X 1227

SZAKDOLGOZAT

TATABÁNYAI SZÉNBÁNYÁK
BÁNYÁSZ KISZ BIZOTTSÁGA
FMKT

KÉSZÍTETTE: GYÉMÁNT GYULA

GYÉMÁNT GYULA:" A déli Gerecse karsztos jelenségei és ezek összefüggései a bányászattal" c. szakdolgozatának b i r á l a t a

A tartalmilag igen jó felépitési szakdolgozat komoly szaktudásról és a témában való alapos elmélyülésről tanuskodik. Bevezetőben már ki kell hangsúlyozni, hogy a dolgozat egy kezdő magasabb képesitésü szakembernek is dicséretére válna. A dolgozat nem technikusi szintü és ez annál is elismerésreméltóbb, mert a szerző bányatechnikus létére irta ezt az igen jó hidrogeológiai tárgyú szakdolgozatot.

A dolgozattal kapcsolatos konkrét megjegyzéseim:

4.old. 4. bekezdés: A hegység kialakulásában a már emlitett orogén mozgások szerepeltek, azonban semmi nyom nem mutat arra, hogy a kréta időszakban üledékképződés történt volna a területen. Az új kimmériai mozgásokkal kiemelkedett terület szárazulat volt a mai napig.

10.old.3.bekezdés : A barlang kialakulásához több idő kell,a helyes elméleti fejtegetés mellett a számitás hibás. 100 - 200 ezer év kell egy ilyen nagyságú barlang kialakulásához.

16.old. 1.bekezdés: A karsztviz mozgását a bemutatott grafikonon nem az ismertetett kiegyenlitésre való törekvés okozza, hanem a légnyomásváltozások és a hold árapályjelensége. Erről viszont a szerző nem ir. A 6.sz. mellékleten viszont igen szemléletesen ábrázolja a karsztviz utánpótlás módját, a nyomáskiegyenlitődéseket, a vizbetörés okozta depresszió kialakulását.

19.old. 2. bekezdés:A 6.sz. melléklet itt nem egészen egyértelmü. A vizbetörések depressziós tölcsérében a legkisebb a csapadékokozta vizszintváltozás.

22.old.utolsó bekez.: A medencében feszitett nyomás alatt álló karsztvizzel állunk szemben. Az átlagos viznyomás a medencében 5 - 10 atm között van, az ehhez szükséges biztonságot nyújtó védőréteg 2 m/atm.

Az irodalomjegyzék hiányos, a felhasznált összes irodalom közlése a dolgozat értékét nem csökkenti, sőt minden esetben előnyére válik. Az irodalomjegyzéknek pontosan tartalmazni kell azt is, hogy hol található a hivatkozott könyv vagy cikk.

A mellékletek jók, a más célra készült és a jelen dolgozatban is szereplő rajzoknál azonban a szerzőket fel kell tüntetni. /pl. 3.sz. melléklet./

A 4.számú melléklet igen gondos kidolgozású; a +10, +20, +30 -as szintek nem érthetők, mivel azok mélységet jelölnek.
A 7.számú szelvény igen jó képet ad a terület tektonikájáról.

Összefoglalva az igen alapos, lelkiismeretes munkát tükröző kiváló szakdolgoztatot <u>országos pályázatra</u> javasolom.

T a t a b á n y a , 1970. január 10.

Dr. Gerber Pál
hidrogeológus

A DÉLI GERECSE KARSZTOS JELENSÉGEI

ÉS EZEK ÖSSZEFÜGGÉSEI A BÁNYÁSZATTAL

Összeállította: GYÉMÁNT GYULA

- 1969 -

TARTALOMJEGYZÉK

B e v e z e t é s

1., A déli-Gerecse határai és földtani felépitése

2., A déli-Gerecse hegységszerkezete és fejlődéstörténete

3., Karsztos jelenségek:

a/ Karsztosodási fázisok és a hegységszerkezet kapcsolata.

b/ Karszttipusok általában

c/ A terület felszini karsztjelenségei

d/ A mélybeli karsztjelenségek

e/ A karsztviz vizföldtani szerepe

f/ A karsztviz hőmérsékleti viszonyai

g/ A karsztviz vegyi összetétele és szerepe a bányászatban

4., Csapadékviszonyok

5., A déli-Gerecse, mint a tatabányai barnakőszénmedence egyik karsztvizutánpótló bázisa

6., Karsztvizek elleni védekezés és ennek jelenlegi helyzete Tatabányán

A barnakőszénmedence bányászatának komoly problémát jelent a triász mészkő és dolomit alaphegységben tárolódó karsztviz, mely betörve a bányatérségekben súlyos károkat okozhat.

A karsztvizveszély a tatabányai medencében is egyre súlyosabban jelentkezik.
Az ellene való védekezés megköveteli, hogy a karsztos kőzetekben lejátszódó hidrológiai folyamatokat, a karsztosodás mértékét ismerjük.
Igen fontos adat számunkra az, hogy a medencében kiemelt karsztviz pótlására milyen mértékben áramlik a peremek felől a csapadékból táplálkozó karsztviz. A viznivósüllyesztés lehetőségét, annak gyorsaságát csak a fenti adatok birtokában mérhetjük fel, illetve tervezhetjük meg.

A déli-Gerecse karsztos jelenségeinek ismerete és ezek hidrológiai megfigyelései igen fontos adatokat szolgáltatnak a tatabányai barnakőszén medence aktiv vízvédelméhez, így pontos adatokat kapunk a peremi vizgyüjtő területek karsztviz utánpótlásáról.

Ezt a célt szolgálja ez a dolgozat is, amely-a déli-Gerecse karsztos jelenségeit ismerteti és ennek összefüggését a barnakőszén bányászattal - kiindulásul szolgálhat egy komolyabb vízföldtani munkához.

1., A DÉLI GERECSE HATÁRAI ÉS FÖLDTANI FELÉPITÉSE

A déli-Gerecse É-i határvonalát a Vértestolna-Agostyán között húzódó nagy tektonikai árok képezi. K-en a harmad-időszaki öblök és medencék választják el a Pilis-Budai hegység mezozoós

rögeitől.
D-en a tatabányai medence határolja, mig Ny-on a mélybe süllyedt mezozoós képződmények által kialakult árok képezi a határt.
A terület legidősebb ismert képződménye a fehér, helyenként szürkés-kagylós törésü, az erózióbázistól függően erősen karsztosodott dachsteini mészkő. A dachsteini mészkő a felső triász raeti emelétébe sorolható. A mezozoós képződmények közül a júra, illetve kréta-korú üledékek e területen ~~nem~~ is ismeretesek. Elképzelhető, hogy a triász után a júra, illetve a kréta időszak elején is volt üledékképződés, azonban a korokon belüli kiemelkedések következtében, továbbá a kréta végi larámi orogén mozgások következtében a terület szárazulattá vált, és a még eróziótól megkimélt júra és kréta üledékek lepusztultak.

A kiemelkedések következtében a karsztosodás tovább folytatódott. Végeredményebn lehetséges, hogy nemcsak a larámi mozgás térszinalakitó hatására, hanem a júra és kréta időszaki kiemelkedések következtében, a karsztosodás több szakaszban indult meg.

2., A DÉLI - GERECSE HEGYSÉGSZERKEZETE és FEJLŐDÉSTÖRTÉNETE

A nevezett terület hegységszerkezeti viszonyait vizsgálva, két fő törésirány figyelhető meg, mégpedig közel É-D, ill. ÉNy - DK-i irányban. E tipikus töréses szerkezetet kialakitó törésvonalak közül az É-D-i irányuak az dsődlegesek, melyek elvetési magassága is nagyobb, mint az ezekre közel merőleges lefutásuaké. /1.sz. melléklet/
A déli-Gerecse tipusos röghegység. Az egyes É-D-i rögvonulatok között hosszú árkos süllyedések találhatók, amelyeket a paleogén időszaki üledékek töltenek ki. A kiemelkedett rögök általá-

ban ÉNy-felé dőlnek.

A déli-Gerecse kialakitásában orogén és epirogén fázisok játszottak közre, melyek közül elsősorban az orogén fázisok dominálnak. Az egyes orogén mozgások elkülönitése nehézségekbe ütközik, az egyes korok üledékhézagai miatt. A továbbiakban ismertetném a különböző orogén mozgások hatását a jelenlegi térszin kialakitásában.

A perm időszak végén megindult süllyedés következtében kialakult geoszinklinálisban rakódtak le a tengeri kifejlődésre utaló triász képződmények, melyek közül területünkön a dachsteini mészkő ismeretes. A triász és júra időszak határán végbement ó-kimmériai orogén mozgás hatására a medence rögökre tagolódott, illetve egy része kiemelkedett. Feltehetően ekkor emelkedtek ki a tatabányai medence peremét képező dachsteini mészkő és dolomit rögök, melyek a Gerecse hegység D-i részét képezik.

A júra és kréta időszak határán végbement új-kimmériai mozgások következtében a terület esetlegesen júra üledékekkel fedett része kiemelkedett. Eróziós hatásokra az esetleges júra üledékek lepusztultak.

Az alsó kréta végén megindult lassú epirogén süllyedéssel feltételezhető, hogy e területen orbitolinás mészkő, agyagos márga rakódott le, majd az ausztriai orogén szakasz a területen ismét kiemelkedést eredményezett, minek következtében az ismertetett üledékek lepusztultak.

A déli-Gerecse további kialakitásában a subherzini orogén mozgás is nagy szerepet játszott. Ez - hasonlóan az előbbiekhez - üledékhiány miatt pontosan nem mutatható ki.

A kréta-eocén időszak határán a larámi orogén mozgások eredményeként a tatabányai medence K-i tektonikai egysége mélyebb szintre süllyedt a mai medenceperemhez viszonyitva. Igy a tek-

tonikai egységekre osztott medencében kezdetét vette a medence harmad-időszaki üledékekkel való feltöltődése. Először szárazföldi, majd édesvizi, illetőleg a láptérszin kedvező alakulásával a széntelepes összlet lerakódása. Déli Gerecse mai arculatának kialakitásában feltételezhetően a triász utáni orogén mozgások játszottak nagy szerepet. Az egyes orogén szakaszok mozgásmechanizmusának elemzése azonban lehetetlen, mivel az újabb mozgások többnyire régebbi preformált törési sikok mentén éledtek újjá. Mindenesetre megállapitható, hogy a déli Gerecse is töréses szerkezetü, amely húzóerők hatására jött létre.

3., KARSZTOS JELENSÉGEK

Karsztviznek a karsztosodásra hajlamos kőzetek, elsősorban a mészkövek és dolomitok hézagaiban, járataiban, üregrendszerében tárolt vizet nevezzük. Hazai viszonyaink között a mészkő és dolomit karszt jelentős.

A " k a r s z t " tulajdonképpen morfológiai fogalom a krs = kopár szóból ered. Maga a szó a Triesztől - Jugoszlávián, Albánián át Görögországig húzódó, a Dinári Alpok egy részét képező Karszt hegységből származik. Ezen a hegységen tanulmányozták részletesen a karsztosodási jelenségeket.

a., A karsztosodási fázisok és a Hegységszerkezet kapcsolata

A mészkő és dolomit rétegek keletkezésük után a tektonikai igénybevételek következtében többé - kevésbé összerepedeztek. A tektonikailag igénybevett kőzettömegek a földkéreg mozgása következtében egy idő múlva, kisebb-nagyobb mértékben kiemelkedtek

az erózióbázis fölé, s ekkor a felszinen megindult a karsztosodás. A karsztosodás jelensége az eróziósbázis fölé emelkedett mészkőben és dolomitban részben kémiai, részben mechanikai hatásokra jött létre, elsősorban a tektonikai irányok és helyek figyelembevételével. Igy a nagyobb, tágasabb karsztvizjáratok főleg a tektonikai vonalak mentén alakultak ki. A szárazulattá válás bányavizvédelmi vonatkozásban jelentős. Minél többször ismétlődik, minél hosszabb ideig tart, és a karbonátos kőzetek minél nagyobb területére terjed ki a szárazföldi periódus, annál nagyobb mértékü a kőzetek karsztosodása. Részben a kiemelkedés intenzitásától is függ a karsztosodás foka, ez szabja meg ugyanis a kőzet összetöredezettségét.

Az egykori behatolás mélysége attól függ, hogy a jelenlegi karsztviztároló dolomit vagy mészkő jellegü. Ennek a két kőzetanyagnak eltérő hasadási hajlama oldódása miatt szerkezetük geometriai jellemzői is eltérőek lesznek. Ez viszont döntően befolyásolja a bennük közlekedő viz hidraulikai viszonyait és ezáltal vizveszélyességük fokát. Emiatt igen nagy a jelentősége a hegységszerkezeti fejlődésmenet és a karsztosodási fázisok együttes kiértékelésének.

b., KARSZT TIPUSOK ÁLTALÁBAN

A karsztos formaelemek változatos tipusai ismeretesek. Morfológiai alapon beszélhetünk nyilt és fedett karsztról. Szerkezeti és rétegtani osztályozás alapján megkülönböztethető:

1/ Sekély karszt: karbonátos kőzetének vizzáró feküje az erózióbázis szintjének közelében van, vagy a felszintől nem messze, nem nagy mélységben.

2/ Mély karszt: vizzáró fekükőzetei mélyen az erózióbázis és egyúttal a felszin alatt települnek.

3/ Emeletes karszt: ezzel a megjelöléssel a főkarsztviztárolótól

vizzáró kőzetekkel elhatárolt és azzal jelentős mértékü hidraulikai összefüggésben nem álló vizdús karbonátos kőzeteket jelölik.

Hidraulikai vonatkozásban valamennyi elhatárolás a tároló kőzet, a tárolt folyadék, a csapadékból történő utánpótlás kölcsönhatásai és változatos formái szerint történik. Ennek alapján az alábbi tipusok különböztethetők meg:

1/ Szabadszintü nyilt karszt: tároló kőzete szabadon érintkezik a ráhulló csapadékkal. Egymással összefüggő járatrendszerében a beszivárgott és függőleges mozgásban megállapodott viztömeg felszine összefüggő felületet ad.

2/ Szabadszintü fedett karszt: benne a viztest elhelyezkedése azonos az előbbivel. Felszinét vizáteresztő porózus kőzetek fedik, tehát képes a csapadékból történő utánpótlás függőleges irányú felvételére.

3/ Szabadszintü zárt karszt: hidraulikai okok miatt indokolt a megkülönböztetés a szabadszintü fedett karszttól. Miután vizet záró kőzetek fedik, nem képes a csapadékból történő utánpótlás függőleges irányú befogadására.

4/ Leszoritott szintü zárt karszt: jellemzője, hogy a tároló kőzet felszinére, mélyen a benne tárolt viz nyomásmentes szintje alatt, vizet záró képződmények települnek.

5/ Támaszkódó karsztviznek nevezik a közlekedő edények törvényének megfelelően azonos szintü vizfelületet alkotó, a vizzáró feküre támaszkodó viztestet.

6/ Leszálló karsztvizöv a nyilt és áteresztő kőzetekkel fedett tároló kőzetnek az a része, melyen keresztül a gravitáció hatására lefelé mozgó viz eljut a támaszkodó karsztviz felszinéig.

c. A terület felszini karsztjelenségei

A Gerecse hegység szerkezetileg erősen igénybevett karbonátos kőzeteire hulló csapadék szabadon fejti ki oldási tevékenységét, és a leszálló karsztvizövre jellemző karsztjelenségek sorozatát hozza létre.

a./ A hegyek, fennsikok felületén kerek vagy elliptikus bemélyedések dolinák, töbrök keletkeznek. Oldalaik néha sziklásak, függőlegesek, néha pedig lankásak, tölcsérszerüek. Átmérőjük néhány métertől több kilóméterig terjedhet.

b./ Kisebb-nagyobb sziklanyilásokon barlangokon a hegy belsejébe lehet jutni. Ezek a nyilások vagy a hegyoldalban vannak, vagy a hegyek tetejéről lehet néha többszáz méter mélységü aknabarlangon, zsombolyon a mélybe ereszkedni.

c./ A csapadékviz rövid felszini folyás után viznyelőkön keresztül eltünik, majd - többnyire lényegesen megszaporódva - bővizü karsztforrások alakjában jelenik meg újra.

d./ A szállban álló sziklákon csatornaszerü oldási nyomok /ördögszántás/ figyelhető meg.

e./ A karsztos vidéket általában csak vékony humusztakaró boritja.

A déli Gerecse területén e karsztjelenségek mind megfigyelhetők. A Tatabányai Szénbányák Hidrológiai Csoportja és a Karszt és Barlangkutató Csoportja eddig végzett méresei szerint több barlangot, viznyelőt, zsombolyt, dolinát térképezett fel. /2.sz. melléklet/ Ezek közül csak az ismertebbeket emlitem.

L e n g y e l barlang

A lengyel barlang egy hasadék zsomboly az Alsógalla feletti Kőhegyen. A barlangot már régebben ismerik. Legrégibb

bejegyzés a barlangban 1906-ból származik, valószinüleg a Lengyel nevü lelkes barlangásztól, akiről a barlangot elnevezték.
A helyenként igen szük járatokkal összeköttetésben levő kisebb nagyobb termek több szintben helyezkednek el egymás alatt. Vizszintes kiterjedésben a barlang eddig ismert szakasza nem nagy. Sajnos a barlang szellőztetése nem a legjobb, ami nagymértékben megnehezíti a munkát.
A gyenge levegő ellenére a barlangban 55 m mélységig ereszkedtünk le, a vizvágta utakon. A függőleges hasadékokon keresztül tovább folytatódik a barlang. A további kutatás, a mészkövek a mélység felé történő karsztosodásának a vizsgálata a jövő feladatai közé tartozik.

A barlang kialakulása a következőképpen történt:

A tektonikus hatásra összetöredezett felső triász mészkő hasadékait a beszivárgó viz mind szélesebb litoklázisokká bővitette. A megnövekedett vizjáratokon lezúduló aránylag nagytömegü viz kémiai és mechanikai hatása alakitotta ki a mai barlangot. Szük lapos vizjáratokban egyes helyeken gömbfülkék, sőt gömbfelületekből egymásra emelt kisebb kupolás termek találhatók, amelyek sima falai a viz oldó, de főleg az örvényléssel áramló nagytömegü viz kimosó mechanikai hatására utalnak. Ez utóbbinál különösen nagy jelentősége van a vizben lévő szilárd törmeléknek, amely a kőzetet koptatva nagyban hozzájárul a járatok bővitéséhez. Az erősebben örvénylő helyeken jönnek létre az emlitett gömbfülkék maximálisan 2 - 2,5 m átmárővel. Felvetődik a kérdés, vajjon mennyi idő kellett egy ilyen nagyságú üreg kioldásához, illetve kivájásához?

A viz oldóhatását figyelembevéve az alábbi eredményre jutunk:

Az átlagos évi csapadékmennyiség a területünkön kb. 600 mm, ezzel a csapadékmennyiséggel számolnunk tekintve, hogy nem ismerjük az elmúlt idők csapadékviszonyait.

Az irodalmi adatok szerint a beszivárgó csapadékviz kb. 66 mg/l $CaCO_3$-ot oldhat fel 10 C^o-on. Ez a $CaCO_3$ mennyiség 3,7 német keménységi foknak felel meg. A tatabányai karsztvizek 18 - 25 német keménységi foknak, igy a fenti - mérések alapján megállapitott - mennyiségnél több $CaCO_3$-ot kell a viznek feloldania. További vizsgálatunkban csak a 66 mg/l oldási értéket használjuk, mivel a nagyobb mennyiségben elnyelődő, gyorsan lefolyó viznek amúgy is kisebb az oldó hatása.

A beszivárgó, illetve a viznyelőkön elnyelődött viz kb. a lehullott csapadék 30 %-a. Igy évenként kb. 3.600 m^3 csapadék nyelődik el a kb. 20.000 m^2-nyi területre./Csak a Lengyel barlang vizgyüjtőterületét vesszük figyelembe./

Ez a vizmennyiség évenként kb. 2376 gr. mészkövet old fel, igy nem egész 100ezer év kell a jelenlegi nagyságú barlangi üregek kioldásához. Ha a viz mechanikai hatásával is számolunk, akkor ez az idő még jobban megrövidül. A barlang fiatal voltát igazolják az aránylag kisméretü cseppkövek is. Bizonyos fokig ellentmond ennek a barlang egyik alsó szintjén található nagyobb vastagságban leüllepedett vörös agyag. Feltehetően a közelről származik ez a meleg trópusi éghajlatra utaló szárazföldi üledék. Nem lehetetlen, hogy a barlang jelenlegi hasadékai egy korábbi tektonikus hatásra alakultak ki, csak a karsztosodott üregekbe behordott vörös agyag óvta meg a további oldástól.

A későbbi mozgások hatására megnyilt hasadékban a viz mind mélyebbre mosta le a járatokban a vörös agyagot.

Jelenleg a nyolcadik szinten találtuk meg a nagyobb vastagságu vörös agyag nyomait, de magát az agyagot a viz nagyrészben már egy mélyebb szintre mosta le. A barlangban nyolc szintet kutattunk át. Az egyes szinteken valószinüleg az egykori erózióbázis szintjén, lapos szélesebb barlangjáratok alakultak ki, sokszor oly egyenes, hogy a mesterséges folyosó hatását keltik. Ezek az egyes hasadékok mentén alakulnak ki úgy, hogy a felülről lefolyó viz a karsztviz szintjét elérve a hasadékot itt oldalirányban oldja.

Az így kialakult szélesebb vizjáratok a kőzetnyomás okozta feszültségek kiegyenlitésére felszakadoztak, felboltozódtak. A fenti szintek tehát az egykori karsztviznivó szintjét jelölhetik. A barlang földtani szempontból is érdekes. Az egyik terem mennyezetén MEGALÓDUS-maradványok metszetei láthatók nagy számban. A nagy MEGALÓDUSOK alapján a kőzet triász időszak raeti emeletében képződött dachsteini mészkő.

A Lengyel barlang további feltárását, a szellőztetés biztositása után tovább folytatjuk. /3.sz. melléklet/

H ó f e h é r k e barlang

Az újvárosi Szanatóriumtól ÉK-re kb. 2 km távolságban a Halyagos hegy fennsikján taláható.
A 20 m átmérőjü és 6,0 m mélységü viznyelő, már a munkák megkezdésekor megnyerte tetszésünket; igaz a munkálatok végzésekor igen sok gondot okozott az aktivitása.
A barlang bejáratát 9 m mélységben találtuk meg, két kisebb nyilásban.

Az egyik 20 x 30 cm, a másik 50 x 50 cm átmérőjü bejárat, már alkalmas volt a behatolásra. E bejáraton keresztül egy függőleges 180 cm mély hasadékban ereszkedtünk le, ahol egy kisebb termet találtunk.

1. terem: erősen hordalékos, agyag és lösz kitöltéses terem.
Méretei: 1,80 m magas, 1,0 m hosszú, oldalirányban erősen szükülő hasadék, melyben a cseppkőképződés nyomai megtalálhatók. 1-2 cm nagyságú cseppkövei a fiatalabb barlang voltát igazolják.

A gömbfülkéből egy 2 m hosszú, 0,5 m magasságú és 1,0 m széles kúszó folyosón keresztül jutunk el a 2.sz. terembe.

Méretei: 5,0 m hosszú, 2,20 m széles, 2,70 m magas. A terem elején egy vizszintes 0,6 m átmérőjü tartó választja ketté

a termet.

A terem végén egy 2,50 m magas, 1,40 m átmérőjü kupola található, mely sima felületével a viz örvénylő mozgását igazolja.

3.sz. terem: 1,80 m függőleges lejáraton keresztül juthatunk, a terembe.

Méretei: 4 m hosszú, 2,0 m magas, 2,20 m széles igen szép látványt nyújt, a kupolájával a kutatónak.

E teremből egy függőleges járaton keresztül jutunk a hasadék terembe, mely sima felületével és 70°-os dőlésével vető benyomását kelti.

A hasadék teremből egy 30 x 40 cm átmérőjü hasadékon ereszkedhetünk le a Nagy-terembe. A hasadék 1 m után kiszélesedik, és kupolaszerüen szétnyilik. A terem méretei: 6,0 m hosszú, 3,0 m széles, magassága 9,0 m. A barlang jelenlegi mélysége: 32 m.

A barlang levegője jó, ami a további munkálatokhoz igen fontos, feltételezhető, hogy a tőle D-re húzódó viznyelőkkel szoros kapcsolatban áll. /4.sz. melléklet/

V e r e s h e g y i barlang

Alsógalla fölött helyezkedik el. Szintén törésvonal mentén. E barlang feltárása folyamatban van.

A r a n y lyukak

Több kisebb méretü viznyelő. Kibontásuk nehéz, mert nagyon törmelékes.

A továbbiakban e barlangok és viznyelők feltárása a fő feladatunk, igy pontosabb képet kapunk arról, hogy mennyiben járulnak hozzá e barlangok és viznyelők a tatabányai barnakőszénmedence karsztvizutánpótlásához.

d., Mélybeli karsztjelenségek

Mélybeli karsztjelenségekre részben feltárásokból, részben kutató mélyfúrásokból és a bányabeli vizbetörések hatásaiból ismerhetünk.

A szerkezeti mozgások előtt a karbonátos kőzetek nagyrésze összefüggő felszint alkotott, hosszabb - rövidebb ideig a közös erózióbázis miatt együtt karsztosodtak. Azt is mondhatjuk, hogy a felszin karsztos kőzeteinek megfelelőjét találjuk a lesüllyedt kőzettömegekben. Feltárásuknál ugyanigy megtaláljuk a karbonátos kőzetekben a kisebb repedéseket, vagy nagyobb barlangokat, melyeket kalcit és a járatokba bemosott agyagok töltenek ki. Nagyon jól megfigyelhetők ezek a jelenségek úgy a K-i, mint a Ny-i nagy tektonikai egység területén müködő aknák mindegyikében.

A X. aknában ivóvizszerzés céljából összesen 1.450 m vágatot hajtotak ki dolomitban. Vetődésekkel alaposan tagolt kőzetben igen sok vékony vizeret és több 5-10 cm-es repedést észleltek. Összesen 1.500 l/p vizmennyiséget fakasztottak. Átharántoltak 2-3 nagyobb 20-30 cm széles üreget is, de ezek szárazak voltak, az oldalfalakon piritkristályokat találtak. Nagyobb hasadékokat is harántoltak a Ny-i szárnyon, melyek terrarossával voltak kitöltve. A XIV. aknán egy és helyeken, ahol a barnakőszéntelep közvetlenül a dolomitra települ a dolomit elporlódását figyelhetjük meg. Helyenként 40-50 cm vastagságban finom por alakjában széteső dolomitot találunk, másutt a kőzet porlódásának nyomát sem látjuk. A dolomit felszin helyenként a mélyebb részeken, vastagabb dolomittörmelék található. Ez az egykori lejtőtörmelék az eocén előtti térszin töbreit töltötte ki.

A dachsteini mészkövet a medencében a VI. új vizakna tárta fel. Kisebb 5-10 cm-es repedéseket észleltek csak, amelyből maximálisan egy helyről 450 l/p viz fakadt. Az aknát és a vágatokat csak előzetes cementálás után tudták kihajtani, mert az előfúrások

majdnem minden esetben fakasztottak egy kevés vizet. Ez az akna egy triász sasbércen van, amely az eocén elején is magasan kiemelkedett, igy rajta már a szárazföldi tarkaagyag nem található meg.

1953-ban a város vizellátásának biztositására egy vizakna mélyitését határozták el a Turul emlékmü alatt a Kőhegy oldalában. A lejtősakna felső 120 m-es szakasza oligocénben, az alsó 170 m pedig dachsteini mészkőben van kihajtva.

A + 90-es szinten kihajtott 425 m vágatban összesen 5.350 l/p viz fakadt. Egy nagyobb vizfakadást ismerünk a 415 m-ben egy ÉNy-DK irányú 15 cm vastag, 80° dőlésü repedésből 3.200 l/p viz tört elő.

Nagyobb repedéseket 64 m-től -121 m-ig harántolt a feltáróvágat, ezek az ÉK-DNy-i irányú hasadékok legnagyobbrészt vörös agyaggal voltak kitöltve.

Az aktiv vizvédelem első fázisaként a XIV/a vizakna lemélyitését 1960-ban kezdték el. Cementáló eljárással nagy nehézségek közepette a -10-es szintig mélyitették. Az aknamélyitéssel feltárt kőzetben megfigyelhető volt, hogy vannak litoklázisokban kialakult 1-2 cm-es vizjáratok, amelyek ép kőzetfallal vannak határolva. Ismeretesek a vetők töredezett zónájában olyan vizjáratok, amelyek agyagos kőzettörmelékkel, tehát nem állékony kőzettel vannak határolva. Ez utóbbiaknál a vizjáratot megnyitva a legtöbb esetben szaporodik a kezdeti vizmennyiség, ugyanis az erősebb vizmozgás az agyagot és a finomabb kőzettörmeléket kimosva, jelentősen tágitja a vizjárat szelvényét. A triász utáni kiemelkedéssel ez a terület magasan kiemelkedett és erősen karsztosodott. A lefelé mozgás " leszálló karsztviz " kisebb kőzetdarabokat görgetett magával, amely az egykori karsztviz szintjéig lejutva, már szabályos, legömbölyitett kaviccsá vált. Hasonlóképpen mosta le a viz a felszini töbrökben leülepedett vörös agyagot is.

Az elmondattakból következik, hogy a XIV/a. akna környékén a dolomit felszintől nagyobb 180 - 200 m mélységig erősebb karsztosodás volt, ugyanis ez a kőzetöv hosszú ideig a leszálló karsztviz övébe esett, ahol a kőzet oldása, illetve a viz mechanikai

hatása a legnagyobb mértékü.

Különösen erőteljes az oldásos karsztosodás az egykori karsztvizszint zónájában, ahol a vizmozgás jelentősen lelassul és így a viz oldóhatása erősebben érvényesül.

A tatabányai medencében és környékén mélyült karsztvizmegfigyelő fúrások további adatokat szolgáltattak a karbonátos kőzetek karsztosodására vonatkozóan.

Pl: a XV/b. akna határán húzódó nagy tektonikai árokban mélyült fúrás 400 m mélységben hatalmas kavernát harántolt, melynek viznyelőképessége 7,5 m³/p-nél jóval nagyobb volt.

A tatai Fényes-forrásoknál mélyült vizkutató fúrólyukban 650 és 1200 m mélységben kavernát harántoltak, mely 2,5 m³/p vizet szolgáltat, a városi ivóviz felhasználásban.

Ezek a megfigyelések bizonyitják, hogy a tatabányai medence és környékének triász alaphegysége milyen nagymértékben karsztosodott.

e., A karsztviz vizföldtani szerepe

A földalatti vizek rendszerében a karbonátos kőzetekben tárolt csapadékból származó vizek tipusához tartozik, ami a karsztosodás miatt nagy tömegben tárolódik.

A rideg tároló kőzet a hegységképző erők mechanikai igénybevételek miatt erősen töredezett. A felső triász kőzetekben a viz nyomásmagassága a közlekedő edények törvényeinek megfelelően összefüggő nyomásmentes felszint alkot. A dinamikai egyensúly állapotának megfelelően a nyomásmentes vizfelszin túlnyomóan az erózióbázis szintje alatt helyezkedik el.

A felső triász karbonátos kőzetein kivül idősebb és fiatalabb mészkövek is tárolnak vizet, ezért a felső triász kőzetek karsztvizét főkarsztviznek nevezzük. Mivel a karsztviz főleg

csapadékból származik, igy állandóan változó vizmennyiség kerül a leszálló karsztvizből a támaszkodó karsztviz tömegébe. Ezért a változatos nyomásmagasságok miatt a kiegyenlitésre törekvés úgyszolván állandó vizmozgást jelent. /5.sz melléklet/ Nemcsak a vizutánpótlás mennyisége, hanem a természetes és mesterséges megcsapolás mértéke is állandóan változik, ezért nem beszélhetünk a rendszer statikus állapotáról, csak pillanatnyi dinamikus egyensúlyi helyzetet vizsgálhatunk.

f., A karsztviz hőmérsékleti viszonyai

A karsztviz hőmérséklet vizsgálatánál meg kell különböztetni a nyilt karsztot, illetve annak kőzetét a fedett mélykarszttól.
A nyilt karszt területén a hőmérsékleti ingadozás a külszini hőmérséklettel, illetve a vizutánpótlódás mértékével is arányba hozható.
Kessler H. megállapitotta, hogy a hőmérsékleti ingadozás is jellemző egy karsztforrás jóságára. Nagy mélységben lévő forrásjáratokkal biró forrás kevésbé változtatja hőmérsékletét a külszini hőrmérséklet miatt, mint a felszinközeli járatrendszerrel rendelkező forrás.
Tatabányán a karsztviz hőmérséklete 9 - 13 C° körül ingadozik. Egy-egy területen a hideg és a mélyből a tektonikai vonalak mentén feltörő forró vagy meleg vizek keveredve jelennek meg pl: a tatai Fényes források, melynek hőmérséklete 18-24 C° között váltakozik. Azokon a területeken, ahol a mélyből szivárog fel a karsztviz, a számitható geotermikus grádiens nagyon lecsökken.

g., A karsztviz vegyi összetétele és szerepe a bányavizvédelemben

A medence különböző részein fakasztott karsztvizek kémiai össze-

csapadékból származik, így állandóan változó vizmennyiség kerül a leszálló karsztvizből a támaszkodó karsztviz tömegébe. Ezért a változatos nyomásmagasságok miatt a kiegyenlitésre törekvés úgyszolván állandó vizmozgást jelent. /5.sz melléklet/ Nemcsak a vizutánpótlás mennyisége, hanem a természetes és mesterséges megcsapolás mértéke is állandóan változik, ezért nem beszélhetünk a rendszer statikus állapotáról, csak pillanatnyi dinamikus egyensúlyi helyzetet vizsgálhatunk.

f., A karsztviz hőmérsékleti viszonyai

A karsztviz hőmérséklet vizsgálatánál meg kell különböztetni a nyilt karsztot, illetve annak kőzetét a fedett mélykarsztól.
A nyilt karszt területén a hőmérsékleti ingadozás a külszini hőmérséklettel, illetve a vizutánpótlódás mértékével is arányba hozható.
Kessler H. megállapitotta, hogy a hőmérsékleti ingadozás is jellemző egy karsztforrás jóságára. Nagy mélységben lévő forrásjáratokkal biró forrás kevésbé változtatja hőmérsékletét a külszini hőrmérséklet miatt, mint a felszinközeli járatrendszerrel rendelkező forrás.
Tatabányán a karsztviz hőmérséklete 9 - 13 C° körül ingadozik.
Egy-egy területen a hideg és a mélyből a tektonikai vonálak mentén feltörő forró vagy meleg vizek keveredve jelennek meg pl: a tatai Fényes források, melynek hőmérséklete 18-24 C° között váltakozik. Azokon a területeken, ahol a mélyből szivárog fel a karsztviz, a számitható geotermikus grádiens nagyon lecsökken.

g., A karsztviz vegyi összetétele és szerepe a bányavizvédelemben

A medence különböző részein fakasztott karsztvizek kémiai össze-

tételei igen hasonló és eléggé állandó.

A dolomitból és a dachsteini mészkőből fakadó vizek vegyi összetételre majdnem teljesen azonosak.

A különbség a vizek összetételében a Ca ion arány az Mg-hoz. Ez az arány az összetétel szerint változik, de a Ca-hoz viszonyitott nagyobb Mg tartalom jól jelzi a dolomit alaphegységet. A karsztviz, ha már öreg müveletekben tárolódik magasabb összes keménységével, magasabb lúgosságával, nagyobb HCO_3 és SO_4 tartalmával jól megkülönböztethető a friss karsztviztől.

A rétegvizek összetétele a karsztviztől a kisebb összes keménységével magasabb lúgosságával, nagyobb HCO_3, Cl és SO_4 tartalmával, valamint kémhatásáról különböztethető meg.
Az 1.sz. táblázatban a medencében fakasztott különböző vizek vegyi összetételével szeretném bemutatni a különbségeket. A táblázatban a XIV. és XV/b. aknák karsztvizeinek vegyi összetételét vettem alapul, mely vizek klórozás után a város ivóvizellátását biztositják, valamint a Somlyó bányaüzem mellett húzódó Lipót aknai öreg müveletekben fakasztott vizeket és a XV-ös bányaüzem fedüben fakasztott rétegvizét.

	Karsztviz dolomit		Karsztviz dachsteini mészkő		Öregségi viz		Réteg viz	
	mg/l	Than f. %	mg/l	Than f. %	mg/.	Than f. %	mg/l	Than %
Kation								
Alk.Na	45,839	2,760	45,288	2,376	1097,187	54,399	467,182	91,433
Ca	83,334	45,170	81,110	48,800	444,451	25,280	17,859	4,009
Mg	58,271	52,069	49,216	48,823	216,713	20,320	121,314	4,558
Anion								
HCO_3	532,861	94,872	477,946	94,453	1394,177	26,045	1016,177	74,930
Cl	2,000	0,607	3,000	1,025	12,000	0,386	109,000	13,831
SO_4	20,000	4,520	18,000	4,521	3100,000	73,568	120,000	11,238
Lúgosság	8,733		7,833		22,849		16,654	

Összekem.	25,660	22,698	112,160	5,338
Karbonátk.	24,452	21,932	63,977	46,631
Kémhatás	savas	savas	lúgos	lúgos

A karsztviz közel állandó vegyi összetételéből, megbizható adatokat kapunk a bányamüvelés során előforduló egyéb vizbetörések megbizható elkülönitésére. Vegyi elemzéssel igen jól elkülönithetők a fedővizek és az öreg müveletekben felgyülemlett rétegvizek a karsztviztől.

A kémiai összetétel vizsgálata hozzásegit a vizbetörések tisztázáshoz is. Ez igen fontos, mert különböző tipusú vizbetörések ellen a védekezés módszere más és más.

4., CSAPADÉKVISZONYOK

A csapadékviz a felszinre hullva, s ott beszivárogva a talajból jelentékeny mennyiségü CO_2 -t tud felvenni. Ez a $CaCO_3$-ot oldja. A repedésekbe, tektonikai vonalakba és a morzsolt zónákba bejutó viz a járatokat kémiai oldása révén bővíti. A bővités mértéke a viz szénsav tartalmán kivül, nagyban függ a kőzetek ellenállásától is. A dolomit sokkal kevésbé oldódik mint a mészkő, ezért minél dolomitosabb az adott kőzet, annál kisebb mértékü az üregképződés.

A beszivárgó viz más-más más-kevesebb széndioxidot mindig tartalmaz, amiből szénsav keletkezik, majd a $CaCO_3$ ennek hatására hidrogénkarbonáttá alakul.

$$H_2CO_3 + CaCO_3 \longrightarrow Ca/HCO_3/_2$$

Ezek egyensúlyra törekvő reakciók. Az alsó nyil irányában az oldás, a felső nyil irányában a kiválás /mésztufa, cseppkő képződmény/ megy végbe.

Egy-egy csapadékdús időszak.után a medence területén jelentősebb viznivóemelkedés észlelhető. A csapadék és a vizszintváltozás között kb. 2-3 hónap eltolódás mutatható ki. Ez a jelenség abban az időszakban figyelhető jól meg, amikor a medence mesterséges megcsapolásában nem történik változás. /6.sz. mell./

A csapadék és a viznivó közötti összefüggés legkorábban azokban a megfigyelő fúrásokban észlelhető, amelyek a nyilt karszt közelében helyezkednek el. Ezekben 1 -2 hónap leforgása alatt vizszintemelkedés észlelhető, mig a nyilt karszttól távolabb elhelyezkedő fúrásokban, csapadékos időszak után kb. 2 - 3 hónap múlva jelentkezik a vizszint kisebb emelkedése.

Azok a fúrások, amelyek a vizaknák depressziós térségében helyezkednek el, nem jeleznek vizszintemelkedést.

5., A DÉLI GERECSE, MINT A TATABÁNYAI BARNAKŐSZÉNMEDENCE EGYIK KARSZTVIZUTÁNPÓTLÓ BÁZISA

Az orogén mozgások hatására a déli Gerecse nagymértékben összetöredezett, mai arculatát feltételezhetően a laramei orogén mozgás alakitotta ki.
Ezen megállapitásomat arra alapozom, hogy a Gerecse hegység É-i vonulatában júra és kréta időszaki üledékek nyomokban megtalálhatók. A D-i Gerecsében ezen üledékek nem ismeretesek, feltételezhetően lepusztultak.
A Gerecse hegység mezozoós vonulatának csapása és hosszanti törések iránya - a Dunántúli Középhegység csapásától eltérően - nem ÉK-DNy, hanem közel É-D-i irányú. E vonulatokat ÉNy-DK-i haránttörések tagolják. E fő törésirányok a barnakőszén medence

területén is megtalálhatók, ezért fontos a Gerecse hegység karsztos jelenségeit a medence hidrológiai vizsgálatával szorosan összekapcsolni. Az előzőkben utaltam arra, hogy nagy karsztjáratok elsősorban a fő törésvonalak mentén alakulhattak ki. Az igy kialakult karsztjáratok nagy mennyiségü csapadék levezetésére képesek. /7.sz. melléklet/

Az eddig felmért barlangok és viznyelők a fő tektonikai vonalak mentén a nagy fennsikon elhelyezkedő kisebb törésvonalak irányába helyezkedik el. A fennsikon elhelyezkedő barlangok és viznyelők - egy külön vizgyüjtő egységet képezve - nagy mennyiségü csapadék levezetésére alkalmasak. Az igy felvett vizmenynyiségük a karbonátos kőzetekben kioldott járatrendszereken keresztül, a nagy törésvonalak járatrendszerébe kerülve, állandó összeköttetést biztositanak a mélykarszttal. A különböző koru orogén mozgások hatására több erózióbázis alakult ki, a karbonátos kőzetek több szintben karsztosodtak, igy a karsztosodás több száz méter mélységig is lehetséges.
E karsztjáratok egymással szoros kapcsolatban állnak, igy a barlangokon és viznyelőkön keresztül bejutott nagy vizmennyiség függőleges irányú mozgással áramlik a támaszkodó karsztviz övéig, majd innen horizontális áramlással a főkarsztviz utánpótlását biztositja.

Ezen összefüggés bizonyitására a D-i Gerecsén egy vizmegfigyelő fúrólyuk lemélyitése szolgáltatna jó adatokat. Igy megfigyelhetnénk, hogy egy csapadékosabb időszak után a Gerecse hegységen és a medencében a fő törésvonalakban telepitett vizmegfigyelő fúrólyukakban a karsztviznivó alakulását.

A D-i Gerecsében eddig felmért barlangok és viznyelők vizbefogadó képességéről csak számitott adatokat lehet szolgáltatni, melyek azonban nem fednék a valóságot, ezért nem is bocsájtkozom a viznyelőképesség vizsgálatához.

A későbbiek folyamán már pontosabb adatokat tudunk szolgáltatni, mivel a most megalakult barlangkutató csoport fő feladata, a bar-

langok és viznyelők feltárása és ezek vizvédelmi kapcsolata a barnakőszénmedencével. A barlangkutató csoport munkaprogramjában szerepel egy vizgyüjtő egység feltárása, és ott egy hidrológiai megfigyelő állomás kiépitése. Jelenleg a 16.sz. viznyelő áll feltárás alatt, ami igen kedvező a megfigyelő állomás kiépitése céljára.

A hidrológiai megfigyelő állomás tartozékaiként egy önálló meterológiai megfigyelő állomás és a viznyelőben egy vizmennyiség mérőhely kiépitése lenne célszerü, igy pontos értéket kapnánk egy-egy viznyelő vizlevezetőképességéről.

Ezen megfigyelés igen fontos adatokat szolgáltatna a tatabányai medence vizvédelméhez.

KARSZTVIZEK ELLENI VÉDEKEZÉS ÉS ENNEK JELENLEGI HELYZETE TATABÁNYÁN

AJTAY : Bányavizek elleni védekezés c. munkájában a karsztvizveszély ellen a hidrológiai viszonyoktól függően preventiv, passziv, és aktiv védekezési módot tárgyalja.

a/ Preventiv védekezési mód alatt azokat a vizvédelmi óvintézkedéseket értjük, melyek célja a vizbetörés megelőzése, csökkentése, vagy időben való eltolása.

b/ Passziv védekezés alatt a betörő vizek utólagos elzárását, végül

c/ Aktiv védekezés alatt a vizszint süllyesztését értjük, ami a viz előzetes tervszerü megcsapolásával és kiemelkedésével árhető el.

a/ A preventiv védekezési mód két fontos előfeltétele a nyugodt települési viszony és a védőréteg fajlagos vastagsága.

A tatabányai barnakőszénmedence 70 éves fennállása alatt elsősorban a kissé vizveszélyes területek lemüvelésére támaszkodott. Jelenleg a medence területén a közepesen és erősen vizveszélyes területek is müvelés alá kerülnek, igy még fokozottabb gondot kell forditsunk a vizvédelemre. Ennek első feltétele a fő törésvonalak ismerete és ezen törésvonalakra vizvédelmi pillérek kijelölése a feladatunk. dr. Z a m b ó János egyetemi tanár a következő képlet alkalmazását javasolja:

$$A_1 = C\left[\sqrt{H} + \ln \frac{ha \; hr^4 \; M^2 \; \sigma m}{hv^3 \; \sigma sz}\right] + \delta \qquad \text{ahol}$$

A_1 = a védőpillér szélessége, lent;
C = tényező, 1 - 1,2
H = a telepnek a nyugalmi vizszinttől mért távolsága, m-ben
ha = a fekü és a külszin közötti távolság m-ben
hr = a vető vetődési magassága, m-ben
hv = a védőréteg vastagsága, m-ben
M = a telep vastagsága, m-ben
σm = a mellékkőzet szilárdsága, kp/cm²
σsz = a szén szilárdsága, kp/cm²
δ = a kitüzés középhibája, m-ben

Az összefüggés omlasztásos müvelésre vonatkozik. Ha a kifejtett térséget tömedékeljük, akkor az M vastagság helyébe / 1-η / M érték lép, ahol η a tömedékelés hatásfoka.

A feltárás ideje alatt talpfúrásokkal meghatározzuk a terület fajlagos védőréteg értékét, és igy meghatározzuk vizveszélyességük fokát. Az egyenetlen triász alaphegység, különösen a peremi területek igen lecsökkenti e védőréteg értéket és ilyenkor vizbetöréssel kell számolnunk.

A tatabányai medence fedü- és feküréteg viszonyában az agyagok

és márgák vizzáró hatása következtében a karsztvíz nyomás alatt áll, igy e területen feszitett karsztról beszélünk. A nem kielégitő védőréteg viszony esetén a legkisebb törésvonal is igy nagymennyiségü viz bevezetésére alkalmas. Az eddigi tapasztalatok bizonyitják, hogy a kisebb törésvonalak mentén is nagy vizbetörések lehetségesek. Pl.: a XV/b., a XV/c., Somlyó és XIV. aknák területén aránylag kis törésvonalak 5-10 m³/p vizleadásra képesek a feszültség kiegyenlités végett.
Az igy betört vizeket a XV/c. és Somlyó bányaüzem területén gát mögé fogtuk és cementálással sikerült elzárnunk.

A későbbiek folyamán a szénszükséglet kielégitése miatt az erősen vizveszélyes területek is müvelés alá kerülnek, igy a preventiv és passziv védekezési mód már nem fog megfelelni a vizvédelmi követelményeknek, ezért az aktiv vizvédelem kerül előtérbe.

A medence K-i tektonikai egységén mélyül a XIV/a., mig a Ny-i tektonikai egységen a XV/c. vizakna. Ezen aknák üzemeltetésével szeretnénk elérni a tervszerü megcsapolást, és az igy kialakitott depresszió segitségével a karsztvizszintet a vizveszélyes széntelepek alá süllyeszteni.

A medencében a depresszió kialakitásának meggyorsitására dr. G e r b e r Pál és dr. K e s s e r ü Zsolt kidolgozta a fő törésvonalak elcementálását, s igy a fő karsztvizutánpótlódás csökkenésével meggyorsul a széntelepek lemüvelésének lehetősége.

Ezen vizaknák müködésével az eddig vizveszély miatt lekötött szénvagyon felszabadulna, és igy a tatabányai barnakőszénmedence müvelése hosszabb időre kitolódna.

Ö s s z e f o g l a l á s

E dolgozat célja, a D-i Gerecse karsztos jelenségeinek ismertetése, és ezek összefüggése a tatabányai barnakőszén medencében.

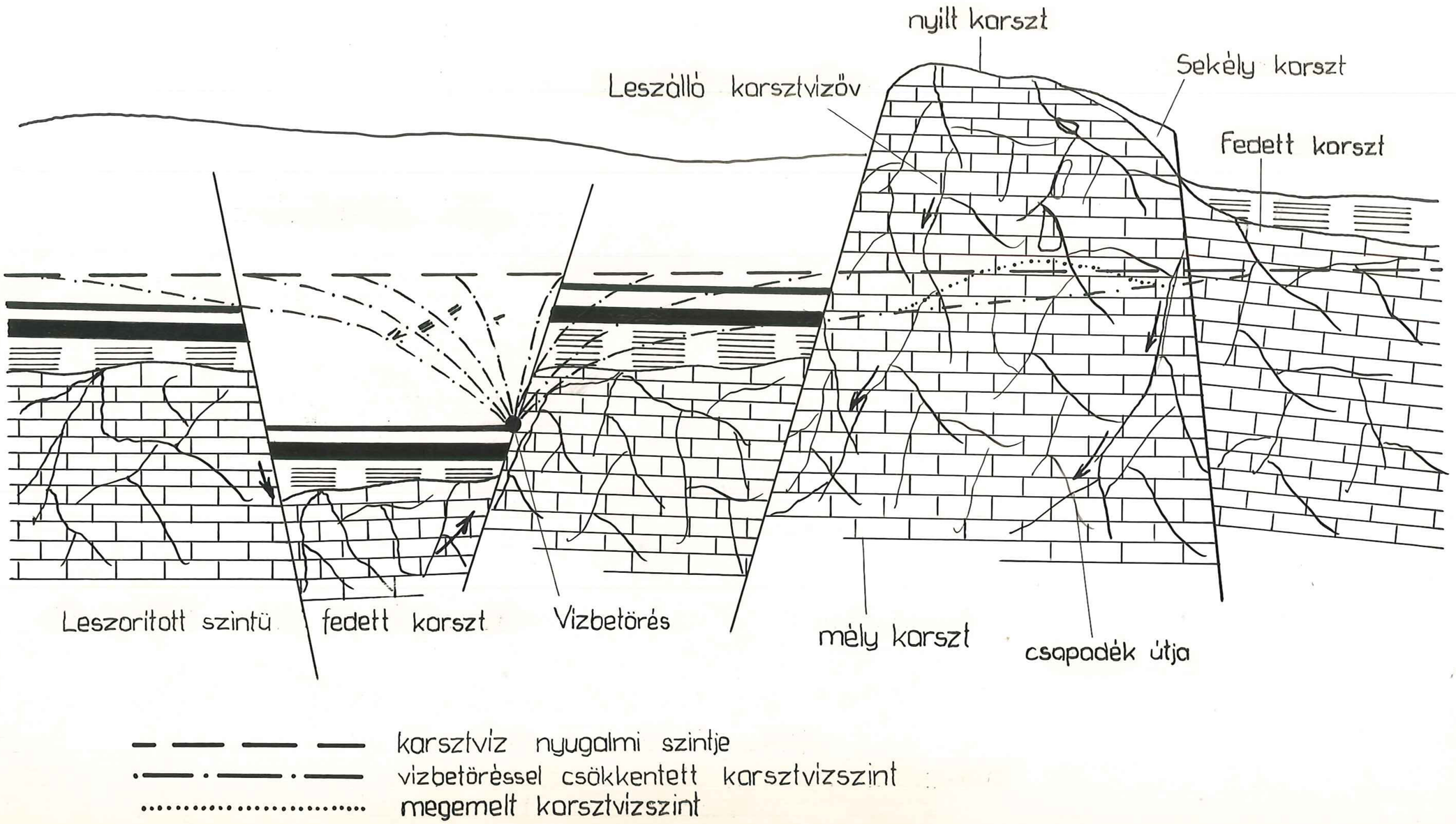
Ezúton mondok köszönetet dr. G e r b er Pál hidrológusnak a sok évi tanitó munkájáért,
S a s Andre geológus mérnöknek a hasznos tanácsaiért;
Gyémánt Gyulánénak a mellékletek elkészitéséért;
Prém Zsuzsanna elvtársnőnek a szakdolgozat gépeléséért, melyekkel a dolgozatom elkészitését és kivitelezését elősegitették.

Szakirodalom:

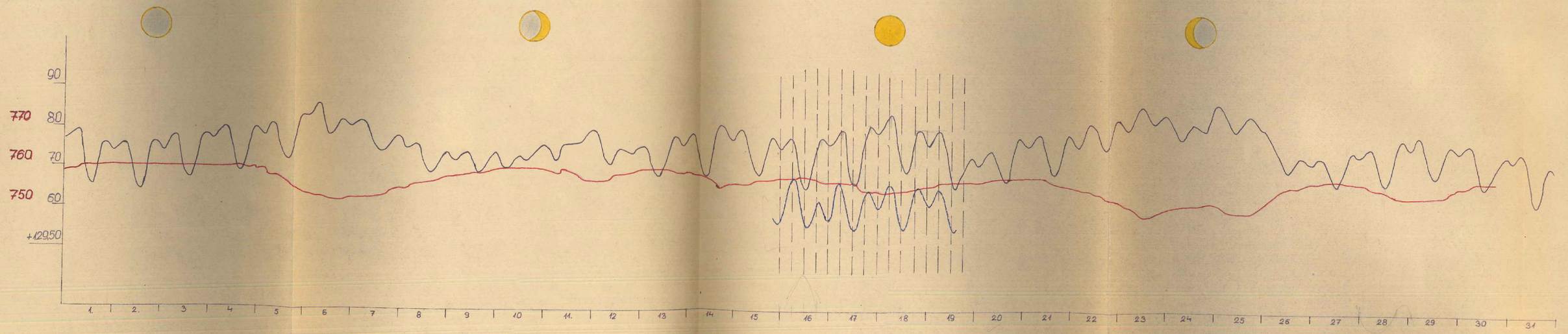
dr. Gerber Pál: A tatabányai medence vizföldtana
Ajtay: Bányavizek elleni védekezés
dr. Juhász: Hidrológia
Sas Endre: A tatabányai medence É-i részének szakdolgozata

Gyémánt Gyula

6. sz. melléklet



A 12-es sz. furás vízszintváltozásai 1966 VII. hóban.

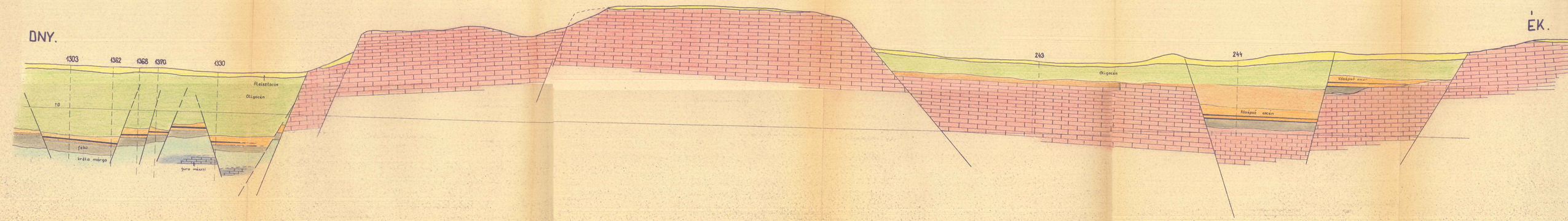


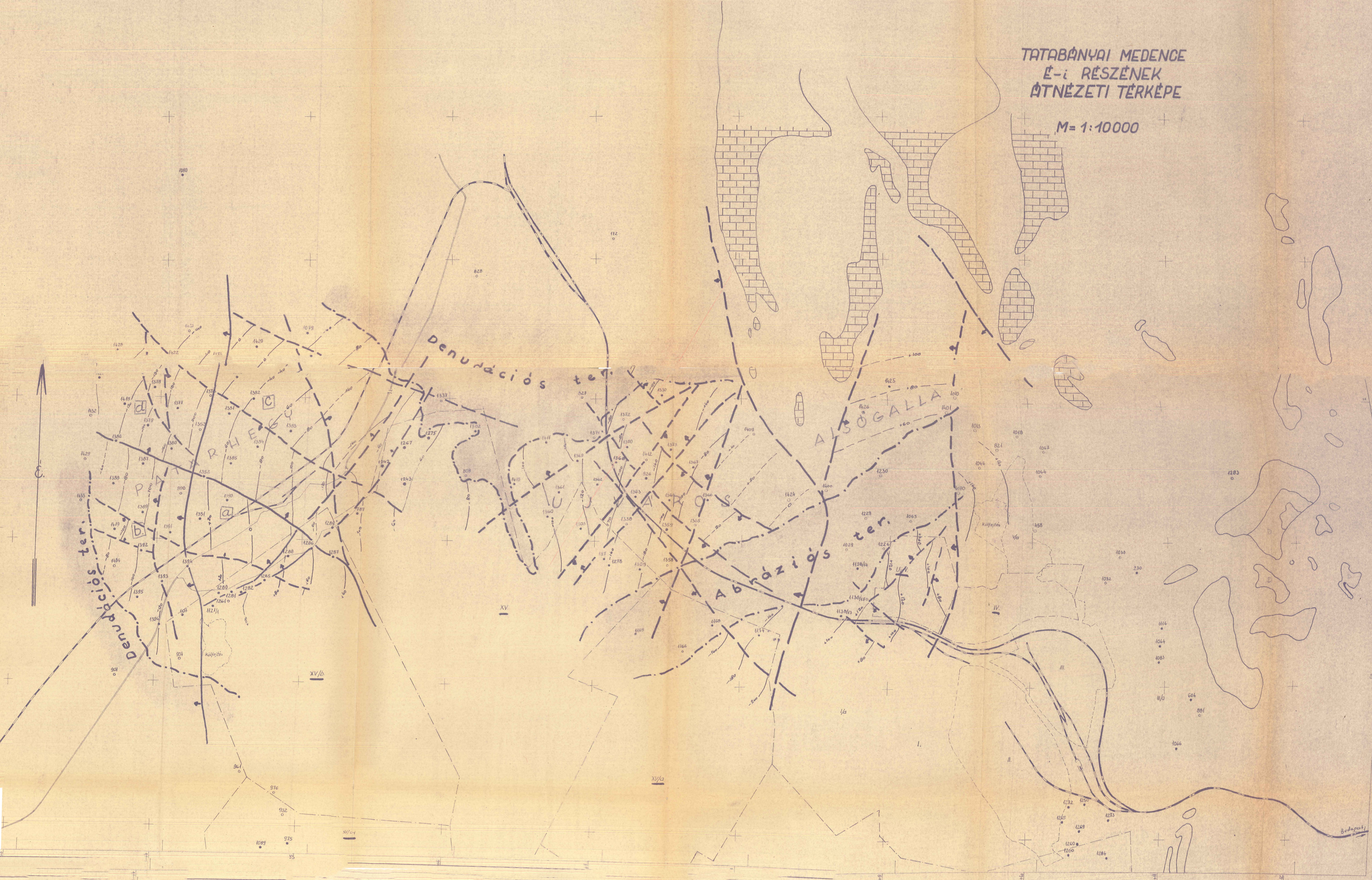
A vízszint és a légnyomás korrelációja:
0,894

A D-i GERECSE ÉK-DNY IRÁNYÚ FÖLDTANI SZELVÉNYE.

M = hossz 1:10000
M = magasság 1:5000

7. sz. melléklet



TATABÁNYAI MEDENCE É-i RÉSZÉNEK ÁTNÉZETI TÉRKÉPE

M= 1:10000