok energia-hálózatával egységes energiarendszerré volnának egybekapcsolhatóak.

További igen fontos feladat a Duna vizének az öntözéses mezőgazdaság kiépítésére való felhasználása. A Duna vizével ugyanis ezidőszereint mindössze kb. 300 000 hektárnyi területet öntöznek a partmenti államokban, szerzők véleménye és számításai szerint viszont kb. öt millió hektárnyi terület volna kellő műszaki építmények megépítése révén a Duna vizével öntözhető.

A Szovjetunió területére 160 km hosszúságú dunapart esik. Most készült el annak a 120 km hosszú csatornának a terve, amely a Duna torkolatát a dnyosztrovszki limánnal össze fogja kötni. Ezzel lehetővé válik az átrakodás nélküli dunai teheráruszállítás és a csatorna igénybevételével a partmenti szovjet területen 30 000 hektár lesz öntözhető.

A Szovjetunió dunamenti területének a kiterjedése 3313 km<sup>2</sup>, lakosságának száma 147 000, tehát igen sűrű, km<sup>2</sup>-enként több, mint 44 fő. A terület igen jelentős része, kb. 75 000 hektár árterület talaja viszont igen termékeny, a Duna vize igen nagy mennyiségű termékenyítő anyagot tartalmaz, ez a körülmény és a hosszú nyár az oka annak a bő termésnek, amelyet erről a partmenti vidékről az árhullám elvonulása után rendszerint betakarítanak.

Fontos feladat továbbá az ártéri nádasok kiszáritása és

termőfölddó átalakítása. Az öntözőses gazdaságra áttérést megkönnyíti az a körülmény, hogy a Duna és a Prut között öt nagy limán, tehát öt természetes víztároló fekszik. Egyelőre a Duna-delta szovjet területén csak 14 000 hektáron folyik öntözőses földművelés, de az említett csatorna megépítése után a távlati terv szerint 600 000 hektárra emelkedik az öntözött földek kiterjedése. Ezt a nagy távlati tervet a tanulmány igen behatóan ismerteti és a szerzők hangsúlyozzák, hogy népgazdaságilag igen fontos feladat a Duna-delta nagy halbőségének a kiaknázása.

A dunai halászat ugyanis a deltavidéken erősen hanyatlik, mert amíg 1930-1940-ben az évi átlagos fogás 41 000 q volt, addig az 1951-1959 években ez a mennyiség 16 000 q-ra csökkent. A szerzők számításai szerint kellő szocialista szervezéssel a delta vízből évente legalább 100 000 q halat lehetne kifogni.

Végül igen fontos feladat - a szerzők szerint - a Duna-delta nagykiterjedésű nádasainak rendszeres kitermelése. A nádasok kiterjedése jelenleg 33 000 hektár, az évi nádtermés kb. 150 000 tonna, vagyis hektáronként 5 tonna. Ez a mennyiség bizonyos termesztési módszerekkel hektáronként 15-20 tonnára volna fokozható.

"A Duna-delta természeti erőforrásainak kiaknázása tehát komplex feladat, amelynek megoldása a Szovjetunió egész népgazdasága számára nagy fontosságú".

Rihtver, V.G., Szamszonov, Sz.K.:

Adalékok a Kászpi geológiai története legújabb lapjaihoz

/Izv. Akad. Nauk. szer. geogr. 1961. 6. sz. 87-90. old./

A Kászpi zárt medencéjének erős ingadozása eddig megoldatlan, de igen fontos elméleti és gyakorlati problémát vetett fel. A két szerző nem tekinti feladatának a probléma megoldását, csupán a Kászpi-tóra vonatkozó legújabb kutatási adatokat foglalják össze, amiket a cikk szerzői 1957-58-as években Nyugat-Turkmeniában gyűjtöttek.

Főleg az Aktam /az Uzboj egykori medencéje/ száraz medrének

1755

és a Balhas-vidék tőzeglencséit vizsgálták, amelyek alatt vastag /8-10 m/ homokrétegeket tártak fel. Ezt a homokot a szerzők sivatagi képződménynek tartják.

A takaró homok alatti agyagréteg a szerzők szerint a Kászpi transzgresszióját mutatja, a különböző rétegekből kiemelt növény-maradványok viszont az éghajlat hűvösödését bizonyítják.

A két szerző véleménye szerint a feltárt tőzeglencsék általában a Kászpi regressziós korszakaiban keletkeztek és pedig kb. a bronzkorszak vége felé. Ezt a feltevést az archeológiai leletek is alátámasztják.

Az Aktam /Uzboj, az Amu-Darja egykori medrének Ny-i folytatása/ és a Balhas vidék tőzegeinek a korát kísérlik meg a szerzők cikkük befejező részében megállapítani. A szovjet régészek kutatásai szerint az Uzboj partvidéke a bronzkorszakban sűrűn lakott vidék volt s ebből elegendő édesvíz jelenlétére lehet következtetni. Szerzők szerint a tőzeglencsék abszolút kora az i.e. első évszázad.

A tőzegelőfordulásuk keletkezése a Kászpi regressziójának, igen alacsony vízállásának idejére esik, amint ezt az ókori szerzők írásai és a jelenkori régészek kutatásai is bizonyítják. Ugyancsak az archeológiai kutatások szerint a Szarikamüsban a víz jelenlétét az XII.században és a XIII.század elején a tudomány különböző ágaiban végzett kutatások szintén egybehangzóan bizonyítják. A fejlődésnek e kutatások alapján megállapított menete tehát igazolja a "természeti folyamatok komplex kutatásának szükségességét, ami a Kászpi szintingadozásai okainak a felderítésére döntő jelentőségű.

-----





