

# Előregyártott vasbetonelemekből kivitelezett támasztó szerkezetek, vasalt földtámrendszerek a mélyépítési, vízépitészeti és közlekedési gyakorlatban, ezek pozitív hatása az építkezés környezetére

*Dr. Mihalik András*

Nagyváradai Egyetem, Építőmérnöki tanszék

*„A matematikai formula a mérnöknek csak az,  
ami a nyelvten az írónak.  
Vezeti a gondolatot, de nem ad gondolatot”  
Dupuit*

(folytatás a *Műszaki Szemle* előző számából)

## 3. A megoldás keresése, kutatása, kísérleti szakaszok, a végleges építmény struktúrája a kohéziós talajok támasztó szerkezeteinél

Az alépítmény állékonysága különböző keresztmetszetekben, sajátos hidrogeológiai környezetben általában a vízvezetés – felszíni és felszín alatti – függvénye. Ha ez a feltétel nincs biztosítva, a földtömeg deformálódik és bekövetkezhet a csúszás jelensége.

A földtömegek megtámasztásának egyik módja az ún. súlytámfalak, gravitációs falak alkalmazása.

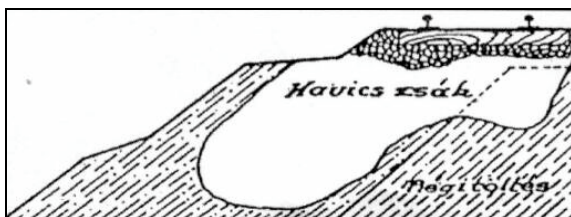
### 3.1. Súlytámfal előregyártott vasbetonelemekből

A Román Államvasutaknál (CFR) először 1958-ban alkalmazták az ilyen típusú falakat a Nagyvárad–Vaskóh-i vasútvonalon, az L3 pályafenntartási főnökségen.

A felépítmény gyengesége (30, 34, 5 típusú rövidsínek, a kavicságy nem megfelelő keresztmetszete), az irányvonalak vízszintes és függőleges gyakori váltakozása (kis sugarú körívek átmeneti ívek nélkül, 15 %-nál nagyobb emelkedések) rányomta a bélyegét az agyagos talajú alépítmény állékonyságára és a kavicszsákok erőteljes kialakulására.

A forgalom folytonossága megkövetelte a károsodások megelőzését és a megfelelő helyreállításokat. Ez a körülmény kényszerített ki egy olyan beavatkozási technológiát, amelynek segítségével a károsodások hamar és biztonságosan kivédhetőkké váltak. A károsodások gyakoriságának róható fel talán, hogy miért éppen ezen a vasútvonalon jelent meg először a fent említett technológia. Az eredmények és tapasztalatok ezeknél a „repülő” beavatkozásoknál a végleges szivárgó támfalnak a létrehozását eredményezték a kohéziós talajokban. (lásd az ábrát).

A támfalnak a szilárdsági struktúrája két típusú vasbetonelemből csuklósan van összeszerelve, melynek a belső tere 140 m/m-nél nagyobb kövekkel gondosan van kitöltve. Az így kialakított támfal tulajdonképpen egy szivárgó rendszer – mint ahogy az előzőekben is aláhúztuk – az alapozástól a fal koronájáig. A struktúra rugalmas mind függőleges, mind vízszintes irányban, igazodik az agyag képlékenységéhez, ami nem veszélyezteteti a szerkezet biztonságát. Az állandóan mozgásban lévő levegő hatására az agyag víztartalma a pára kondenzálásának következtében távozik el az alapozáson kialakított beton folyókán. Egyes bevágásokban sikerült az uralkodó szél irányát is „beépíteni” ebbe a szellőztető tevékenységbe.



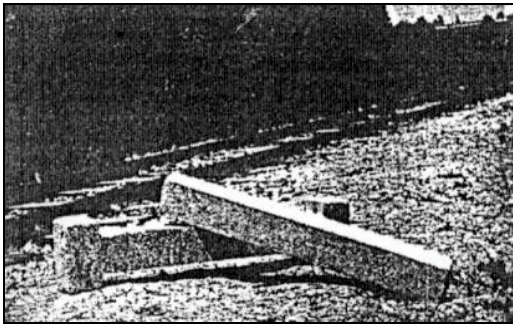
6. ábra

*A kavicszsák kialakulása kohéziós talajban.  
A vaskohi vonalon a kavicszsák mélysége meghalad-  
hatja egyes helyeken a 3,5m-t.*



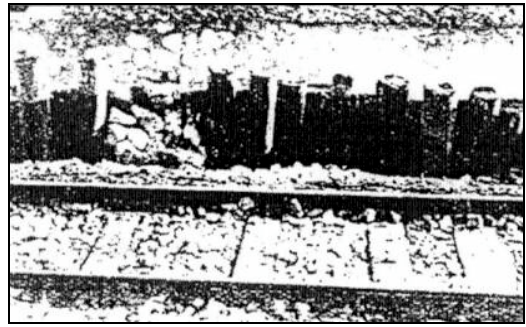
7. ábra

*A kavicszsák kialakulását a részű  
megcsúszása követheti.*



8. ábra

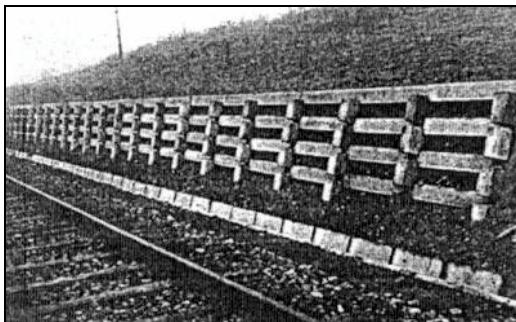
*A két vasbetonelem, amelyekkel csuklósan kialakítható a támasztó szerkezetek struktúrája*



9. ábra

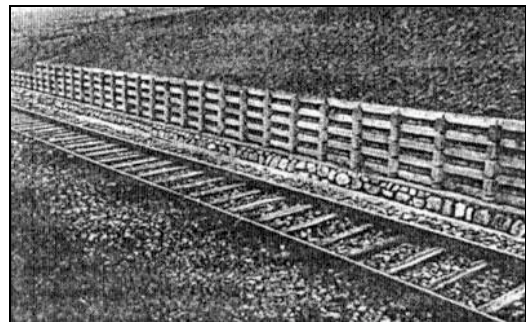
*Az agyagos rézsű mozgásának megakadályozása a kihegyezett talpfákból készült cölöpökkel és sövényke-rítéssel. Kevés ideig bírta, utána „ráfeküdt” a vasútra.*

Ha a számítások alapján nagyobb földnyomások adódnak, a struktúrát rugalmasan lehet növelni mind a két irányban, igazodva az előírt méretezéshez. A gyors és egyszerű kivitelezés mellett, a szezonmunka eltűnik mint olyan, a fal mindjárt az elkészítése után átveheti a nyomóterhelést, ellentétben a beton monolitikus falakkal. Abban az esetben, ha egy ilyen fal elveszti állékonyságát, a betonelemek visszanyerhetők, s a csúszott föld eltávolítása után az így visszaszerzett elemekből megépíthető az új támfal. Esztétikai szempontból szervesen illeszkedik a környezethez, ami urbanisztikai kivitelezésben különösen szembeötlő! A gond csak az, hogy a vasúti körülmények szigorú előírásai nagyban fékeztek a kísérletezést, a véglegesítést, az elterjesztést, s megtörtént olyan eset is, amikor a belföldi szakemberek külföldi tudományos konferenciákon értesültek a hazai eredményekről. Ezzel magyarázható az a sajnálatos helyzet is, hogy az új struktúra véglegesítéséhez alig volt elég egy mérnöki karrier időtartama.



10. ábra

*Az első támfal előregyártott vasbetonelemekből (1958) a 12+100-as szelvény, Félix-fürdő és Nyárló között. Az ideiglenes megtámasztás a 9. ábrán látható.*

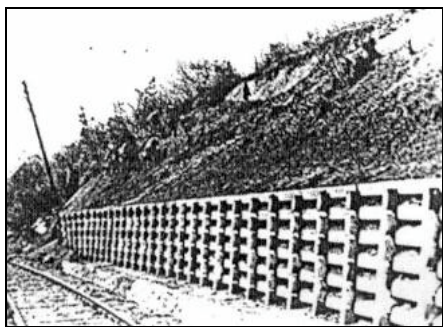


11. ábra

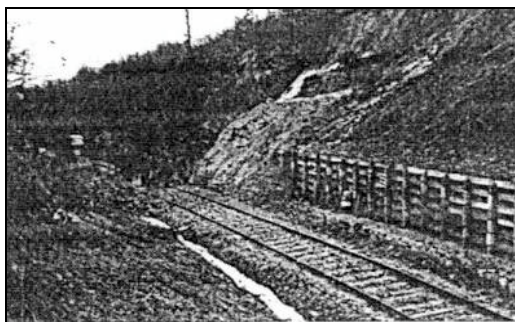
*A második kísérleti szakasz 60 cm-rel magasabb az első támfalnál és az alapja a sánc felső széléig még betonozott.*

Egy modellkísérlet eredeti nagyságú támfallal. (11. ábra), Egy meredek rézsűs bevágás legmagasabb pontján csúszásra jellemző repedések jelentek meg kb. 50 m hosszúságban. Elhatároztuk, hogy ezt a természetes jelenséget felhasználjuk a támfal stabilitásának a kipróbálására. 25m hosszban nagy figyelemmel megépítettük a támfalat és vártuk a csúszás megindulását. Egy pár kiadós eső után a rézsű megcsúszott. Ott, ahol a fal megépült, a csúszás nem következett be, ott ahol nem volt támfal a földtömeg elborította a vasúti pályát. A fal kiállta a próbát. A földtömeg eltávolítása után megépítettük a másik 25 m-t is. (12., 13., 14. ábra)





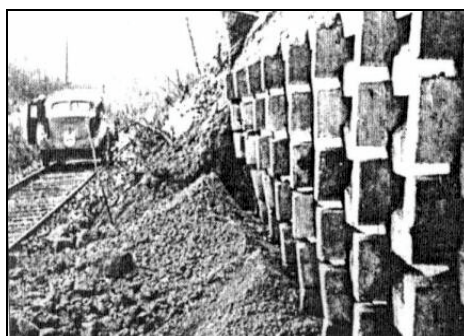
12. ábra  
*A csúszás kezdeti fázisa*



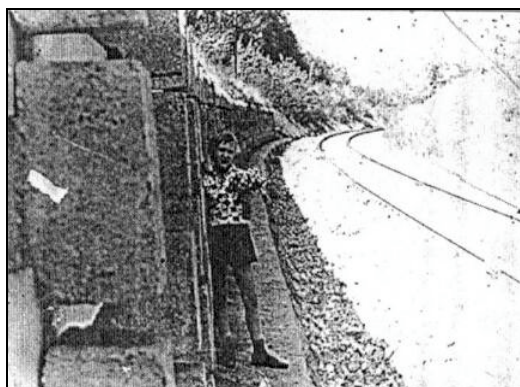
13. ábra  
*A csúszó földtömeg közeledik a felépítményhez*



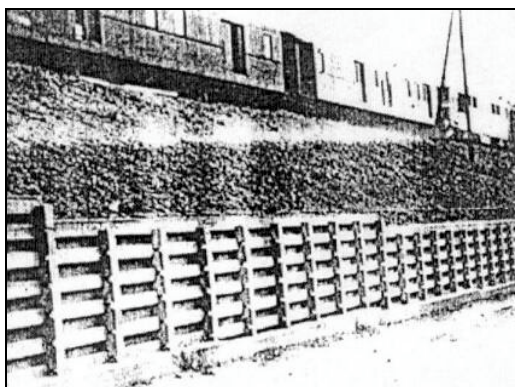
14. ábra  
*A felépítmény részlegesen betakarva, a vonal lezárva*



15. ábra  
*A csúszó rézsű és a támfal végénél a súrlódás okozta elváltozások. Az elég gyorsan csúszó rézsű csak a két utolsó sorban mozgatta meg vízszintesen az elemeket, a fal nem dőlt el. A kísérlet azt mutatja, hogy a fal nem fordul el.*



16. ábra  
*A fal a teljes kivitelezés után a bevágásban. Az első szivárgó alapozással kialakított struktúra.*

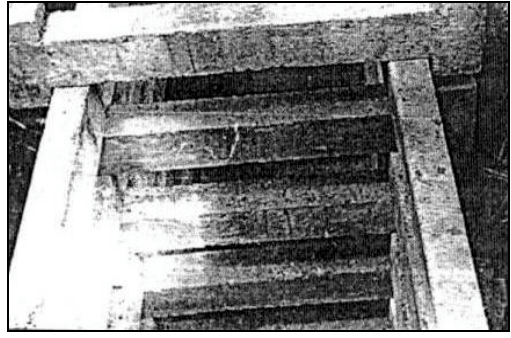


17. ábra  
*Egy szivárgó alapozású támfal városi környezetben. Nagyvárad 1968.*



18. ábra

*A szivárgó alapozás kivitelezés közben, a terméskővel történő feltöltés előtt*



19. ábra

*A szivárgó alapozás csuklós szerelése*

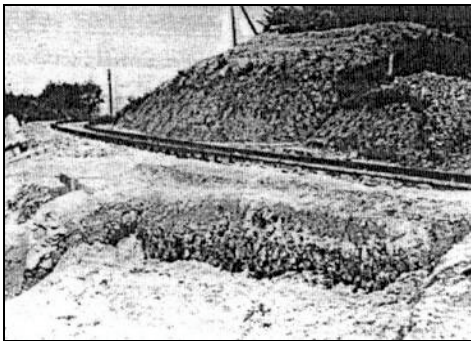


20. ábra

*Az eltérített és tömörített homokon megjelenik a repedés.*



21. ábra



22. ábra



23. ábra



24. ábra

Egy másodlagos csúszásnak az analízise: 21., 22. ábra. Kezdeti csúszások. (23. ábra). A rézsű teljes csúszása. (24. ábra). A „repülő” technológia munkában.



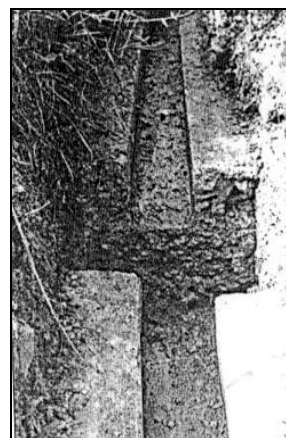
### 3.2. Mélyszivárgók – drének – előre gyártott vasbetonelemekből

A felszín alatti vizek klasszikus értelemben vett eltávolítása a mai napig mélyszivárgók segítségével történik. A vasutak esetében ezek a mélyszivárgók majdnem rendszeresen a deformációk kezdeti fázisában, de az esetek többségében a károsodás után kerülnek kivitelezésre.



25. ábra

*Egy régi eliszaposodott mélyszivárgó károsodása. Vízszintes irányban a szivárgó „elnyíródott” és együtt mozog a földtömeggel.*



26. ábra

*A mélyszivárgó folyókája elrepedt és elcsúszott. A keletkezett vízpárna a kohéziós talajban tovább katalizálta a csúszó lapon a mozgást.*



27. ábra

*Kohéziós talajban épített mélyszivárgó – 10 évvel az építkezés után a szivárgók közötti földtömeg kicsúszik a vasúti pálya alól.*

Ezek az építmények nagyon költségesek mindamelllett, hogy a kivitelezés után a karbantartásával nemigen foglalkoznak, ugyanis a karbantartás lényegében a kötőanyag eliszaposodási fokát kéne ellenőrizze, ami egy bonyolult probléma, szinte egy új szivárgó létesítésével egyenlő.

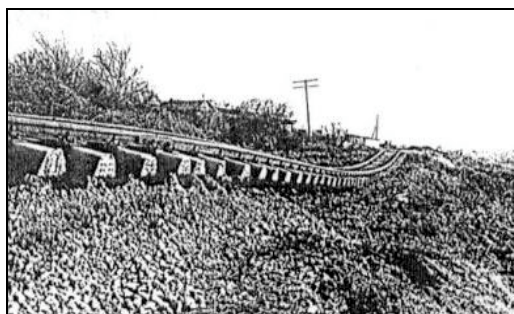
Bonyolódik a helyzet akkor, amikor a mélyszivárgót agyagos talajban kivitelezik. A mai napig sokan még a műszakiak közül sem értik meg, hogy az agyag gravitacionálisan nem adja le a vizet, s ha nincs szerves kapcsolat, állandó kapcsolat a környező levegővel), tehát ha nincs (állandó légmozgás a megtámasztott agyagfelülettel, a szivárgónak a hatékonysága nagyon alacsony nívón mozog.

Példának okáért már több mint két éve be van zárva a vaskóhi vonal Nyárló és Rogoz között, (50 km hosszban), mivel a földcsuszamlások a klasszikus szivárgók között indultak csúszásnak a szellőztető, ellenőrző aknák között, amelyek csak a hegy felőli részen vannak kivitelezve. Az ábrák szemléletesen mutatják ezt a károsodást.

A szivárgó kötőmege az esetek többségében támbordaként sem tud működni, a csúszás megindulásakor ugyanis vízszintes irányban elnyíródnak és együtt mozognak a csúszó földtömeggel.

Olyan esettel is találkoztunk, hogy a lassú és a felszínhez képest egyenlőtlen mozgás következtében a szivárgóbeton folyókája elreped, megcsúszik, s az itt álló víz még serkenti, gyorsítja a csúszási folyamatot.

Elemzéseink, kutatásaink során ezekre a problémákra kerestük a megoldást, amely elég nehezen adódott, ugyanis a bevágások elkezdésével mindig más, de műszakilag érdekes kérdések merültek fel. Olyan életveszélyes helyzetekkel is találkoztunk, hogy a 14 m mélységig kiásott szivárgó árka az egyik oldal lassú csúszása következtében 1,30 m-ről 0,70-ig nyomódott össze a támasztások elmozdulásával hosszanti irányban, amikor is a mélyszivárgó árkában 10 munkás tartózkodott. Elképzelhető a kivitelező műszaki felelőssége ilyen helyzetekben, amikor a munka szünetel és a munkások többsége nem hajlandó ilyen körülmények között dolgozni.



28. ábra

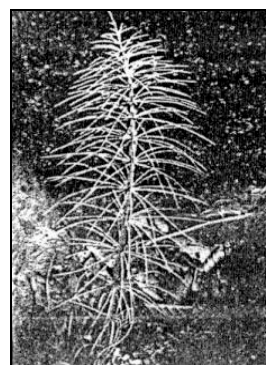
*A csúszás utáni panoráma.  
A felépítmény tartórendszere a „levegőben”*

Ez az eset (de még sok más is) vezetett el oda, hogy mit is kéne műszakilag tenni először a biztonságos munka érdekében, valamint az agyagtalajokban a vízcsökkentés problémáját megoldani, a víztelenített földtömeg stabilitását növelni. Itt merült fel először az építkezési terület mérnökbiológiai betárolása, azoknak a növényeknek a hidrogeológiai jelzése, amelyek a rézsűk talppontjában a csúszólapok helyét pontosan megmutatják, vagy a hegy felőli oldal bevágásánál a talajvíz mélységére utalnak. (tőzgepáfrány – *Dryopteris thelptesis*, zsurló – *Equisetum*)



29. ábra

*A tőzgepáfrány a csúszólap megjelenését mutatja a rézsű aljában*



30. ábra

*A zsurló a mozgó talajvíz jelenlétére és mélységére utal (kb. 90 cm ez a mélység)*

Ami a mélyszivárgó struktúráját illeti, itt is arra a következtetésre jutottunk, hogy szükséges egy szilárd altalajra elhelyezett váz, amely biztosítja az oldalnyomások felvételét, és a hosszanti súrlódási erő megnövelésével a struktúra mozgását behatóan csökkenti.

Ezzel magyarázható a vasbetonelemek megjelenése a mélyszivárgók esetében is.

Mivel a műszaki irodalomban ilyen problémákkal nem találkoztunk, a saját tapasztalatra, kísérleteinkre támaszkodva alakítottuk ki elgondolásunkat és határoztuk meg az elemek súlyát úgy, hogy két ember a legnehezebb terepi körülmények között is viszonylag egyszerűen tudja mozgatni és szerelni az ergonómiailag is tanulmányozott keretek között. Így a keresztilem 82 kg, míg a hosszanti elem csak 42 kg súlyt képviselt.

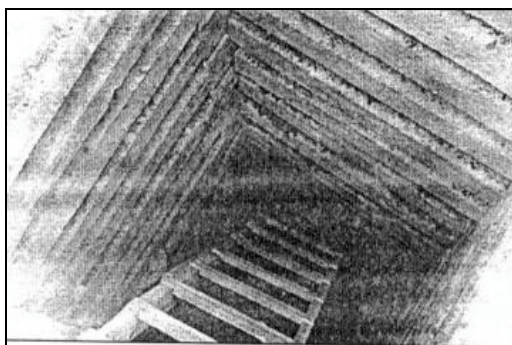
A szerelés az árok alján kialakított folyókától indult el, amíg a terepszintet el nem érte. A szerelés befejeztével egymástól független „kutak” alakultak ki, amelyekbe a kb. 25 kg köveket gondosan helyezték be.





31. ábra

*A mélyszivárgó vasbetonelemeinek a szerelése*



32. ábra

*A kialakított "kút" rendszer egyike a terméskövek berakása előtt.*

Hosszanti irányban minden hatodik „kút” üresen maradt, olyan elgondolásból, hogy az évszak bármelyik napján egy létrán lemenve, ellenőrizhető legyen a vízhozam, az elemek stabilitása, s általában jelzéseket kapjunk az idő folyamán a szerkezeti rendszerrel kialakított mélyszivárgó „munkájáról”.

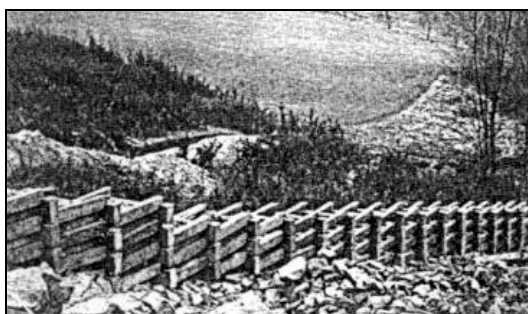


33. ábra

*A mélyszivárgó áthalad a vasúti pálya alatt.*

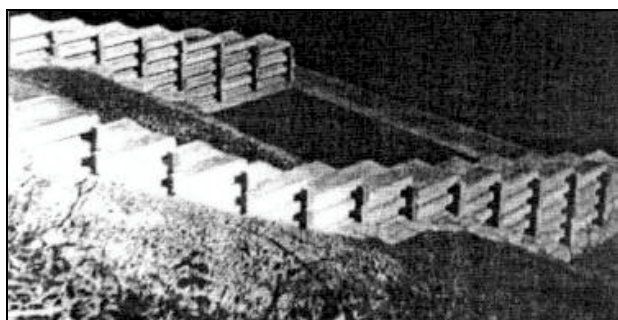
A későbbiekben itt mértük meg a földnyomás nagyságát a mélység függvényében és ellenőriztük a talaj és a mélyszivárgó hőmérsékletét a felszíni hőmérséklethez viszonyítva mind a nyári, mind a téli hónapokban. A hőmérsékletkülönbségek hatására, valamint a külső levegő mozgásának hatására – amit növeltünk azzal, hogy a struktúrát a föld felszínére emeltük min. 0,90 m-rel – a kifeszített húrra aggatott sztaniol „lovacsák” állandó mozgásban voltak.

A levegő mozgását bizonyította az is, hogy egyes munkások huzatra, fogfájásra panaszkodtak.



34. ábra

*A mélyszivárgó rézsű feletti része. Nagy szerepe van a levegő mozgásában, a szellőztetésben.*

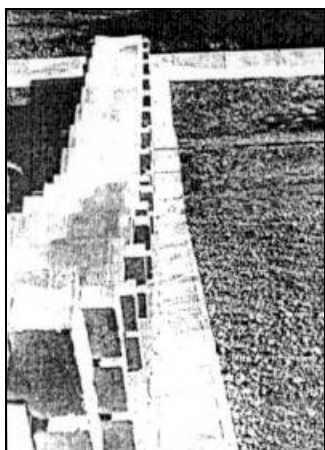


35. ábra

*Egy sajátos egyedi építmény a szivárgó támborda, támfallal kombinálva.*

A fentiek megerősítettek abban a tudatban, hogy megjelent a termoozmózis jelensége, mint hatékony eszköz az agyag rugalmas páratartalmának a kondenzálására. Az agyagfelület „izzadása”, a vízhozam alig észlelhető jelenléte pozitív, hatékony irányba mutatott.

Lényegében megváltoztattuk a mélyszivárgókról alkotott elgondolást. Akármikor ellenőrizni lehet a struktúrát, és ha netán megjelenne az eliszaposodás problémája, kutanként ki lehet szedni a köveket, megtisztítani a mélyszivárgót anélkül, hogy szükséges lenne a faanyag felhasználása a megtámasztáshoz.



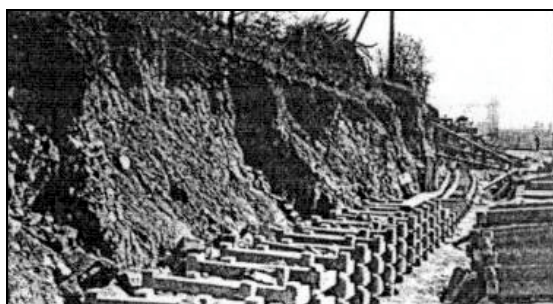
36. ábra

*A szivárgó alapozású támfal és a szivárgó támborda csatlakozása, mint premier a támasztószerkezeteknél.*



37. ábra

*A szerző mint kutató, tervező és kivitelező*



38. ábra

*Támfal és rézsű szivárgó kombinációja*

*(Folytatása következik.)*