

A HAZAI RÉTEGCSUSZÁSOK NÉHÁNY SAJÁTOSSÁGA

Farkas József^x

Bevezetés

Minden rézsűs határolású talajtömeg a gravitáció hatására lefelé és kifelé való elmozdulásra hajlamos. Az elmozdulás bekövetkezése a nyirófeszültségek és a talaj nyirószilárdságának a viszonyától függ. Amíg a nyirószilárdság a lehetséges csúszólapok mentén nagyobb, mint a nyiróigénybevétel, addig a rézsűs határolású földtömeg állékony. Ha azonban a nyirási ellenállás a nyiróigénybevételnél kisebb lesz: csúszás /nyirási törés/ következik be.

Az embernek a természetet átalakító tevékenysége méreteiben, kiterjedésében egyre nő; a természeti erők megismerése és a jelenségek kutatása parancsoló szükségletként jelentkezik, hogy az emberi alkotások biztonságát és tartósságát elérhessük.

A természetes lejtők mozgása bekövetkezhet műszaki beavatkozás nélkül is. Például Borsod- vagy Baranya megyében nem ritkák a mozgó domboldalak, amelyek alakváltozásai minden "emberi közreműködés" nélkül történnek és szabad szemmel is jól láthatók a terepen.

A felszínmozgások megelőzéséhez, elkerülhetőségéhez az uralkodó viszonyok igen alapos ismeretére van szükség. A feltárások, kísérletek mennyisége a geotechnikai vizsgálat szempontját tekintve általában mindig kevés, s becslésekre, feltevésekre van szükség. Ezek helyességét növelhetik jelentős mértékben a geológiai ismeretek, a

^x Budapesti Műszaki Egyetem Geotechnika Tanszék

vizsgált terület keletkezésének, a geológiai hatásoknak, a hidrogeológiai, geomorfológiai és klimatikus viszonyoknak az ismerete, továbbá az építés közbeni megfigyelések.

A homogén altalajú rézsűk igen ritkák hazánkban. A bevágás-rézsűk, lejtők talaja általában heterogén, változó mértékben rétegzett. A rétegek állhatnak hasonló tulajdonságú anyagból; de igen gyakran különböző tulajdonságú, más-más geológiai korból származó rétegekből áll az összlet.

Rétegzett altalajviszonyok esetén a hagyományos állékony-ságvizsgáló módszerek - körív csúszólap és izotróp nyírószilárdsági tulajdonságok feltételezésével - nem adhatnak igazi képet, elfogadható, jó eredményt /1.ábra/.

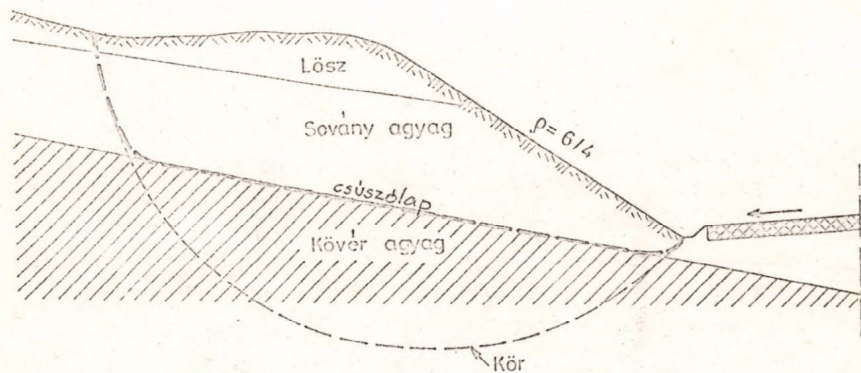
Régóta ismert, hogy a lejtőt alkotó talajrétegek nyírószi-lárdsága között jelentős különbségek vannak. Egyes réteg-határokon a viktartalom értéke magas.

Rétegzett altalajviszonyok mellett, ha a domboldal lejtési iránya a rétegek dőlési irányával közel megegyezik, akkor - megfigyeléseink szerint - a csúszólap a legtöbb esetben nem kör, hanem a réteghatáron vagy annak közelében halad, tehát a rétegzettséggel párhuzamos. Ilyen esetben a felső rétegek egy - a természet által már előre megszabott - síkon, rendszerint egy agyag felső réteghatárán mozgásnak indulnak.

A csúszólap kritikus réteghatárok mentén való haladásának oka rendszerint az, hogy ott kisebb a nyírási ellenállás, mint a homogén talajban.

A mozgás mechanizmusa

A rétegcsúszásnak nevezett mozgási formánál tehát a fel-



1. ábra. Rétegcsúszás szelvénye

szinközeli talajtömeg egy olyan agyagréteg felszínén indul mozgásnak, amely mentén csak kritikusan kicsiny nyírószilárdság áll ellent a lefelé és kifelé ható erőknök. A mozgás rendszerint a lejtő vagy rézsű lábánál indul meg, illetve ott ahol az alsó kritikus agyagréteg a felszínre kifut, vagy azt a legjobban megközelíti /1.ábra/.

Az agyag felszínén a nyírószilárdság mobilizálódik, majd másodlagos jelenségek zajlanak le: a felső részen lévő talajtömeg húzott állapotba kerül. Ennek a húzásnak azonban még az agyagok is csak igen rövid ideig tudnak ellenállni, hiszen kötött talajoknál is az egyirányú nyomószilárdság és húzószilárdság viszonya tapasztalataink szerint 10-15. Ezért ez a tömeg leszakad, s törés síkja felletti földtömegeggyütt mozog lefelé és kifelé.

A csúszólap a réteghatáron, vagy annak közelében halad. Ha a réteghatár nem fut ki a térszínre, akkor a rézsű talpán túl, vagy a felszint legjobban megközelítő helyen - a legkisebb ellenállás vonalát követve - a passzív földellenállás szakadólapja mentén fut ki a felszínre. A lecsúszó földtömeg kissé szétterül, feltorlódik és önmagát blokkolja.

Tekintve, hogy a rétegcsúszásoknál közelítőleg sík, illetve alul és felül íves szakaszokból álló törési felületek alakulnak ki, így nincs mód arra, hogy a földtömeg csupán forgó mozgást végezve, belső deformációk nélkül mozduljon el. Ezért az elmozduló talajtömeg belsejében egyes helyeken húzófeszültségek miatti töréseknek, másutt pedig kompressziós - nyomott - zónának kell kialakulnia, a mozgás csak így tud létrejönni. A csúszó tömb mentén kialakuló repedések közel függőleges lefutásúak. A felső részen csaknem függőleges a csúszólap kimetsződése is.

A csúszó tömb felszínén lévő fák közel függőleges állásuk maradnak, kivéve a mozgás lábainál lévőket, amelyek kibillennek, eldőlnék.

Az első mozgás során kialakult repedéshálózat a következő csapadékos időszak felszínre jutó vízmennyiségét elnyeli és mélyebb szintre, magához a csúszólaphoz vezeti. Ezzel aztán tovább romlik a helyzet és a csapadékos idő, vagy kiadós zápor után bizonyos /de általában rövid idejű/ fáziskéséssel további mozgás következik be, illetve az addig tapasztalt lassú mozgás sebessége átmenetileg megnő.

A csúszások okai

Szerző az elmúlt évek során 421 db - nagy valószínűséggel agyagfelszínen bekövetkezett rétegcúszásnak minősíthető - felszínközeli talajmozgás leírás és /ha volt/ laborvizsgálati anyagát tanulmányozta át, illetve végzett helyszíni bejárást és vizsgálatokat. Ezek szerint a bekövetkezett rétegcúszások 84 %-ánál a kritikus agyagfelszínen kialakuló időszakos vízszivárgások, illetve rétegvizek; 54 %-ánál a sajátos morfológiai viszonyok és a réteghelyzet; 45 %-ánál az emberi tevékenység; 7 %-ánál pedig a folyóvizek alámosó hatása játszott döntő szerepet a mozgások kialakulásában. Figyelemre méltó, hogy a "vizzáró" agyagfelszínen áramló időszakos vizek a csúszások többségénél felfedezhetőek voltak, s feltételezhetően jelentős szerepet játszottak a mozgások kialakulásában.

Az említett statisztikai adatok csak a fő okokra vonatkoznak. A legtöbb csúszásnál több előidéző okot /geológiai, morfológiai, klimatikus tényezők, emberi beavatkozás/ le-

het felsorolni. Azt kiemelni, hogy közülük melyik időzte elő közvetlenül a mozgást, nem könnyű és nem is korrekt. Az "utolsó" ok csak olyan szerepet játszhat legtöbbször, mint gyújtószinór a robbantásnál.

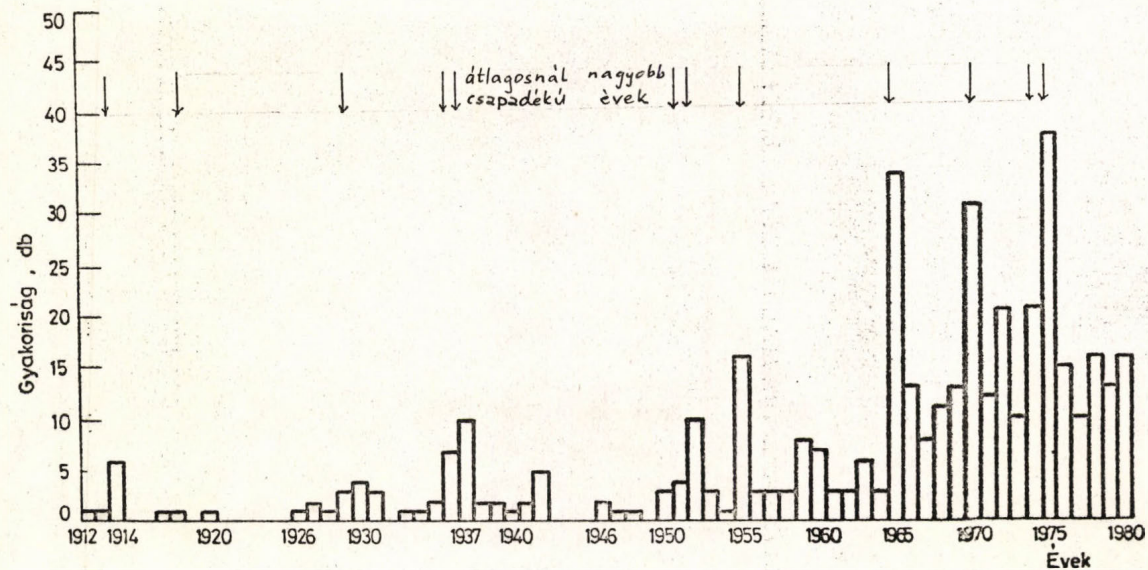
Helyszini megfigyeléseink szerint a hazai rétegcúsúsások kialakulásánál a nyirószilárdság csökkenésében az időszakos vizeknek /téli, kiemértékű párolgás után tavaszi hóolvadás, nagy intenzitású vagy hosszantartó esőzések, szikkasztás/ szinte mindig szerepe volt, mivel az agyagok nyirási viselkedése szempontjából a legérzékenyebb, legfontosabb paraméter a vızrtartalom.

Régóta jegyzett megfigyelés, hogy a felszınmozgások és a csapadékmennyiség között összefüggés van. Különösen igaz ez a rétegcúsúsásokra. A hazai rétegcúsúsások évenkénti gyakoriságát - a szerző vizsgálatai alapján - a 2. ábra mutatja az 1912-1980 évek közötti időszakra. Az ábrán nyilakkal jelöltük azokat az éveket, amikor az átlagot lényegesen meghaladó mennyiségű csapadék hullott. Ezekben az években a rétegcúsúsások száma is megnőtt.

Hazai előfordulások

Egy-egy felszınmozgás típusának eldöntésekor a hozzáférhető objektív elemek /mennyiségi és minőségi vizsgálatok, feltárások eredményei/ mellett kétségkívül a szubjektív megítélésnek /tapasztalat, érzék/ is jelentős szerepe van. Csak azokat a mozgásokat minősítettük rétegcúsúsásnak, amelyeknél a legszükségesebb morfológiai, geológiai adatok ismerete mellett a mechanizmusra is nagy valószínűséggel lehetett következtetni.

A bekövetkezett csúsúsások helyeinek összegyűjtése és térképen való ábrázolása lehetővé tette olyan mérnök-



2. ábra. A rétegszűzások éves gyakorisága

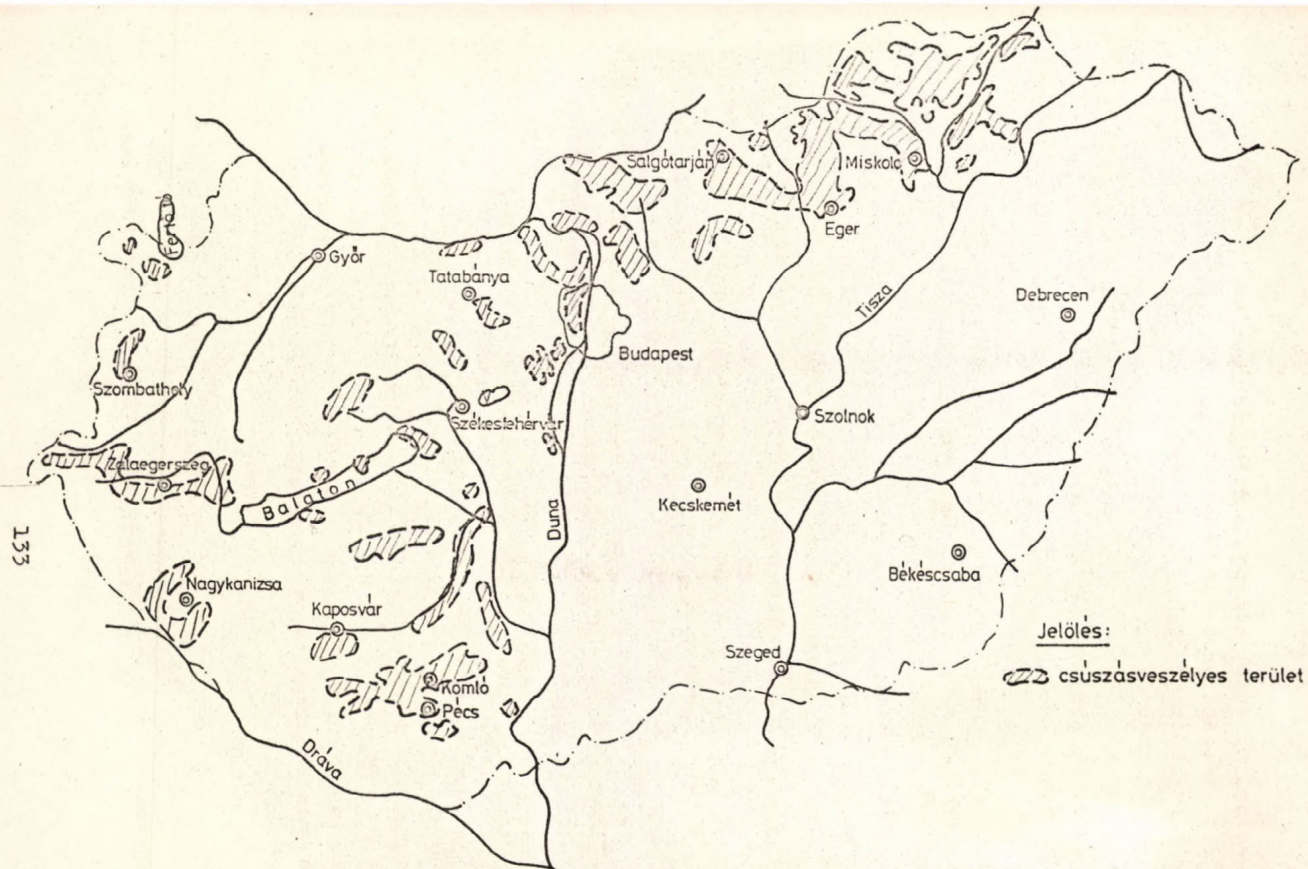
geológiai régiók körvonalazását, amelyen belül az állékonyassági problémák hasonlóságot mutatnak, ahol a rétegcúszásokra hazánkban számítani lehet és kell is. Ezt szemlélteti a 3. ábra. A térképen feltüntetett egy-egy körülhatárolt területen belül a hidrogeológiai, geológiai, geomorfológiai és geotechnikai adatok közel azonosak.

Az ország egész területének vonatkozásában kb. 220 km^2 -re jut egy rétegcúszási eset. Ez a szám látszólag nem nagy; rendkívül kedvezőtlen azonban az ábrán feltüntetett területi elhelyezkedés, mert jelentős részük a fővárosban és nagy ipari centrumainkban /Miskolc, Salgótarján, Pécs, Komló/ illetve népgazdasági szempontból súlyponti területsávban következett be.

A legtöbb rétegcúszás a változatos domborzatú és földtani felépítésű Borsod-Abauj-Zemplén megyében fordult elő, ahol a hegyoldalak /Bükk, Zempléni hg/, domboldalak /Borsodi dombság, Cserhát, Harangod, Bükkalja, Borsodi medence/ gyakran műszaki beavatkozás nélkül is mozgásba jönnek a víz, az atmoszferiliák, a gravitációs erő hatására.

Az ugyancsak változatos domborzatú tájegységeket magába foglaló Heves és Nógrád megyékben a Bükköt és Mátrát övező, üledékes rétegekből álló dombvidékeken, a Bükkalja és Mátraalja enyhén dombos térségében, a Tarna és Zagyva teraszos völgyében a Börzsöny és a Cserhát nyúlványain találkozhatunk agyagfelszínen bekövetkező csúszásokkal.

Pest megyében a Gödöllői dombság és a Cserhátalja, illetve a Pilis hegység agyagrétegei csúszásveszélyesek. Komárom megyében a Gerecse északi lejtői, a Pilis-Dunazug hegység-



3. ábra. Agyagfelszínen bekövetkezett hazai rétegcsúszások helyei

gek és a hegyek közti rögök rendelkeznek a mozgások kialakulásához kedvező morfológiai adottságokkal. Fejér megyében a Vértes D-i, DK-i nyúlványain, a Tatabánya-Bicske közötti és a Váli-vízét övező dombokon vannak meg a csúszások kialakulásának kedvező feltételei.

Veszprém megyében a Bakonyban és a Balaton ÉK-i végét körülvevő dombokra; Tolna megyében a Hegyhát Ny-i /Kapos folyó menti/ és DK-i lejtőin, a Völgységben; Somogy megyében a Koppányt övező dombokon és a Zselic dombjain fordul elő a felszínmozgások vizsgált típusa.

Baranya megyében a Mecsek nyúlványain, a Baranyai domszágon található az ország második legnagyobb összefüggő rétegcsőszás-veszélyes területe. Győr-Sopron megyében a Fertő tótól DNY-ra eső Fertőmelléki domszágon és Sopron térségében; Vas megyében Szombathely és Szentgotthárd környékén; Zalaiban pedig elsősorban a Zala folyó menti dombokon vannak meg a rétegcsőszás feltételei.

A csúszások jellemzői

A bekövetkezett csúszások sok tekintetben értékes információkat szolgáltatnak. A vizsgált esetek statisztikájából - a mozgó földtömeg méreteinek vonatkozásában - az derül ki, hogy a kritikus agyagfelszínen bekövetkezett csúszások mintegy 50 %-ánál a csúszólap 5 m-nél kisebb mélységben volt a terepszint alatt. Az esetek 29 %-ánál 5-10 m mélységben és 21 %-ánál 10 m-nél mélyebben volt a csúszólap.

A csúszások alaprajzi kiterjedése tekintetében: a mozgások mindössze 4 %-ánál volt a kiterjedés 50 m^2 -nél kisebb. $50-250 \text{ m}^2$ kiterjedésű volt az esetek 10 %-a,

és 250 m^2 -nél nagyobb alaprajzi területen mozdult el a talaj a vizsgált csúszások 86 %-ánál.

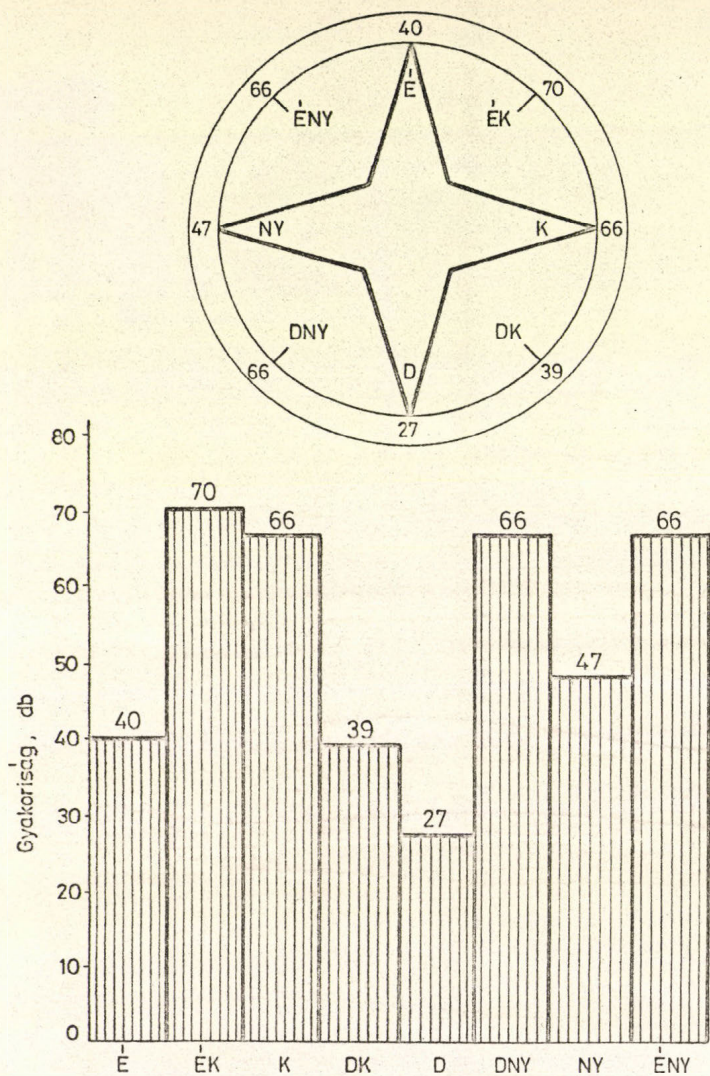
A csúszó földtömeg maximális vastagságának v / és a mozgó tömeg lejtőirányú max. hosszának L / az aránya általában $v/L=0,03-0,1$ között változott.

Az elmozdulási irányok gyakorisági megoszlását a 4. ábra szemlélteti. Látható, hogy a legtöbb elmozdulás ÉK, K-i, illetve DNy, NY, ÉNy-i irányban következett be. Ez jó összhangban van a 3. ábrán bemutatott mozgáshely kontúrokkal. Ezek a kontúrok általában ÉNy, É-DK, D irányban elnyúltak - nyilvánvalóan a domborzat helyzetének megfelelően ; így a mozgásirányok többsége erre közel merőleges kell hogy legyen.

A rétegcsúszásos területek földtani viszonyai

A Magyarországon területén lévő hegyek, dombok közismerten változatos geológiai felépítésűek. A helyi geológiai viszonyoknak, a rétegzettségnek - mint említettük - sokszor döntő szerepe van a csúszások kialakulásában.

Csak geotechnikai szemlélettel - geológiai szemlélet nélkül - nehéz megérteni a csúszások ok-okozati összefüggéseit, így például a réteghatárok szerepét az ágyazási síkok mentén bekövetkező instabilitásokat. Hazánkban a "gyenge síkok" /pl. bentonitos agyagerek, rétegfelszínek/ meglétének a jelenleginél lényegesen nagyobb szerepet kell tulajdonítani, s akkor kevesebb "magyarázat nélküli" csúszási esettel találkozhatunk. Ezek a gyenge síkok rutinvizsgálatokkal szinte fel sem deríthetők.



4. ábra. Az elmozdulási irányok gyakorisági megoszlása

Az 5. ábra a csúszólap alatti talajok keletkezési kor szerinti gyakoriság-eloszlását szemlélteti a hazai rétegcúszások vonatkozásában. Az ábrából kitűnik, hogy a csúszások szempontjából szerepet játszó legidősebb rétegek triász korúak /pl. Mecsek hegység, mónosbéli vasúti bevágás/.

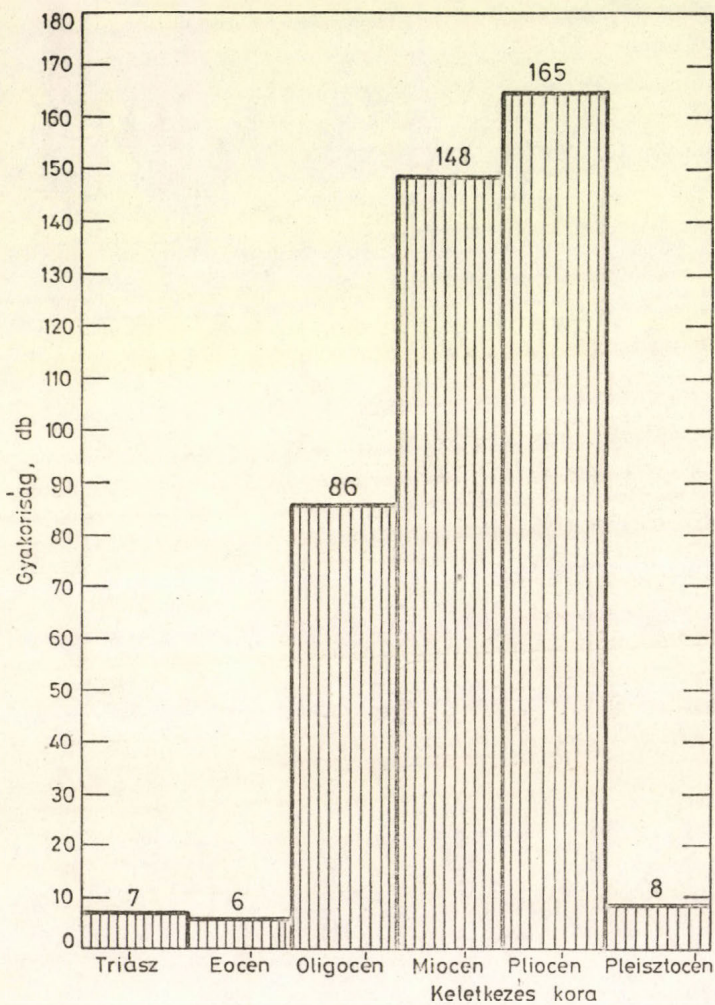
Az eoocén korú rétegek felszínén bekövetkezett rétegcúszások többsége a főváros budai részén történt.

Nagyszámú rétegcúszás következett be oligocén agyagokon /Budapest környéki kiscelli agyagok, Eger térsége, Borsod megye/.

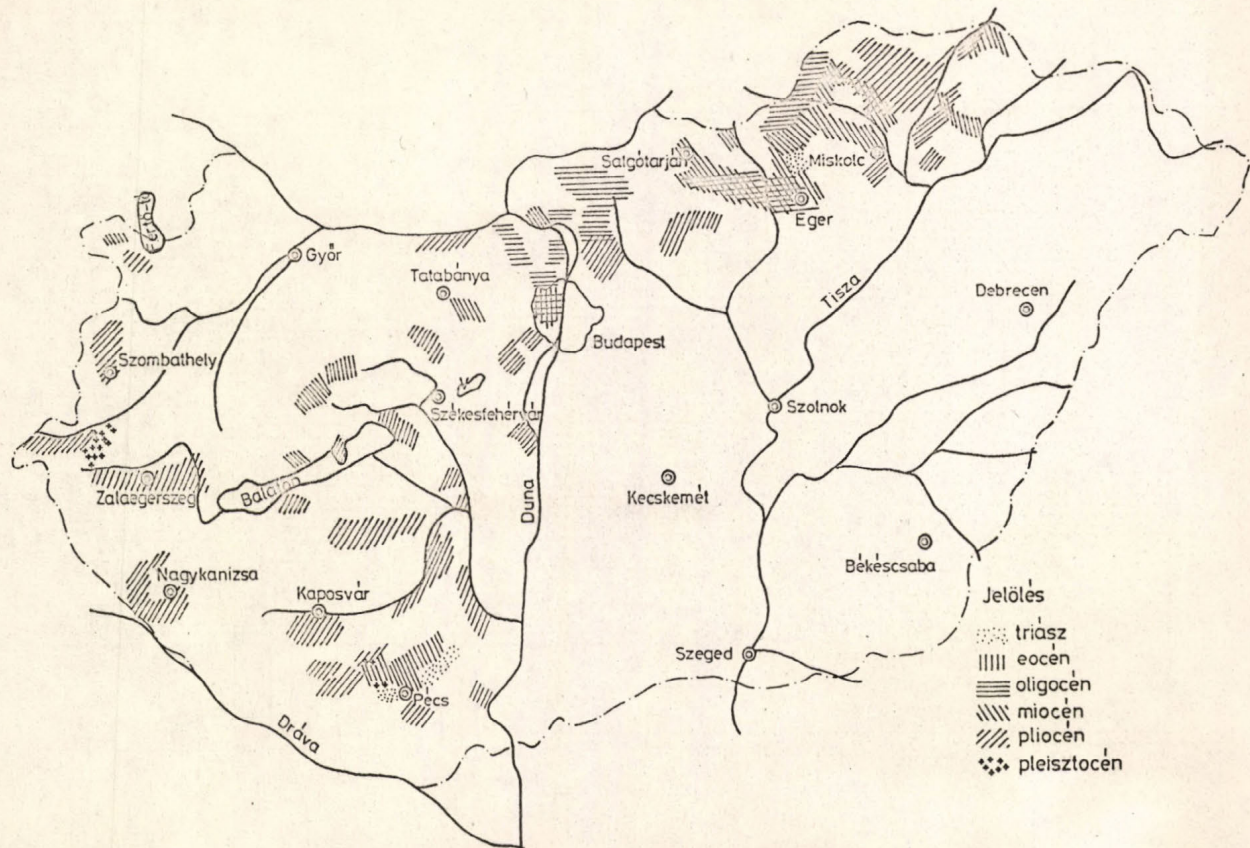
A hazai rétegcúszások többsége miocén és pliocén korú agyagok felszínén következett be /6. ábra/. Pleisztocén korú, vízerzékeny, tavi, artéri, mocsári agyag csak néhány esetben okozott rétegcúszást.

Az állékonysági vizsgálatok szerint a csúszólap által követett réteghatár hajlása nagymértékben befolyásolja a lejtő, illetve rézsű stabilitását. A vizsgált csúszásoknál a kritikus réteghatár /csúszólap/ vízszintessel bezárt hajlásszögének gyakoriságeloszlását a 7. ábra szemlélteti. Látható, hogy a rétegdőlésnek megfelelően a csúszólap hajlása leggyakrabban $\xi = 10-15^\circ$ körül mozog. Meg kell jegyezni, hogy több csúszásnál a réteghatár hajlásszöge változott, vagy pontos meghatározás hiányában csak lehatárolni lehetett az értékét, s ezek a határértékek két vagy három /pl. $\xi = 4-11^\circ$ / hajlásszögcsoporthoz tartoztak. Ilyenkor mindegyik csoportba beszámítottam a vizsgált esetet.

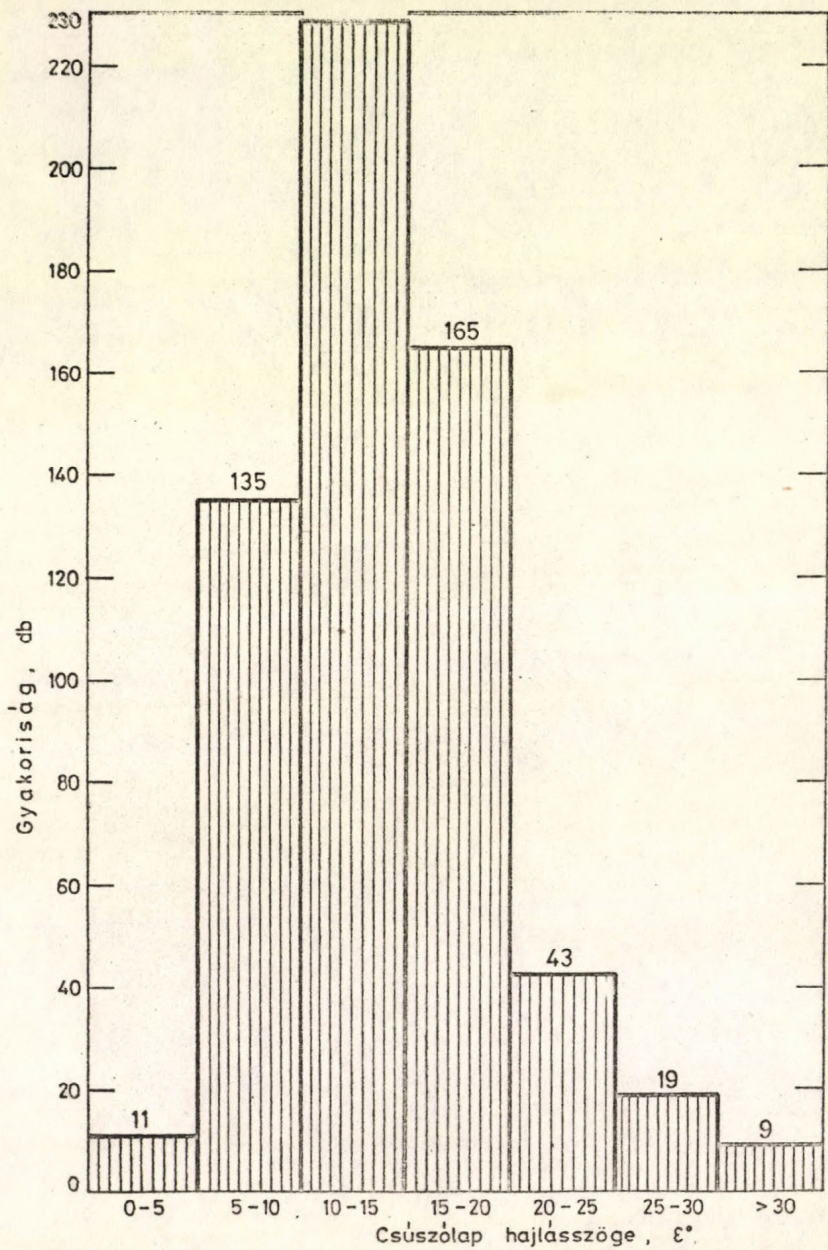
Ha a különböző korú rétegek felszínének hajlását vizsgáljuk, akkor a 8. ábrán látható kép adódik. A triász már-



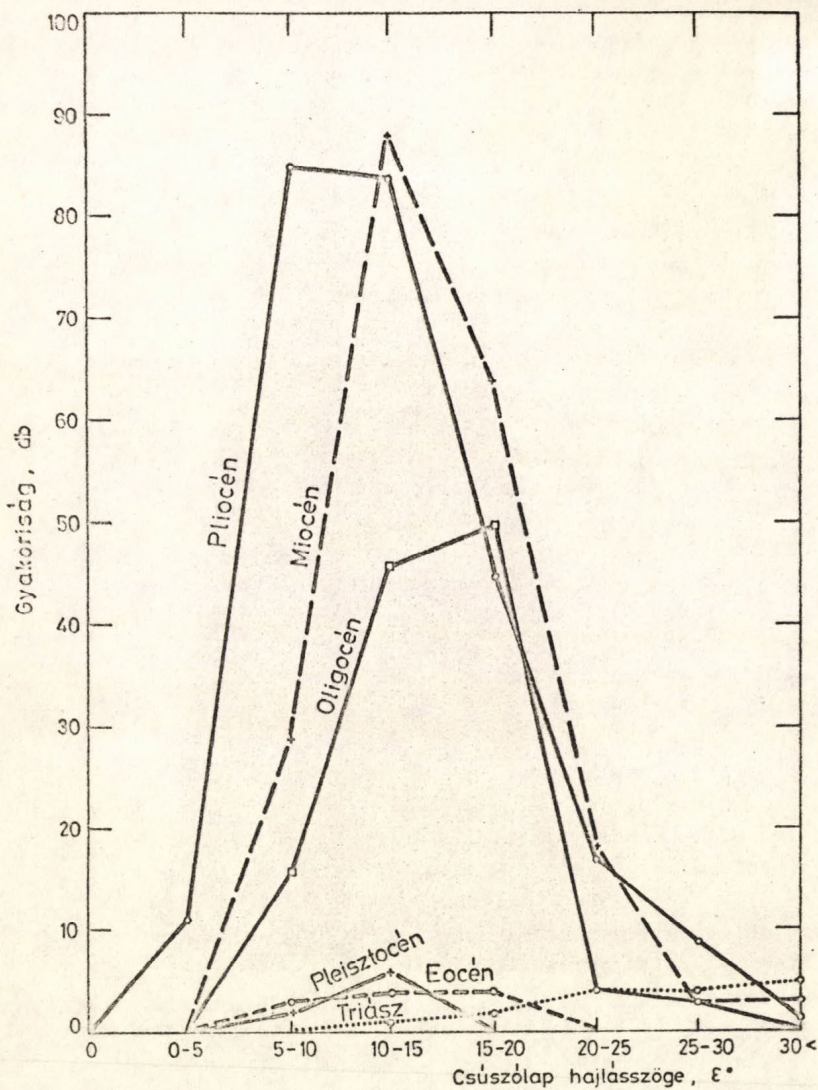
5. ábra. A csúszólap alatt lévő talajok keletkezési kora



6. ábra. A csúszást okozó agyagok kora



7. ábra. A csúszótlap hajlásszögének gyakorisági megoszlása



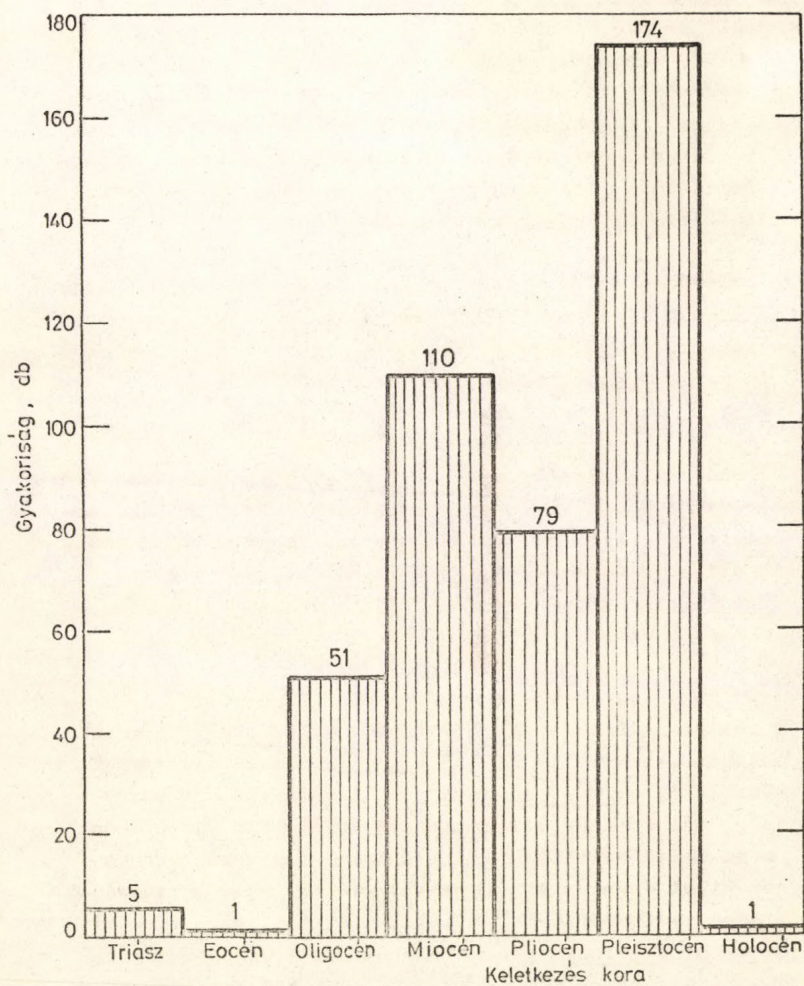
8. ábra. A csúszólap hajlásszögének gyakorisági megoszlása különböző korú agyagok esetén

gás, palás agyagon bekövetkezett csúszásoknál a legnagyobb a réteghatár hajlásszöge; leggyakrabban $\epsilon = 30^\circ$ körüli értékű. Az eocén és oligocén agyagrétegeknél $\epsilon \approx 15^\circ$, miocén agyagoknál $\epsilon \approx 14^\circ$, pliocén agyagoknál pedig $\epsilon = 11 - 13^\circ$ körül van a legnagyobb csúszólap hajlásszöge /réteghajlásszög/. $\epsilon = 2-5^\circ$ hajlásszöget csak pliocén /pannon/ agyagok felszínén bekövetkezett rétegcsúszásoknál tapasztaltunk /pl. a visontai külszíni szénfejtésnél, nagy rézsűmagasság esetén/.

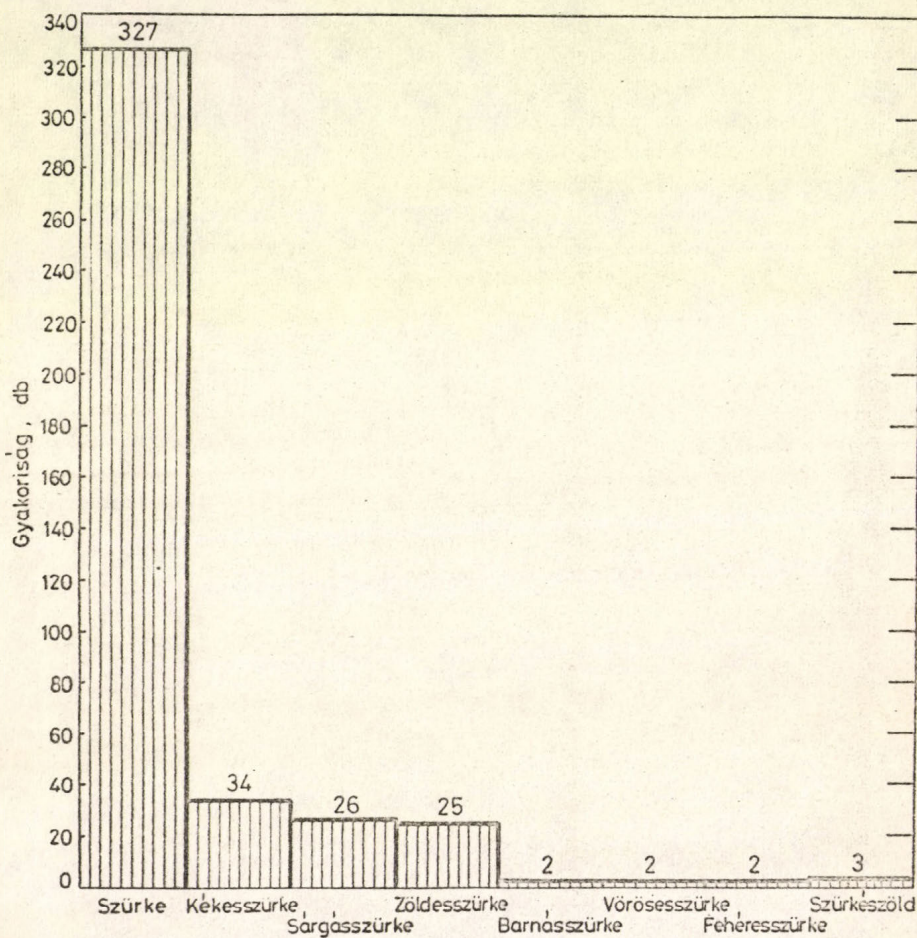
A csúszólap feletti rétegek keletkezési korának vonatkozásában a 9. ábra ad összefoglalást. Kitűnik, hogy a kritikus réteghatár felett többségében miocén és pleisztocén korú rétegek voltak. A pleisztocén rétegek általában lösszel, lejtőtörmelékkel tarkított agyagok.

Különös figyelmet érdemel az a tény, hogy a pliocén /többségében pannon/ vízzáró agyagrétegek felszínén bekövetkezett csúszások 54 %-ánál, a miocén agyagok 47 %-ánál, az oligocén rétegek 21 %-ánál a közvetlenül felette lévő kvarter rétegek mozdultak el; tehát a csúszólap a korokat elválasztó határfelületen alakult ki.

Megvizsgáltam az agyagok színe és csúszási hajlama közötti összefüggést is. A vizsgált 421 db rétegcsúszási esetről a csúszólap alatti agyag színének gyakorisági eloszlását a 10. ábra mutatja. Természetes, hogy egy talaj színének megállapításánál szubjektív tényezőknek /a minősítő személyének/ is szerepe van; az azonban rendkívül érdekes és figyelemre méltó, hogy a csúszások minden esetben szürke vagy valamilyen szürkés árnyalatú agyagréteg felszínén következtek be. A vizsgált esetek nagy száma miatt szinte egyértelműen kijelenthető, hogy a tárgyalt rétegcsúszási típus szürke árnyalatú agyagok felszínén várható hazánkban.

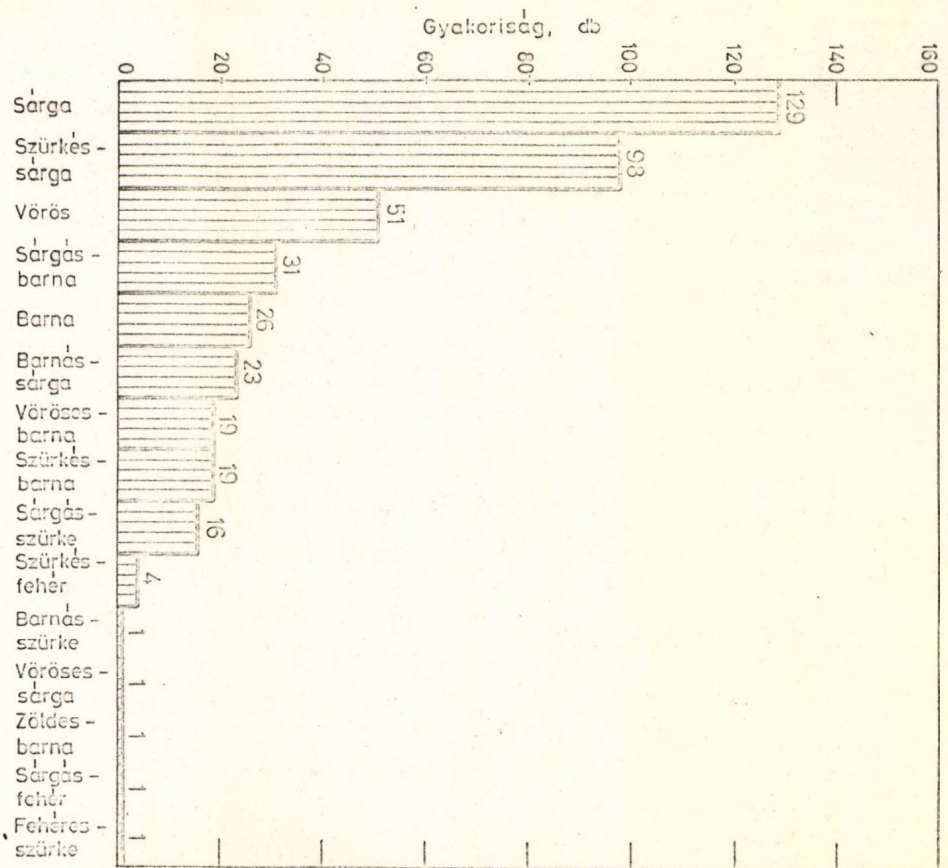


9. ábra. A csúszólap feletti talajréteg keletkezési korának gyakorisági eloszlása



10. ábra. A csúszólap alatti agyagréteg színe

A csúszólap felett közvetlenül elhelyezkedő talajréteg színének gyakorisági eloszlását a 11. ábra mutatja. Látható, hogy itt az oxidációra jellemző sárga, barna és vörös színek dominálnak. A 10. és 11. ábra összehasonlításából adódik a gondolat, hogy a vizsgált rétegcsúszások az oxidációs zóna alsó határán következnek be. Vizsgálatokat végeztem a lejtő, illetve a részű hajlásának vonatkozásában is. Ebben a tekintetben azonban nehéz lenne olyan eredményt bemutatni, amiből messzemenő következtetéseket lehetne levonni. A lejtőhajlás általában pontról-pontra változik. Az emberi tevékenység / pl. bevágásnyitás/ okozta mozgásoknál a csúszás után már nehéz megállapítani a mozgás megindulásakor jellemző hajlást /sokszor a felelősségrevonás elkerülése miatt el is titkolják/. Gyakran tört a részű /pl. a helytelen kivitelezési technológia miatt alul függőleges/. A hazánkban bekövetkezett rétegcsúszásoknál a lejtő, illetve részű átlagos hajlásszöge 12° - 42° között változott. 30° feletti értéket csak kevés esetben tapasztaltunk /pl. Eger-Putnok vasútvonal sátaí és mónosbéli bevágásaiban, illetve Pécs környékén/.



14. ábra. A csuszólap feletti talaj színe

SOME CHARACTERISTIQUES OF HOME
LAYER SLIPPINGS

József Farkas

Subsoil of home cut embankments and slopes is generally heterogeneous, stratified in varying degree. That is why at surface movements slide passes on the layer limit or in its vicinity in most of the cases.

Through last years the author of this article made 421 analyses, examinations of near-surface soil movement qualified in all likelihood as layer slipping formed on the clay surface. There is a connection between surface movements and quantity of rainfalls.

Collecting places of home slippings permitted to outline engineering geological fields within which the stability problems show similarity where layer slippings can be as well as have to be expected in Hungary. The most of layer slippings took place in counties Borsod-Abaúj-Zemplén, Baranya, Nógrád and Heves which are of varied relief and geological building.

The majority of home layer slippings took place on the surface of myocen and pleistocen aged clays. According to results of examinations the layer slipping type mentioned above is to be expected on the surface of grey shaded clays in our country.

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ОПОЛЗНЕВЫХ СЛОЕВ В ВЕНГРИИ

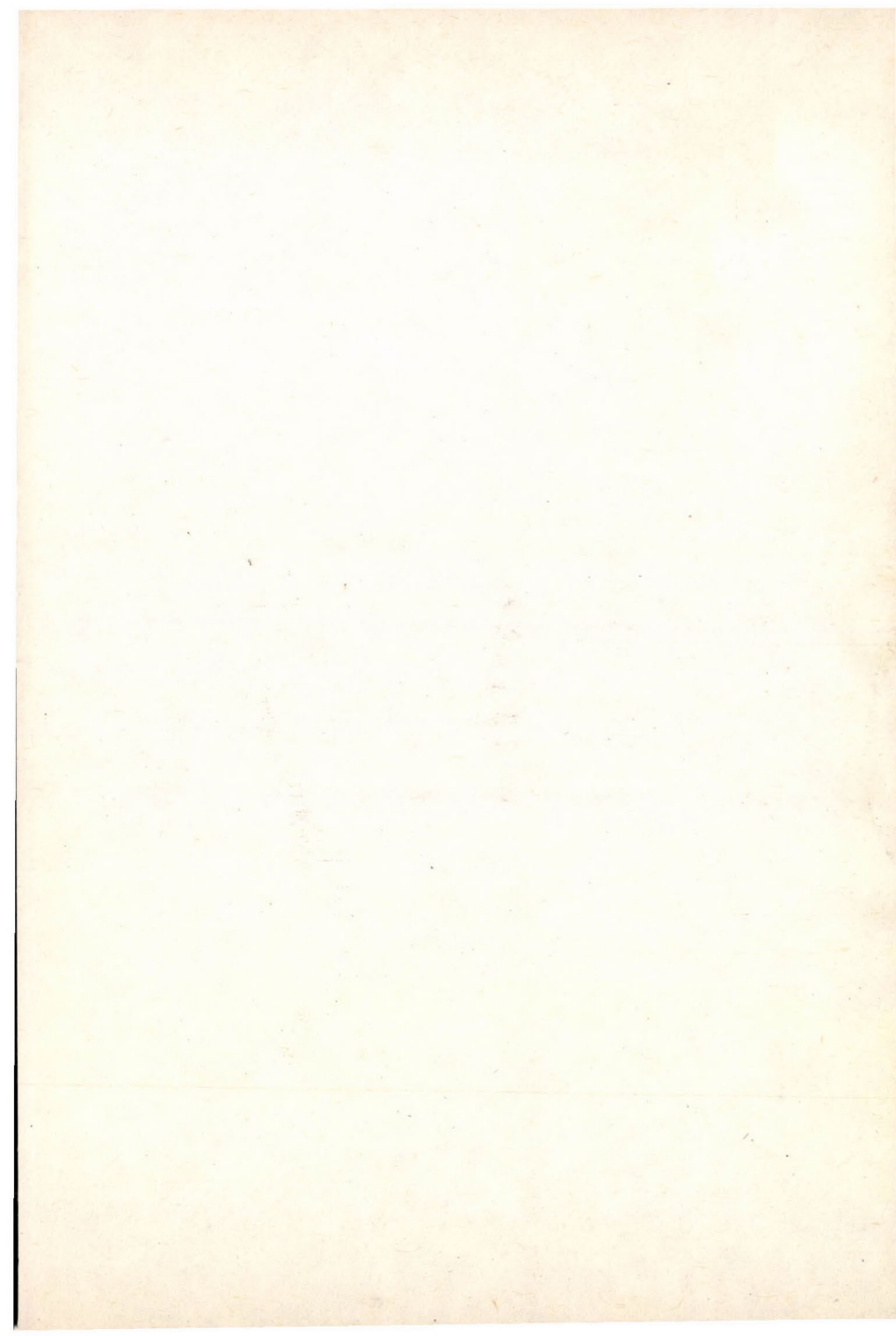
ФАРКАШ ИОЖЕФ

Грунты оснований откосов выемки, а также откосов, как правило, однородны, с изменяющейся слоистостью. Поэтому в случае оползневых поверхностей плоскость скольжения в большинстве случаев находится на границе слоев либо недалеко от нее.

Автор статьи за последние годы анализировал, исследовал 421 случай движения грунта вблизи поверхности, считавшихся потенциально оползневыми и происшедших по всей вероятности на поверхности глины. Между оползневыми поверхностями и количеством осадков имеется взаимосвязь.

Исследование оползневых областей позволило оконтурить такие инженерно-геологические регионы, в рамках которых проблемы устойчивости аналогичны, и в которой части Венгрии потенциально возможны оползни. Большинство оползней произошло в областях с изменяющимся рельефом и геологической структурой, а именно в Боршод-Абауй-Земплен, Баранья, Ноград и Хевеш.

Большинство оползней в Венгрии произошло на поверхности глин миоценового и плиоценового периода. Соответственно результатам испытаний обсуждаемый вид оползней ожидается на поверхности глин серого тона.



MFESZ - egyesületi használatra !
Kiadja: Magyarhoni Földtani Társulat
Készült: 400 példányban
83/3279 MFESZ Házinyomda, Bp.
Felelős vezető: Deli Sándor

