

1320

MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADEMIA FÖLDRAJZTUDOMÁNYI KUTATÓCSOPORT
ELMÉLETI ÉS MÓDSZERTANI VITAANYAGAI

5. FÜZET

Dr. Simon László

NÉHÁNY VIZFÖLTANI TÖRVÉNYSZERESÉGRŐL

Budapest

1964

MTA FÖLDRAJZI KÖNYVTÁR
LELT 31347/1964 sz.
HELY: O 1320

Néhány vízföldtani törvényszerűségről^x

Dr. Simon László

Az öntözés, párosulva az öntözés igényeinek megfelelő talajerő-utánpótlással és más korszerű agrotechnikai és üzemszervezési eljárásokkal, kétségtelenül leghathatósabb módja a területegységre eső terméshozamok növelésének s az állandóan, évről-évre egyenletesen magas színvonalú termésátlagok biztosításának. Távlati terveink mezőgazdaságunk termelési értékének legalábbis megkétszerezését, ugyanakkor mintegy 2 millió kat. holdon az öntözéssel mezőgazdaság megvalósítását irányozzák elő. E két feladat szoros egységet képez, ugyanis 2 millió holdon a korszerű öntözés megvalósítása már maga is mintegy 35-40%-kal emelheti mezőgazdaságunk mai teljes termelési értékét. Hasonló mértékű, sőt valamivel nagyobb - 40-50%-os növekedését várhatjuk a mezőgazdaság termelési értékének a kertészeti kultúrák termőterületének lényeges növelésétől, a szőlő-, gyümölcs- és zöldségtermelés mai termőterületének megsokszorozásától.

Am a kertészeti kultúrák termőterületének megsokszorozása korántsem az öntözéstől elkülönülő feladat. Sőt éppen ezeknek a kultúráknak az öntözési igénye a legnagyobb, s egyben ezek hálálják meg leginkább a vizet. Nemcsak a hozamok növelése a cél, hanem mindenekelőtt a termésbiztonságossá tétele és minőségének javítása. Ugyanakkor komoly problémánk az, hogy a szőlő- és gyümölcstelepítés főterületei a nagy homokvidékek. A homok közismerten rossz vízgazdálkodása /tápanyag-szegénységével együtt/ még tovább fokozza a vizigényt. Ugyanakkor nagy homokterületeink felszíni szempontból is magasabban fekvő hátságok, a folyók csak peremeiken járnak, felszíni vizekből való öntözésük tehát a mai energiahelyzet mellett gyakorlatilag még megoldhatatlan feladat.

Homokhátságainkhoz hasonló, a nagyobb felszíni vizekben szegény területet még számos helyen találunk. Az öntözés problémái e területeken is hasonlóak. S ez igen fontos kérdés. Ugyanis az öntözéses mezőgazdaságot nem lehet úgy felfogni, hogy az csupán az

^x Előadás a Magyar Földrajzi Társaság és a Földrajztudományi Kutatócsoport 1963. október 9-i vitacélján. Az előadást - az ekkor elküldött tézisek alapján is - igen beható és szenvedélyes vita követte. Földvári Aladár, Scherf Emil, Bekete István, Erdélyi Mihály, Pécsi Márton, Somogyi Sándor, Ozoray György, Major Pál és az elnöklő Láng Sándor hozzászólásai sok értékes kiegészítést adtak, továbbkutatásra ösztönző problémát vetettek fel. Már a vitát megelőzően sok hasznos észrevételt tett Kádár László, Scheffler Viktor és Urbanecsek János. A vita alapján azonban szerző nem tartja szükségesnek, hogy előadásának bármely lényegi kérdésében felfogását revízió alá vegye. Az előadáshoz utólag is érkeztek be részletes írásbeli hozzászólások. Ezekre visszatérünk. Egyben az itt közreadott szöveg alapján is további hozzászólásokat kér a szerkesztőség.

egyres területeken történetesen kedvező feltételek, a megfelelő vizadottságok kihasználása. Az ilyen szemlélet az öntözésben csupán műszaki problémát lát, s a műszaki megoldás olcsóbb vagy drágább voltától teszi függővé azt, hogy öntözzünk-e vagy ne öntözzünk. Ez a szemlélet felelős azért, hogy ma az öntözés szempontjából főleg azok a területek állnak előtérben, amelyekre a víz - természetesen a felszíni víz - gravitációsan eljuttatható. Így azonban éppen a mélyebb fekvésű, többnyire tehát a legrosszabb talajadottságú területek kerülnek öntözés alá, amelyek az öntözővizet legfeljebb a gyenge talajokra jellemző alacsony és igen bizonytalan termésátlagokhoz viszonyított optimummal hasznosíthatják. Am a víz - felszíni és rétegvíz egyaránt - igen drága dolog, s azt a legoptimálisabb gazdasági és talajfeltételekkel rendelkező területeken kell hasznosítani, hogy a legmagasabb szinthez viszonyított többletet hozzon és azt tegye állandóvá és biztonságossá. Az öntözést nem lehet ma még függetleníteni a helyi víznyerési lehetőségektől, de végzetes tévedés volna azt a helyi víznyerési lehetőségek kihasználására leegyszerűsíteni. Minden víznyerési lehetőséget meg kell vizsgálnunk, de a hasznosításról dönteni csak az összes feltételek mérlegelése alapján szabad. Törekednünk voltaképpen az öntözés általános tételére kell. Mert abban a hatalmas békés versenyben, amely szocializmus és kapitalizmus harcát eldönti, a mi éghajlati adottságaink mellett a jól átgondolt, komplex módon kifejlesztett öntözés a verseny követelményeinek megfelelő mezőgazdaság fejlesztésének általános követelménye. Különböző mértékben, igen változatos módon, de öntözni általában szükséges.

Talán túlságosan távoli követelménynek tűnik ma még ez, de a tudomány, amelynek nem regisztrálni és igazolni, hanem előrcmutatni kell, nem térhet ki a probléma elől. Ma még talán eretnekül hangzik, ha azt mondjuk: távlati vízkérdéseinknek lényegi kérdése nem is a víz, hanem az energia. Ugy vélem, nem fantazmagória, hanem tudományos előralátás, ha azt mondjuk, hogy a jövő század pl. az Alföld vízproblémáit biztonságosan tudja majd megoldani az egész Kárpát-medence, sőt azon túl fekvő területek, esetleg közeli tengerek vizének hasznosításával, mert mérhetetlenül több energia áll majd rendelkezésre, mint nekünk. Mindenesetre, amikor akkora történelmi feladat előtt állunk, mint a békés verseny megnyerése, nem az kell legyen első gondunk, hogyan őrizhetjük meg a következő nemzedékek számára a mai eszközökkel kinyerhető készleteket, hanem mindenekelőtt az, hogy a mi roppant feladatainkat oldjuk meg biztonságosan. Sokszor elhangzott már: ilyen feladatokhoz a tudomány is csak úgy állhat hozzá, ha a pontosságánál és lelkiismeretességénél a körültekintése és merészsége sem kisebb.

Ilyen összefüggésben átgondolva a kérdést, a következő átfogó következtetésekre kell jutnunk:

1. Ma még kétségtelenül a felszíni vizek hasznosításával kell megoldanunk öntözési feladataink legnagyobb részét. Am a felszíni

ni vizek hasznosításánál már ma is csak másod-, vagy harmadrendű kérdés lehet a közvetlen helyi felhasználásból, vagy a gravitációs úton való vezetésből adódó viszonylagos előny. Fontosabb kérdés a viznek a legmegfelelőbb talajfeltételek és természetesen a legoptimálisabb gazdasági feltételek között való hasznosítása.

2. A felszíni vizeknek távolabbi és a kivételi helynél magasabb helyeken történő hasznosítása ma még kiterjedten aligha valósítható meg. Különösen homokhátságaink területén - távlatilag valószínűleg csak néhány évtizedes átmenetként - az öntözés döntő vízforrása a rétegvizkészlet lehet. Ezért rétegvizeink egész tudományos problematikájával sokkal mélyebben és részletesebben, másrészt sokkal gyakorlatibb irányban kell foglalkoznunk, mint eddig. Ma az a helyzet, hogy éppen a mezőgazdasági gyakorlat - főleg a Duna-Tisza között - előtte jár a tudománynak, halomra döntve néhány eddigi tudományos "jóslatot", másrészt természetesen megfelelő erőfeszítésekre is ösztönözve a kutatást.

Ilyen meggondolásokból kiindulva szeretnénk rétegvizeink tudományos problémáink megoldásához néhány adalékkal szolgálni.

Témánkra térve: rétegvizeink kutatásában az utóbbi időben tanui lehetünk egy igen biztató új folyamatnak, talán pontosabban renaissance-nak nevezhetnénk, hiszen olyan érdekes kutatói irányzatok új kiterjedésére ez, mint volt - csak példaként - Sümeghy József. Csak két dokumentumra utalok, az egyik: a nagy nemzetközi sikert is aratott Vizföldtani Atlasz, a másik - szintén csak kiemelt példaként - Urbanecsek János Szolnok megye vízföldtana és a földtani felépítés és a rétegviznyomás összefüggéséről írt tanulmánya /Hidr.Közl. 1963. 3.sz./. Utóbbit azért is emelem ki, mert magam is annak fő problematikájával szándékozem most foglalkozni, azt általában elfogadva, sok vonatkozásban azt kiegészítve, részben persze vele vitatkozva is.

Am ha a tudományban új, mélyebb és a nagyon sokrétű valóságot sokrétű vizsgálatokkal, szóval valóban dialektikus módon megközelítő irányzatok bontakoznak ki, ugyanakkor a gyakorlat sok szempontból még mindig megelőzi a tudományt. Főleg a csökkenő öntözés Duna-Tisza közti eredményei, a Duna völgyében elsősorban, de már a homokhátságokon is /Izsák, de Cegléd környéke is!/, arra ösztönöznek, hogy sok eddigi elvet revízió alá vegyünk. A csökkenő öntözés tapasztalatai, melyeknek tudományos általánosításában is és ezen belül vízföldtani is döntő fontosságú Fekete István munkássága, ösztönöznek arra, hogy egyrészt sokkal körültekintőbben, ugyanakkor merészebben nyúljunk a kérdéshez. Menynyire igazolódik itt is Engels gondolata: ha valahol felmerül egy gyakorlati szükséglet, az gyorsabban fejleszti a tudományt, mint száz egyetem.

1. A rétegvizek nyomásállapota és a mélyszerkezet

A rétegvizek nyomásállapota, még egyszerűbben: a nyugalmi vízszintnek a felszínhez viszonyított magasságával kifejezett nyomása nemcsak gyakorlati szempontból fontos kérdés, hanem tudományos szempontból is egyik kulcskérdése a rétegvizek hidrogeológiája és hidraulikája egész problematikájának. Rónainak köszönhetjük azt a fontos megfigyelést, miszerint a talajvíz középszintjének a felszíntől mérhető mélysége összefüggést mutat az eltakart pannon felszínnek a felszínhez viszonyított mélységével. Eszerint a Nyírságban és a Hajdúságban, ahol a pannon összlet felszíne kis mélységben elérhető, ott általában mélytükör talajviznivót találunk. Rónai hívja fel a figyelmünket arra is, hogy a Duna-Tisza közén a Béja-Kecel közötti magaspárt, továbbá a Vaskút-Csávoly-Borota-Kiskunhalas-Kiskunmajsa vonal igen mélytükör talajvizfoltjait nem lehet kielégítően indokolni a térszín domborzatával, hiszen a térszín domborzata egyáltalán nem követi a mély és magas talajvíz foltok elhelyezkedését. Közelebbi kifejtés nélkül e jelenségek okaként a földtani szerkezetre mutat rá /Az Alföld talajvíztérképe, 36-37. és 58., 59. old./.

A Nyírság és peremsüllyedékei, majd a Duna-Tisza közti homokhátság és a Duna-völgy rétegvizekből történő öntözési lehetőségeit kutatva /Földrajzi Értesítő 1963. 3. és Földrajzi Közlemények 1963. 3./, több ezer kút nyugalmi vízszintjét térképeztem /1. és 2. ábra/. E térképeket egybevetve a ma már elég részletesen ismert és értelmezett azonos területi mélyszerkezeti és mélyrétegtani adatokkal - főleg Scheffer V. gravitációs, Kőrössy L. szerkezeti és Kertai Gy.-Kőrössy L. alsó- és felsőpannon medencealjzat térképeivel /3.-4. ábrák/ - arra a következtetésre kellett jutnom, hogy az összefüggés, amelyet Rónai a pannon felszín és a talajvíz szintje között - szerkezeti okokra visszavezetve - megállapított, általános és egyetemes összefüggés. Eszerint:

1. Az alaphegység, az esetleges eltemetett eruptívumok, az alaphegységre települt különböző korú rétegek - feltéhetően a legalsó egészében impermeabilisnak tekinthető réteg domborzata - törvényszerűen összefügg a felette elhelyezkedő vízvezető /vízartó/ rétegekből nyerhető vizek nyomásállapotával. Az alaphegység, illetve a legalsó impermeabilis réteg kiemelkedéseinek /harsztjainak, hátságainak, antiklinálisainak stb./ a rétegvizek alacsonyabb és egyben a mélység függvényében legalábbis bizonyos mélységre csökkenő nyomása, a kutakban az alacsonyabb, szinte kivétel nélkül negatív nyugalmi vízszintje felel meg, míg az alaphegység mély medencéi /szinklinálisai, süllyedékei, vágái stb./ felett a rétegvizek nyomása magasabb, egyben a mélység függvényében növekvő s a kutakból többnyire kifolyó, pozitív nyomásállapotú vizet nyerhetünk.

Az összefüggést nemcsak térképeink összehasonlítása szemlélteti, hanem talán még beszédesebbek szelvényeink, amelyeken a tényleges nyomásokat tüntettük fel /térképeinken a kb. 100 m térszín alatti szintből nyerhető nyomást/. Szelvényeinken /5.-7. ábrák/ a nyomás-

változás tendenciáit jelző vonalak szinte pontos negatívjai, tükörképei a gravitációs anomáliák és a mélyrétegek domborzata profiljának.

Kőrössy László tanulmánya /Magyarország medenceterületeinek összehasonlító földtani szerkezete, Földtani Közöny, 1963. 2. füzet/ alapján nem érdektelen felsorolni azokat a mélyszerkezeti elemeket, amelyek a víznyomás-térképen is pontosan tükröződnek /a Duna-Tisza közén és az Északkelet-Alföldön/.

Közösdunántúli nagyszerkezeti egység: Bugyi-nagykátai magas rögvonulat és folytatása Jászberénynél: a Gödöllő-Tóalmás-Jászberény magas rög, de benne az isaszegi medencével; az alsónémedi mélyvonulat;

a Mecsek-nagykőrösi nagyszerkezeti egységből: a Tompamedarasi rögvonulat; a Harta-Izsák-kerekegyházi rögvonulat; Sükösd-jános-halmi magas rögvonulat, Jánoshalmától É-ra pontosan a Kőrössy térképén szereplő konfigurációval; Kecskemét-nagykőrösi magas rögvonulat; Vaskút-mélykúti mélyvonulat, de Vaskútnál még alacsony nyugalmi vízszinttel és Csátalján is alacsony nyomású szigettel; Kiskőrös vidéki mélyvonulatok pontosan a szerkezeti térkép konfigurációja szerint, jól kirajzolódik vízföldtanilag is a soltvadkerti rög, a kadai mélyvonulat; a Dunavecse-tatarszentgyörgyi mélyvonulat, de K-i része É-ra, Dabas irányában eltolódva.

A Délkelet-alföldi nagyszerkezeti egységből: a kiskunsági depresszió /Tisza-árok/; Üllős-Zöldfás-délszki rögvonulat az általában +8 - +10 m nyugalmi vízszintek területén +2 - +4 m vízszintekkel, de Üllősnél még -3 - -4 m-es nyugalmi vízszinttel is; feltűnik a Szatymaz-algyői rögvonulat is Zombó és Algyő 0 - -2 m-es vízszintjeivel az egészen pozitív környezetben.

Észak-alföldi nagyszerkezeti egység: Biharnagybajom-Püspökkladány-Nádudvar magas rögvonulat /itt a kutak gázosak s ezért a nyomásértékek magasabbak, ám még így is feltűnően alacsonyabbak a pozitív nyomásállapotú környezethez viszonyítva/; Vámospércs-Nyírlugos magas rögvonulat /kifejezetten csak Ny.mártonfalvától tűnik fel/; a Hajduszoboszló-Ebes-Balmazújváros magas rögvonulat /szintén a gázosság miatt a szerkezetnek megfelelőnél magasabb vízszintekkel/; Debrecen-józsai magas rögvonulat; Hajdúhadházi magas rög, a csatlakozó hajdúböszörményi vulkáni tömeghez; kabai mélyvonulat, melyben a szerkezeti térképen jelzett 2 kisebb kiemelkedés közül Kabánál az egyik vízföldtanilag is kidomborodik;

Tiszántúli kristályospala nagyszerkezeti egység: Kőrösszegapáti-Kismarja-almosdi magas rögvonulat /feltűnően csak Biharkeresztől/; mezősségi rög; Konyár-furtai mélyvonulat.

Megállapítható tehát, hogy a Kőrössy térképén feltüntetett és szövegében említett szerkezeti és domborzati elemek szinte tel-

jes sorban feltűnnek a vízszinteket ábrázoló térképen is, és pedig a vázolt törvényszerű összefüggés értelmében.

A fenti felsorolásból hiányzó nyomásállapot-anomáliák is összefüggést mutatnak a mélységi domborzattal, és pedig úgy, hogy a szerkezeti kiemelkedésekkel összefüggésbe nem hozható alacsony nyomású foltok szinte minden esetben valamely kiemelkedő vulkánikus tömeggel azonosíthatók. Kőrössy diszlokációs vonalai mentén fel is sorolja a fontosabb - Főtűz diabáz - kitöréseket, s részletesen tudjuk azonosítani foltjainkat a geománéses térkép megfelelő anomáliáival. Különösen jól kirajzolódik a térképen /s a vízföldtaniakon is/ a hatalmas nyírségi vulkánikus aréna, ami annál is fontosabb, mert a Nyírség mélyfúrásokkal még nagyon hűzagosan feltárt terület.

2. Nemcsak a nyugalmi vízszint, hanem a meghatározott vízhozam eléréséhez szükséges depresszió nagysága is lényegében azonos összefüggést mutat a mélyszerkezet domborzatával. Két szelvényünkön /Ebes-Tiszabecs és Jászberény-Tompa/ feltűntettük az 1 méter szűrőn át nyerhető 20 liter/perc vízhozamhoz szükséges depressziót. Az ennek változási tendenciáit jelző vonalak is lényegében azonos irányúak a nyomásváltozást jelző vonalakkal. Ez azt jelenti, hogy a mélyszerkezet kiemelkedései felett azonos vízhozam eléréséhez nagyobb depressziót kell létesítenünk, de - az létesíthető is. Ennek a gyakorlatilag is igen fontos összefüggésnek értelmezésére még visszatérünk.

3. Az összefüggés harmadik jelensége az, hogy az alacsony víznyomású helyeken - azaz az eltemetett kiemelkedések felett - kis területen belül is nagy különbségek tapasztalhatók a nyugalmi víznívókban /de azok általában negatívak/ a tenger szintjéhez viszonyítva. Ugyanakkor a vízszint az ilyen szerkezetű helyeken jelentéktelenebb ingadozást mutat a felszínhez viszonyítva, noha a felszín többnyire nyugtalanabb reliefű. A magas nyugalmi víznívójú /többnyire pozitív/ területeken mind a felszínhez, mind a tenger szintjéhez viszonyított víznívó sokkal kiegyenlítettebb. E jelenségek sem értelmezhetők kielégítően felszín domborzatának szintkülönbségeivel.

Értelmezni próbálván a törvényszerűnek mutatkozó összefüggéseket, természetesen mindenekelőtt a felszín domborzatára kellett gondolnunk.

A felszín domborzata természetesen jelentős mértékben és ugyan-csak törvényszerűen befolyásolja a kutaknak a felszínhez viszonyított nyugalmi vízszintjét, de azt kielégítően és egyértelműen nem határozza meg. Így pl. Baja-Sükösd környékén és az egész ún. "magaspárt" vonalában a kiemelkedő eltakart rögök felett 98 m Af. térszínen ugyanúgy -15 - -20 m nyugalmi vízszinteket kapunk, mint ugyanott 120-125 m Af. térszínen. Nem határozza meg a nyugalmi vízszintet a pannon-felszínnek a térszínhez viszonyított mélysége sem. Így pl. Kismacson a +80 m Af. magasságú pannon térszín területén azonos nyomásállapotot találunk /eltakart horszt

felett/, mint Debrecenben, ahol a pannon felszín -80 m Af. magasság körül érhető el; hasonló a helyzet - csak példaként - a Duna völgyében és Észak-Bácskában.

Tehát sem a felszín, sem a pannon felszín domborzata nem ad kielégítő magyarázatot. Az kétségtelen, hogy a vázolt összefüggésben szereplő nyomásállapotok a hidrosztatikustól eltérőek. Ezt már maga az a tény is alátámasztja, miszerint a felszín domborzata nem ad kielégítő magyarázatot. Azt sem lehet elképzelni, hogy az egyes szerkezeti egységek külön-külön hidrosztatikai egységek lennének, különösen nem az alaphegység /s kisebb-nagyobb mértékben a felszín/ kiemelt területei. Arról ugyan lehet szó - erre visszatérünk -, hogy e szerkezeti egységeknek van bizonyos önálló vizgazdálkodásuk, tehát hidrosztatikájuk és hidraulikájuk is. Am az összefüggés egyetemes jellege éppen azért bizonyítja, hogy legalábbis az egész alföldi medence egyetlen összefüggő hidrosztatikai és hidrodinamikai egység, melyben a vizek nyomásállapotát alapjaiban azonos összefüggés, azonos törvényszerűség határozza meg. E törvényszerűség nem lehet rétegtani, csak valamely fizikai törvényre gondolhatunk, amelynek érvényesülési feltételei között első helyen áll a roppant víztartó vagy vízvezető edény - az egész alföldi medence, sőt bizonyára annál nagyobb térség - váltakozó radiális irányú szűkülése illetve tágulása.

Előbb a Bernoulli-törvény érvényesülésére gondoltunk. E törvény értelmében - mint ismeretes - az áramló folyadékok hidrosztatikai és hidrodinamikai nyomásának összege állandó, következésképpen ahol szűkül a piezométer, ott az áramlás sebessége nő, hidrosztatikai /azaz esetünkben horizontális és radiális irányú/ nyomása csökken. Elméletileg e törvény tökéletesen kielégítő magyarázatot adna, s fogjuk látni, hogy az valóban érvényesül is rétegvizeink áramlásával kapcsolatban. Am mégsem tehető a vázolt összefüggésért felelőssé a Bernoulli-törvény, mert kizárják ezt a nagyságrendek. Ugyanis a $p - p_0 = \frac{\rho}{2} v^2$ egyenlet értelmében 10-20 ezer miliméteres víznívó-változások legalábbis néhány ezer miliméter/sec áramlási sebesség-változás esetében következhetnek be, ami lehetetlen, kivácsban ugyan nem is a k-tényező miatt, hanem azért, mert ekkora sebességű áramlás már egy 10 km-es szelvényben is legalább 10-15 Duna víztömegét szállítaná.

Nagyságrendileg is kielégítő magyarázatot adhatnak azonban a hőmérsékletkülönbségek. A víznek 18 C°-on a hőkiterjedési együtthatója $1,8 \times 10^{-4}$. Azonos nagyságú térfogatsúly-változást is jelent ez. Ez tehát azt jelenti, hogy pl. átlagosan 40 C°-os 1000 m-es vízoszlop az 50 C°-os vízből kerekén 1001 méteres oszloppal tart hidrosztatikai egyensúlyt. Márpedig egy olyan medencében, amelyben a víztartó összlet vastagsága - az utánpótló perének magasságát tekintve sem véve - 2-3000 méter különbségeket is mutat, s ahol a geotermikus gradiens is 15 és 40 méter között ingadozik, elképzelhetők 10-15 méteres nivókülönbségeket is előidéző hőmérsékleti különbségek. Gondolnunk kell talán a túlhevített felszálló vizeknek meghatározott magasságban /tehát nyomás alatt/ gőzzé válására, majd újra lecsapódására is. Semmi esetre

sem állíthatjuk, hogy a hőmérsékleti viszonyokkal minden kielégítő és főleg precíz értelmezést tudunk adni. Sok még a kutatni való, s lehet, hogy végül ma még nem ismert fizikai jelenségekre vagy akár törvényszerűségekre, esetleg ismert fizikai törvényszerűségeknél még ismeretlen feltételek közötti különleges érvényesülési formáira bukkanhatunk.

Amennyit mindenesetre bizonyítottként kell hangoztatnunk, hogy medencéink mélységi vízi egyetlen hatalmas összefüggő összletet képeznek, amely ugyan elkülönülő, de egymással mégis kommunikáló rétegekben helyezkedik el és végzi mozgását s - a klasszikus artézi törvény, azaz a hidrosztatika mellett - azonos törvény vagy törvények alakítják ki, éspedig a medencealjzattól kezdve ható törvények, azok nyomásállapotát.

Ez az első átfogó - eddig is sokszor hangoztatott, de részletes és módszeres vizsgálattal kielégítően eddig még nem igazolt - törvényszerű összefüggés, amelyet kutatásaink eredményeként bizonyítottnak vehetünk.

2. A vízvezető rétegek szemcseösszetételének néhány jelensége és azok összefüggései

A Bernoulli-törvény tehát nagyságrendileg nem elégítheti ki a vízszíntingadozás értelmezését. Am ez korántsem jelenti azt, hogy e törvény nem érvényesül. Mert ha van áramlás, e törvénynek is szükségképpen érvényesülnie kell. Hiszen e törvény a gázok és folyadékok áramlásának egyetemes törvénye. Ennek feltételezésében kettős vizsgálatot végeztünk.

1. Feltételezve még, hogy a nyugalmi vízszint ingadozásáért is e törvény felelős, feltételeztük azt is, hogy ebben az esetben azonos földrajzi helyen az áramlás sebességét erőteljesebben fékező finomabb üledékekből magasabb hidrosztatikai nyomást, a durvább üledékekből pedig - melyekben a sebesség, az ún. terelő nyomás nő - alacsonyabb nyugalmi vízszintet kell kapnunk. Az 1200 kútdat alapján végzett vizsgálat feltevésünket egészében 70%-ban igazolta. Különböző Urbancsek /id. tanulmányában/ azonos eredményre jutott, az összefüggés közelebbi okát nem elemelve, a mély szerkezeti vápákban tapasztalható magasabb nyomást az ott uralkodó finomabb szemcseösszetételre, viszont a negatív nyomásállapotú területek nyomásviszonyait az e területek nélkülyebb pleisztocén szintjeire jellemző durvább üledékekre vezetve vissza.

Mi annak okát is kutatva, hogy miért kapunk a durvább üledékekből alacsonyabb nyomást - és fordítva -, úgy találtuk, hogy a Bernoulli-törvény ugyancsak nagyságrendi okok miatt nem adhat erre a problémára kielégítő értelmezést. Így jutottunk el a hőmérsékleti viszonyok vizsgálatához. Ugyancsak nagyságrendi okok miatt azonban ezek sem alkalmasak a kielégítő értelmezésre. Mégis igen fontos felismeréshez jutottunk, nevezetesen ahhoz,

hogy a mélyszerkezet kiemelkedéseivel jellemezhető, azaz negatív nyomásállapotú területeken a durvább üledékekből alacsonyabb, a finomabb üledékekből pedig magasabb hőmérsékletű vizet nyerünk /természetesen azonos mélységszintre számítva/. Továbbá tüzetesebben, területi típusonként is elkülönítve a szemcsenagyság és a nyomásállapot közötti összefüggést, arra kellett rájöttünk, hogy magas hányadban /közel 80%-ban/ csak a kiemelt mélyszerkezeti tömegek felett érvényesül az összefüggés, viszont a szerkezeti vápák területén már csak 34%-ban kapunk a durvább üledékből alacsonyabb és a finomabból magasabb nyomást, tehát e területeken az összefüggés voltaképpen ellenkező előjellel érvényesül.

A hőmérsékleti és a szemcsenagyság-viszonyok tehát területtípusonként egymáshoz hasonlóan mutatnak összefüggést a két ellentétes szerkezeti típus területén. A törvényszerű összefüggést így fogalmazhatjuk meg: az eltakart rögök /hátságok, vulkáni tömegek/ felett a durvább üledékekből általában alacsonyabb nyomást és azonos szintre számítva általában alacsonyabb hőmérsékletű vizet nyerünk, mint az azonos terület finomabb szemcséjű vízvezető rétegeiből. A szerkezeti mélyedések /medencék, vápák/ területén viszont általában a durvább üledékekből nyerjük a magasabb nyomást és egyben a magasabb hőmérsékletű vizet.

Ez a második, az elsővel is, az azonos szerkezeti okok alapján, mindenesetre összefüggő törvényszerűség. Értelmezésére visszatérünk, előbb azonban néhány megjegyzést kell tennünk és röviden ismertetnünk kell a harmadik általános érvényű összefüggést, mert ennek ismerete feltétele az előzők kielégítő értelmezésének.

A megjegyzések: feltevésünket, hogy ti. a Bernoulli-törvény, illetőleg a hőmérsékleti eltérések magyaráznák a nyomás és szemcsenagyság összefüggését, a nagyságrendek kielégítően nem támasztják alá. Meg kell jegyeznünk azt is, hogy még azok összegeződése -- hiszen azonos geotípusú területeken azonos előjellel hatnak -- sem adhat nagyságrendileg is megnyugtató magyarázatot, hiszen még az összegeződésből is csak cm-es nagyságrendű nyugalmi vízszintváltozások adódhatnak. Mégis érdemes az összefüggéseken elgondolkozni és a nagyságrendileg is kielégítő értelmezést ezeknek az összefüggéseknek irányában is kutatni.

2. Makacsul továbbra is feltételezve a Bernoulli-törvény érvényesülését, feltételeztük, hogy a törvény értelmében lassúbb, illetve gyorsabb áramlásnak kisebb, illetve nagyobb mértékű szelektálást kell végeznie az üledékekben. Ennek feltételezésére feljogosítottak az öntöző csőkútjainkkal kapcsolatban szerzett bőséges tapasztalatok. Ma már ugyanis több mint 1000 csőkútról köztudott, hogy a rövid néhány hónapos téli üzemszünet elegendő ahhoz, hogy a csőben a szűrő alatti részben akár 2 méter iszap is finomhomok halmozódjék fel, hogy a kút környezetébe a természetes áramlás folytán annyi finom frakció gyűljön össze, hogy e kutak az idény kezdetekor mindig "homokolnak" és igen alapos tisztító szivattyúzásra szorulnak. /Ezért pl. Bács-Kiskun minden öntöző állami gazdaságát kompresszorral is ellátták./ Miért

ne mehetne méginkább végbe az üledékeknek az áramlás sebességétől függő különböző mértékű szelektálódása geológiai időtartamok alatt?

Négy megye 2150 kútadatát /a megfelelő rétegeadatokkal/ megvizsgálva, feltevésünk megyénként 65-92%-ban igazolódott /legmagasabb arányban Pest megyében/. A vizsgálat alapjául a mélyszerkezettel szoros összefüggést mutató nyugalmi vízszinteket vettük. A ± 0 m feletti, a 0 - -3, -3 - -5 m, -5 - -10 m és -10 m alatti nyugalmi vízszintek függvényében vizsgáltuk a szemcsenagyságot és az üledékek osztályozottságát. Ugy találtuk, hogy - a fent irt százalékokban - a magasabb nyomásnak finomabb és főleg osztályozatlanabb üledékek felelnek meg, ami legalábbis részben helyesen csak a lassúbb áramlással értelmezhető. Az alacsony nyomásnak /az Alföld peremi helyzettől is függően/ durvább és főleg osztályozottabb üledékek felelnek meg. Az üledékek osztályozottsága szerint térképezve kútjainkat, a Duna-Tisza közén lényegében a szerkezeti térkép konturjai rajzolódtak ki, míg a Nyírségben ezek mellett a terület ősvizrajzának és Urbanecsek vasassági és összkeményiségi fokok alapján szerkesztett áramlási térképeinek ÉEK - DDNy irányú pásztái /8.-9. ábrák/. Kétségtelen, hogy a Nyírségben az üledékek osztályozottságának ez a területi megoszlása összefügg az ősvizrajzzal is, nevezetesen ott vannak az osztályozatlanabb üledékek pásztái, ahol egykor tartósan élővizek, folyók jártak, melyek természetesen ugyanúgy a szerkezeti vápákat, árkokat követték, mint ahogyan ma azok területén alacsonyabb az áramlás sebessége, tehát kisebb mértékű a szelekció. Ám hogy a döntő ok nem az eredeti üledékképződés, azt a Duna-Tisza köze térképe igazolja, ahol az üledékek szelektáltsága a szerkezetet, azaz nem a régi és mai áramlások irányát, hanem az áramlás különböző sebességét tükrözi.

A harmadik törvényszerű összefüggés tehát az, hogy a szerkezettől függő gyorsabb, ill. lassúbb áramlásnak az üledékek erősebb, ill. kisebb mértékű osztályozottsága felel meg. Ennek az összefüggésnek fontosságát abban látom, hogy tudományos bizonyíték az áramlás - egyébként eléggé indokolatlanul kétségbevont - ténye mellett. Gyakorlatilag viszont fontos az, hogy az alacsony nyomású helyeken, ahol az üledékek tehát szelektáltabbak, a víznyerésnél nagy depressziót lehet létesíteni, mert a homogén szemcsösszetételű rétegre telepített kút így sem "homokol". Egyébként ezt a gyakorlatból is igazolja pl. Debrecen, Nyíregyháza, Kecskemét stb. számos kútja, melyek a kiemelt rögökkel jellemzett szerkezeti területtipus rétegeit csapolják meg, nem egyszer 25-30 méteres leszivást is alkalmazva.

3. A geotermikus gradiens összefüggése az áramlással

Már említettük, hogy a szemcsenagyság és a hőmérséklet is szerkezeti területtípusonként eltérő, de az egyes területtípusokon belül azonos előjelu összefüggést mutat egymással. Említettük azt is, hogy a hőmérsékleti viszonyokat abból a feltevésből kiindulva vizsgáltuk, hogy esetleg azok alapján értelmezhetjük a különböző szemcsenagyságú üledékekből nyert különböző nyomásokat.

1. Már az első vizsgálatok azt mutatták, hogy az 50-250 m mélységből, tehát lényegében a fő vizadó pleisztocén rétegekből, és pedig a két területen több mint 600 kút kifolyó vizéből számított geotermikus gradiens területi megoszlása, néhány kivételtől eltekintve, összefüggést mutat a mélyszerkezettel /itt még az egyes helységek kútjaiból számított helységenkénti átlagos geotermikus gradiensről van szó, 10. és 11. sz. ábrák/. Az összefüggés lényege az, hogy a kiemelkedő eltakart tömegek felett általában nagyobb a geotermikus gradiens, ez különösen jól kirajzolódik a Duna-Tisza közén. A Nyírségben - talán ezért is, mert ott átlagosan csak 100 m mélységig állt rendelkezésre megfelelő mennyiségű adat - az összefüggés sokkal elmosódottabban jelentkezik. Ennek oka lehet természetesen az, hogy az eltakart hátságokat felépítő kőzetek különbözők, különböző hővezeték is. Módosítja a képet a határoló törésvonalak mentén közismerten gyakran alacsony gradiens. A folyók vonalában gyakran tapasztalható /ld. a térképeket/ alacsony gradiens értékek is valószínűleg a folyók nyomvonalát meghatározó törésvonalakkal függnek össze. Számolni kell a kifolyó vizből számított hőmérsékletekből és a különböző átmérőjű kútsövekből adódó hibeszázalékkal. De ezeket a több mint 600 adat a "nagyszámok törvényével" legalábbis részben korrigálja. Mindkét területen feltűnő viszont az, hogy néhány mély vápa felett is - pl. Kiskunfélegyháza, Écsedi-láp - a geotermikus gradiens igen nagy.

Ugyanakkor a Nyírségben és Hajdúságban már ez az átlagos adaton alapuló geotermikus gradiens térkép is félreismerhetetlen áramlási sávokat mutat, egyes közbezárt szigetekkel. Ezek iránya megegyezik a már előbb más módszerekkel megismert ösvizrajzi vonalakkal. Részben a vázolt ellentmondások, részben az "áramlási irányok" méginkább ösztönöztek a tüzetes vizsgálatra.

2. Szemcsenagyság szerint vizsgálva a hőmérsékleti változásokat - ahol elegendő adat volt, ott helységenként az azonos finomságú üledékből nyert hőmérsékleteket átlagolva -, a következő főbb jelenségek voltak rögzíthetők:

a/ A szemcsenagyságtól függő hőmérséklet alakulása két határozott területi - földrajzi típust mutat: Az egyik típus jellemzője, hogy az üledékek durvulásával párhuzamosan az azonos mélységből nyerhető hőmérséklet csökken. Ennek tiszta példái Nyíregyháza, Debrecen, Nagykálló, Kiszvárd, Körösszegapáti, Kecskemét, Nagykőrös /40-80 m/, Baja, Kiskunhalas. A másik típusban a hőmérséklet ellenkezőleg a szemcsék durvulásával párhuzamosan emelkedik. E típusra jellemző példák: Balmazújváros, Püspökladány, Hajdúszoboszló, Kiskunlacháza, Kunszentmiklós, Kiskunfélegyháza stb. Az összefüggés ugyanilyen értelemben állapítható meg Kecskemét, Nyíregyháza és Szeged karottázs szelvényével is rendelkező, tehát mind a szintezés, mind az egymáshoz viszonyított szemcsenagyság szempontjából megbízhatóbb adatokkal rendelkező kútjai esetében is. Debrecen karottázs szelvényezett kútjai mind több különböző szemcsenagyságú réteget csapólnak meg, így az itt tárgyalt összefüggés vizsgálatára nem alkalmasak.

b/ A felsorolt példák is azt mutatják, hogy a két típus nagyobb részben szerkezeti tipushoz kötött, ám korántsem olyan egyértelműen, mint a nyomásállapotok területi megoszlása a szerkezeti típusokhoz. Más területi konfiguráció is kirajzolódik a térképeken. Hogy a különböző finomságú frakciókból nyert hőmérsékletek külön is jól ábrázolhatók és szemléltethetők legyenek, nem is a geotermikus gradienst, hanem a meghatározott /térképeinken 200 m/ mélységre eső hőmérséklet-emelkedést ábrázoltuk oszlopdiagrammal /12.-13. ábrák/. Az így kapott térképek első pillantásra erős hasonlóságot mutatnak az oszlopok nagyságrendi megoszlásának arányaiban a hasonló ábrázolási módszerrel készített fajlagos vízhozam-térképekhez. Már Urbanek rámutatott arra, hogy a fajlagos vízhozam-térképek megbízhatóan tükrözik az ösvizrajzot, az egykori folyók és - a mai áramlások pásztáit. A hőmérsékleti viszonyok vázolt módon történt ábrázolása is határozottan pásztákat mutat, a Nyírségben a már előbbi más módszerekkel is kirajzolhatókat, a Duna-Tisza között pedig egy széles dunavölgyit és a pesti öblözet irányából DDK irányában induló sugarasan Kiskunhalas ill. Szeged irányában széttartó két áramlást, melyekbe É felől - Gödöllőt kikerülve - egy széles áramlás torkollik; a dunavölgyiből Solt-Baja irányából a Dél-Bácska felé is tart egy áramlás. Feltételezve, hogy a durvább üledékekben természetesen az áramlás is bővebb, térképeinket csupán didaktikai okokból oly módon is átszerkesztettük, hogy az oszlopokat felszorzottuk a hízagtérfelekkel /tehát nem az áramlási tényezővel/. A durvább üledékekből nyert hőmérsékletemelkedést ábrázoló oszlopok így természetesen hosszabbak lettek. Ezek a térképek még inkább hasonlítanak oszlopaik arányaival a fajlagos vízhozam-térképekhez és - még szemléletesebben rajzolódna ki az áramlások pásztái. Sőt nemcsak pásztái, hanem - ezt igazolni látszik éppen a fajlagos vízhozamokkal való egybevetés - az áramlások különböző intenzitása. E térképeket voltaképpen már nem is hőmérsékleti térképeknek, hanem áramlási térképeknek tartjuk. Nem érdektelen megemlíteni, hogy e térképek 60-80%-ban megegyeznek a vasasság oszlopdiagrammal ábrázolt térképeivel is /14., 15. ábrák/.

Értelmezni próbálván e jelenségeket, szeretnénk hangsúlyozni, hogy ezeket a hőmérsékleti eltéréseket, változásokat nem az egyes területekre jellemző és a sok más tényezőtől is befolyásolt földi hőáramláson alapuló geotermikus gradiens kialakítóinak, hanem csupán módosítóinak véljük. E módosulás azonban néha igen jelentős, és mint a térképeinkről leolvasható, az alföldi területekre jellemző 13-30 méteres geotermikus gradienst egyazon helység területén belül is néha hasonló nagyságrendekkel változtatja meg. Hangsúlyoznunk kell továbbá, hogy értelmezni próbálván a jelenséget, sok tényezőre kell gondolnunk akkor is ha jelenleg még nem is tudunk több tényezővel, még inkább azok kölcsönhatásaival átfogó, egységes és valamennyi főbb jelenség kielégítő értelmezéséhez eljutni.

Gondolnunk kell a különböző szemcsenagyságú rétegek különböző hővezető képességére. Ám a jelenségek ezek szerepét inkább cáfolják, hiszen éppenséggel azt tapasztaljuk, hogy azonos frakció

területtipusonként váltakozva egyszer a magasabb, máskor pedig az alacsonyabb helyi hőmérséklet hordozója.

Gondolnunk kell arra, hogy az igen magas fajhőjű és igen alacsony hővezető képességű viz áramlása útján nagy távolságra képes szállítani a földi hőáramlás által kialakítottól eltérő hőmérsékletet. A víznek ez a fizikai tulajdonsága kielégítően indokolja azt, hogy a hőmérsékleti viszonyok területi megoszlásában miért éppen áramlási vonalak rajzolódnak ki. Am a szemcsenagyságtól függő hőmérsékleti eltéréseket, különösen azok területtipusonként ellentétes irányú változását ez az összefüggés csak részlegesen indokolja. Részlegesen mindenestre igen:

a/ Olyan medenceperemi helyeken, ahol minden feltevés szerint az áramlás a peremen kívüli magasabb fekvésű helyek felől történik és a magasabb helyeken a geotermikus gradiens nagy /ennek oka lehet a kiemelt helyzet miatt megnövekedett felszín-felület, de bizonyára éppen a bőséges beszivárgás is/, a medence szélén is alacsony hőmérsékletet kell kapnunk, és pedig az erősebb áramlást biztosító durvább üledékből. Erre van is klasszikus példa: Sátoraljaújhely geotermikus gradiense 56,75 m, tőle délre az ÉNy-Nyirsegé is alacsony és a községek többségében itt az alacsonyabb hőmérsékletet valóban a durvább üledékekből nyerjük. De miért csökken hirtelen a gradiens délebbre? Egyszerűen az áramló víz fokozatos felmelegedése következtében? Erre még nem tudunk felelni.

b/ Elképzelhető az is, hogy az utánpótló hegyvidékeken a víz már olyan mélyre szivároghat, hogy az Alföld felé, hogy a hegyek belsejében felmelegszik és így lép be az Alföld vízszállító pleisztocén rétegeibe. Ennek feltételezésére jogosítanak akár az ún. Sajó-hordalékkúp területének hőmérsékleti viszonyai /magas hőmérséklet, de - miért szakad meg ez Hajdunánás és Hajduböszörmény magasságában? - és magasabb a jobb vízszállító durva üledékekből/, akár a Szatmár-Beregi-síkság /melynek folytatása a Kárpátalja vulkánikus hegységeire támaszkodik/, hasonló a kép az É-Duna-Tisza közén is. Mindmennyi kutatásra váró és kutatni érdemes kérdés. De átfogó értelmezésre jelenlegi megkutatottsága mellett ez az összefüggés még nem alkalmas.

c/ Gondolnunk kell - fentiek mellett - az áramló víz és a vízvezető összlet súrlódásából /az áramlási energia egy részének átalakulásából/ keletkező hőre is. 427 mkg munka = 1 kcal hőmennyiséggel. Ha egy 427 m magas oszlopon át 427 liter víz úgy szivároghat le, hogy sebessége közben a súrlódás miatt 0-ra csökken, az egész oszlop hosszában /teljesen zárt és hőszigetelt térben/ elméletileg 1 C°-kal növekszik a hőmérséklet. Igen tekintélyes hőfelhalmozódására elegendő nagyságrendek ezek geológiai idők alatt és körülmények között. Ha lehetséges a hő felhalmozódása, úgy ezzel az összefüggéssel valamennyi jelenség kielégítően értelmezhető: ahol elég gyors és erős az áramlás - a szerkezeti kiemelkedések területei tartoznak főleg ide -, ott általában még a finomabb szemcséjű rétegekben is erőteljes vízmozgás tételvezhető fel, és minthogy erősebb a súrlódás a finomabb szemcséjű összletben, abból kapjuk a magasabb hőmérsékletet.

Ahol viszont az áramlás lassú, sőt a finomabb üledékekben esetleg már stagnáló vizek vannak, ott a durvább összletben még hőfelhalmozódás mehet végbe, a finomabban pedig vagy hő nem is képződik, vagy legalábbis erősebb a hő elvezetődése, mint annak felhalmozódása; ezért a szerkezeti vápák területén általában a durvább összletből nyerjük a magasabb hőmérsékleti értékeket.

Mindenesetre a hőmérséklet és a szemcseösszetétel összefüggésének kérdése még igen sok kutatást igényel, de úgy gondoljuk, hogy nem érdektelen távlatokat nyit egész mélységi vízkészletünk jobb tudományos és gyakorlati megismerésére. Azt mindenképpen bizonyítottuk véljük, hogy e jelenségeket értelmezni csak mozgásban, áramlásban levő vizek feltételezésével lehet, tehát már e jelenségek feltárása is exakt bizonyíték arra, hogy rétegvizeink áramlása nem elszigetelt, hanem általános jelenség.

4. A növekvő és csökkenő víznyomás kérdése

Említettük, hogy az ún. pozitív nyomásállapotú területeken - a szerkezeti vápák felett - a nyomás nemcsak magas, hanem az a mélység függvényében növekszik is. Sok esetben az ismert mélységig terjed a nyomás növekedése, pontosabban emelkedik a víz nyugalmi vízszintje, általában azonban a nyomásnövekedés csak 400-500 m-ig terjed, azután az elért magas szinten fixálódik. Ezzel szemben a negatív nyomásállapotú területeken a nyomás nemcsak alacsony, hanem a mélység függvényében csökken is, ritka kivételleként az ismert mélységig, általában azonban csak 150-250 méterig /a felszíntől számítva/, lényegében a fő vízvezető pleisztocén összlet aljzatáig.

Ha a nyomásállapotot az egész vízösszlet hidrosztatikai egyensúlyállapota /módosítva a súrlódásból adódó energiavesztéssel/, továbbá a hőmérsékleti viszonyok és a Bernoulli-törvény együttesen alakítja ki, ezek alapján egységes vízrendszernél kielégítően tudjuk értelmezni a nyomásállapotot, de nem tudjuk értelmezni a nyomásnak éppen a mélység függvényében mutatkozó csökkenését.

Az emelkedő nyomást igen, mert a béléscsőben lényegesen kisebb a súrlódási veszteség, mint a felszíntől a száró mélységig terjedő rétegekben. Tehát a mélység függvényében történő nyomásemelkedést végeredményében nem a szemcsenagyság, nem a nyomásközvetítő rétegek kifejlése, hanem egyszerűen az ún. 4-tényező, a fel-emelkedő víz útját keresztező /illetve azt elzáró, a vizet nyomás alatt tartó/ rétegek ellenállása magyarázza. Ezt általános tényezőként kell felfognunk, tehát ez érvényesül a negatív nyomásállapotú területek mélyebb rétegeiben is. A mélyebb rétegek vizének magasabb hőmérséklete természetesen némileg fokozza a mélység függvényében mutatkozó nyomásemelkedést. /A vitatkozás-hoz kiadott téziseink fogalmazását tehát korrigáljuk./

A probléma a mélység függvényében mutatkozó nyomáscsökkenés. Ezt a mélyszerkezeti kiemelkedések területén tapasztaljuk. A problémát csak úgy tudjuk megoldani, ha e területeken kétféle mélységi vízrendszert tételezünk fel: 1. Az egész alföldi medence /Kárpát-

medence?/ rétegvizrendszerének az e területekre eső részét. Ezt nevezzük nagyvizrendszernek, nagyáramlásnak. Az ebből adódó nyomásérték a negatív nyomásállapotú területeken - az alaphegység magas szintje miatt - alacsony és alsó határa megfelel annak a nyomásértéknek, amelynek elérése után mélyebbre hatolva, már növekvő nyomást kapunk. /Említettük, hogy valójában a negatív nyomásállapotú területeken is bizonyos mélységtől lefelé a nyomás már növekszik./ 2. Egy helyi vízrendszert is fel kell tételeznünk, ami abból adódik, hogy a kiemelt alapzatú /s többnyire felszíni szempontból is kiemelkedő/, továbbá alacsony víznyomású, általában alacsony talajviztükrű területek maguk is utánpótló területek. E két vízrendszer egymást hidrosztatikusan egyensúlyozza. Érintkezésük azonban nem síkmenti, hanem kölcsönösen egymásba hatoló térbeli. Emiatt bonyolultabb lehet az ilyen területek hidraulikája is. A nagyvizrendszer e negatív nyomásállapotú területeken is felfelé csökkenő nyomással a felszín közelébe emelkedik, de nem a felszínig, hanem megközelítően az e területekre jellemző általában mélytükrű talajvíz szintjéig. Az e szint feletti zóna a helyi utánpótlódás beszivárgási zónája. E beszivárgás igen tekintélyes lehet, nemcsak a csapadék, hanem a folyók is táplálhatják. A Duna évi közép vízhozama pl. Budapesttől Mohácsig 200 m³/sec-al csökken, noha közben megkapja a Sió 30 m³/s-öc vízhozamát is. E tekintélyes - teljes Vág-Nyitrányi - víztömegnek legfeljebb 10-15%-a írható a párolgás számlájára, a többi beszivárog, főleg a Dunát harántoló eltakart hátságok alacsony nyugalmi vízszintekkel jellemezhető területén, amit talán az is igazol, hogy a Duna közelében /pl. Kiskunlacháza, Solt, Baja/ főleg a felsőbb szintek geotermikus gradiense viszonylag magas. Bizonyára tiszai beszivárgással is indokolható a hasonló szerkezeti típusú Rakamaz-Tiszabercel vonal igen magas geotermikus gradiense. A talajvízszinttől addig a mélységig, amettől a nyomás a mélység függvényében már nő, terjedhet a két vízrendszer érintkezési tere. Ebben a zónában a helyi vízrendszer kis hidrosztatikai nyomásmagasságának és a nagyvizrendszer vele ellentétes irányban ható nyomásának kölcsönhatási eredője mértékében a nyomás a mélység függvényében csökken. A csökkenés a valóságban széles és egyenetlen vastagságú zónáig tart, melyben változó nyomásértékek alakulhatnak ki. Így pl. Debrecen vízmű-kútjaiban 100-110 méter mélységből -8 - -22 m nyugalmi vízszinteket kapunk, de ugyancsak -8 - -22 méteres vízszinteket nyerünk 160-180 méter mélységből is. Értelmezni tudjuk tehát azt a jelenséget is, miszerint a negatív nyomásállapotú helyeken azonos mélységekből és azonos tengerszint feletti magasságból erősen változatos nyomásértékeket kapunk.

Valójában ugyanezek a törvényszerűségek érvényesülnek a pozitív nyomásállapotú területeken is. Kis mélységeig itt is törvényszerű a csökkenő nyomás. Am a nagyáramlás magasabb nyomásértékei s az alacsony térszín miatt az érintkező - kiegyensúlyozó zóna keskeny, esetleg az csak a felszín feletti magasságokban jelentkeznek. A helyeken a talajvíz tükrű általában igen magas, s annak a párolgás által való megcsapolódása bizonyára a legfőbb "lefo-lyása" /nem a Vaskapu!/ az egész roppant áramlásnak. Ugy tunik,

a víznek nemcsak a tengerpárolgás - csapadék - felszín viszonylatában van körforgása, hanem a csapadék - mélyáramlás - párolgás viszonylatában is. A magas nyomású területeken számos helyen figyelhető meg a magasabb rétegvíz-emeletek magasabb sókoncentrációja, sőt határozottan összefüggés állapítható meg a szikesedés-sel is, amire egy későbbi dolgozatban visszatérni szándékozunk.

Összefoglalás

Rétegvizeink nyomásállapotát tehát bonyolult kölcsönhatásban több tényező alakítja ki, amelyek azonban a nyomásállapotot alapjaiban kialakító hidrosztatikai tényezők csak módosítják. Ez a tényező - alföld medencénél - minden esetben pozitív előjelű, radiálisan felfelé hat, tehát vektorális tényező. A többi tényezőnek előjele lehet pozitív is, negatív is, kivéve a Δ -tényezőt, amely viszont mindig negatív előjelű. A rétegvizek nyomásállapotát megkísérlelhetjük összefoglaló tapasztalati képlettel kifejezni: $N = H \pm K \pm F \pm P - \Delta$, ahol N a nyugalmi víznívó, H a hidrosztatikai nyomásszint, K a teljes víztartó összlet hőmérsékletéből adódó térfogatsúlykülönbség hossz mértékben kifejezve, F a felszín és a hidrosztatikus nyomás által elérhető szint különbsége, P a vízvezető összlet vastagságától és a szemcseösszetételtől /frakciónagyságtól/ függő áramlási sebességváltozásból adódó statikai nyomás, Δ a vízvezető rétegek összes súrlódási ellenállása, levonva belőle a súrlódási hő okozta térfogatsúlyváltozásból adódó hossz mértékben kifejezett nyomásértéket. Valamennyi tényező természetesen külön-külön is bonyolult s még bonyolultabb azok kölcsönhatása.

Ha tehát arra a gyakorlati kérdésre akarnánk válaszolni: mennyi víz áramlik vízvezető rétegeinkben, jó lélekkel csak azt válaszolhatjuk: erre majd akkor tudunk felelni, ha e bonyolult tényezők és az egész tényező rendszer alapvető tudományos problémáit megoldottuk. Gyakorlatilag tehát belátható időn belül pontos mennyiségi feleletet nem adhatunk.

Am talán közelesen adhatunk feleletet az utánpótlódási és áramlási arányokra vonatkozó kérdésekre. És ez sem lebecsülendő. Mondom: talán közelesen, mert úgy tünik, hogy a rétegvizeink bonyolult mozgásrendszerét alakító törvényszerűségek egy-két kulcskérdés analízisével - ilyen kulcskérdés a nyomásállapot - megismerhetők. Talán az elhangzottakban nekünk is sikerült néhány ilyen törvényszerűségre legalábbis a kutató figyelmet ráirányítani, sőt talán megcsillant ezeknek átfogó rendszere is. Kutatni való van bőven, kutatni érdemes is, kell is és szkepszissel csak az olyan kutatásokra tekinthetünk, amelyek egyetlen tényezőt fejtiszáznak.

Néhány gyakorlati következtetés

A vázolt eredményekből néhány tudományos és gyakorlati következtetést tehetünk, korántsem törekedve itt azok teljes felsorolására:

1. Geofizikai - gravitációs, geomágneses, geotermikus stb. - módszerekkel nemcsak a fúrólukban, hanem már a terepen is bizonyos előzetes tájékozódást végezhetünk a víznyerés várható feltételeiről. Hazai viszonylatban ennek kisebb a jelentősége, bár a mélyfúrásokkal kevésbé feltárt területeken - így pl. éppen a Nyírségben is - e vizsgálatoktól is várhatunk kezdeti támpontokat. Jelentős lehet a geofizikai vizsgálat a geológiailag alig feltárt területeken, így pl. a felszabadult gyarmati országokban, melyek közül sokban a vízkérdés alapvető probléma.

2. A rétegvizek nyomásállapotából következtetni lehet a mélyszerkezetre, így a nyomásállapot analízise viszont kiegészítheti a geofizikai méréseket.

3. Közvetlen gyakorlati jelentősége van annak, hogy a nyomásállapotból következtetni lehet a leszívás mértékére. Sőt általában kimondhatjuk, hogy a negatív nyomásállapotú területeknek néha igen kis fajlagos vízhozama ellenére is nagy depressziók létesítésével bővebben is nyerhetünk vizet.

4. Ugy véljük nem közömbös hangsúlyozni, hogy abban a vitában, amely a "statikus" vízkészletek hangoztatói és az utánpótlódás - áramlás tényét hangsúlyozók között még mindig folyik, némi adalékot szolgáltatunk ahhoz, hogy rétegvizeink áramló, következésképpen utánpótlódó vizek, tehát bátrabban nyúlhatunk azokhoz olyan nagy vízigények kielégítése céljából is, mint a belterjes, öntözéses mezőgazdaságé.

RÉTEGVIZ .. EMELETEK AZ ALFÖLDÖN

Ozoray György

1./ A rétegvizrendszerek emeletes elhelyezkedése

A vízföldtani törvényszerűségek levonását megnehezíti, hogy az adatok nem azonos víztartó összletre vonatkoznak. Aki a szénhidrogéntároló boltozatok pangó sós vizéből arra következtet, hogy az alföldi medence kitöltésében egyáltalán nincs vízmozgás, éppúgy tévedésbe esik, mint aki a hegylábi törmeléklejtők szabad szemmel, vagy kezdetleges eszközökkel megfigyelhető erőteljes vízáramlását az egész medencekitöltésre extrapolálja. A hiba oka azonos: helyi jelenségből levonható következtetés megalapozatlan, túlzott általánosítása.

Közismert, hogy egyes jelentős összletek /pl. a negyedkori folyami összlet/ porózus lencsési - rétegei a településmód és a helyi szerkezet okozta kiékelődések ellenére összefüggenek. Nagyszámú szelvényben vizsgálva bonyolult térbeli összefüggést látunk. Ez teszi szükségessé, hogy a helyi vízföldtani képen túlmenőleg az összletet regionálisan tanulmányozzuk.

Az összefüggés azonban nem terjed tetszés szerinti mélységig. A nagy vastagságú és horizontális elterjedésű vízzáró képződmények, melyek az oligocén, miocén és pannon összletben találhatóak, a medencekitöltés porózus anyagában tárolódó és mozgó rétegviztömeget különálló rétegvizhorizontokra, rétegvizemeletekre tagolják. Ezek vegyi összetétele, nyomásállapota, dinamizmusa, eredete és utánpótlása egymástól igen különböző.

Az Alföld ÉNy-i előterében /Vác-Gödöllő/ pl. a következő vizemeletek különíthetők el:

- a./ Felszinközeli rétegvizemelet. Kisebb térbeli egységekre bomlik, rétegforrásokban és -sorokban jelenik meg. Utánpótlása felszíni, vegyalkata helyi tényezőktől függ.
- b./ Alföldi artézi medence vizemelete. Porózus kőzetben szivárgó rétegviz, közeli, de közvetett felszíni utánpótlással. Nyugalmi vízszin DK-re csökken, áramlási irány: DK. Vegyi jelleg: Ca-Mg-hidrogénkarbonátos. Hőmérséklet a mélység felé, az 1-2000 mg/l körüli össz oldottanyag-tartalom a mélység és DK felé nő.
- c./ Oligocén vízzáró összlet porózus lencséinek vizemelete. Foszforszilisz és kompaktos vizek, melyek csak a geokémiai migráció mértékéig mozognak. Magas oldottanyag-tartalom és tengeri elemtársulás.
- d./ Alaphegységi vizemelet. A víz a karsztos kőzet repedéseiben mozog, felszíni karsztból pótlódik és DK felé áramlik.

A Nyírség és környezete alatt is több vízemelet különül el.

- a./ Talajviz-emelet. Helyenként a talajviz önálló vízemeletet alkot. Utánpótlása felszíni és saját lefolyása van a Tiszába.
- b./ Kis oldottanyag-tartalmú, Ca-Mg-hidrogénkarbonátos vizek a negyedkori folyami összletben. Felszíni utánpótlást nyernek részben közvetlenül, részben rövid távról oldalról. A víz áramlása /tehát utánpótlása is/ néhol élénk /Bereg-Szatmárisikság EK-i fele/.
- c./ Közepes oldottanyag-tartalmú, szikós vizek a magasabb pannon üledéksorban. Utánpótlásuk hosszú úton, a felszínről történik.
- d./ Nagy oldottanyag-tartalmú, konyhasós vizek a mélyebb pannon és a szarmata üledéksorban és talán a vulkáni összletben. A földtani jelenben felszíni utánpótlásuk elhanyagolható.
- e./ Az alaphegységi vízemeletre csak a távoli sárospataki fúrás ad támpontot

Vizföldtani vizsgálatok során mindig meg kell határoznunk azt a vízemeletet, amelyikkel foglalkozunk. Dr. Simon László vitaindító előadása pl. /mint az előadói válasz leszögezte/ a felső, java-részt negyedkori üledékekben elhelyezkedő vízemeletre vonatkozott. Ettől el kell különítenünk a regionális vízzáró összlet /többnyire a pannon teteje/ alatti vizeket és néhol a talajvizet is. Éppen ezért több ezer m-es összletvastagsággal nem számolhatunk. A felső vízemelet vastagsága általában meg sem közelíti az 1000 m-t.

2./ Az egyes vízemeletek kapcsolata

Az egyes vízemeletek nincsenek tökéletesen elszigetelve. Földtani idők során migráció történik egyikből a másikba. Szerkezeti vonalak mentén élénkebb a vízmozgás és anyagátadás is történik /Tiszagyulaháza konyhasós talajviz; északmátrai csevicék: CO₂ és metán-feláramlás/. Ha földtani időben és méreteken gondolkodunk, az Alföld m dencekitöltésének egészét tekintetbe kell vennünk.

Az egyes vízemeletek elkülönülése tehát nem azt jelenti, hogy egyáltalán nincs köztük vízcseré, hanem azt, hogy nagyságrendekkel kisebb, mint egy horizonton belül. Az egyes korizontok hidraulikája eltérő: nemcsak a vízmozgás méretei különböznek /akár nagyságrendekkel is/, hanem jellege is más.

3./ Eltérő sebességgel mozgó víz sávjai egy vízemeleten belül

Közismert, hogy a hegylábai törmelékletű görgetegében, eltemetett folyómedrek kavicsában a víz sokszorta gyorsabban mozog, mint akárcsak középszemű homokban is. De tartósan csak ott használhatjuk ki a gyors vízáramlás lehetősége nyújtotta előnyöket, ahol a tápláló és fogyasztó terület közt megszakítatlan a "föld-

alatti csatorna" /Mosoni-üst, Bereg-Szatmári-síkság ÉK-i fele/. Nem vehetjük alapul az Alföld kavics-tömegét 10^0 , vagy 10^{-1} , homok-tömegét 10^{-2} , 10^{-3} k tényezővel a medence mélyében mozgó víz mennyiségének kiszámításához. A víz gyakran kénytelen a kavics- és homokrétegeket elválasztó finomszemű, vagy iszapos rétegeken áthatolni: a legszűkebb keresztmetszet határozza meg a mozgó víz sebességét, tehát az áthatoló víz tömegét is.

A víz azokban a sávokban mozog aránylag gyorsan, ahol ilyen gátakat nem talál. /Pl. a Nyírség szerkezetileg preformált ó- és középpleisztocén folyóvölgyeinek eltemetett kavics-sávjai./ A közvetlen szomszédságban a vízszivárgás már nagyságrendekkel lassúbb lehet.

Elszigetelt kavicslencsék vize nemcsak könnyen kimerül, de kedvezőtlen vegyalkatú is. Az alig cserélődő viznek ui. több ideje van sókat kioldani az aránylag stabil ásványokból is, másrészt az oldott anyagok lassabban szállítódnak el.

De találunk pangó, öntözésre, vagy egyéb felhasználásra alkalmatlan vizet nagykiterjedésű kavics-testekben is. A szabálytalan alakú kavics-telepek utánpótlási és elfolyási területe közt a vízmozgás élénk. Az áramlás zugaiban viszont pangó, alig cserélődő rétegvíz-tömegek tárolódnak, melyek káros sókban feldúsulnak. Ilyenkor a kivehető vízmennyiség nem hiányzik, de a minőség nem megfelelő. Elvben ugyan kellő hosszú üzem után a vízminőség javul, mert új, mesterséges áramlást indítunk meg. Olyan bányászathoz hasonlíthatjuk az ilyen vízkivételt, ahol túl sok meddőt kell megmozgatni, hogy a hasznos anyaghoz jussunk. Ilyen holt zugot okoz a dunai síkság homokos kavicsának vízáramlásában a solti pannon rög. Solt, Sós-kút-II. csőkút, 17,69 m: 5630,2 mg/l; jóval K-ebbre Akasztó, Ökördi-II. csőkút, 28,44 m: 454,2 mg/l össz oldottanyag-tartalom.

4./ Oldott és lebegtetett anyagszállítás

A vitaindító tézisek közt szerepelt az az igen figyelemreméltó feltételezés, hogy az áramló rétegvizek szilárd részecskéket szállíthatnak. Ez a feltételezés megérdemelné, hogy laboratóriumi körülmények közt kivizsgálják. Első hozzávetéssel megadhatjuk ezen tényező nagyságrendjét. Az Alföldön 100 km távolságra 100 m magasságkülönbség már tetemes hidraulikus esésnek számít. Durva kavicsban 10^2 cm/sec k tényezővel számolva, a Darcy-képlet szerint

$$v = k \cdot i$$

az áramló víz sebessége mindössze 10^{-1} cm/sec-nak adódik. Ez legfeljebb kolloid részecskék megmozdításához elegendő. Fenti hatás legfeljebb különleges esetekben érvényesülhet /törmelékletjtők, folyami kapuk hordalékkúpjai, erős depressziós tölcserék, "talajvizesés"-ek/, továbbá földtani idők során, a kőzetdiagenezisnél.

Sokkal jelentősebb az oldott anyagszállítás. A rétegvizek oldottanyag-tartalma igen különböző lehet. /Magosliget, durva homokos

kavics, 44,70 m: 192,1 mg/l; de ismerünk százszor ekkora oldott-anyag-tartalmú vizeket is./ Durva becsléshez a rétegvizek sótartalmát 1000 mg/l-nek vehetjük.

Már kifejtett októl nem reális az Alföld üledéktömegéből és a k tényezőből kiindulni az áramló víz tömegének meghatározásához. Hiszen nem tudjuk a tényleges hidraulikus esést sem. Egy telített rétegben a hidraulikus esés 0, vízmozgás nincs, bármekkora legyen is a k vizáteresztőképességi együttható. /Az Alföld 100 m mély és 500 km hosszú szelvényén, ha a metszet 10%-át szabad pórusfelületnek vesszük, 10^{-4} cm/sec áramlási sebességet tételezve fel, másodpercenként 500 m³ víz haladna keresztül. Ez 0,5 tonna oldott anyagnak felelne meg. Évente, kerekítve, 15 milliárd m³ víz és 15 millió t oldott anyag. Ezeknek a számoknak az értéke azonban, a módszer elvi hibái miatt igen kétséges./

Helyesebb, ha megnézzük, hova távozik el az a vízfelesleg, melynek pótlódása az áramló rendszert mozgásban tartja, akkor következtethetünk annak mennyiségére is.

5./ A rétegvizháztartás "kiadás" rovata

- a./ A rétegvizek egy része mesterséges megcsapolással, artézi kutakon át távozik.
- b./ Természetes körülmények közt is a medence belsejében a rétegvizek egy része a talajvizhorizont kiadásait /párolgás, elfolyás, talajvizkutak/ fedezi.

A magyar Alföldön az artézi kutak évi vízhozama kb. 50 millió m³/év. /Az ismert adatok többnyire a maximális üzemi vízhozamra vonatkoznak: lehetséges évi víztermelés. Ez 1.164.811 l/p = 612,4 millió m³/év, 1959. évi adatok szerint./

Ha a talajviz rétegvizből történő pótlását 100-200 mm vízborítással vesszük egyenlőnek /Rónai/, azt tételezzük fel, hogy százszor-kétszázszor akkora vízmennyiség emelkedik fel a talajvizhorizontba, mint amennyi artézi kutakon át távozik. Azaz évi 5-10 milliárd m³ víz és 5-10 millió t oldott anyag.

Hogy ekkora anyagszállítás igen rövid földtani idő alatt nem eredményez /sajátos esetektől eltekintve/ evaporitképződésig menő felszíni sófelhalmozódást, ez főképp a felszínen és felszín alatt lefolyó és a Dunába jutó csapadék- és talajviz kilúgzásának köszönhető. A magyar medence vaskapui lefolyása tehát a sóháztartás szempontjából egyáltalán nem elhanyagolható.

6./ Függőleges áramlási lehetőségek és sótartalom

Az Alföldön a vizek sótartalmának függőleges eloszlása általában a következő szabályszerűséget mutatja:

- 1./ A talajviz tetemes oldottanyag-tartalmú.

- 2./ A felszinközeli rétegvizet kb. 20 m-től 100-300 m-ig /felső rétegvizemelet/ higabbak.
- 3./ A rétegvizek oldottanyag-tartalma lefelé növekszik. Kb. 100-300 m alatt /második rétegvizemelet/ a sótartalom eléri, vagy többszörösen meghaladja a talajvizét.

Ezt a megfigyelést a Földtani Intézet több ezer vizelemzése támasztja alá. Pl.:

Tiszaberek, talajviz	2,9 m-ről:	626,6 mg/l c.a.
" rétegviz	59,0 "	291,4 " "
" "	1343,2 "	13.300,0 " "

A két első minta vegyi jellege Ca-hidrogénkarbonátos, a harmadiké konyhasós.

Tiszalök környékén, talajvizek: 1500-2000 mg/l c.a.

" , rétegviz	96,0 m-ről:	693,0 " "
" "	291,2 "	2257,7 " "

A talajviz és a felsőbb rétegviz Ca-Mg-hidrogénkarbonátos, az alsóbb rétegviz szikós jellegű.

Ha a rétegviz alulról fölfelé hatolva részben pótolja a talajviz párolgási veszteségeit, érthető, hogy a talajvizben az oldott sók feldúsulnak.

A felszinközeli rétegviz azonban a talajviznek átadott vízmenyiségnek legfeljebb kis részét pótolja maga is alulról, a mélyebb vízrétegből. Annak vize töményebb és eltérő vegyalkatú. A felszinközeli rétegviz "kiadásait" elsősorban a medenceperemről pótolhatja, kis oldottanyag-tartalmú vizből, saját horizontján belül. Ez horizontális áramlást jelent, azaz a víz cserélődését, felfrissülését.

A /bepárlódás miatt tömény talajviz és a stagnálás miatt tömény rétegviz közti/ higabb felszinközeli rétegviz léte tehát elsősorban annak áramlásával, cserélődésével magyarázható.

Igaz, a felszinközeli rétegviz befoglaló kőzetei beltavi, folyami és eolikus üledékek, ami eleve különbséget jelent kioldható sókban a mélyebb fekvésű tengeri üledékekhez képest. Mégsem ez a döntő tényező. Élénkebb vízmozgás ui. a tengeri eredetű kőzeteket hamar átmossa, megfosztja konyhasó stb. tartalmuktól. Hegyvidékeink tengeri eredetű kőzetekből fakadó forrásai pl. Cl^- -ionban igen szegények.

Az első részben a vízrekesztő a nagy regionális vízrekesztő összletek által elválasztott porózus rétegsorok vizeként, nagy

települési-kőzettani egységek vizeként szemléltük. Az oldottanyag-tartalom eloszlása arra mutat, hogy az élénk áramlás és kis oldottanyag-tartalom jellemezte felső vizemelet lefelé kb. 100-300 m mélységben kis, helyi vizrekesztők mentén is elhatárolódik. Az ennél mélyebb rétegek vize természetes körülmények közt a felszínig tartó vízkörzésbe nem kapcsolódik be. Kivételt képeznek az egyveretű kőzettani felépítésű kavicsüstök, a meleg-, vagy ásványos víz feláramlásával jelzett szerkezeti vonalak és az artézi kutas megcsapolás.

7./ A rétegvizek földtani kora

Földtani szemlélet szerint a víz folyékony kőzet. Földtani kora azzal jellemezhető, mikor volt utóljára a felszíni vizek /tengerek, csapadék stb./ része, - eltekintve itt a juvenilis vizek kérdésétől.

A mélyebb, elzárt rétegek gyakran tartalmaznak fosszilis vizet. A konyhasós, jódos-brómos víz dúsult tengervíz. Földtani kora a befoglaló kőzetével azonos /Tiszaberek; szarmata, Órszentmiklós; oligocén/, de idősebb víz is keveredhet hozzá.

Az alulról elzárt talajvízfoltok vize jelenkori. Az élénken áramló rétegvizek valószínűleg szintén jelenkoriak. Lehet ugyan, hogy egy részük a pleisztocén óta nem volt felszínen. A medenceperemtől a medence belsejéig tartó hosszú utat igen lassan teszi meg a víz. Még ha 10^{-1} cm/sec áramlási sebességet veszünk is, 300 km út megtételéhez 1 millió év szükséges.

Igy az Alföld oldalirányú felszíni utánpótlást nyerő, pannon rétegekből fakasztott artézi vizei aligha lehetnek levanteinél fiatalabbak, amellettrészen fosszilis vizet is tartalmazhatnak. Ha egy rétegből az eláramlás gyenge, telítődése után újabb vizet alig vesz fel, víztartalma alig cserélődik.

Valószínű tehát, hogy még a gyengén ásványosodott vizek is idősebbek földtani korban, mint első rátekintésre vélnénk. A vegyi összetétel ui. /főleg a makroelem-tartalom/ csak a nagyon jellegzetes tengeri, metamorf stb. összetételnél nyújt támpontot. Éppen ezért a rétegvizek abszolút kormeghatározása aktuális tudományos feladat. Olymódon biztosabban tudnánk meghatározni a rétegvízkörzésben résztvevő vizemelet vastagságát, ezen keresztül az évi vízutánpótlás mennyiségét is.

Ozoray György

IRODALOM:

- 1./ Alföldi László: Jelentés az 1962. évi ENSZ-konferenciáról /Alkalmazott tudomány és technológia gyengén fejlett területek megsegítésére./ Hidrológiai Közlöny, sajtó alatt.
- 2./ Erdélyi Mihály: A Hajdúság vízföldtana. Hidrológiai Közlöny, XL/2, 1960, pp. 90-105.
- 3./ Erhardt György: A Sárospatak-végardói héviz. Hidrológiai Közlöny, XLII/6, 1962, pp. 514-517.
- 4./ Fodor Tamásné: A csökutas öntözés lehetőségei Pest megye Dunna-Tisza közti részén. Kézirat, 1962. MÁFI.
- 5./ Major Pál: Öntözés talajvizkutakból Szabolcs-Szatmár megyében. Kézirat, 1962. VITUKI.
- 6./ Rónai András: A magyar medencék talajvize az országos talajviztérképező munka eredménye. Földt. Int. Évk., XLVI/1, Bp., 1956.
- 7./ Rónai András: Az Alföld talajviztérképe. Bp., 1951.
- 8./ Schérf Emil: A szabolcsmegyei sósvizek /Tiszagyulaháza stb./ geológiai, hidrológiai és chemiai viszonyai. Jel. a Jövedéki Mélykutatás 1947/48. évi munkálatakról. Bp., 1948., pp. 159-233.
- 9./ Schmidt Eligius Róbert: A kincstár csonkamagyarországi szénhidrogénkutató mélyfúrásai. Földt. Int. Évk., XXXIV/1, Bp., 1939.
- 10./ Simon László: Az öntözéses mezőgazdaság lehetőségei a Nyírségben. Földrajzi Értesítő, sajtó alatt.
- 11./ Sümeghy József: A Tiszántúl. Bp., 1944.
- 12./ Ubell Károly: A felszín alatti vízkészlet. Hidrológiai Közlöny, XLII/2, 1962, pp. 94-104.
- 13./ Urbancsek János: A földtani felépítés és a rétegviznyomás közötti összefüggés az Alföldön. Hidrológiai Közlöny, XLIII/3, 1963, pp. 205-218.
- 14./ Urbancsek János: Kismélységu fúrt kutakból való öntözés földtani lehetőségei Bács-Kiskun megyében. Kézirat, 1960. MÁFI
- 15./ Urbancsek János: Magyarország Vizföldtani Atlasza. Bp, 1962.

- 16./ Urbancsek János: Vázlatok és Tanulmányok Magyarország Víz-
földtani Atlaszához. Bp., 1962.
- 17./ Urbancsek János: Az ország talajvizből öntözhető területei-
nek első összefoglalása. Kézirat, 1963.
VITUKI
- 18./Nyilvános viták sajtó alatt levő, kéziratos és szóbeli anyaga az alábbi témák felett:
- a/ Láng Gábor-Ozoray György: A dunabalparti karsztos alap-
hegységörögök vízföldtani problémái. Hidrológiai Társaság,
1957.
 - b/ Simon László: Néhány vízföldtani törvényszerűségről. M.
Földrajzi Társaság - MTA Földrajztudományi Kutatócsoport,
1963.
 - c/ Ozoray György: A Nyírség, a Bereg-Szatmári-síkság és a
Bodrogköz vízföldtana. MÁFI, 1962.

Hozzászólás

Dr Simon László: "Néhány vízföldtani törvényszerűségről" c. előadásához. /1963.X.9. az MTA Földrajztudományi Kutatócsoportjában./

Dr Scherf Emil

Előadónk elméleti és gyakorlati irányú fejtegetéseinek homlokterébe joggal a hidraulika Bernoulli-féle elvét állította. Mint hallottuk, ez az elv megállapítja, hogy áramló és egyúttal a nehézségi erő hatása alatt álló, közelítőleg ideálisnak /azaz belső surlódástól mentesnek és összenyomhatatlannak/ tekinthető folyadék esetében, amilyen a víz is, az áramlás minden időpontjában a hidrodinamikai mozgási energiának és a hidrosztatikai energiának az összege állandó. Ha az első komponens nagysága a közet pórusainak térfogatváltozása következtében csökken, a második növekszik és fordítva.

Előadónk egyúttal nagyszámú kútadat alapján megállapítja, hogy a természetes vizek mozgásánál a Bernoulli-elv nem kizárólagosan érvényesül. Egyéb tényezők hatása többé-kevésbé módosítja. Ilyenek: a felszín alatt előforduló vízhatlan rétegek települési módja, a vízvezető rétegek szemcseeloszlása, a szemcseeloszlási összességörbe által jelzett osztályozottság. Befolyást tulajdonít durvább szemű anyagban az áramló víz által termelt surlódási hőnek is; /amely egyébként az áramlás energiaegyenlegében végleges nyomásvesztést jelent, miután hővé alakult energia soha többet nem alakulhat vissza a Bernoulli-elv szerint mozgási energiává./

Végeredményben Dr. Simon megállapítja, hogy a vizek nyomásállapottából következtetni lehet az alföldi mélyszerkezetre és megfigyelési anyaga döntő bizonyítéknak tekinthető arra nézve, hogy felszínre emelkedő rétegvizeink nem apasztják egy meghatározott mennyiségű mélyégi "sztatikai vízkészletünket", hanem dinamikus áramlás következtében állandóan utánpótlódnak. Az utánpótlódás folyamatában feltételez egy nagyobb, az egész alföldi medencére kiterjedő regionális áramlási nagy-rendszert, mely a peremektől a centrális mélység felé szállítja a vizet és ezen kívül helyi áramlási rendszereket, amelyek vízhatlan rétegekből álló kiemelkedő rögök fölött alakulnak és kisebb területeken helyileg módosítják a Bernoulli-elv által irányított nagyáramlási alaprendszert.

Ezek a megállapítások, - kissé elvontabb fogalmazásban, - tökéletesen fedik azokat a nézeteket, melyeket többen /Rónai András, Urbancsek János, Scherf Emil/ több ízben, utoljára a szegedi 1962. évi vízügyi ankét alkalmával kifejtettünk s amelyekben szembeállítottunk azokkal az agályokkal, amelyeket újabban több neves vízügyi mérnökünk Alföldünk rétegvízkészletének elapadásáról hangoztatott.

E kérdés nagy gyakorlati jelentőségénél fogva /milliárd forintos nagyságrendű ipartelepítési beruházások lehetőségének megítélésé/ szükségessé teszi, hogy Dr. Simon előadása kapcsán vele még egyszer röviden foglalkozzunk. Egyúttal megjelölöm azokat a cse-

kély eltéréseket, melyek egyéni véleményem és előadónké között egyes vonatkozásokban fennállanak.

Az artézi vizeket felhajtó tényezők, amint azt néhai Kühn István kollegámmal együtt már 1928-ban, Szegeden pedig kiegészítve 1962-ben előadtam a következők:

- 1./ A klasszikus artézi kút-elmélet által egyedül figyelemreméltott hidrosztatikai nyomás; /mely a Bernoulli-tételben mint egyik komponens szerepel/;
- 2./ a leszálló hideg víz és a mélységben felmelegedett víz között kialakuló fajszálysúlykülönbség;
- 3./ nyomástöbblet vizgőztenzió következtében;
- 4./ nyomástöbblet a víz felszállásánál esetleg felszabaduló CO₂-gáz következtében /mamuthszivattyúhatás/;
- 5./ nyomástöbblet esetleg más jelenlévő gázok /CH₄ stb./ következtében;
- 6./ az üledékben lerakódás óta raktározódott víz felszabadulása /Balló artézi kútelmélete szerint/.

Az utolsó években egyes alföldi kutak vízhozamának csökkenése, részben pedig a nyugalmi vízszintek /tehát a Simon kartárs által tárgyalt "nyomás"/ csökkenése különösen a mérnökhidrológusok körében olyan riasztó nézeteket váltott ki, hogy a kétségtelenül ma is fennálló víz pazarlás következtében ma már eljutottunk volna oda, hogy víztermelésünkél az ún. "sztatikus" vízkészletet fogyasztjuk, mely Alföldünkön a rétegek pórusaiban és hasadékjáraiban raktározódik. Több kísérlet történt arra, hogy ennek a készletnek a nagyságát meghatározzák. A nyert számokat Dr. Juhász József mérnök az 1962. január 30-án Szegeden tartott vitaindító előadásán és Vitális Sándor professzor a Magyar Hidrológiai Társaság 1962. február 2-i közgyűlésén tartott elnöki beszámolóján ismertette. A becslések olyan szélsőséges különbségeket mutatnak, 646 km³ és 26500 km³, sőt Juhásznál 70 000 km³ közötti ingadozással, hogy ebből a becslésre használt módszerek irreális volta azzal kitűnik. Természetes, hogy ebben a kérdésben a tervező mérnököt kielégítő megegyezéshez ma még nem lehet jutni, mikor a szakemberek még azon az alapvető kérdésen vitáznak, van-e egyáltalában a vízkészletnek az Alföldön a peremekről származó utánpótlódása.

Az egész kérdéskomplexust kritikusan legutóbb Ubell Károly mérnök tárgyalta /1962/. Ő főleg a magyar irodalom /Bélteky 1954, Juhász 1954, 1958, 1962, Schmidt 1954, Kovács 1957, 1959, Kessler 1957/ továbbá a gyűjteményes atlaszok /VITUKI-atlasz 1954, Földtani Intézet vízföldtani atlasza kéziratosban 1959, nyomtatásban 1962/ és saját kutatásai alapján /Ubell 1958, 1959, 1962/ igyekezett elfogadható számokhoz jutni. 374 mm évi csapadékdefi-

citet számított ki az alföldi sikon ma gán leeső csapadékmennyiséghez képest az egyensúly fenntartásához, amelyet tehát a peremekről pótlódónak kell gondolni. Ez a szám természetesen csak durva becslés eredménye, de nagyságrendre teljesen elfogadható. Valószínűleg a környező hegyekről még sokkal több víz szivárog el az Alföld felé /Scherf 1962/. Ubell az ő cikkében foglalkozott Rónai András /1956, 1961/ talajvízkészletbecslésével is, amelylyel nem értett egyet.

Mérnöki részről az ilyen mértékű csapadék utánpótlódást, a klaszikus artézi kútelmélet előfeltételét /Dr. Simon fogalmazása szerint a Bernoulli-elv érvényesülését/ főleg azért vonják kétségbe, mert a medenceüledékekben fellépő áramlási surlódást olyan mértékűnek tartják, hogy a peremeken beszivárgó viznek általában nem lenne alkalma az Alföld centrális részének víztartóiba eljutnia. Az oldalirányú elszivárgás lehetősége e nézet szerint nem számottevő. Magam ezzel szemben már régebben /1947, 1948/ utoljára pedig a szegedi anatóton /1962/ hangoztattam, hogy az Alföld körül elszivárgó vizeknek a középponti víztartókba való jutását durvaszemű homokkal és kavicssal kitöltött régi folyómedrek biztosítják. Teljesen azonos nézeteket vallott Urbancsek János kollega is már 1960-ban, aki az artézi kutakra jellemző fajlagos vízhozamot, mely fogalomra alább visszatérek, egyenesen az ősföldrajzi vonatkozások, ősmedrek kutatására leginkább használható jelzőnek tartotta, legújabb munkájában /1963/ pedig még határozottabban kiemeli a határozott irányokban települő durva üledék szerepét az artézi kutak nyugalmi vízszintjének a kialakulásánál. A peremekről való vízutánpótlódás mellett szállt sikra hazai irodalmunkban Rónai András is /1956, 1961/.

Ezzel kapcsolatban érdemes megemlíteni, hogy a vízáteresztési "k"-tényező értéke cm sec^{-1} mértékben durva kavicsshordalékban a $k = 1$ -lo, öregszemű folyami homok lerakódásaiban $k = 10^{-1} - 10^{-2}$ nagyságrendet érheti el, míg finomabbszemű homokban lényeges iszaptartalom nélkül $k = 10^{-3} - 10^{-4}$ értékekre számíthatunk; /v.ö. Scherf-Meszéna a debreceni Atommagkutató Intézet Közleményeiben 1960 II.köt.2.számában megjelent közleménye 10. táblázatát és a szöveg 124-131. oldalát, melyben a k-tényező szabatos fizikai értelmezését is adtam, Kozény J. /1927, 1933/, Donat J. /1929/ és Grassberger H. /1933/ alapvető munkái nyomán. A tiszai III. vízlépcső előtervezése kapcsán 1952-ben Miháلتz István professzorral közösen adott szakvéleményünkben a 16-17. oldalon szegedi altalajminták laboratóriumi vizsgálata alapján néhány k-értéket adtunk meg különböző irányadó szemcsenagyságú homokos anyagok vízáteresztőképességére nézve. Különböző okoknál fogva /a mintáknak iszapoló szelencével való begyűjtése, bedöngölési hiba/ ezek a számok valószínűleg egy tízes nagyságrenddel kisebbek ugyanezen rétegek természetes k-értékeinél. /A számok kivonatolva összeállítását a szegedi Vízügyi Igazgatóságnál őrzött 1962. évi vízföldtani leírásban adtam./ Juhász József mérnök kollegánk a szegedi vízlépcső tervezésével kapcsolatban készített tanulmányában /1952, 1953/ ugyanezt az átértékelést alkalmazta, aminél ő a tiszalóki duzzasztóma építésénél a beszívási kísérletekből számított természetes k-értékek és a laboratóriumi k-meghatározások

különbségére ugyanazon anyagon is támaszkodhatott.

Alföldi üledékeink k-tényezőjének a befolyását a vizutánpótlódásra talán szemléltetőbbé teszi a következő kis táblázat:

<u>Vizáteresztési k-tényező: cmsec⁻¹</u>	<u>1 év /365 nap/ alatt megtett út</u>	<u>100 km szivárgási út megtételéhez szükséges:</u>
k = 10	3153,6 km	11,6 nap
k = 1	315,4 km	116 nap
k = 10 ⁻¹	31,5 km	1157 nap = 3 év és 62 nap
k = 10 ⁻²	3,2 km	11574 nap = 31 év és 259 nap
k = 10 ⁻³	0,3 km	115741 nap = 317 év és 35 nap
k = 10 ⁻⁴	0,03 km	1157407 nap = 3171 év

Ezekből a számokból nyilvánvaló, hogy a természetben a vizutánpótlódás a peremekről, vagy Dr. Simon kollegánk elvontabb kifejezési módja szerint: a Bernoulli-tétel érvényességi határa az aprószemű-középfinom homokokban adódik, amelyektől kezdve a durvább homokos-kavicsos üledékben uralkodóvá válik. Idesorolandók a pannon medenceüledékeink durvábbszemű válfajai, a pleisztocén folyami üledékek közül a régi folyómedreket kitöltő durvábbszemű lerakódások és részben még a régi szélhordta homokrétegek, valamint hajdani löszrétegek és kevés folyami iszappal kevert átmosott válfajaik. /Simon rétegzett üledékei; szivárgó viz által az eredeti üledékből helyben történő durvábbszeművé alakulásban, melyet előadónk úgy lát szik lehetségesnek tart, a magam részéről nem hiszek. Ehhez a szivárgó viz sebességének megfelelően kialakuló csuszató feszültségeket abszolút mértékben túlkicsinyeknek tartom./

Annak a feltűnő jelenségnek, hogy mérnökök részről újabb időben a fentiek szerint elhatárolt érvényességű klasszikus artézi kút-elmélettel szemben a "kompakció" /rétegtömörülés/ jelenségét állítják előtérbe vízforrásként, talán az az oka, hogy a mérnöki praxisban, pl. kőhányásos-, vagy föld-gátak építésénél csakugyan mutatkoznak ilyen kompakció-jelenségek, amelyeket ma már Terzaghi nyomán számítással meglehetősen biztonsággal előre ki tudunk számítani. Alföldi üledékeink ún. "települt /al-/redői" /Gaál István meglátása 1923/ látszólag támogatják ezt a feltevést medenceüledékeinkre nézve is. A mérnöki gyakorlatban előforduló kompakció-jelenségek azonban néhány év, legfeljebb évtized, alatt zajlanak le. Ezzel szemben Alföldünkön a pannon rétegek szedimentálása óta eltelt idő pedig 10⁵-10⁶ évek nagyságrenddel mérhető. Ha mátrágyáink tömörödő rétegeinek vastagsága csak 0,1-0,01-részt teszi is alföldi agyagos-iszapos rétegeink vastagságának, mégis kétség-

telen, hogy kompakciójuk a mélységben már régen lezajlott. Elképzelhetetlen, hogy megnyitásuk egy fúrás csekély alapterületén olyan kiszajtolódó víztömeget szolgáltatathatna, azzal az állandósággal, amint azt artézi kútjainkban tapasztaljuk. /Az alsópannon ún. valencienennesiás agyagjai a millió éves lerakódásuk óta eltelt időszakban sziklakeménységű márgává alakultak, mely sok esetben a geofizikusokat is félrevezette az értelmezésnél./

Dr. Simon megfigyelte, hogy egyes esetekben finomabbszemű üledék nagyobb nyomású vizet szolgáltatott, mint a durvábbszemű. Ez a jelenség hasonlít artézi kútjaink öregedésénél néha tapasztalt tünetekre, hogy a kút a vízhozam lényeges megcsappanása mellett ma ugyanolyan, vagy még nagyobb nyomómagasságot mutat, mint újkorában. Azt jelenti, hogy magának a vizadó rétegnek a vízszolgáltató képessége nem csökkent; a hiba a kútban van, az eltömődött szitaszövet megmaradt likocsain át kevesebb víz nagyobb nyomással szűrődik át /a Bernouilli-elv szerint, ahogyan Simon dr. mondáná/.

Mint hogy azonban kollegánk egész előadásán keresztül húzódik az a kétségtelenül helyes gondolat, hogy fejtegetései nemcsak elméletileg érdekesek, hanem gyakorlati vizkutatási szempontból is fontosak, tételei talán bizonyos kiegészítésre szorulnak.

Gyakorlati szempontból nekünk nem elég, hogy valamely artézi kútból nagynyomású vizet kapjunk, de csak ceruzavastag sugárban. Szívesen belemegyünk a nyomás néhány dm-es csökkenésébe, ha ezáltal nagyobb víztömeghez jutunk.

Ez a felismerés vezette a hidrológusokat már korán ahhoz, hogy a vizadó rétegek és kútok vízszolgáltató képességére egy komplexebb mérőszámot keressenek. Ez a "fejlagos vízhozam". Megfogalmazását az /öregbik/ Thiem /Adolf/ nevével szokták kapcsolatba hozni /1879 évi gyakorlati tervezéséknél/. Azonban valószínű, hogy megalkotásánál és meghatározási módjainak a kidolgozásánál Gruner H.E. svájci mérnöknek is döntő szerep jutott /Mommsen Károly: Drei Generationen Bauingenieure. Das Ingenieurbureau Gruner und die Entwicklung der Technik seit 1860. Eigenverlag Gebr. Gruner, Basel Komiss. Benno Schwabe, Basel./ A fogalmat ma használt formájában Thiem Günther állapította meg /1906/. A mérőszám valamely jól elhatárolt vizadóra nézve megadja a vízszolgáltató képességet mint az illető szinten elérhető vízhozam/m²/perc /és a 0-vízhozamú "nyugalmi" vízszint értékétől mint nullától számitott szivattyúzási depresszió /méter/ hányadosát. Ez a viszonyszám annál nagyobb, minél nagyobb a számlálóban szereplő vízhozam, illetőleg mennél kisebb a nevezőben szereplő, a jelzett vízhozam eléréséhez szükséges leszívási depresszió értéke méterben. A hányados nagysága tehát mindazon tényezőtől függ, mely az előzők szerint a vízhozamot és a depressziót befolyásolhatja. Ez ennek a mérőszámnak az előnye is, a hátránya is. A gyakorlati vizkutatásnál előny, hogy komplex módon magába foglal minden hatást, mely a víz felszínrehozásában szerepel. Tudományos elméleti szempontból ez természetesen hátrány. A komplex szerkezetű

mérőszám nem ad felvilágosítást arról, hogy összetételében nem érvényesülnek-e belső kompenzációk? Előfordulhat pl., hogy olyan artézi kútnál, melynek magas fekvése, vagy tömődöttebb vizadó rétegei alatt tulajdonképpen csökkent vízhozamnak kellene lennie, jelenlévő gáz emelő hatása kompenzálja a hidrosztatikai nyomáshiányt.

Elvi hibája a fajlagos vízhozam mérőszámának, hogy lineáris összefüggést állapít meg vízhozam és nyomás /depresszió/ között, holott ez az összefüggés tulajdonképpen parabolikus. A szám tehát egy természeti törvény jellegével bíró összefüggésnek csak a megközelítését jelenti, amely azonban a legtöbb artézi kútra nézve jó.

A fajlagos vízhozam értékszámának a nagysága attól is függ, hogy milyen kútfúrési technikával készült az illető kút. Bélteky L. mérnök, aki e fogalom bevezetésével a hazai hidrológiai kutatásban sokat fáradozott /1953, 1954 stb./ maga is határozottan figyelmeztetett arra, hogy a fajlagos vízhozam olyan számnak tekintendő, mely a kút egész állapotára jellemző és az utolsó években a kútkiképzés tökéletesítésével feltűnően javult. A fúrési technika nagy befolyására utalt Galli L. mérnök is /1961/ a Duna-Tisza köze sekélyebb szintekről származó mélységi vizeinek hasznosításáról írt cikkében.

Ezeket a viszonyokat mindenesetre figyelembe kell venni, ha a fajlagos vízhozam mérőszámát tudományos segédeszköz gyanánt kívánjuk használni, ahogyan pl. Urbancsek János /1960/ a régi, laza homokos-kavicsos töltelékkel kitöltött folyómedrek nyomozására ajánlotta. Ugyanez vonatkozik a félig gyakorlati javaslatra is, melyet Bélteky 1954-ben tett, hogy a Schmidt-féle vízföldtani tájegységeket /1954/ a fajlagos vízhozamok alapján tovább bontsuk. Erre a felhasználási módra az egyes mérési adatok, amelyekből a felhasználandó közepek kiszámítódnak, túlságosan szórnak.

Azt hiszem, hogy ezeket a szempontokat Dr. Simon kollegánknak is figyelembe kell majd vennie, ha közölt szándéka szerint vizsgálatait a kijelölt irányban mind tudományos, mind gyakorlati irányban tovább kívánja fejleszteni. Ehhez nézetem szerint a nyomási viszonyok kiragadott értékszám egymagában nem lehet elegendő.

Az a tény, hogy Urbancsek kartársunk a fajlagos vízhozam adatait térkép-vázlatok szerkesztésére tudta felhasználni, amelyek a paläo-hidrográfiai viszonyokat elég jól tükröztetik, tulajdonképpen nem jelent mást, mint az általam és Simon kollega által is vallott felfogásunknak más alakban való megfogalmazását, hogy artézi vizeinket elsősorban a hidrosztatikai nyomás hajtja a felszínre. Ilyen megszorítással ez a parameter egymagában is alkalmas bizonyosfokú következtetésekre, ahogyan ezt Simon kollega érdekes munkája bizonyítja.

Arra való tekintettel, hogy előadónk a tektonikusan kiemelt röögökről mint "antiklinálisok" hátairól, a mélyfekvésű rétegalakulatokról mint "szinklinálisok"-ról beszél, legyen szabad megjegyez-

ni, hogy régebben valóban gyűrődésesnek tétéleztek fel Alföldünk mélyszerkezetét. Ma már azonban a szénhidrogénkutatók szakemberei is kezdik elismerni, hogy ez a mélyszerkezet töréses rögtektonika képét adja, amire más kutatókon kívül magam /1947, 1948, 1961, 1962/ is határozottan rámutattam. A szegedi Vizügyi Igazgatóság részére 1962-ben készített vízföldtani leírásban a Dél-Alföldre nézve hidromorfológiai bélyegek alapján megszerkesztettem a területet szelő ÉK-DNy, ÉNy-DK és ÉÉNy-DDK irányú törések pontos rendszerét, amelyet a legszorosabb kapcsolatba tudtam hozni a rajtuk fekvő artézi kutak nagyobb vízhozamával. Dr. Urbancsek János függetlenül készült és 1963-ban közölt nyomómagassági térképe ugyanerről a területről a legteljesebb összhangzatban áll saját töréses térképpel.

A hozzászólásom elején említett tényezők közül, amelyek a vizeket a felszínre szállítják, a hidrosztatikai nyomáson kívül, a szénhidrogéngázok rövidebb-hosszabb időre döntő befolyáshoz juthatnak.

Mint idetartozó nagyon érdekes esetet említem meg, Gödri István társulati főmérnök adatai alapján, amelyeket említett leírásomban dolgoztam fel, itt sajnos hely hiánya miatt közölni nem tudom, hogy Pusztaföldváron és Lászlómajoron két kiöregedett artézi kút, amelyből a víz már csak néhány liter/perc hozammal csepegett, 1962-ben minden külső beavatkozás nélkül több száz liter/perc hozamúvá vált, szénhidrogéngázok szekundér összegyülemzése folytán. A kutak pontosan egyik előre kijelölt ÉÉK-DDNy-i vonalamon fekszenek. Ilyen esetben természetesen a Bernouilli-tétel is érvényét veszti, illetőleg módosítandó.

Legyen szabad ezzel kapcsolatban itt is felhívnom az illetékes műszaki körök figyelmét arra, hogy rendkívül előnyös helyzetben van Hódmezővásárhely és Orosháza között vízföldtani szempontból Székkutas kisközség. Egy mélyszerkezeti depresszió tengelyében, három törés kereszteződésén fekszik, gázos területen. Legalább 600 m mély artézi kutakkal itt a felsőpannonból /levantikum?/ valószínűleg éppen olyan dús vízhozamot /és gáztermelést/ lehetne elérni, mint az innen kb. 20 km-re ÉÉNy felé eső Eperjes községben, ahol szintén két törés keresztezésén 650 m mély kútból már csekély depresszióval 800 liter/perc vizet nyernek.

Az ilyen "pionir"-fúrások helyének kitűzésénél tekintetbe kell venni, hogy az alföldi törések felületei nem síkok, hanem lapát-szerűen gorbúlt "lisztrikus" felületek /Suess E. kifejezése, v.ö. Scherf 1947/. Szerencsére kisebb mélységekre való lefúrásnál a gorbúlt felületnek még eléggé sík felső részén vagyunk és azonkívül eddigi ismereteink szerint feltehető, hogy a vetődések dőlésszöge meredek, megközelíti a 80-85°-ot.

A bemutatott nagyon érdekes térképekkel kapcsolatban csak azt kívánom megjegyezni, hogy a fúrási minták szemcseösszetételére és pórustérfoogatára vonatkozó számoknak csak viszonylagos értéket lehet tulajdonítani. Erre vonatkozólag a vízáteresztési k-érték tárgyalásánál fentebb adtam néhány tájékoztató hibaadatot.

Dr. Simon kollega munkája az említett okoknál fogva tájékoztató első lépésnek tekintendő a szabatos módszerekkel megközelítendő végső cél felé. Ezt azonban előadó maga sem gondolta másképp. Érdeklődéssel várjuk a további munka eredményét.

MTAKADÉMIA
FÖLDRAJZI
MŰNYVTÁR

Kézirat gyanánt

Készült a FKCs házi sokszorosítóján. Példányszám: 50

Ikt. sz.: 1/1964.

A kiadásért felel: Dr. Pécsi Márton igazgató