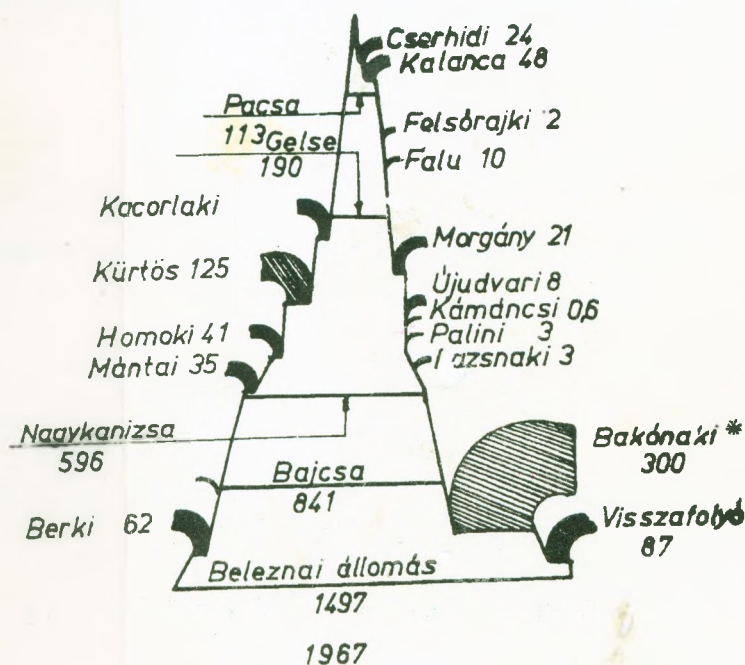


# NAGYKANIZSAI HONISMERETI FÜZETEK



11

Cseke Ferenc

1995

A Principális-csatorna vízgyűjtőjének  
vízföldrajzi viszonyai

550  
C 52

**Cseke Ferenc**

**A Principális-csatorna vízgyűjtőjének  
vízföldrajzi viszonyai**

Nagykanizsa, 1995

Készült a Dél-zalai Víz-, Csatornamű és Fürdő Vállalat, a Principális és Felső-Zalamenti Vizi Társulat, a Zéta Kereskedelmi RT., a Kanizsa Ruhaiipari Szövetkezet támogatásával.

## **Kanizsa említésének 750 éves évfordulója alkalmából**



Kiadja:  
**Nagykanizsai Városvédő Egyesület**  
**Honismereti Köre**  
Felelős kiadó:  
**Dr. Cseke Ferenc**

ISSN 1216-3724  
KANIZSAI NYOMDA, NAGYKANIZSA 95 11 29  
Felelős vezető: **BRENNER ÁRPÁD**

# I. KUTATÁSTÖRTÉNET

A kereken 610 km<sup>2</sup> területű vízgyűjtőben eddig szisztematikus, a felszíni vizek járását befolyásoló, minden geofaktorra kitérő kutatás nem volt. Mostanáig a legkülönbözőbb részfaktorokat kutatták, a legtöbb esetben nem is a vízföldrajzi szintézis érdekében. Legkorábbra a geológiai és morfológiai tényezők kutatása nyúlik.

**Geológiai** szempontból a terület viszonyait az 1930-as évek végére fő vonalaiban tisztázták. Akkor is mélyszerkezeti adottságok kutatása volt a fő cél, a nyersolajkincs feltárása érdekében. Az egész Délnyugat-Dunántúli dombság területére kiterjedő geológiai kutatások szintéziseként **felszíni geológiai térképek születtek, amelyből megismertük a hidrológiai szempontból különbözőképpen értékelhető képződmények térbeli kiterjedését.** Ezeket a munkákat két különböző időszakban, az 1930-as és az 1950-es évek elején végezték. Az utóbbi munkálatok az előző reambulációi voltak. A geológiai elemzések hidrológiai értékelésével kapcsolatban meg kell jegyeznünk egy mai napig fennálló kutatási hiányosságot is. Ezek a kutatások vízföldrajzi szempontból sokkal értékelhetőbbek lennének, ha elkészült volna a kőzetminőségek vízáteresztő képességének vizsgálata is. Azonban ez sem geológiai, sem geográfiai részről a mai napig nem történt meg. Ilyen adatokat területileg nagyon különböző elosztásban mindössze a mezőgazdasági szakemberek gyűjtöttek a talajjavítási és trágyázási vizsgálatok keretében. Az adatok begyűjtése és térképes ábrázolása után lehetőség nyílna a hidrológiai értékelésre, amely eddig nem történt meg. Többek között jelen dolgozatnak is egyik célja az ilyen irányú vizsgálat.

Regionális **klímatológiai kutatást** mai napig sem a vízgyűjtőben, sem annak tágabb földrajzi környezetében a DNY-Dunántúlon nem végeztek. Az egész NY-Dunántúl, és így a vízgyűjtő klímáját is feldolgozó munka most készül, amely része lesz a NY-Dunántúlról írt természeti földrajzi monográfiának. Jelenleg csak annyi és olyan részletességű adatot találunk a vízgyűjtő klímájáról, amennyi egy országos klímaszintézis kereteibe befér. Ezek az adatok vízföldrajzi kutatás céljából csak részben hasznosíthatók, főképp a vízgyűjtő általános klímajelenségeinek az ország más területével történő összehasonlításakor. Tehát ez azt jelenti, hogy egy speciálisan vízjelenségek értékelése szempontjából készített klímavizsgálat még szintén nem történt meg. Ahhoz, hogy a Principális és a nagyobb mellékvizek vízjelenségeit magyarázni tudjuk, ezt a klímatológiai munkát is el kellett végeznünk.

A vízgyűjtő vízjelenségeit tükröző legkülönbözőbb **vízrajzi adatok** rendszeres gyűjtése csak a közelmúltig nyúlik vissza. A VITUKI az 1950-es évek elején telepített az országos hálózatfejlesztés keretében néhány vízmércét a vízgyűjtőkbe. A NY-dunántúli Vízügyi Igazgatóság saját tervezési, vízgazdálkodási és vízvédelmi feladatának jobb ellátása céljából ezt a hálózatot sűrítette, és anyagi lehetőségeitől függően, még ma is tovább fejleszti. Az ideális hálózat ennek következtében még nem épült ki, így a vízgyűjtő minden részterületére nézve csak hézagos (cm vízállás,  $m^3 / sec.$ ) adataink vannak. Bár ebben a dolgozatban megkíséreljük a jelenségek okmányozó magyarázatát adni, ezt azonban teljesen nem lehet. Nagy segítséget nyújt a további vízföldrajzi és hidrológiai kutatáshoz a VITUKI által az 1953-ban megkezdett Magyarország Hidrológiai Atlasza sorozat vízrajzi adatai, melyek elsősorban mederstatistikai és vízgyűjtő-statistikai számokat tartalmaznak. Az ország vízgazdálkodási keretterve keretében 1956-ban kiadásra került a Nyugatdunántúli kötet, amely sok vízrajzi adatot szolgáltat. Ennek egy része kitűnően felhasználható vízföldrajzi szintézis szerkesztéséhez. Ez a gyűjtemény ezenkívül hatással van a vízföldrajzi kutatások irányára is, amennyiben még meg nem oldott probléma-gyűjteménynek is tekinthető. Ilyenformán az ország bármely területén, így a Principális vízgyűjtőben végzendő bárminemű szintetikus vagy analitikus jellegű vízföldrajzi kutatásnak gyakorlatilag felhasználható lehetőségét is adja.

Már korábban említettük, hogy a vízgyűjtő területéről rendkívül gyér a konkrét vízrajzi anyag. Ezt igyekeztünk pótolni két éven keresztül, 12 szelvényben és 21 részvízgyűjtőben havonta mért vízhozam-adatokkal. Tudatában vagyunk, hogy ez az adatmennyiség korántsem elég a jelenségek részletes feltárásához és magyarázásához. Úgy érezzük azonban, hogy eddigi ismereteinket saját adatainkkal mindenképpen bővítjük.

**A talajtani kutatómunka** egyre szélesebb körben terjed. Különösen vonatkozik ez az utóbbi időkre, amikor a vizsgálatok jelentős része nemcsak alapkutatás jellegű, hanem a közismerten rossz minőségű talajok javításával kapcsolatos. A vízgyűjtő területén rendkívül egyenetlen területi eloszlásban találhatók ezek a különben művelési tábla részletességű talajtani vizsgálatok. Ezekből a gyakorlati célú és általában a keszthelyi Agrártudományi Egyetem, a Baki Állami Gazdaság Talajtani Laboratóriuma és a kaposvári OMMI kirendeltsége által végzett vizsgálatokban a vízkapacitási és vízáteresztési adatoknak nagy vízföldrajzi jelentősége van, de a szintézisük eddig még nem készült el.

A **morfológiai kutatások** hidrológiai értékelésével kapcsolatban már a bevezetőben megjegyezhetjük, hogy ezek genetikus, illetve fejlődéstörténeti morfológiai vizsgálatok és mint ilyenek, csak részben használhatók egy vízgyűjtő vízföldrajzi szintézisének elkészítéséhez. Az ilyen kutatások kapcsán ugyanis feltétlenül **szükség van a vízgyűjtő és ezen belül a vízfolyások kialakulása ismeretére, mert ezek nélkül a vízjelenségek egy része nem értelmezhető.** A morfológia azonban ennél sokkal lényegesebb kérdésekben támogathatja a vízjelenségek kutatását. Ilyen jellegű morfológiai vizsgálatok eddig még nem készültek, s amit ez a dolgozat kíván részben pótolni.

Tekintettel a morfológiai vizsgálatok vízföldrajzi kapcsolataira, valamint e dolgozat földrajzi jellegére, **a vízgyűjtő fejlődéstörténetével külön foglalkozunk.**

A morfológiai kutatás a század elején kezdődött ebben a térségben.

**Lóczy L.** (1913) a meridionális völgyek keletkezésével kapcsolatban elvetette az egyszerű vetődés feltételezését, mivel a gerincek a völgyek mindkét oldalán egyforma magasságúak, hanem éppen az utóbbiból kiindulva azok kétoldali árkos süllyedését vallotta.

**Cholnoky J.** (1913) ezt tagadta azzal az indokkal hogy a völgytalp és a gerinc szintkülönbsége meghaladja a 100 métert, ezenkívül a völgyek sok helyütt egészen összeszűkülnek.

Ezért Cholnoky „tektonikus vonalak mentén keletkezett szélbarázdák”-nak tartotta őket, azaz hasadások mentén párhuzamos értelmű szitaszerű horizontális elmozdulások történhettek, és az ilyen módon összezúzott anyag defláció útján távozott el (1906-os San Franciscó-i mozgások alapján). A völgyek tehát tektonikus szélbarázdák, a hegyhátak maradékkerincek. Szerinte a lösz a törés után telepedett le a völgyekben, a törések zökkenéseinél és a magasabb gerincek szélárnyékos helyein.

Felismeri a Principális-völgy „terasz-szerű” szintjeit, melyek megállapodásai szerint nem folyóvízi eredetűek. A NY-magyarországi kavicstakaró eredetét a sivatagi klíma következményeként a vádi-szerű vízfolyások munkájával hozta kapcsolatba.

Újabb lehetőséget nyújtott az eddigi megállapítások továbbfejlesztéséhez, az 1920-as években meginduló olajkutatás. **Pávai Vajna F. és Vendl A.** (1921) gyűrt szerkezeteket fedez fel a pannóniai rétegekben.

**Ferenczi I.** (1925) bizonyítékokat talál a Ny-dunántúli kavicsstakaró folyami eredetére, valamint a lerakódás levantei korára. Megállapította, hogy a Keszthely-Gleichenbergi vízválasztó-hátság emelkedése okozta a K-zalai területeken átfolyó vizek megrekedését. Az 1930-as évek geológiai felvételezéseit **Kretzoi M.** (1936) végezte és értékelte. A morfológiai formák alapján ÉÉNY-DDK-i, illetve NYDNY-KÉK-i töréseket mutat ki, sőt feltételezi a fiatalabb É-D-i tektonikus előrejelzés szerepét a meridionális völgyek kialakításában.

**Szádeczky-Kardos E.** és **Sümeghy J.** sztratigráfiai vizsgálataik során felsőpliocén kori ősi folyók nyomozásával szereztek érdemeket e terület kutatásában.

Az újabb kutatási eredmények birtokában az 1930-as évek geográfus nemzedéke, élén **Bulla B., Kéz A. és Láng S.-al.** a klímatis morfológia szellemében átértékelik a korábbi eredményeket. Elvetik a pliocén kori sivatag feltételezését, és bizonyítják, hogy a völgyek kialakulásában a defláció nem játszott elsődleges szerepet.

Szerintük a tektonikus mozgás is gyenge volt, de ennek ellenére a fő völgyeket tektonikusan preformáltak tartják. A völgyek ezután eróziós uton alakultak tovább: a Keszthely-Gleichenbergi vízválasztó D-i lejtőjén a Dráva felé konzekvens vízfolyások indultak. A hátság emelkedésével hozzák kapcsolatba a terület felszabdálásának a folyamatát.

**Kéz A.** (1943) Zala völgyi vizsgálatai során öt teraszt ír le, és a teraszok képződését az éghajlat változásával hozza kapcsolatba.

**Láng S.** (1954) már az egyes morfológiai jelenségeket is vizsgálja.

Az újabb geológiai feltárások pontosabb és részletesebb betekintést nyújtottak felszín közeli és a mélyszerkezeti viszonyokba (**Kőrössy L.** 1963). A geográfusok részéről az első valóban részletes feldolgozás **Lovász Gy.** (1970) tollából származik. A területünk morfológiai értékelését ennek alapján állítottuk össze. Dolgozatában szükségszerűen az egész Zalai-dombsággal foglalkozik, mi ebből a vízgyűjtőnkre vonatkozó felszínfejlődési problémákat igyekszünk hangsúlyozni.

**Lovász Gy.** munkájában felhasználta a zalai olajkutatással kapcsolatos szerkezeti vizsgálatok újabb eredményeit (**Kretzoi M., Dubay L., Dank V. és Kőrössy L.**), s egyben kiegészítette azokat a saját megállapításaival.

Felismerte a pannon utáni klímaváltozások hatását a dombsági teraszokon, és a krioplanációs felszíneken. Megállapította, hogy a klíma felszínalakító

szerepét a –földrajzi irodalom feltételezéseivel ellentétben – meglepő módon változatossá teszi a szerkezeti mozgások gyakorisága és kiterjedése.

Területünk felszínfejlődését a következőkben összegezzük, követve **Lovász Gy.** tagolását.

A terület fejlődésében megkülönböztet egy túlnyomórészt akkumulációs szakaszt, amely a szárazulattá válástól az ópleisztocén végéig tartott és egy zömmel bevéséssel jellemezhető időszakot, amely az ópleisztocén végétől a mai napig felismerhető.

### **A pannon előtti szakasz**

A Principális vízgyűjtője alatt a variszkuszi alaphegységre települve 3 szerkezeti egység helyezkedik el.

1. Az északi területeken – nagyjából Pusztamagyaród és Kilimán vonaláig – olajtartó mezozoós rétegek húzódnak a vékony neogén üledékek alatt.
2. A Kilimán és Nagykanizsa közötti területen – követve az ÉK-DNY-i variszkuszi irányt – a variszcida alap mintegy 2000 métert besüllyedt, a miocén-közepi szávai és stájer orogén fázisokban (neogén rétegek ennyivel vastagabbak).

A két szerkezeti típus között egy kiterjedt rátolódási szerkezet jött létre.

3. A harmadik szerkezeti egység Nagykanizsától délre alakult ki, ugyancsak miocén közepi áttolódással.

Ezeket a szerkezeteket hatalmas függőleges törések érték az orogenezisek nyomán és az általános akkumuláció mellett nagyméretű lepusztulás is jelentkezett.

**A pannon időszak** erőteljes süllyedései nyomán a transzgradáló tenger vastag üledéket rakott le Zalában. Az alsópannon csendesvízű beltengerében finomszemcséjű agyagos-márgás kőzetek képződtek. Ezek a rétegek a rhodáni orogenezis hatására NYK-i csapásirányban felboltozódtak. Az így képződött antiklinálisok a dél-zalai területen olajcsapdát képeznek.

Felsőpannon időszakban az emelkedő Alpok előterében, a Rába és a Mura őse állandóan növekvő hordalékkúpot épített. A mai zalai területen ezzel egyidőben homokos üledékek rakódtak le, a partközeli helyzetének megfelelően.

**Felsőpleiocénben** az erőteljes epirogenetikus emelkedés nyomán visszahúzódik a pannon tenger és a zalai terület szárazföld lesz. Kialakul az ősi folyóvíz-hálózat.



A Zalai-dombság DNY-i részén az Ős-Mura, másutt az Ős-Rába terítette szét az alpesi, illetve áthalmazott pannoniai eredetű hordalékát. Ez az anyag ma a dombság legmagasabb szintjein található. A Principális-vízgyűjtő területén mindkét folyó hordaléka fellelhető.

**Pleisztocén kezdete.** A felsőpliocén szubtrópusi jellegű klímáját hűvösebb és szárazabb időszak követte. A lassú epirogenetikus emelkedés hatására az Ős-Dunába ömlő két folyó kissé bevágódhatott a felszínbe. A medrüket ritkábban változtatták.

A pleisztocén elején alapvető változások történtek. A valachiai mozgások megemelték a Keszthely-Gleichenbergi hátságot. Az alaphegység emelkedése ÉK felé irányította az Ős-Rábát, amely ezekután csupán a Zala-Rába közén folytathatta a süllyedékek felkavicsolását.

Ugyancsak a valachiai mozgások hatására megsüllyedt a Ny-Zalai dombság területe, és a mai Mura-völgy. Így az Ős-Mura nyugatabbra húzódott és szűkebb területen rakta le az egyre durvább kavicsos-homokos üledékeit.

**Ópleisztocén vége.** Az újromán fázisban jelentkező gyenge emelkedés nyomán megnövekedett az eróziós tevékenység. A pliocén végi hordalékanyag pusztulása fokozódik, bár az intenzitása nem egyforma az egész zalai területen.

Három ÉK-DNY-i csapásirányú süllyedék kialakulása kezdődik a dombság K-i részén. Ezek közül legismertebb a Balaton-árok zalai folytatásaként húzódó 5-6 km széles Keszthely-Pacsa-Bak-i lépcsős törés.

Nagykanizsa vonalában fekszik a második, mintegy 10-15 km széles árok, amely egészen a Muráig terjed.

Az előbbieknél gyengébb harmadik süllyedés Nagykapornak térségében jelentkezik, a vízgyűjtőntől É-ra.

A süllyedékek plató-szerű felszínéről hiányzik a 300 m tszf-i magasságú tetőszint, de a későbbi bezökkenések nyoma is többnyire tereplépcsők formájában maradt fenn.

Az átfolyó vizek jelenléte megszűnt, a meginduló völgyképződés helyi csapadék hatását tükrözi. Feltételezhetően széles, lapos völgyek alakultak ki. Ezek a völgyek jelölték ki a maiak futásirányát.

**Középleisztocén szakasz.** Általános tendencia a felszín lassú és egyenlőtlen emelkedése, s következményeként a völgyek bevágódása. A Keszthely-Pacsa-i süllyedéktől É-ra kb. 30 métert, ettől D-re 50-60 métert

emelkedett a felszín. A Kelet-Zalai dombságon ekkor már 100 méter relatív magasságkülönbség is feltételezhető.

A dombvidék Ny-i része szerkezeti okok miatt lankásabb, mivel tovább folytatódott az ópleisztocénában megkezdődött süllyedés. Ugyancsak bezökkenés észlelhető Keszthely-Pacsa, illetve Balatonszentgyörgy-Nagykanizsa térségében is.

A középleisztocén időszakban alakul ki a dombság mai völgyhálózata, jórészt szerkezeti vonalak mentén. Az erőteljes hátravágódás az oldalvölgyekben is észlelhető. Ezek nyomán felbomlik az ősi folyók hordalékkúpja.

**Újpleisztocén szakasz.** Megerősödnek a szerkezeti mozgások a balti és a pasadiniai fázisban. Legnagyobb mértékű (40 m) a süllyedés a Keszthely-Pacsa-Bak-i árokban. A Mura völgyében végbemenő szerkezeti változások északabbra tolták a folyót, Letenye-Murakeresztúr-Nagykanizsa vonalában erodálta az idősebb terasz peremét.

Ugyancsak jelentős süllyedés történt a fő meridionális völgyekben, köztük a Pacsától Nagykanizsáig terjedő 5-6 km széles sávban, ahol É-D-i irányú völgymedence alakult ki, két oldalán jól kivehető würm eleji teraszokkal.

Velük egyidőben zökkent be Ny-on a Lenti-medence. Az erőteljes süllyedés nyomán üledékgyűjtővé vált medencékben halmozódott fel az intenzíven pusztuló pliocén-ópleisztocén kavicstakaró anyaga (helyenként eléri a 40 m vastagságot is!).

Meggyorsult a völgyek kivésődése. A würm végéig mintegy 5--60 métert mélyültek. A regradálás É-ről és D-ről egyaránt erőteljes. A széles völgyek talpán egészen lapos vízvásztó különíti el a vizeket.

A würm vége felé a szerkezeti mozgások kissé megnyugszanak, a denudáció visszaszorul a magasabb régiókba. Az egyre szélesedő völgytalpakon az esést kiegyenlítő folyamatok jutnak uralomra

Az óholocén száraz és meleg időszakában helyi anyagokból futóhomok képződött egyes meridionális völgyekben. A futóhomok legnagyobb kiterjedését a Principális-völgy D-i részén éri el, ahol összefüggő felszínt képez. A szélbarázdákkal és maradékgerinckkel, valamint a hajdani vízfolyások begátolt medreivel tarkázott homokos felszínek magasabb pontjain megjelenik a hosszanti garmadabucka is.

## II. A GEOTÉNYEZŐK HIDROLÓGIAI ÉRTÉKELÉSE

### A./ Geológiai és talaj adottságok értékelése

A kereken 610 km<sup>2</sup>-nyi vízgyűjtő terület geológiai felépítése hidrológiai szempontból nem nevezhető túlzottan változatosnak /**1. ábra**/. Az alapkőzetet mindenütt a felsőpannon és a felsőpliocén időszakban képződött homokos-agyagos képződmények alkotják. Márga a vízgyűjtő területen hidrológiai szempontból jelentéktelen. Az alapkőzetet a vízgyűjtő kisebb reliefenergiájú és gyengén felszabdalt részein vastag pleisztocén, erősen vályogosodott lösz fedi. Ennek megfelelően a hidrológiai szempontból minőségileg eltérően viselkedő, legfőképpen homokos pannon képződményeknek csak a vízgyűjtő északi, erősen felszabdalt részein van különösebb jelentősége. Túlzott hatást itt sem szabad tulajdonítanunk ezeknek, mert a homokos-agyagos rétegek a viszonylag meredek domboldalakon az erősen elvékonyodó, vagy több esetben teljesen el is tűnő pleisztocén rétegek alatt bukkannak a felszínre. Itt pedig hidrológiai hatásukat a rendkívül meredek lejtő elnyomja.

**Góczán L. és Szász A.** (1971) számszerű összefüggést állapított meg a beszivárgásra vonatkozóan a lejtő meredeksége és a csapadék intenzitása között.

A különböző hidrológiai viselkedésű geológiai képződményeknek a részvízgyűjtők ösztérületéből való részesedési arányát az **1. táblázat mutatja**.

Legnagyobb területi kiterjedésű a pleisztocén **vályog**. Kémiai jellege és szemcseösszetételi görbéje a legkülönbözőbb pontokon azonos jellegű, így nyilvánvalóan hidrológiai viselkedése is azonos kellene hogy legyen. Ez azonban a morfológiai tényezők következtében nincs így. Általánosságban megjegyezhetjük, hogy a vízgyűjtő meredekebb középső részén a hidrológiai hatása gyengébb, mert itt csak a keskeny, sokszor csak pár 10 m széles gerinceken található fedőkőzetként. Így pedig a hidrológiai szerepe nem tud kialakulni.

A vízgyűjtő déli területén és a Principális-völgy dombságperemén, széles teraszfelszínekkel kísért részein, a hidrológiai szerepe fontosabb. Ez nemcsak a kisebb reliefenergiájú térszín miatt tud kibontakozni, hanem azért is, mert ezeken a felszíneken vastagabb fedőként található a pannon rétegek felett. A vízgyűjtő uralkodó kőzetminősége /**1. táblázat és 1. ábra**/.

1. táblázat. A Principális részvízgyűjtőinek felszíni geológiai képződményei, azok kiterjedése (%) és a vízfolyások fajlagos vízszállítása (1/sec/km<sup>2</sup>).

Sorsz. Vízfolyás	Fajlagos vízhozam l/s. km <sup>2</sup>		%					
	1967	1968	V	H	A	L	P	Le
1. Visszafolyó	3,8	2,4	37	63	-	-	-	-
2. Cserhidi	3,3	1,5	-	-	-	51	49	-
3. Kacorlaki	2,9	2,3	31	10	59	-	-	-
4. Csalányos	2,8	1,6	65	30	5	-	-	-
5. Homoki	2,8	1,03	3	36	43	-	18	-
6. Surdi	2,7	1,7	100	-	-	-	-	-
7. Kalanca	2,6	1,4	60	-	-	35	6	-
8. Kürtös	2,3	2,0	39	15	26	-	20	-
9. Bakónaki	2,0	1,04	98	9	-	-	1	0,1
10. Újudvari	1,8	0,72	94	6	-	-	-	-
11. Morgány	1,7	1,1	61	2	-	-	37	0
12. Liszói	1,66	0,9	100	-	-	-	-	-
13. Berki	1,60	0,67	99,5	-	-	-	0,5	-
14. Falu	1,4	0,44	44	2	-	-	54	-
15. P. szentpéteri	1,3	0,9	99	-	-	-	-	1
16. Mántai	1,0	0,8	45	28	15	-	2	-
17. Felsőrajki	0,6	0,27	61	20	-	-	19	-
18. Palini	0,5	0,33	82	-	-	-	18	-
19. Lazsnaki	0,2	0,1	81	-	-	-	19	-
20. Diósi	-	-	81	10	-	-	9	-
21. Kámáncsi	-	-	71	-	-	-	29	-

V = vályog

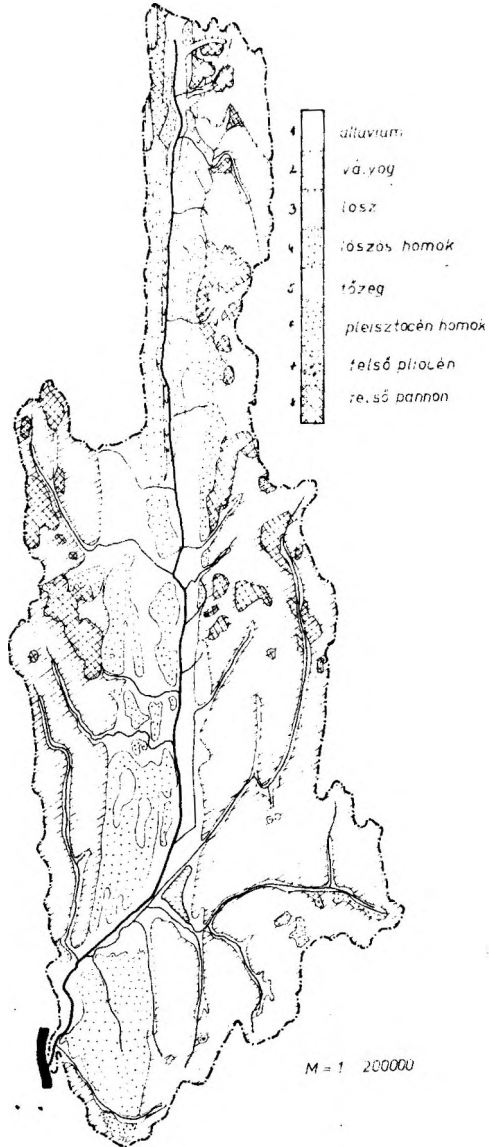
H = homok

A = tőzeges kotus alluvium

L = lösz

P = pannoniai homok

Le = levantei (kavics, agyag, homok)



1. ábra. A Principális-csatorna vízgyűjtőjének geológiai térképe

Lényegesen kisebb területet foglal el a Principális völgymedencéjében található **homok**. Felszínfejlődési okok miatt a képződmény területi kiterjedése D-felé növekszik. Felsőrajk-Gelse község térségében még izolált dombként található a rendkívül széles ártéren. Újudvartól D-re azonban egyre általánosabb, felszínfelépítő kőzet. Nagykanizsa alatt a Principális-csatorna medre vágja át a szinte teljesen összefüggővé váló homokos térszint. Hidrológiai hatása nem egyöntetű. A terület É-i részén, ahol elszigetelt dombok formájában jelenik meg, ott a beszivárgási százalék kisebb, mert a meredek lejtőkön a nagyobb csapadék felszíni vízként tovább folyik. A völgy déli területén, ahol még általános a deflációs negatív formák kifejlődése (Lovász Gy. 1957), ott igen nagy a beszivárgási százalék. **Így az azonos kőzetfajta a morfológiai helyzetétől függően egyszer a felszíni, máskor a felszín alatti vízháztartásra gyakorol nagy hatást.**

Legkisebb a területi kiterjedése a tőzeges-kotus **alluviumnak**. Ez a képződmény csak a vízgyűjtő északi részén található meg a széles ártéren. A rossz vízáteresztő képessége a nagymennyiségű, részben rothadt növényi alkotórész következménye. Nagyon laza anyag. A déli részen már kisebb területre szorul, anyaga homokosabb és iszaposabb, s ennél fogva jobb vízáteresztő.

Rendkívül kicsi területet foglal el a vízgyűjtő északi végén a pleisztocén **löss**. Hidrológiai hatása ugyancsak elenyésző a térség erőteljes felszabdaltsága miatt. Döntő szerepet itt is a domborzat játsza.

**A felsőpliocén (levantei) kavicsos-homokos rétegsornak** olyan kicsiny területi kiterjedése van, hogy annak hidrológiai hatása jelentéktelen.

**A felsőpannon, általában homokos rétegsor**, csak a meredek lejtőkön kerül a felszínhez közel, de ott is vékony vályog, vagy löszréteg fedí. A felszíni lefolyás szempontjából különösebb jelentőségük nincs, mert a meredek lejtők elnyomják, illetve semlegesítik hatásukat. Kis intenzitású csapadék esetén a beszivárgás kitűnő területei.

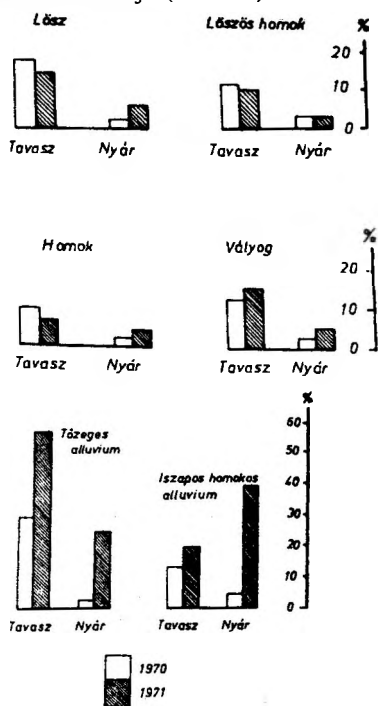
Az **1. táblázatból** az is kitűnik, hogy a legbővizűbb mellékpatakok vízgyűjtőjét főleg homokos, löszös és alluviális jellegű talajok építik fel. A jelenség oka elsősorban a vízgyűjtők geológiai felépítésében, a fedőkőzetek vízáteresztő és talajvíztároló szerepében rejlik. Az 1967 és 1968-ban mért KQ egészében a talajvízből származik, tehát a fent említett talajok jó víznyelők.

A talajok szerkezete függ a geológiai alaptól. Szerkezetük meghatározza a nedvesség tárolásának mértékét is. Négy alkalommal végeztünk

összehasonlító méréseket a **talajnedvesség** nagyságára vonatkozóan (**2. ábra**), 1970-ben kukorica-művelésben, 1971-ben füves térségen. Azért jelöltük ki a kukorica-művelést vizsgálati terep céljára, mivel a művelt terület legnagyobb kiterjedésű kultúrája, és közel azonos módon termesztik. A füves térszínen készített méréseket a különböző módon és időben végzett munkaműveletekből eredő különbségek (pl. a kukorica esetében) kiküszöbölése tette szükségessé. A mintát 15-20 cm mélységről vettük.

Az 1970-es tavaszi időpont adatait torzítja az egyenlőtlen csapadékeloszlás, a nyári sorozat szerencsésebb

Erősen nehezíti az összehasonlítás realitását az iszapos homok és tőzeg alluviális helyzete. Függetlenül az évszaktól – de különösképpen nyáron – az alluvium jóval több nedvességet tartalmaz a magasabb térszínnek képződményeinél. Oka az kapilláris emelő erő, amely a sekély mélységű talajvizet a felszínre továbbítja (**2. ábra**).

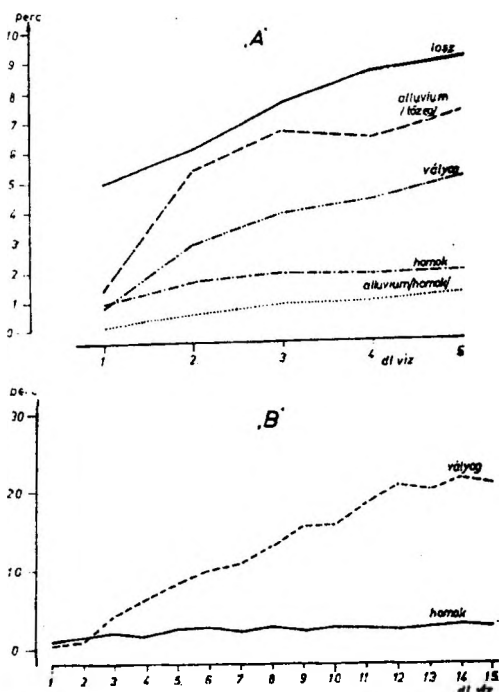


2. ábra. A terület jellemző kőzetein kialakult talajok nedvességtartalma

A tavaszi időszak értékei közül kiemelkednek az alluvium adatai. Ugyancsak több nedvességet raktároznak a kicsiny átlagos szemcseátmérőjű vályogos és löszös talajok.

A jóval szárazabb nyári évszak nedvesség-adatai hasonló képet festenek. Általánosságban igazolják, hogy ahol a pélyites frakció az uralkodó szemcsenagyság, ott a finom szemcsék erősebben magukhoz kötik a vízrészecskéket.

A homok a nyári száraz időszakban kivételnek látszik ez alól. Magyarázat a homok talajok sajátos jellegéből adódik, miszerint száraz időszakban a felső 5-10 cm-es réteg zárószintként viselkedik, és ezzel megőrzi, illetve a növények számára hosszabb időre biztosítja a nedvességet. A beszivárgás vizsgálatát a legfontosabb felszínalakító kőzeteken végeztük. A terület nagy része szántóföldi művelés alatt áll, ezért mindenütt kukoricást választottunk a mérések helyéül (3. ábra „A” rész).



3. ábra. A beszivárgás menete a fontosabb felszínalkotó kőzetekben



**Legjobb áteresztőnek a pangó vizektől mentes, homokos alluvium és a homok bizonyult. Közbülső helyzetet foglal el a vályog, hosszabb idő kell a beszivárgáshoz a tőzeges, löszös térszíneken.**

A homok és az öntéshomok elnyelési görbéje egészen lapos, lassan emelkedik és mentes nagyobb ingadozásoktól. Ezt a gyors és egyenletes beszivárgást a laza szemcsés szerkezetük és a nagy szabad hézagterfogatok okozza.

Vályogos és löszös anyagok meredek esésű görbéje is közel egyenletesen emelkedik (különösen a löszé). A talajok tömöttebb szerkezete fékezi a beszivárgás gyorsaságát, de a pórózusos rendszerek elég sok nedvességet képesek befogadni.

A lösz rossz elnyelő képessége feltűnő. Oka a nem típusos jellegében, a sok finom alkotórészben rejlik. Mindenesetre a lefolyás számára kedvező felületet biztosít (ezt a rádói vízrendezés alkalmával a vízmosás-kötési és erős feliszapolódási gondok alátámasztják).

A tőzeg görbéje viszonylag alacsony értékről indul, aztán a szemcsék erőteljes duzzadása miatt meredekké válik (lassul a beszivárgás). A továbbiakban némileg kiegyenlítődik, de ingadozásoktól így sem lesz mentes. A tőzeg beszivárgási görbéje igazolja **Kollár F.** és **Pachner Cs.** (1965) Ny-dunántúli megfigyeléseit, mely szerint csapadék alkalmával az agyaghoz hasonlóan viselkedik.

Későbbiekben a két legáltalánosabb előforduló talajon végeztünk hosszabb időn keresztül, beszivárgási vizsgálatot. Most füves terepet választottunk a mérésekhez (**3. ábra „B” rész**).

A nagy szabadhézagterfogatu homokos talaj közel egyenletesen és gyorsan nyelte a vizet. A tizenötödik dl vizet ugyanannyi idő alatt, mint az ötödiket. Ebből nyilvánvaló, hogy a **homokos térszíneken felszíni lefolyás gyakorlatilag ritka, a beszivárgás kereken hatszorta gyorsabb mint a vályogon**. Ha mindezt lejtős viszonyokon vizsgáljuk, ez az arány sokkal nagyobb lesz (**Góczán L. – Szász A.** 1971). A vályog kezdetben jobb elnyelőnek bizonyult a homoknál, aztán az agyagos szemcsék duzzadása és a molekuláris vízkapacitás telítődése miatt az átszivárgás meggyengül, a görbe erősen emelkedett. A tizenkettedik dl után a beszivárgási idő lényegesen itt sem növekszik. Következésképp a vályogos felület emiatt, különösen záporok idején, kedvez a lefolyásnak, kevésbé növeli a talajvizet.

A fontosabb kőzeteken kialakult talajok víztárolását és vízáteresztő képességét vizsgálva megállapítottuk, hogy a geológiai viszonyok feltétlenül befolyásolják a terület vízháztartását. Ez a befolyásolás azonban soha nem

hat egyedül, hiszen a különböző kőzetek mindig sajátos morfológiához kötöttek. Így tehát a geológiai adottságok hidrológiai hatása mindig csak a morfológiai szituációval közösen értékelhető.

## B./ A morfológia vízföldrajzi értékelése

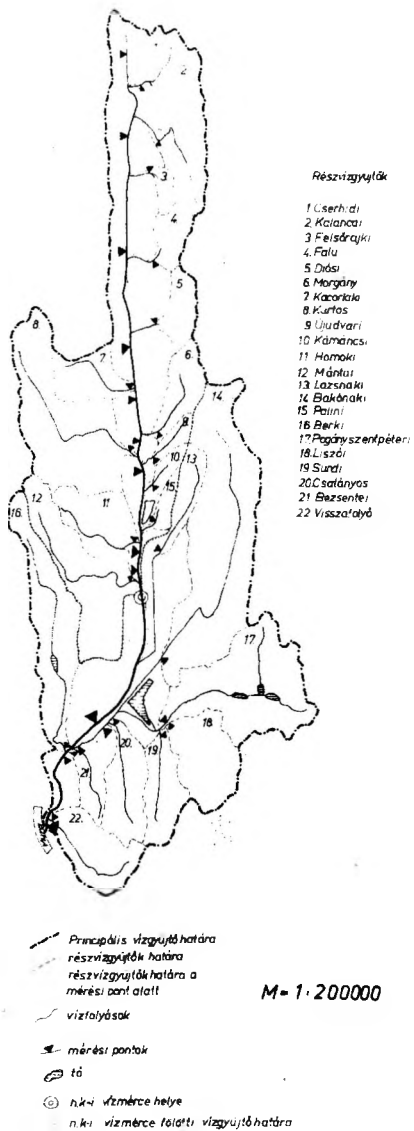
A geológiai viszonyok vizsgálata során bebizonyosodott, hogy a vízgyűjtők vízháztartása összefügg a felszínépítő kőzetekkel. Hatásuk azonban a legszorosabb összefüggésben van a morfológiai helyzettel.

A hidrológiai helyzetet legdöntőbben befolyásoló morfológiai elem a **lejtő**. Az általános lejtőviszonyokat a vízgyűjtők átlagos tszf-i magasságának meghatározásával kívánjuk érzékeltetni (Újvári J. 1962). A **2. táblázatban** és a **4. ábrán** mutatjuk be a számított értékeket.

**2. táblázat. A Principális-csatorna részvízgyűjtőinek átlagos tengerszint feletti magasságai.**

Sorszám	Vízfolyás	Tszfm.
1.	Lazsnaki	215,7 m
2.	Újudvari	214,5
3.	Morgány	214,1
4.	Kámáncsi	206,7
5.	Cserhidi	206,0
6.	Kürtös	201,2
7.	Falu	200,5
8.	Palini	199,5
9.	Diósi	197,5
10.	Bakónaki	193,1
11.	Surdi	192,2
12.	Felsőrajki	192,0
13.	Liszói	191,5
14.	P. szentpéteri	187,0
15.	Kalanca	186,6
16.	Csalányos	183,2
17.	Visszafolyó	182,7
18.	Mántai	182,2
19.	Homoki	181,0
20.	Berki	180,8
21.	Kacorlaki	179,5





4. ábra. Principális-csatorna vízgyűjtője

Lankás lejtőkkel és sík felületekkel jellemezhető az alluviális és homokos anyagokból felépült felszínek. A tengerszint feletti magasságuk csekély (2. táblázat). A kedvezőtlen lefolyást tovább rontja a sok felszíni mélyedés, a szélbarázda és az elhagyott meder.

Meredekebb (5-15°-os) lejtőket találtunk a vályogos térszíneken. Különösen a Principális-vízgyűjtő középső részén elhelyezkedő nagy reliefenergiájú terület rendelkezik meredek lejtőkkel (15-25°). Ebbe a csoportba tartozik: az Újudvari-, Lazsnaki- és a Morgány-patakok vízgyűjtője.

A legélénkebb felszínek meredek, vályogos és löszös lejtői kedveznek a lefolyásnak, kevésbé táplálják a talajvizet. A részvízgyűjtők árhullámainak nagyságáról nincs összehasonlításra alkalmas adatunk, de az árhullámot követő KQ valamennyire tükrözi a beszivárgás mértékét. A legnagyobb reliefenergiával rendelkező vízgyűjtők patakjai átlagosan 10-15%-kal kevesebb vizet adnak a többinél, mivel a lejtők meredekségével növekszik a lefolyás értéke, csökken a kisvizek utánpótlása és romlik a vízgyűjtők vízellátása (1. táblázat).

A részvízgyűjtők **völgyhálózat sűrűsége** lényegesen eltér egymástól. Fő okai a domborzati és csapadékviszonyokra, a felépítő kőzetek sajátosságaira és a pleisztocénbeli felszínfejlődés jellegére vezethetők vissza (3. táblázat).

3. táblázat. A kisvízgyűjtők  
vízhálózat-sűrűsége (km/km<sup>2</sup>)

Sorszám	Vízgyűjtő	km/km <sup>2</sup>
1.	Csalányos	2,9
2.	Surdi	2,6
3.	Visszafolyó	2,4
4.	P. szentpéteri	2,4
5.	Morgány	2,4
6.	Falu	2,4
7.	Kalanca	2,3
8.	Liszói	2,3
9.	Cserhidi	2,2
10.	Kámáncsi	2,2
11.	Lazsnaki	2,1
12.	Bakónaki	2,1
13.	Berki	2,0
14.	Újudvari	2,0
15.	Palini	1,9
16.	Felsőrajki	1,5
17.	Kürtös	1,5
18.	Mántai	1,1
19.	Diósi	1,1
20.	Homoki	0,8
21.	Kacorlaki	0,6
	Principális	1,4

Az alluviumokon a tökéletes síksági jelleg miatt **nagyon ritka a völgyhálózat**. Tipikus példája a Kacorlaki-patak alluviális felszíni vízgyűjtője.

**A homokos területek vízhálózata sűrű.** Bár a völgyképződés nagyon lassú a homok jó vízáteresztőképessége miatt, a mai völgyek hajdani vízfolyások felújult medrei mentén alakultak ki (mint például a Csalányos- és a Visszafolyó-patakok vízgyűjtőjének tekintélyes része).

**A vályogos vízgyűjtők jelentékeny völgsűrűséggel rendelkeznek,** (például a Surdi-, Pogányszentpéteri-, Morgány-, és a Falu-patakok vízrendszere). Oka elsősorban geológiai: a vályog rossz vízáteresztő, így a felszíni lefolyás mértéke nagyobb, a völgyképződés ennek megfelelően intenzívebb.

Sajátos vonás, hogy a **Principális-vízrendszer D-i részvízgyűjtői kiemelkedően magas völgsűrűséggel** rendelkeznek, függetlenül a területük homokos vagy vályogos felszínétől (Csalányos-, Surdi-, Visszafolyó-, Pogányszentpéteri-, és Liszói-patakok vízgyűjtője). A nagyobb völgsűrűség oka a fent említett tényezőkön kívül, a murai erózióbázis közelségéből adódóan jobb lefolyás, valamint ugyanezen okból korábban megindult völgyképződés ezen a területen.

**A völgsűrűség növekedésével nő a vízgyűjtőből távozó vízmennyiség is.** Ezt az összefüggést más hatások erősen torzítják, mégis a fajlagos lefolyás adataiból erre a következtetésre jutunk.

A vízgyűjtők **fővölgyeinek esésgörbéje** változó, és gyakran lépcsős törések tagolják. Az esés mértéke szoros kapcsolatban van a reliefenergia nagyságával. A lépcsőzöttség összefügg a dombság geológiai szerkezetével és a felépítő kőzetek minőségével.

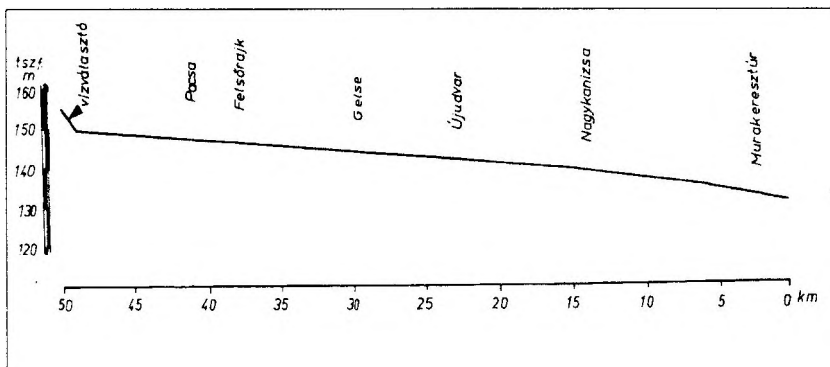
A magasabb vályogos-löszös területekkel szemben a homokos-alluviális felszínnek völgyeinek esésgörbéi általában laposak.

Az alábbi főbb típusok jelölhetők meg:

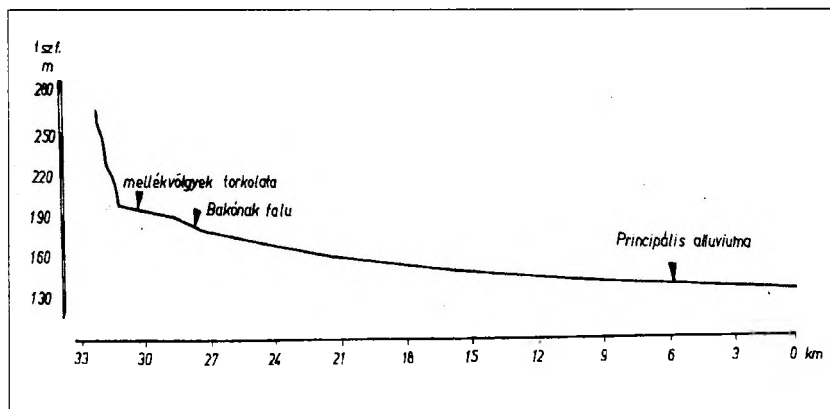
Nagyszerkezeti árokban kialakult esésgörbe egyik példája a Principális-csatorna (**5. ábra**).

Alacsonyabb völgyi vízválasztóról indul. Kezdeti szakasza csekély esésű, s az még tovább csökken a vízfolyás Nagykanizsáig terjedő szakaszán. Holocén feltöltődését elősegítették a város körüli természetes és mesterséges begátolások. A középkori térképeken is felismerhető állandó vízfolyás, az úgynevezett „Kanissa-folyó” csupán a várostól délre alakult ki. A Mura

hatására az alsó szakasz esése nagyobb, de átlagosan nem haladja meg a 0,4 ezreléket. A vízfolyás teljes terjedelmében egy széles meridionális völgyben helyezkedik el. Másik példa a Bakónaki-patak (6. ábra), amely a Balaton déli peremén húzódó nagyszerkezeti rátolódás (Kőrössy L. 1963) felszíni vetületében kialakult árokban (Lovász Gy. 1970) halad. A Principálistól való különbözősége a torkolati eséslépcső hiánya. Ez a Bakónaki-patak jelenkori eróziós tevékenységének eredménye.



5. ábra. A Principális-csatorna esésgörbéje

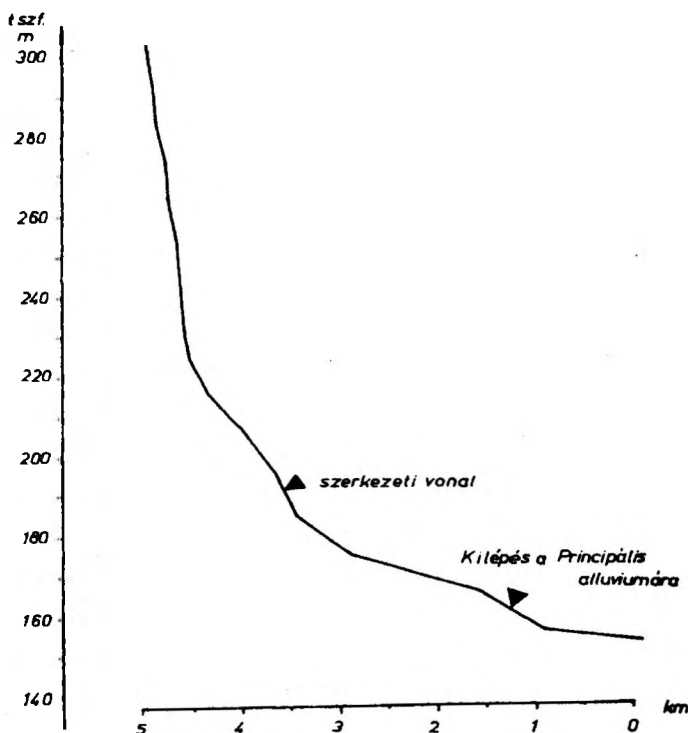


6. ábra. A Bakónaki-patak esésgörbéje

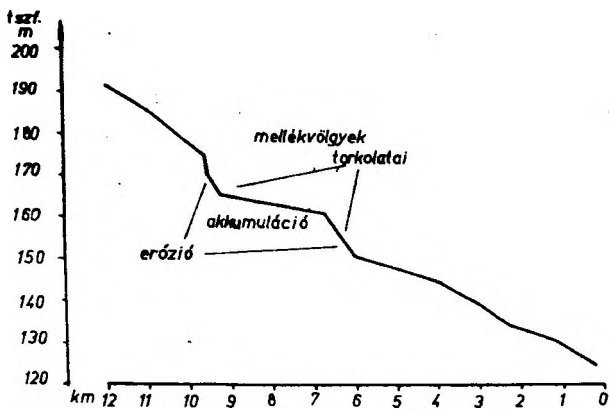
A második típus a lépcsőzetes esésgörbe. Igen jellemző példa erre az Újudvari-patak esésgörbéje (7. ábra). A 200-210 m tszf. közötti lépcső feltehetően pannon agyagon vagy homokkövön alakult ki. A második lépcső szerkezeti mozgások eredménye lehet, holocénkori emelkedés, illetve völgy-medence süllyedés hatására alakulhatott ki.

A lépcsős esésgörbe egyik genetikus változata a Bezsentői-patak (8. ábra), ahol a lépcsők eróziós-akkumulációs eredetűek. Egy-egy lépcső ui. mellékvölgy torkolata alatt alakul ki, ahol a lépcsőt a megnövekedett vízhozam okozta erózió és ezt követően az akkumuláció alakította ki.

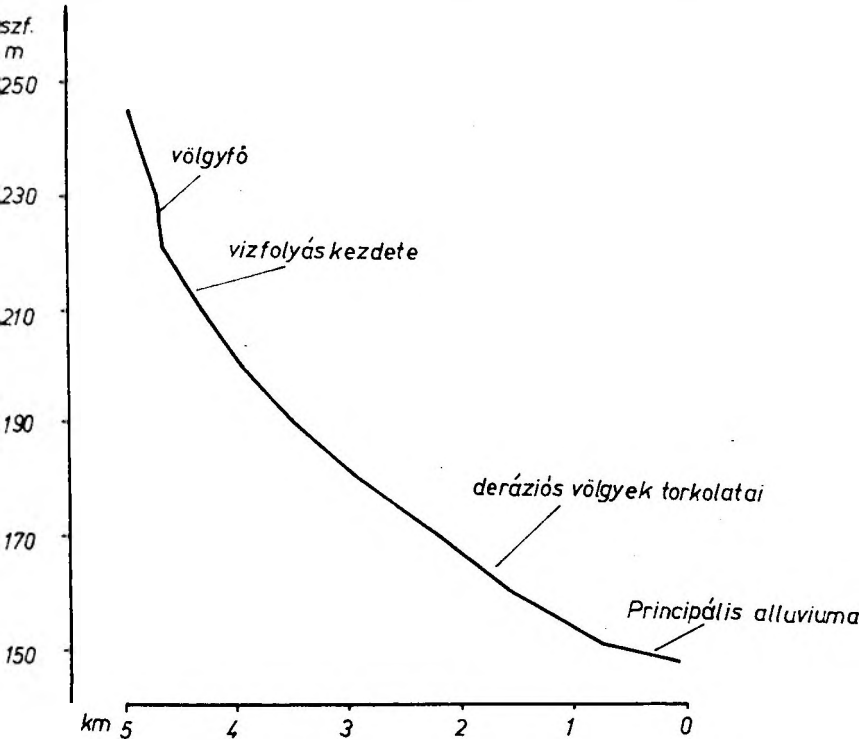
A harmadik típus a lépcsőmentes, meredek esésű görbe. Jó példája a Cserhidi-patak fővölgye (9. ábra), ahol ennek kialakulását a viszonylag homogén geológiai felépítés tette lehetővé.



7. ábra. Az Újudvari-patak esésgörbéje



8. ábra. A Bezsenti-patak fővölgyének esésgörbéje



9. ábra. A Cserhidi-patak fővölgyének esésgörbéje



A nagyobb esés jelentősége a csapadékvíz gyorsabb levezetésében van. Leggyorsabb árhullám levezetőik a nagy relatív magasságú területek rövid vízfolyásai (Újudvari-, Kámáncsi-, Morgány-, Lazsnaki-, Palini-patakok völgyei).

Az alacsony területek kiegyenlítettebb esésű völgyei fékezik az árhullám levonulását.

Végző következtetésként megállapíthatjuk, hogy a **Principális-völgy K-i vályogos és nagyésésű oldalvölgyeiből előbb érkezik az árhullám, mint a Ny-i oldal homokos területein kanyargó vízfolyásokból. Ez a tény csökkenti a Principális árvízi túlterhelését.**

A Principális-csatorna alaki vizsgálatok az **asszimetria együttható** érdemel figyelmet (Újvári J. 1962). A fővízfolyás által jobb- és baloldalra osztott részvízgyűjtők aránya 38, illetve 62%. A nem túlságosan nagy különbség oka egyrészt a Ny-ról határoló Sárvíz-csatorna közelsége, másrészt a Principális-csatorna meridionális vonala D-en, a Nagykanizsai völgymedence területén DNY-ra fordul a Mura széles alluviuma felé.

Az előbb közölt érték hidrológiailag azt jelenti, hogy a két oldal aránya nem befolyásolja lényegesen a két oldalról érkező víztömegek nagyságát.

A Principális-vízgyűjtő **torkolatsűrűsége** 2,67 km/torkolat a (4. táblázat). Eloszlásuk viszonylag egyenletes a hosszszelvényben. Talán a középső részen nem sokkal Nagykanizsától sűrűsödnek erőteljesebben. Ez a tény gondot okoz a város környezetében kiszélesedő völgy vízmentesítésében. **Korlátozza az árvízveszély lehetőségét, hogy bár itt a torkolatsűrűség nagy, de a vízgyűjtők területe viszonylag kicsi.**

A vízgyűjtők alakjával kapcsolatos a **vízválasztók futásfejlettsége (4. táblázat)**. Annál elnyúltabb a terület, minél nagyobb a mérőszám 1,0-nél. Az elnyúlt alak pedig felszíni hidrológiai szempontból kedvező, mert árvíz esetén a meder a hosszszelvény minden pontján azonos időben töltődik, tehát nincs árhullám torlódás, ill. találkozás (Lászlóffy W. 1954). A déli irányba erősen megnyúlt Bakónaki- és Berki-patakok, ill. a Principális teljes vízgyűjtője magas mérőszámot mutat. Ugyancsak magasabb a K-Ny-i irányú, fővölgygel rendelkező Kalanca- és pogányszentpéteri területek értéke is.

A táblázat mérőszámaiból tehát megállapítható, hogy mind a rész-, mind a fővízgyűjtőben kedvező a helyzet az árhullámok találkozása, ill. torlódása elkerülése tekintetében. Ilyen veszély tehát nem áll fenn.

4. táblázat. Részvízgyűjtők néhány jellemző mérőszáma.

Vízfolyás	Torkolat-sűrűség km <sup>2</sup> /tork.	Vízválasztók futás-fejlettsége	1 km <sup>2</sup> -re jutó vízválasztóhossz	Erdősültség %
Visszafolyó	0,28	1,28	1,0	28,6
Cserhidi	0,57	1,52	2,0	8,0
Kacorlaki	3,60	1,96	2,0	6,2
Csalányos	0,81	1,50	1,3	36,8
Homoki	0,83	1,39	1,3	45,0
Surdi	0,44	1,42	1,3	25,9
Kalanca	0,55	1,87	1,3	4,8
Kürtös	0,90	1,58	0,8	25,8
Bakónaki	0,75	1,75	0,7	17,7
Újudvari	0,59	1,50	2,5	20,8
Morgány	0,40	1,51	1,6	40,6
Liszói	0,42	1,66	0,9	19,0
Berki	0,59	1,92	1,2	11,6
Falu	0,58	1,52	1,7	22,2
Pogányszentpéteri	0,42	1,62	0,8	36,9
Mántai	0,64	1,78	1,1	38,7
Felsőrajki	1,17	1,41	2,4	12,4
Palini	1,51	1,42	2,7	0,9
Lazsnaki	0,75	1,15	2,0	62,4
Diósi	0,92	1,62	1,6	30,5
Kámáncsi	0,39	1,47	2,7	56,4
Principális	2,67	2,09	0,3	19,8

## C./ Erdőségek szerepe

Alapjában közvetett morfológiai tényező az erdősültség, mert a lejtős, magasra kiemelt, nehezen művelhető területeken válik uralkodóvá. Felszíni hidrológiai szerepe egyrészt a csapadék visszatartásában (interzepció) nyilvánul meg, de számottevő a lefolyást gátló hatása is, mivel megfelelő domborzattal és geológiai felépítéssel társulva, döntő vízháztartási tényező lehet.

**1. Az erdőségek a lehullott csapadék jelentős részét visszatartják a lombkoronájukon.** Ennek nagysága **Morozov (1949)** szerint a mezőkre lehullott csapadék 17-58 %-a. A nagymértékű szóródás kapcsolatban van az erdők összetételével, korával, a csapadékviszonyokkal, stb.

Minél kisebb az évi csapadék, annál nagyobb százalékát visszatartja a lombkorona (5. táblázat).

**5. táblázat. A lombkorona visszatartó szerepe a ráhulló évi csapadék százalékban (Bühler adatai)**

Csapadék- mennyiség mm	A fák által felfogott %-os mennyiség		
	erdeifenyő	lucfenyő	bükk
400	44	75	50
500	35	60	40
1000	17	30	20
1500	12	20	13
2000	9	15	10

**Bühler** táblázatbeli mérései közül az 500 és az 1000 mm közötti csapadékmennyiségnek megfelelő százalék párologhat el a vízgyűjtők erdőinek lombzatáról.

Érdeemes a közelsége miatt **Ebermayer** (1990) Bécs környéki interzepciós vizsgálatait is szemügyre venni (6. táblázat.).

**6. táblázat. Néhány fafajta intenzepziós vizsgálata (Ebermayer adatai)**

	A fákra hullott csapadék a szabad területekre esett mennyisége %-ában			
	Bükk	Tölgy	Juhar	Lucfenyő
Közvetlenül keresztüljutott a koronákon	65,4	73,6	71,5	39,8
A törzsén lefolyt	12,8	5,7	5,9	1,3
Az erdő tetejét összesen érte	78,2	79,3	77,4	41,1
A koronák visszatartották	21,8	20,7	22,6	58,8

A táblázat szerint a lehullott csapadéknak több mint 20 %-át visszatartja a lomberdő koronája. A vízgyűjtők erdői 90 %-ban lombos fákból állnak, közülük is kiemelkedik a tölgy és a bükk, magas százalékkal.

**Hoppe** (1895) a lombkorona áteresztőképességét különböző intenzitású csapadék alkalmával tanulmányozta (**7. táblázat**). A csendes eső nagyobb része a lombfelületen marad, míg zápor alkalmával jobban átázik a lombkorona. Amennyiben a csendes eső ráadásul kevés is, az erdő talaját egyáltalán nem nedvesítheti.

Ugyanazon fajta, de különböző korú fák koronája nem azonos mértékben tartja vissza a csapadékot. Bühler svájci kutatásai szerint erejének teljében lévő, dús koronájú, középkorú fák a legrosszabb áteresztők (**8. táblázat**).

**7. táblázat. Az erdő lombsátora alatt mért, a szabad területre esett mennyiség százalékában (Hoppe adatai)**

Az eső mennyisége mm-ben	Erdeifenyőállomány			Bükkállomány		
	A lombsátoron keresztüljutott mennyiség	A törzsön lefolyt	Összesen	A lombsátoron keresztüljutott mennyiség	A törzsön lefolyt	Összesen
5	51,5	0,0	51,5	53,3	8,7	62,0
5 - 10	61,9	0,0	61,9	61,3	15,0	76,3
10 - 15	76,6	0,1	76,7	64,5	16,3	80,8
15 - 20	74,6	0,7	75,3	65,8	20,9	86,7
20	89,8	1,8	91,6	68,9	20,7	89,6
Összesen áthatolt	75,5	0,7	76,2	63,7	16,8	80,5
A koronák visszatartották	-	-	24	-	-	20

**8. táblázat. A lombkorona sűrűségének hatása az interzepcióra a különböző korú bükkfaállományokban (Bühler adatai)**

A csapadék megoszlása, %	Az állomány			
	20	50	60	90
	éves korában a csapadék %-ban			
A koronákon visszamaradt	20	27	23	17
A talajig eljutott	80	73	77	83

A lombozaton átjutott csapadék 2-8 %-a a fák ágain, és a törzsén folyik le, (Botfai K. 1953.), míg nagyobb része csupán az aljnövényzet újabb szűrőjén keresztül ér le a talajra. Az aljnövényzet bármekkora, közelség párologtat el annyi visszatartott nedvességet, mint a lombkorona (C. E. Ney mérései).

A csapadék végül is lejut az alommal és mohával fedett talajra. Ez szivacszerűen viselkedő anyag sok nedvességet raktároz, illetve párologtat el a felhalmozott mennyiségből. Hazai mérések szerint talajból a légkörbe távozik a csapadék 6 %-a a bükk, 9 %-a az erdei-fenyő, és 8 %-a lucfenyő aljazatáról (Botfai K. 1953.). Az éghajlat és a kitétség sokat módosíthat helyileg is.

**Összefoglalóan megállapíthatjuk, hogy a csapadék jelentős része nem jut le a talajra, hanem elpárolog már útközben.**

2. A többszörös szűrőn keresztül alaposan megfogyatkozott **csapadék a talaj felszínén részben lefolyik**. A lefolyás mértéke elsősorban a domborzattól függ. I. Oelkers szerint 11-20<sup>o</sup>-os lejtőn lefolyik a víz 25-30 %-a, 6-10<sup>o</sup>-os lejtőn 13-15 %-a, végül 0-tól 5<sup>o</sup>-os terepen csupán 5 %-a.

Ezt a komoly veszteséget az erdő több módon csökkenti.

Az erdő átlagosan 2 héttel meghosszabbítja a hóolvadást a mezőkhöz viszonyítva. Ezzel csökken a felszíni lefolyás, növekszik a beszivárgás. Ez azért is lehetséges, mivel az erdők talaja télen nem fagy át annyira a szétterült, laza hótakaró alatt, így olvadáskor könnyen leszivárogo. (Mezőkön csupán olvadás után 1-2 héttel enged fel a talaj!)

Számottevően csökkenti a lefolyást az erdei talajok ún. makroszerkezete, amely a záporok vizét a krotovinákon és az elhalt gyökerek mentén a mélybe vezeti.

Az alomtakaró ugyancsak csökkenti a lefolyást részben annak tényleges akadályozásával, nagyobb részt a szűrőhatással, amely megakadályozza a szivárgó vizek útjainak feliszapolódását az alsóbb rétegek felé. **Roscsin** vizsgálatai szerint az alomtakaró miatt még lejtős terepen is 40-szer lassabban folyik a víz mint a kopár felszíneneken. Egy 1908-as svájci feljegyzés szerint 3 óra alatt lezúduló 50 mm-es éjszakai záporból déli 12 óráig a következő mennyiség folyt le. Erdőtlen terepen az eső 39%-a, erdős felszínen 16 %-a. Erózió ellen a legjobb védekezés az erdősisítés.

Az erdőkben 10-15 nappal később indul az olvadás mint a mezőkön. Ez azt jelenti, hogy a mezőkön már olvadt a hó, amikor az erdők alatt még csak kezdődik. Ennek óriási jelentősége van az árvizek elkerülésében.

**Végeredményben megállapíthatjuk, hogy az erdők jelentősen csökkentik a felszíni lefolyást, a mezőkhöz képest.**

3. A gyenge lefolyási viszonyok következményeként az erdő talaja több csapadékot nyel el, mint a mezőké, de többet is párologtat.

A nemzetközi összehasonlítások hol magasabb, hol alacsonyabb talajvízszintet állapítottak meg az erdők alatt, attól függően hogy milyen a talaj, az éghajlat, a terep, az állomány, hány éves az erdő, milyen évszakban mértek, stb.

Akácállomány alatt az év zömében emelkedik a vízszint, mivel a kiterjedt és mély gyökérzetével fokozza a talaj áteresztőképességét. Az éger és az erdeifenyő alatt csökken a talajvíz szintje.

Amint látjuk az erdő csökkenti a felszíni lefolyást, a talaj fizikai párolgását. Amennyiben nem létezne **nagymértékű transpiráció**, magas talajvíz halmozódna fel.

Sok kutató szerint ez a fő oka a talaj vízvesztéseinek. Mértékét kapcsolatba hozzák a lombkorona mennyiségével, illetve a különböző vízigényű fajtákkal. Általában 30-40 éves állomány rendelkezik a legnagyobb mennyiségű lombkoronával.

Fajták szerint: a nyír 24 óra alatt 185 gr. vizet párologtat négyzetméterenként, a bükk 110-et, a tölgy 80-at, az erdeifenyő pedig 60-at (I. I. Siskov, 1953).

A nedves alom alatt a gyökérzónában jóval szárazabb az erdő talaja, mint a szabad felszíné (9. táblázat).

**9. táblázat. A talaj nedvességének eloszlása felszín alatti mélység szerint (Ijjász E. adatai)**

Mélység cm	Luc	Tölgy	Szabad terület
	víztartalma a szárazanyag súly %-ában		
0	12,7	10,7	13,5
10	10,0	8,5	14,0
20	9,4	7,6	14,1
30	9,1	6,9	15,5
40	9,5	9,0	17,1
60	9,2	10,4	18,8
120	10,5	11,3	18,3

4. Sajnos a vízgyűjtők területén erdészeti vonatkozású hidrológiai vizsgálatokat nem végeztek. Ezért egyrészt felhasználtuk a más területekről gyűjtött adatokat, másrészt pedig a saját KQ-t regisztráló méréseinket összevetettük az erdősültség százalékával. Ezekből a következőt állapítottuk meg: **a Principális-csatorna erdős részvízgyűjtőinek fajlagos vízhozama kevesebb mint a kisebb erdőterülettel rendelkezőké.** Nyilván a részvízgyűjtők vízhozamát sok más tényező is alakítja, de az erdőségek szerepe is tagadhatatlanul fontos.

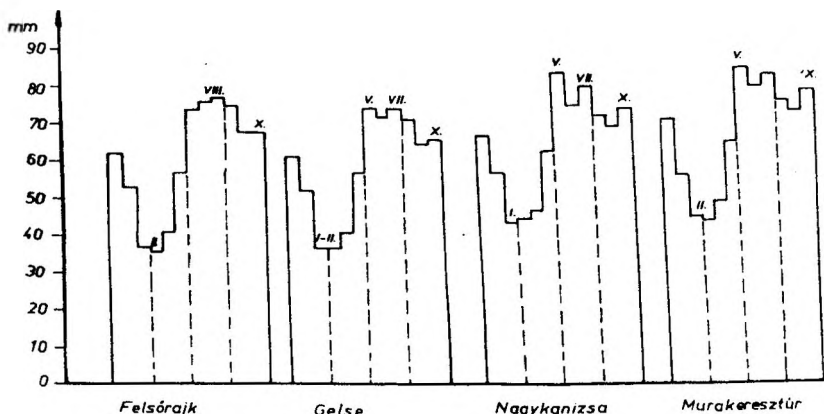
### III. AZ ÉGHAJLATI VISZONYOK HIDROLÓGIAI HATÁSA

A vízgyűjtő területünk vízháztartását elsősorban az éghajlati elemek kölcsönhatása alakítja ki. Az éghajlati elemek egy része növeli a csapadék hatását, másrésze elfogyasztja azt.

1. Elemzésünk során először a **csapadékkal** és annak **hatékonyságát fokozó feltételekkel** foglalkozunk.

A **csapadék évi járásának vizsgálatát** a legnagyobb és a legkisebb csapadék összegek évi szóródásának elemzésével végezzük. A vízgyűjtők kis területe ellenére is felfedezhetünk bizonyos különbségeket.

A csapadék-minimum a téli anticiklonális helyzetnek megfelelően január-február hónapokra esik (**10. ábra**). A két hónap különbsége jelentéktelen (azonos, ill. 1 mm). A különbség kialakításában elenyésző szerepet játszik a terület orográfiai és fekvésbeli helyzete.



10. ábra. Évi csapadékmennyiségek (1901-50)

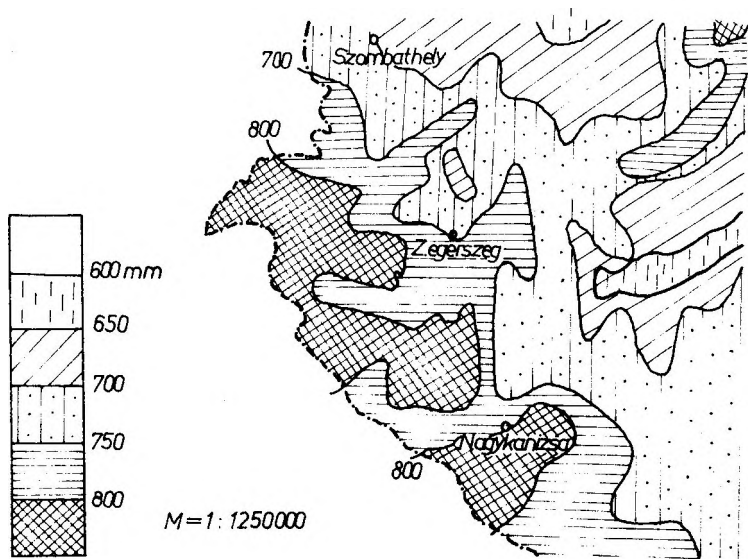
A csapadék-maximumok határozott É-D-i elrendeződése sajátos képet mutat (10. ábra):

a. A júliusi magas csapadékösszeg a vízgyűjtők egészére jellemző.

b. Ez az összeg csupán Gelsétől É-ra képez fő maximumot, D felé meghaladja azt a május hónap csapadéka.

c. Ugyancsak Gelse vonalától D-re jelentkeznek az őszi másodlagos csapadékmaximum az október hónap értékeiben (10. ábra). A jelenség DNY-ről érkező megerősödött mediterrán ciklonok következménye.

A havi csapadékösszegek területi eloszlása a vízgyűjtő kisebb volta ellenére is változatos képet mutat. A D-i -Mura közelében lévő - területek csapadékban gazdagabbak, a középső részek kevesebb nedvességet kapnak, az É-i területek valamivel többet (11. ábra). (Ezt az 50 éves átlagot nem igazolja az 1967 és 1968-as évi csapadék területi eloszlása. Az említett két évben éppen a Mura menti területek kaptak a legkevesebbet).



11. ábra. DNY-Dunántúl évi csapadékának területi eloszlása mm-ben (1901-50) (Magyarország Éghajlati Atlasza)



A különbség alapvető oka a hosszan elnyúlt vízgyűjtő földrajzi fekvésében rejlik, amit a domborzat alig befolyásol. A D-i része (Nagykanizsa és Murakeresztur adata) közelebb van az Adriai tengerhez és a csapadékosabb Dinári-vonulatokhoz, míg az É-i terület (Felsőrajk adata) a fokozottabb óceáni befolyás alatt lévő Ny-magyarországi alpesi előtér felé nyit utat. Bizonyítják ezt a mérőállomások adatai (**10. táblázat**), valamint az évi maximumok szóródása (**10. ábra**).

10. táblázat. Az évszakok átlagos csapadékösszegei a Principális-csatorna vízgyűjtőjében (1901-50) OMI adatai

Megfigyelő állomás	Tél		Tavasz		Nyár		Ősz		Év		Tenyészi idő	
	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%
Felsőrajk	152	21,0	134	18,5	227	31,3	211	29,2	724	100	424	58,9
Gelse	150	21,2	135	19,1	220	31,1	202	28,5	707	100	413	58,4
Nagykanizsa	168	21,6	155	20,0	239	30,8	215	27,6	777	100	442	56,9
Murakeresztur	172	21,3	158	19,6	249	30,9	228	28,2	807	100	463	57,4
Csongrád	113	21,7	106	20,4	163	31,3	138	26,5	520	100	300	57,7

A klímahatásoktól függetlenül minden évszakban több csapadék hull a D-i területeken.

Elemzés céljából a csapadék területi eloszlását az évi csapadékösszeg százalékában is megvizsgáltuk (**10. táblázat**). A hidrológiai tél során maximum 0,6% a D-i részek csapadékförlénye, a novemberi és januári mediterrán advekciónak következtében. Ez a förlény maximálisan 1,5 %-ra fokozódik tavasszal, mivel a kontinentális hatást lassan háttérbe szorítja az óceáni légáramlás, s ennek megfelelően fokozatosan növekszik a csapadék.

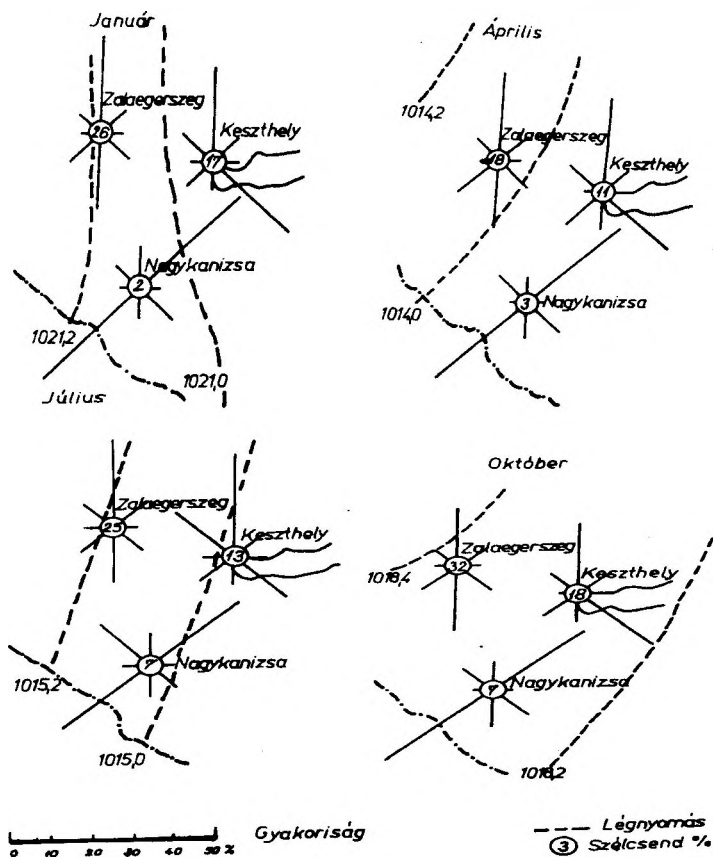
A nyári és főleg az őszi időszakban a csapadék általános növekedése mellett - az É-i területek részesedése emelkedik: nyáron 0,5-, ősszel 1,6 %-al nagyobb mértékben a D-i részeknél. A változás oka a DNY-i - csapadék szempontjából korábban pozitív - légáramlás kiszáradása, illetve az óceáni hatás megerősödése. Csupán október hónap csapadék-többlete igazolja a nedves mediterrán légtömegek újabb jelentkezését a vízgyűjtőnk D-i részén (**10. ábra**).

Nem érdektelen megvizsgálni, hogy az árhullámok tartóssága és magassága mennyiben függ az **esőfrontok É illetve D felé való vonulásától?**

A Principális-csatornának É-D-i irányban hosszan elnyúlt vízgyűjtője van. Ha a csapadéköna D felé vonul, akkor a vízgyűjtő felső és alsó szakaszán keletkezett árhullám között kicsi a fáziskülönbség, egymást megközelítik, esetleg beérhetik.

É-felé való vonulás esetén a fáziskülönbség növekszik, az árvíz veszélye csökken.

A szélirányok gyakoriságát ábrázoló **12. ábra** szerint az uralkodó szélirány egész éven keresztül ÉK-i és DNy-i. E szerint a csapadéköna inkább keresztben szelik át a vízgyűjtőt, mintsem É-D-i irányban. Ugyanakkor



12. ábra. A szélirányok gyakorisága és a tengerszinti légnomás (Magyarország Éghajlati Atlasza)

Pacsánál, Kacorlagnál és Nagykanizsánál határozott Ny-K-i időjárási választóvonalat figyeltünk meg. Így a fent említett lehetőségek inkább alkalmoszerűen ismétlődhetnek, nincs különösebb befolyásuk az árvízi helyzetre.

Korábban a Principális-völgy és a Mura teraszaira telepítették a csapadékmérő állomásokat és ez nem tette lehetővé, hogy megfelelő képet nyerjünk a **csapadék függőleges eloszlásáról**. Annyit azonban megállapíthatunk az általános megfigyelésekből, hogy számottevő lehet a magasabb dombtetők csapadéktöbblete! (A Nyugat-dunántúli Vízügyi Igazgatóság néhány éve Nagybakónakra telepített egy csapadékmérőt. A műszer kb. 210 m tszf.-i magasságban van, a 312 m magas kerülőpusztai dombtető aljában. Az OMI által még nem korrigált adatsor a környező állomások csapadékánál 20-30 mm-rel nagyobb összeget tartalmaz.

(Az adatok egyenlőre nem értékelhetők, de nagyon hasznos lenne a kerülőpusztai dombtetőn épülő TV-adó mellé meteorológiai állomást telepíteni).

A Principális-csatorna vízgyűjtőjének évi csapadékösszege magasabb az országos átlagnál (Nagykanizsa 777 mm). A tenyészidőszakban hulló csapadék megközelíti az Alföld legszárazabb területeinek évi csapadékösszegét (**10. táblázat**).

**A havi csapadékösszeg gyakoriságok és valószínűségek %-os megoszlása** alapján jelentékeny különbséget fedezhetünk fel hidrográfiai szempontból a nyári és téli félév adatai között.

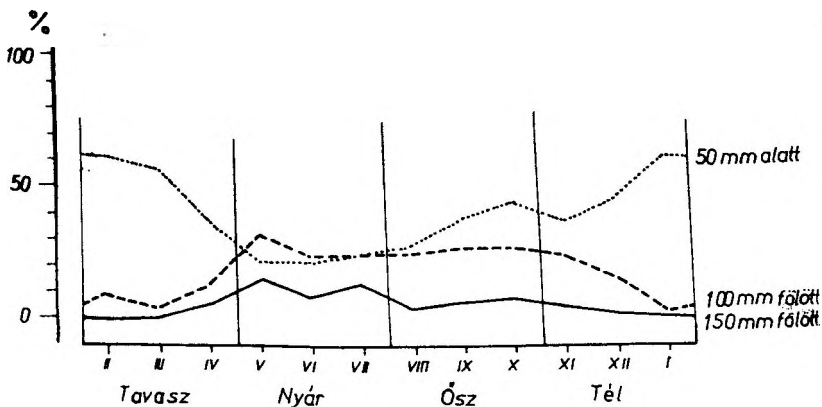
Nyáron és ősszel 100-, illetve 150 mm-es csapadékösszegek jelentősége növekszik, 50 mm alatti érték ritkán jelentkezik (**13. ábra**). Ezek a nyári-őszi záporok gyorsan lefutnak a dombsági felszínről és jelentős árhullámot idézhetnek elő.

Télen és tavasszal megnő a felsikló frontok jelentősége, hosszabb vagy rövidebb ideig tartó csendes eső a jellemző. A lassú csapadékhullás és a lecsökkent párolgás számottevően megnöveli a beszivárgást.

#### **11. táblázat. Csapadékos napok száma 50 mm-en felüli csapadékkal (1901-40-ig előforduló összes eset).**

Zalaegerszeg:	8
Felsőrajk:	11
Nagykanizsa:	15

Az 50 mm-en felüli csapadékkal rendelkező napok száma növekszik a vízgyűjtő D-i része felé (11. táblázat). Ez a jelenség felszíni hidrológiai szempontból kedvező, mert csökkenti az árvíz lehetőségét. További előnyös vonás, hogy a csapadék a vízgyűjtő alsó részén a jórészt homokos, lapos felszínre hull, ahol a lefolyási feltételek emiatt rosszak.



13. ábra. A havi csapadékösszeg gyakoriságok %-a Nagykánizsán 1901-60 között (OMI adatközlése)

A Principális-vízgyűjtőben D felé haladva növekszik a csapadékösszeg és a csapadékos napok évi száma. A csapadékos napok havi számának növekedése csupán a téli félévre érvényes, a júniustól szeptemberig tartó időszakban inkább csökkenés tapasztalható a földközi-tengeri hatás gyengülésének megfelelően. A csökkenés ellenére több eső hullik D-en az említett 4 hónapban, a csapadék nagyobb intenzitása miatt.

A beszivárgás és a lefolyás szempontjából egyaránt fontos **hótakaró** komoly mértékben hozzájárul a vízháztartás „bevételi” oldalához.

A hótakaró átlagos vastagsága **Kéri M.** (1952) 15 éves vizsgálatai szerint a vízgyűjtő É-i részén 6-7 cm, a középső területeken 7-8 cm, D-en 8-9 cm, s csak az utóbbi területen haladja meg az országos átlagot. A Principális-vízgyűjtő klimatikus és domborzati viszonyaiból adódik, hogy a hótakaró kialakításában a csapadék játssza a döntő szerepet.

A hótakaró első napja december 1-15-e, az utolsó napja március 1-15-e között jelentkezik. Ez az intervallum az alföldek értékeinél hosszabb, viszont a hegyvidékektől jócskán elmarad.

Helyi módosító tényezők közül a magassági és a kitettségi viszonyok fokozhatják a hótakaró hatékonyságát, de említésre méltó a meleg (vályog, lősz) és a hideg (homok) talajok eloszlása is. Az utóbbiak a vízgyűjtő D-i csapadékosabb részén jelentős területeket foglalnak el. Ezeken a gyorsan kihűlő felszíneken korábban állandósul a hótakaró, viszont a tél végén a gyors felmelegedésük miatt elősegítik a korábbi olvadást, illetve a későn hulló hó eltűnését.

A hótakaró léte nagyon bizonytalan. A felhalmozódott havat a gyakran beáramló enyhe légtömegek megolvassztják. A gyorsan keletkezett vizet a fagyott, illetve vízzel telített dombsági felszínnek nem képesek magukba szívni és az a lejtőkről a vízfolyásokba zúdul.

A lejtős felszín ellenére is, a hótakaró komoly szerepet játszik a talajnedvesség és a talajvíz pótlásában.

2. A csapadékot fogyasztó **párolgás hatását kialakító és fokozó elemek** közül a legfontosabb szerepet a **hőmérséklet** játssza.

A **léghőmérséklet évi menetének** vizsgálatához Nagykanizsa mérési adatait használjuk, tekintettel arra, hogy Nagykanizsa az egyetlen regisztráló állomás a területünkön, s ezentúl a vízgyűjtő kis terjedelme miatt nincs makroklímátikusan lényeges eltérés az É-i illetve a D-i részek között.

A hidrológiai tél kezdetét jelentő **novemberben** folytatódik az előző hónap erős lehülése (**12. táblázat**). Az 5,4 C°-os csökkenés a besugárzás rohamos visszaesésén kívül, a sarki eredetű légtömegek betörésével kapcsolatos.

Némiképp enyhíti a korán jött hidegeket a rendszeresen beáramló nedves mediterrán levegő, s ez jobbára a DNY-i területeken érezteti a hatását.

Bár **december** hónapban legkisebb a napsugarak beesési szöge, a legalacsonyabb havi középhőmérséklet mégis késik egy hónapot. A kedvező időjárási helyzetet a gyakran beáramló enyhe és páradús óceáni légtömegek okozzák, amelyek mérséklék a K-európai anticiklon hidegét. Ilyenformán a hőmérséklet csökkenése némileg lelassul (3,9 C°).

**Januárban** a szárazföldi eredetű anticiklonális legtömegek elárasztják az egész Kárpát-medencét a száraz és hideg levegőjükkel. Nyomukban időnként felszakadozik a felhőzet, de erősebb lesz a kisugárzás is. A kihűlt és hóval borított talaj szintén elvesztette a korábbi meleg tartalékait.

A mediterrán eredetű páras levegő behatolása nyomán a Principális-vízgyűjtője ekkor az ország legenyhébb területeihez tartozik. A decemberhez viszonyított hőcsökkenés mindössze 2 C° (**12. táblázat**).

**Februárban** fokozatosan erősödik a besugárzás, jobban érvényesül a földközi-tengeri hatás, bár az anticiklonális helyzet még keveset változott. A hó zömmel elolvad, a felszín lassan fölenged, de az ehhez szükséges hő sok energiát emészt föl az előző hónaphoz viszonyított többletből. Így a havi középhőmérséklet csupán 1,5 C°-ot növekszik januárhoz képest.

Ugrásszerűen nő a havi középhőmérséklet **márciusban** (5,1 C°). Megerősödik az Atlanti-óceán felől érkező ciklonok beáramlása, s ezek az enyhébb légtömegek végleg eltüntetik a hótakarót. Legfeljebb a dombság szűk völgyeinek É-ias kitettségű oldalain fogy el lassabban- széthúzódik ezzel az áradást okozó olvadási idény.

Az **áprilisi** hőmérsékleti elosztás jelzi az átmenetet a tél és a nyár között. A DNY-i területek fokozatosan elveszítik azt a hőtöbbletet, amelyet az ország belső és K-i területeivel szemben élveztek, s ami még márciusban is megfigyelhető. A szárazföldi (Alföld) erőteljesebb felmelegedése miatt a NY-i és az É-i területek válnak viszonylag hűvösebbé. Jelentékenyebben növekszik a fölmelegedés, s az előző hónaphoz viszonyítva 4,8 C°-kal nő a havi középhőmérséklet.

**Májusban** a hidrológiai nyár kezdetén tovább tart az intenzív fölmelegedés, a csapadékmaximum és a sarki eredetű hideg levegő beáramlása ellenére (5C°).

**Júniusban** a korábbi permanens felmelegedés kissé mérséklődik, a beáramló nedves és hűvös óceáni légtömegek hatására (3,3 C°).

Legmelegebb hónapunk a **július**. A kontinentális határ bizonytalan kiterjedése miatt azonban rövidebb ideig tart a száraz és forró időjárási helyzet. Gyakori az óceáni légtömegek betörése, s emiatt az előző hónaphoz viszonyított hőmérséklet-emelkedés tovább gyengül (2 C°).

**Augusztusban** – a hidrológiai ősz kezdetén – már túljutott a havi középhőmérséklet a tetőpontra és megkezdődik a lassú lehűlési folyamat. A középhőmérséklet csökkenése csupán 1 C°, pedig lényegesen csökkent a besugárzás intenzitása és időtartama is. Pótolja némileg hőveszteséget a száraz mediterrán légtömegek beáramlása, a június folyamán megerősödött óceáni befolyás csökkenése, a kevesebb eső.

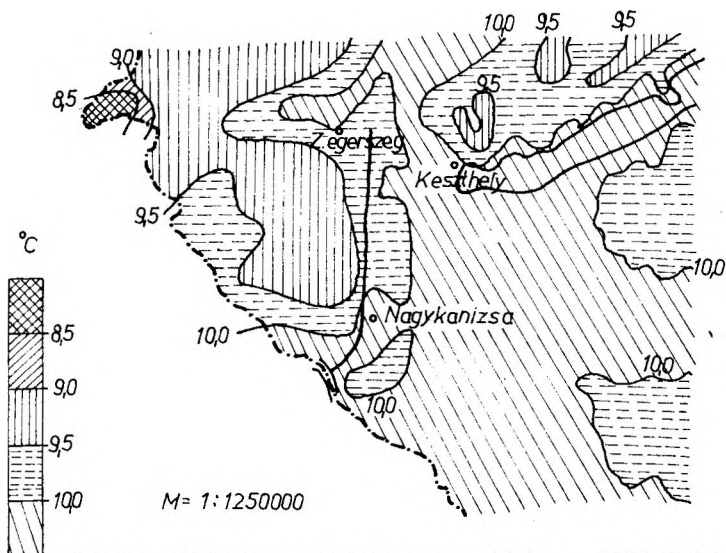
**Szeptemberben** a lehűlés meggyorsul (4,0 C°), a száraz földközi-tengeri légtömegek beáramlása fokozatosan elhal és bizonyos kiegyensúlyozódás jön létre az óceáni és kontinentális légtömegek között. A csapadék tovább csökken. Enyhe, napfényes időjárást a hónap vége felé „vénasszonyok nyarának” nevezi a népi megfigyelés.

**Október** elején – a DNY-i részen hosszabban – tart még a kellemes derült idő, de a nyártól örökölt meleg rohamosan csökken a gyengülő és rövidülő besugárzás nyomán (5,4 C°).

A domborzat okozta vertikális hőcsökkenés a vízgyűjtő dombtetői felé évi viszonylatban néhány tizednyi, a téli időszakban 0,5-ill. 1,0 C°-os lehet (14. ábra). Az alluvium és a dombtető közötti hőmérsékletkülömbőség jelentéktelennek látszik, de bizonyos időszakokban, pl. fagyás és hóolvadás idején számottevő szerepet játszhat a lefolyásban és a beszivárgásban.

12. táblázat. A havi és évi középhőmérséklet, s évi közepes ingása (1901-1950). OMI adatai

Állomás	XI.	XII.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	Év	Ingás
Zalaegerszeg	4,9	0,9	-1,2	0,5	5,5	10,5	15,4	18,6	20,6	19,5	15,6	10,2	10,1	21,8
Nyíregyháza	4,1	-0,4	-3,0	-1,1	4,5	10,1	15,8	18,7	20,7	19,7	15,6	9,9	9,5	23,7
Nagykanizsa	4,9	1,0	-1,0	0,5	5,6	10,4	15,4	18,7	20,7	19,7	15,7	10,3	10,2	21,7
Nagykanizsa havi középhő- mérsékletének előző hónaphoz viszonyított változása, C°	-5,4	-3,9	-2,0	1,5	5,1	4,8	5,0	3,3	2,0	-1,0	-4,0	-5,4	-	-



14. ábra. DNY-Dunántúl évi izotermtérképe az 1901-50 közötti adatok alapján (Magyarország Éghajlati Atlasza)

A napsütéses órák országos átlaghoz viszonyított alacsonyabb száma (1800-1900 óra), s ennek megfelelő fokozott felhőzöttség (110-120 nap), az országosnál kisebb párolgást eredményez.

A szélviszonyok befolyása sem mellőzhető a párolgás értékelésénél. A gyakori és erős szelek megnövelik a párolgást.

A szélirányok gyakoriságának térképei szépen mutatják, hogy a domborzati viszonyok mennyire befolyásolják a szélirányokat (12. ábra). A Zalaegerszegen urakodó É-D-i irányú szelek tökéletesen megfelelnek a völgyek meridionális jellegének. Nagykanizsánál a Principális-völgy DNY-felé fordul, s mintegy utat nyit a DNY-i és az ÉK-i szelek számára.

A két irány szélgyakoriságának értéke évi 60%, egyenlő részesedési arányban. Az É-i és D-i szeleké a lehető legminimálisabb. A szélirány gyakoriságok értékei nem nagyon térnek el egymástól az év folyamán.

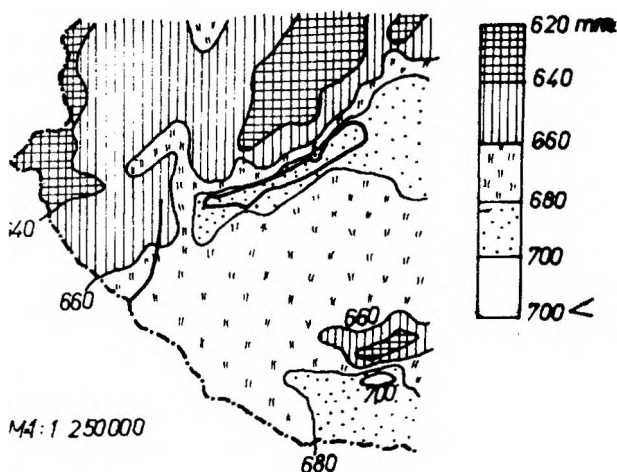
Országosan a legszelesebb területek közé tartozik Nagykanizsa és környéke. A gyakori szél párolgást növelő hatást vált ki, főképp a vízgyűjtő D-i részvízgyűjtőjében.

A felsorolt időjárási elemek (napsütés, csapadék, hőmérséklet, szél), ezentúl a vízfelület, a növényzet, a szélárnyék stb. rendkívül bonyolult módon alakítják a párolgás nagyságát.



Az elpárolgás a szabad vízfelület bizonyos idő alatt mm-ben kifejezett szintcsökkenését jelenti. Mivel nincs mindenütt szabad vízfelület, a felszínről ténylegesen elpárolgott víz változó, mikroklímatis jellegű.

A vízgyűjtők havonkénti hőmérséklet- és csapadékatlagaiból számított átlagos évi potenciális evapotranspiráció a hazánk legkisebb párolgási értékeinek egyike (15. ábra). A kisebb mértékű párolgás elsősorban a nyári félév alacsonyabb középhőmérsékletével magyarázható.



15. ábra. Az évi lehetséges evapotranspiráció területi eloszlása DNY-Dunántúlon, mm-ben (Szerk.: Kakas J.)

Figyelmet érdemel a potenciális **párolgás évi menete** (13. táblázat). Alacsony értékek télen és a hidrológiai tavasz elején jelentkeznek, míg a nyár és az ősz a nagyobb párolgás időszakai. Minimumát az átlagos havi középhőmérsékletnek megfelelően – januárban éri el, a maximumot pedig a legmelegebb hónapunk a július képviseli.

Az egyes **hónapok szélsőséges párolgási adatait ha összevetjük a csapadékatlagokkal**, rögtön kitűnik, hogy a meleg hónapokban kevés a rendelkezésre álló csapadék, míg a hűvös időszakokban vízfölösleg képződik (13. táblázat). A vízfölösleg annak ellenére jelentkezik, hogy a csapadéknak mintegy 20%-a lefolyik, illetve számottevő mennyiség raktározódik a talajban is.

Komoly gazdasági jelentősége van a viszonylag csekély vízhiánynak.

Jól kimutatható a **párolgás nagysága és a levegő páratartalma közötti kapcsolat (13. táblázat)**. Fizikai törvényszerűség, hogy minél nagyobb a levegő abszolút és relatív nedvességtartalma, annál kisebb a párolgás mértéke.

**13. táblázat.** A párolgással kapcsolatos havi és évi összegek Nagykanizsán, 1901-50  
(Szerk. Dr. Kakas J.: Magyarország Hidrológiai Atlasza, Adattár)

	XI.	XII.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	Év
A havi és évi közép-hőmérséklet, C°	4,9	1,0	-1,0	0,5	5,6	10,4	15,4	18,7	20,7	19,7	15,7	10,3	10,2
A potenciális evapotranspiráció, mm	15	2	0	1	22	52	93	118	133	117	76	42	671
A havi és évi csapadék-összegek, mm	67	57	44	45	47	63	84	75	80	72	69	74	777
Az átlagos havi és évi vízfőlösleg ill. vízhiány, mm	0	+16	+44	+44	+25	+11	0	-4	-12	-15	-3	0	+140 -34
A relatív nedvesség átlaga, %	84	85	81	79	76	70	71	70	70	71	75	82	76

A nagykanizsai meteorológiai állomás adatai szerint magas (80 %-on felüli) nedvesség jellemzi az októbertől januárig terjedő hónapokat. Ugyanekkor a párolgás alacsony. Talán január 81 %-os nedvessége kevésnek tűnik a  $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os középhőmérséklet és a párolgás hiánya miatt. Itt figyelembe kell venni a kontinentális erdetű száraz hideg jelenlétét.

Február, március és április hónapokban emelkedik a középhőmérséklet és csökken a páratartalom, a párolgás pedig rohamosan fokozódik.

Májusban azonban megtörik a légnedvesség csökkenése. Bár a hőmérséklet tovább emelkedik, a sűrűn betörő óceáni légtömegek pótolják a nedvesség hiányát. Ezért májustól augusztusig szinte változatlan relatív nedvességtartalom mérsékli a párolgás növekedését.

Szeptembertől a levegő nedvessége újra nagyobb lesz, a párolgás lényegesen csökken.

Végezetül vizsgáljuk meg, hogy **az erdők és a domborzat milyen szerepet játszik a párolgásban?**

Az erdőségek szerepével már az első fejezetben foglalkoztunk. Megállapítottuk, hogy a vegetációs időben hatalmas víztömeget párologtatnak el. Ugyanakkor a lombkorona alatt, a talaj legfelső rétegében, sőt az erdővel, vagy erdősávokkal határos mezőkön mérsékli a párolgást.

A dombsági formakincs módosító hatása is közismert. A környezetében kiemelkedő domboldalról a nagyobb mennyiségű víz lefolyik a patakokba anélkül, hogy közben elpárologna. Ezenkívül különböző lehet a lejtők kiettsége és erdősültsége. Nem mindegy, hogy a lejtő D-re vagy É felé néz.

A vízgyűjtőnkben azonban ez a két szélsőség ritka, mert a dombság meridionális jellegének megfelelően a NY-i és a K-i kiettség az uralkodó. A magasabb peremek és a tetők intenzívebb széljárása fokozza a kiszáradást. A mély fekvésű, szélárnyékos völgyek párolgási viszonyai rosszabbak. Ezért a völgytalpak gyakran nedvesek, vizenyősek.

**Összefoglalva** a Principális-vízgyűjtő transpirációs viszonyait megállapíthatjuk, hogy bár az említett fontosabb **tényezők különbözőképpen alakítják a párolgást, egészében azonban a legalacsonyabb országos értékek egyike.**

## IV. VÍZFÖLDRAJZI VISZONYOK

### A. Felszíni vizek

#### 1. A természeti földrajzi adottságok szerepe a felszíni lefolyásban

A Principális-csatorna vízgyűjtője morfológiai és geológiai szempontból sem tekinthető egységesnek. Tovább növeli a változatosságot az erdős és mezőgazdaság által hasznosított területek szórtsága.

A felszíni lefolyások szempontjából nem midégy, hogy a vizsgált felszínt negatív vagy pozitív formák jellemzik. A negatív és sík formák csökkentik a lefolyást és növelik a párolgást. A pozitív, kiemelkedő alakzatok, lejtők meredeksége arányában nagytömegű vizet vezetnek le a felszíni vízfolyásokba, így az elpárolgott vízmennyiség csökken.

A felszínt felépítő kőzeteken kialakult talajok fokozhatják, sőt teljesen meg is akadályozhatják a csapadékvíz lefolyását.

A morfológiai és geológiai viszonyok kombinációi változatos lefolyástípusokat teremtenek. Az egyes típusokat további altípusokra bontja a természetes növénytakaró és a művelt terület aránya.

A gazdag növénytakaró – különösen magas talajvízállásnál – erősen növeli a párolgást és csökkenti a lefolyást.

A művelt felszín általában elősegíti a lefolyást.

Az említett befolyásoló tényezők alapján kategóriákba soroltuk a lefolyás számára kedvező, illetve kedvezőtlen területeket (**16. ábra**).

1. **Kitűnő lefolyású területnek** tekintjük azt a térszínt, amelynek a domborzata élénk, a felszínét pedig vályog borítja.

Ezek a felszínek a Principális-vízgyűjtő középső és D-i részén helyezkednek el, zömmel a széles völgy K-i oldalán. A laza kőzetekbe vágódott völgyek már a pleisztocénban erőteljesen felszabdalták a térszínt és a vízfolyások nagy tömegű anyagot szállítottak ki a murai erózióbázis felé. Ma teljesen maturus felszínnek tekinthető.

A tengerszint feletti magassága 150 és 300 m közé esik, ezenbelül a D-i részek alacsonyabbak, a középső területek legmagasabb pontjai meghaladják a 300 m-t.

A dombok tengerszint feletti magasságával arányosan növekszik az oldalak meredeksége és ezzel párhuzamosan a csapadék intenzitásától függően – nagyon kedveznek a lefolyásnak (**Góczán L. – Szász A. 1971.**).

A felszínt rossz átteresztő képességű, erodált, agyagbemosódásos talajok borítják, amelyek a meredek lejtőkön különösen nehezítik a csapadék beszivárgását (**Stefanovits P.** 1963).

Ezek a kitűnő lefolyással rendelkező területek további alkategóriákra oszthatók aszerint, hogy erdős térszínek-e, vagy mezőgazdasági művelés alatt állnak.

a. Élénk domborzatú, vályogos és szántókkal borított területek rendelkeznek a legjobb lefolyással.

A kultúrnövényzet, minden változatossága ellenére nem gördít komoly akadályt a lefolyó víz elé, különösen a tenyészidőn kívül.

Nagyobb szerepe van a szántóföldi művelés módjának. Az esésvonalra merőlegesen végzett talajművelés a barázdákba tereli a felgyülemlt vizet, a fellazított talaj pedig gyorsan elnyeli azt. Tehát gátolja a lefolyást és a talajeroziót a gyakran és céltudatosan végzett talajmunka.

Gyakorlatban azonban sokkal kedvezőbb a lefolyás. A meredek domboldalakon gyakran lehetetlenség az esésvonalra merőlegesen szántani a traktorok felborulásának veszélye nélkül. Ezenkívül a gyomirtószerek nagyfokú felhasználása csökkenti a talajművelés rendszerességét. Az eső és a hó tömöríti a feltalajt, s ezzel elősegíti a lefolyást.

b. Valamivel előnytelenebb lefolyási feltételekkel rendelkeznek azok az élénk domborzatú, vályogos területek, amelyeket erdő borít.

Bár az erdőségek vízháztartásban betöltött szerepe vitatott a szakirodalomban, de a lefolyás csökkenését mindenképpen elősegítik. Világszerte elterjedt eróziókövetési eljárás a meredek lejtők erdősítése.

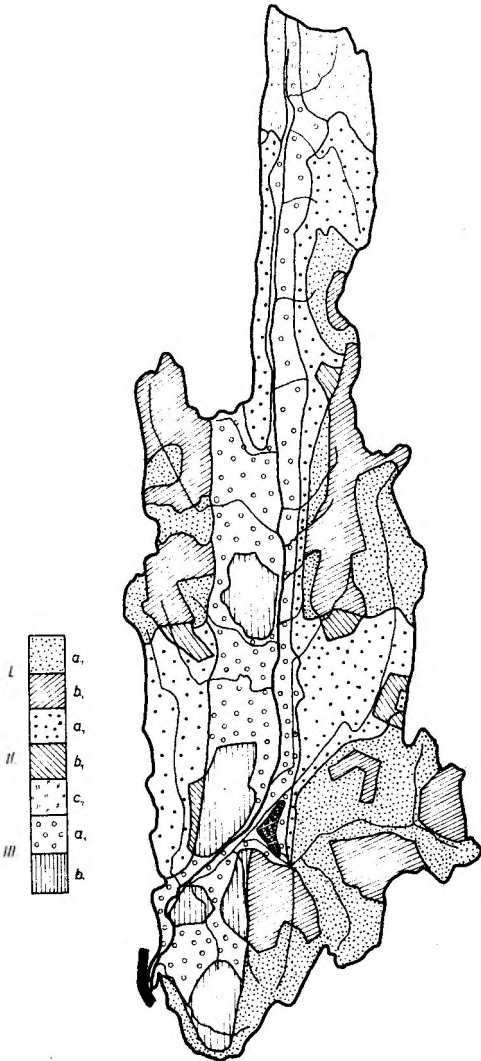
**II. Átlagos kategóriába** soroljuk azokat a plató-jellegű, vályogos felszíneket, amelyek közepes lefolyási feltételekkel rendelkeznek.

Ezek a területek Nagykanizsa és Pacsa környezetének árkos süllyedékeiben helyezkednek el, tengerszint feletti magasságuk miatt említésre méltó (5, esetleg 10 %-os) meredekség csak a viszonylag keskeny völgyoldalakat jellemzi.

A talajok erodáltsága kisebb mértékű.

Az átlagos lefolyású területek kategóriáján belül három alkategóriát különböztetünk meg.

a. A plató jellegű és a vályogos felszín főképp szántóföldi műveléssel párosul. A széles és lapos hátaik nagyon kedveznek a földművelésnek, ezért ez az alkategória a legjellemzőbb.



16. ábra. Lefolyási kategóriák a Principális vízgyűjtőjében  
 I.=kitünő; II.=átlagos; III.=rossz; a=szántó; b=erdős  
 c=löszös és pannon homokos felszín

A kultúrnövényzet csapadékviisszatartó szerepe változó, ennél itt is lényegesebb szerepét játszik a művelés módja. Megfelelő művelés esetén kisebb csapadék már egyáltalán nem folyik le, inkább a záporok vize és a hóolvadék erodáló hatása számottevő.

b. Jelentéktelen területeket foglal el az erdővel borított plató jellegű, vályogos felszín; hiszen a szántóföldi művelés, nagyüzemi szőlők és gyümölcsösök telepítésére a legalkalmasabb terepet biztosítja.

Az erdőség lefolyáscsökkentő szerepe itt még hatékonyabban érvényesül, a felszín sík jellegének megfelelően.

c. Ugyancsak az átlagos kategóriába soroljuk azokat az élénk domborzatú felszíneket, amelyeket lösz és pannoniai homok fed. Tengerszint feletti magasságuk 200-250 m.

Előfordulásuk a vízgyűjtő legészakibb részére esik.

A meredek domboldalak ugyan elősegítenék a nagymértékű lefolyást, sőt az egyáltalán nem típusos lösz a vizsgálatok szerint a vályoghoz hasonlóan viselkedik. Viszont ez a lösztakaró nagyon elvékonyodik és az inflexiós vonal körül, a völgyoldalak alján homokos pannoniai képződmények váltják fel, s ez a beszivárgásnak kedvez.

A felszínt az átlagos lefolyás és a kisebb mértékű erózió miatt szántók borítják, csupán elvétve akad egy-két erdőfolt. A szántóföldi művelés kedvez a lefolyásnak.

**III. Rossz kategóriába soroljuk** azokat a gyenge lefolyású területeket, amelyeknek a felszíne sík, vagy a síkhoz közel álló, illetve begátolódott a felszínfejlődés során és lefolyástalanná vált.

Ez a kategória magába foglalja a tágabb értelemben vett Principális-völgyet, annak alluviális és homokos területeit, amely mintegy tengelyként húzódik végig a vízgyűjtő közepén.

Az alluvium tengerszint feletti magassága 150 m alatt van, a homokos térszínnek felhúzódhatnak 200m-ig is.

**A Principális alluvium** D-felé szélesedik. Felszíne sík és rossz lefolyású. Az alluviumra kifutó patakok szemmel alig látható hordalékkúpot építettek maguknak, de létüket világosan jelzi a hordalékkúp begátolta pangóvízes terület. A patakok nem vésték saját medret, hanem csatornázott állapotban ömlenek az ugyancsak mesterségesen ásott főcsatornába (Principális).

Természetes állapotában tehát egy mocsarasodásra hajlamos pangóvízes térszín volt, amelyen a vizek szerte-szét kalandoztak, s csak nagyon körülményes módon találtak lefolyást.

Ma a többé-kevésbé jól kiépített csatornahálózat vezeti le az időnként magasra emelkedő talaj- és belvizet, illetve kivételes körülmények között a csapadékvizet is. Ilyen kivételes körülményt jelent a fagyott talaj, a hóolvadás és a nagyobb zápor, amikor felszíni lefolyás lehetséges. A talajvíz időnként a felszínre kerül.

A **homokos térszín** kisebb-nagyobb halmai mindenütt lefolyástalan mélyedésekkel kombinálódnak, ezért innen eredetileg felszíni lefolyás nem volt.

A kiépített csatornahálózat lecsapolja a művelés alá vont területek nagyobb mélyedéseinek a talajvizét, de felszínéről közvetlenül lefolyt vizet – az alluviumhoz hasonlóan – kivételes időszakokban és csekély mennyiségben szállít.

Ugyancsak kedvezőtlené teszi a lefolyást a felszín felépítő homokos és iszapos homokos talajok nagyon jó áteresztőképessége. Egyedül a Pacsa környéki tőzeges alluvium rossz vízáteresztő (**3. ábra**).

Erdősültség alapján két alkategóriát különböztetünk meg.

- a. Az alluviális és homokos vidék füves vegetációval, vagy művelés alatt.
- b. Alluviális és homokos vidék erdős növényzettel.

Bár az erdős növényzet általában a lefolyás akadályát képezi, ebben az esetben nincs nagyobb jelentősége.

A megkülönböztetés egyéb tényezők, például a transpirációs különbségek miatt mégis célszerű.

Összefoglalóan megállapíthatjuk, hogy a Principális-vízgyűjtő tengelyét képező homokos és alluviális térszínek felszíni lefolyása csekély.

Kiszámítottuk a **16. ábra** alapján az egyes **lefolyási kategóriák százalékos részesedését** a Principális-vízgyűjtő területéből (**14. táblázat**).

A táblázatból megállapíthatjuk, hogy elméleti számítások szerint, amennyiben vízgyűjtőre 50 mm csapadék hullik, akkor a terület 41 %-áról kitűnően, 29 %-áról átlagosan és 30 %-áról rosszul folyik le a víz.



14. táblázat. Lefolyási kategóriák részesedése a Principális-vízgyűjtő területéből

	Kitűnő		Átlagos			Rossz	
	Erdő	Szántó	Erdő	Szántó	Lősz-homok	Erdő	Szántó-rét
%	13	28	2	23	4	5	25

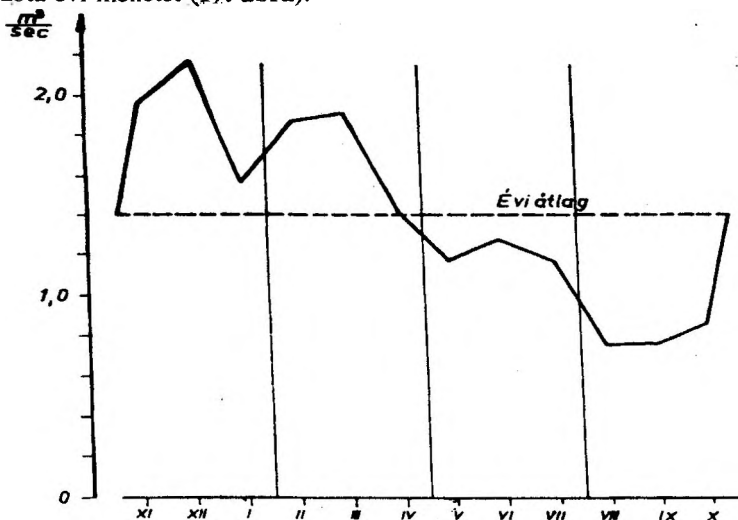
## 2. Felszíni vizek évi járása

A Principális-csatorna vízjárásának elemzéséhez 10 év vízállás adatait használtuk fel (1960-69). Egyetlen évtized természetesen nem nyújt optimális vizsgálódási anyagot, de mégis tartalmazza azt a minimumot, amelyből már alapvonalaiban elfogadható konzekvenciák vonhatók le.

A vízjárás évi menete a csapadékösszegekhez alkalmazkodik, nagyobb mennyiségű csapadék árhullámot okoz.

Az árhullám nagyságát és tartósságát azonban más tényezők is befolyásolják. Közöttük legnagyobb szerepe a párolgáson, illetve fagyáson-olvadáson keresztül érvényesülő hőmérsékletnek van.

A Principális-csatorna vízjárása tükrözi a csapadék és a hőmérséklet szabta évi menetet (17. ábra).



17. ábra. A Principális csatorna átlagos havi és évi vízhozama Nagykanizsánál (1960-69)

A lefolyás decemberben éri el a maximumát, amikor a telítetté váló talaj nem képes elnyelni a jelentékeny csapadékot és az olvadékvizet. Az alacsony hőmérséklet miatt lecsökkent párolgás szintén kevés nedvességet használ fel.

Az anticiklonális jellegű január után másodlagos maximum alakul ki február-március hónapokban, a hóolvadás következtében. A vízfolyásokba zúduló vizet nem csökkenti számottevő módon a kevés csapadék és a kissé megnövekedett párolgás.

Nyáron a záporok kissé lassítják a vízhozam csökkenését, de az végül is augusztus-szeptember hónapokban a minimum szintjére zuhan. A mérséklődő hevedességű és mennyiségű csapadék nagy részét elfogyasztja a magas párolgás és elnyeli a kiszáradt talaj.

**A Principális-csatorna havi vízállásának gyakorisági értékei** alátámasztják a fentebb vázolt képet (15. táblázat).

Ha a vízmérce nulla cm állását választó vonalnak vesszük, a havi gyakorisági értékeket pozitív és negatív vízmérce állás szerint csoportosíthatjuk. A pozitív vízmérce állás a nagyobb, a negatív a kisebb lefolyási nagyságrendet jelöli.

A gyakoriságok 90 %-a a II. és III. hónapban, 70 %-a az I.-IV.-XI.-XII. hónapban a pozitív mérceállásra esik. Ezek a hónapok egyben a legnagyobb lefolyás időszakai.

A VII.-VIII. hónap az esetek 60 %-ában negatív mérceállást jelöl, ekkor a lefolyt vízmennyiség is kevés.

Sajátos képet mutat a **gyakorisági értékek szóródása (15. táblázat)**.

Legnagyobb szóródás az V.-VI.-VII. és a XII. hónapra esik. A nyári vízállás nagyobb szóródása összefügg a szélsőségesen száraz és a szélsőségesen nedves hónapok váltakozásával. Különösen júniusban gyakori jelenség a ciklon beáramlásokat követő magasvízállás, illetve elmaradásakor – a megnövekedett párolgás miatt – a lefolyásminimum.

A decemberi gyakoriságok szóródása a magasabb mérceállás körül alakul. Egészen alacsony havi közepes vízállás nem fordul elő, hiszen a számottevő csapadék jelentékeny része lefolyik a talaj telítettsége és fagyott állapota miatt. Az erősebb szóródás oka egyrészt az anticiklonális jellegű hideg, másrészt a ciklonális jellegű enyhe és nedves hónapok váltakozása. Ötven év átlagában inkább az enyhébb, csapadékdús légtömegek beáramlása a meghatározó.

Jelentéktelen szóródás tapasztalható az I. és II. hónapban, mintegy alátámasztják az időjárási helyzet kiegyensúlyozottságát. A február hónap magasabb értékei az anticiklonális állapot fellazulását jelzik.

15. táblázat. A Principális-csatorna havi vízállás gyakoriságai és százalékok Nagykanizsánál (1960-69) VITUKI adatok

Víz- mérce- állás, cm	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
	Gyak. %	Gyak. %	Gyak. %	Gyak. %	Gyak. %	Gyak. %	Gyak. %	Gyak. %	Gyak. %	Gyak. %	Gyak. %	Gyak. %
81-90	-	-	1 10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
71-80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1 10
61-70	-	-	-	-	1 10	-	-	-	-	-	-	-
51-60	-	-	-	-	1 10	-	1 10	-	-	-	3 30	1 10
41-50	-	1 10	-	-	-	1 10	-	-	-	1 10	1 10	2 20
31-40	4 40	4 40	1 10	4 40	-	1 10	-	1 10	-	-	1 10	1 10
21-30	2 20	2 20	3 30	-	1 10	1 10	-	1 10	1 10	-	-	1 10
11-20	1 10	1 10	2 20	-	2 20	-	1 10	-	2 20	2 20	-	-
1-10	-	1 10	2 20	1 10	1 10	2 20	1 10	1 10	2 20	1 10	2 20	1 10
0	-	-	-	-	-	-	-	1 10	-	1 10	-	-
-1-10	2 20	1 10	-	1 20	3 30	2 20	3 30	-	-	-	2 20	1 10
-11-20	1 10	-	1 10	-	-	-	1 10	2 20	2 20	3 30	-	2 20
-21-30	-	-	-	1 10	2 20	1 10	1 10	2 20	2 20	1 10	1 10	-
-31-40	-	-	-	-	-	-	1 10	1 10	-	-	-	-
-41-50	-	-	-	-	-	2 20	-	1 10	1 10	1 10	-	-

## Principális-vízrendszer vízjátéka

A folyók vízjárásának természeti földrajzi kapcsolatait előnyösen vizsgálhatjuk a fajlagos lefolyásuk ismeretében, egyrészt az abszolút szélsőségi hányados, másrészt a közepes havi vízjáték segítségével.

Összehasonlításként idézünk néhány adatot **Lászlóffy W.** 1954., **Lovász Gy.** 1972., **Marosi S.** 1959., **Somogyi S.** 1959. és **Szilárd J.** 1959. irodalom jegyzékében megjelölt munkáiból (**16. táblázat**).

**16. táblázat. Néhány vízfolyás fajlagos lefolyási értéke és abszolút szélsőségi hányadosa**

Sorszám	Vízfolyás, állomás	km <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /sec· km <sup>2</sup>	$\frac{LNO}{LKQ}$
1.	Principális-csatorna, Nagykanizsánál (1960-69)	301	4,66	78,6
2.	Isel, Lienz-nél (1951-60)	1198	31,90	163,6
3.	Kainach, Lieboch-nál (1951-60)	756	13,40	323,1
4.	Möll, Möllbrücke-nél (1951-60)	1096	31,60	53,7
5.	Péti-víz, Várpalotánál ( - )	59	11,86	26,0
6.	Váli-víz, Baracskánál ( - )	220	2,09	2666,0
7.	Gyáli-víz, Budapestnél ( - )	180	1,70	(kiszárad)

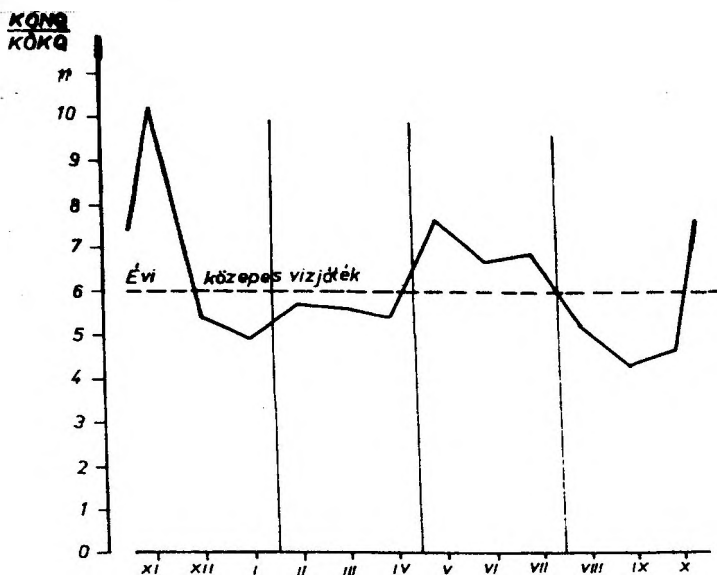
Az **abszolút szélsőségi hányados** a vízutánpótlás tömegének és szélsőségességének a függvénye. Az osztrák területek folyói az örök hóból, illetve a kiemelkedően magas csapadékból táplálkoznak. Jellemző a vízgyűjtő alpesi jellegének megfelelő magas fajlagos lefolyási érték, amely az átlagos hazai vízgyűjtőjét közel 10-szeresen felülmúlja. A Kainach és az Isel szélsőséges vízjárású, a Möll kiegyensúlyozottabb.

Sajátos helyzetet foglal el a karszt forrásokból táplálkozó Péti-víz kiegyensúlyozott (iparvíz nyelés szempontjából nagyon lényeges!) vízhozama, és a magyarországi viszonyok között magas fajlagos lefolyása.

A Váli-víz (Mezőföld) és a Gyáli-víz (Pesti-síkság) hatalmas abszolút szélsőségi hányadosa, valamint a vízgyűjtőjük alacsony fajlagos lefolyása, elsősorban kontinentális jelleg fokozott érvényesülését igazolja, különös tekintettel a csapadék csökkenésére. Ugyanakkor fontos szerepet játszik a domborzat fokozatos síksággá szelődése és a laza üledékekkel borított felszín jó vízelnyelése.

A K-zalai terület csapadékmegoszlása viszonylag kiegyenlített, az évi csapadékatlag országos viszonylatban magas, a lefolyást befolyásoló morfológiai és geológiai feltételek a síkság és a hegység közötti átmenetet jelzik, a felszín laza üledékekből épül fel. A fajlagos lefolyási érték és az abszolút szélsőségi hányados ennek megfelelően 4,66 ill. 78,6.

Ugyancsak nem érdektelen megvizsgálni a Principális **közepes havi vízjátékát** 10 esztendő havi legmagasabb és legalacsonyabb fajlagos lefolyásának hányadosa alapján (18. ábra).



18. ábra. A Principális-csatorna 10 évi közepes havi vízjátéka Nagykanizsánál (KÖNQ:KÖKQ) 1960-69

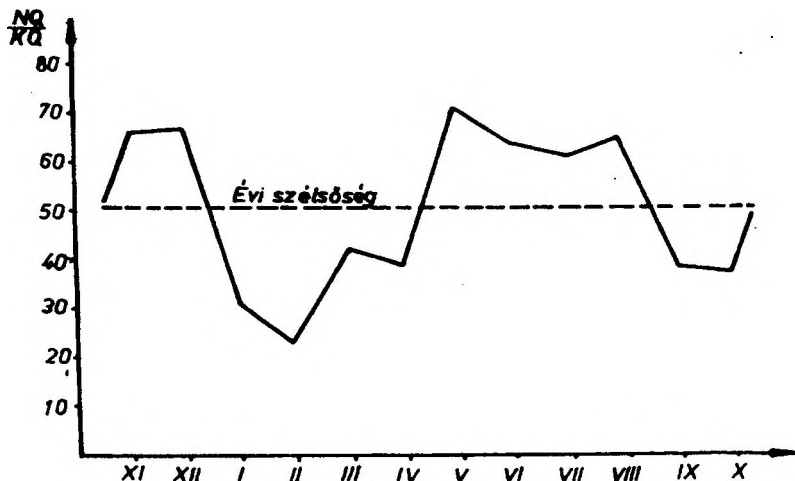
A vízájték maximuma novemberben alakult ki a KÖNQ erőteljes megnövekedése hatására, amit a KÖKQ enyhe emelkedése sem képes ellensúlyozni. A rendszeresen ismétlődő több napos csendes esők hatását fokozza a lecsökkent párolgás, a telítetté váló talajfelszín és a lombját veszített növénytakaró.

Az évi közepes vízájték hányadosa fölött helyezkedik el az egész hidrológiai nyár ingadozása, a május hónapé valóságos másodmaximumként emelkedik ki ebből is. Részletesen elemezzük a későbbiekben, hogy a nyári záporok hatékonysága mint fékeződik le különböző hatásokra, viszont a KÖKQ vízbősége is jelentősen csökkent a megnövekedett párolgás és beszivárgás eredményeként.

Szeptemberi mélyponttal az őszi időszak hányadosa képviseli a legalacsonyabb értéket. A KÖKQ elérte az alsó kulminációját, de ennél nagyobb mértékben esett vissza a KÖNQ értéke. A kiszáradási folyamaton megtörik a még mindig jelentékeny csapadékatútnáplás.

Ugyancsak átlag alatti a téli-tavaszi időszak hányadosa. A KÖNQ értékei magasra emelkedtek a meginduló vízfelhalmozódás következtében, de ugyanilyen okból magas a KÖKQ is. A hányadosuk így alacsony.

Megközelítően hasonló következtetés vonható le a Principális havi NQ és KQ szélsőséges hányadosából is (19. ábra).



19. ábra. 10 évi (1960-69) havi NQ és KQ szélsőséges hányadosa a Principális-csatornán Nagykanizsánál

Principális-csatorna vízjátékának a vizsgálata sok elméleti és gyakorlati előnnyel jár:

- a. Elemzés közben szükségszerűen vizsgálni kell a vízjáték kapcsolatát a különböző természeti viszonyokkal;
- b. A szélsőségek vizsgálata gyakorlati utasítást ad a mederépítés számára;
- c. Meghatározza az ipari víznyerés és az öntözés lehetőségeit.

## **A Principális-csatornán levonuló árhullámok vizsgálata**

1960 és 1969 között évente 5 árhullám vonult le átlagosan a nyári és a téli negyedévben, a gyakori záporosók, illetve az eső és az olvadás együttes hatására.

A tavaszi negyedév átlag 4,9 árhullámával szorosan utánuk következik, majd 4,4-el azt az őszi időszak követi. A kisebb őszi értékhez hozzájárult az utóbbi 10 év kevesebb csapadékából adódó alacsony talajvíz és talajnedvesség.

Amint az adatokból kitűnik, az árhullámok számát tekintve nincs nagy különbség az egyes évszakok között, mintegy igazolja területünk kiegyenlített csapadékjárását.

**Legtartósabb árhullámok** a tavaszi negyedévben alakulnak ki. A fagyott altalaj, a hulló és olvadó csapadék, valamint a gyenge párolgás miatt sok víz kerül a patakokba. Ezt a víztömeget a rendkívül kisesesű Principális-csatorna (0,4 ezrelék), csak lassan vezetheti le.

Tartósság tekintetében alig marad el a tavaszi mögött a téli negyedévi érték. A tavaszi időszaknál említett tényezők lényegében itt is hatnak, s ezeken kívül fontos szerepe van a többnapos esőknek.

Az alacsonyabb őszi és a még alacsonyabb nyári értékek oka a záporvizek gyors lefutásával, a nagy párolgással, a talaj jó vízelnyelő képességével magyarázható. Az őszi végi esők valamennyit módosítanak ezen a képen.

**Az árhullám abszolút maximumok** évszakos értékei ugyancsak igazolják a Principális-csatorna vízjárásával kapcsolatos leírást (17. táblázat).

A legmagasabb tetőzések a téli és a tavaszi hóolvadáskor alakulnak ki leggyakrabban, amikor a fagyos altalaj nem képes befogadni nagyobb mennyiségű vizet. Ez a víztömeg részben belvizet képez az alluviumon, nagyobbrészt pedig lefolyik, és a Principális vizét gyarapítja. Az alacsony párolgás nem módosítja lényegesen ezt a folyamatot (pl. 1966. I-II. hónapban).

Elősegíti a magas csúcsértékek kialakulását a tavaszi vízzel telített talaj, valamint az október-novemberi magas csapadék és a csökkenő párolgás kombinációja.

A nyári és őszi tetőzések átlagos nagysága kisebb. Nyáron a gyorsan lezúduló nagytömegű víz megemeli a Principális szintjét, de mégsem érheti el átlagosan a téli-tavaszi értékeket, mivel az erősen kiszáradt talaj a nagymértékű párolgás és a megelőző alacsony vízállás lényegesen csökkenti azt. Ősszel meggyöngült párolgás és az októberben jelentkező nagyobb tömegű csapadék ellensúlyozza a záporok mérséklődését.

Számításokat végeztünk arra vonatkozóan, hogy a Nagykanizsánál 10 év alatt levonult **árhullámok vízmennyisége** hány %-a a Principális Nagykanizsa fölötti vízgyűjtő területére hullott csapadéknak (**18. táblázat**).

Az évszakok és hónapok százalékának egymáshoz viszonyított arányát a fajlagos lefolyás részletes elemzésénél vizsgáljuk.

**17. táblázat. Csapadék és árhullám évi abszolút maximumai a Principálison Nagykanizsánál (OMI és VITUKI adatok)**

Év	Tél		Tavaszi		Nyár		Ősz	
	Csapa- dék mm	Víz- állás cm	Csapa- dék mm	Víz- állás cm	Csapa- dék mm	Víz- állás cm	Csapa- dék mm	Víz- állás cm
1960	37	200	19	164	33	91	23	84
1961	34	182	21	180	23	84	16	22
1962	38	140	24	86	55	40	15	33
1963	21	80	22	170	23	36	29	70
1964	23	86	23	120	35	60	45	120
1965	30	212	15	65	46	200	41	180
1966	35	200	21	90	53	160	16	110
1967	24	50	21	118	84	180	34	46
1968	25	50	14	38	16	44	26	40
1969	27	70	23	162	52	65	25	39
10 év átlaga	29,4	127,0	20,3	119,3	42,0	96,0	27,0	74,6



**18. táblázat. A Principális-csatorna árhullámainak havi és évszakos vízmennyisége a vízgyűjtőre hullott csapadék százalékában (1960-69) (OMI és VITUKI adatok)**

**Évszakos megoszlása:**

Tél	Tavas	Nyár	Ősz	Évi
22,0 %	57,6 %	11,2 %	9,4 %	25,0 %

**A havi bontás százaléka:**

Hó	XI.	XII.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.
%	21,6	22,5	24,2	69,8	59,9	42,4	13,8	8,9	11,0	11,0	8,1	14,3

### 3. A felszíni vizek évi lefolyása

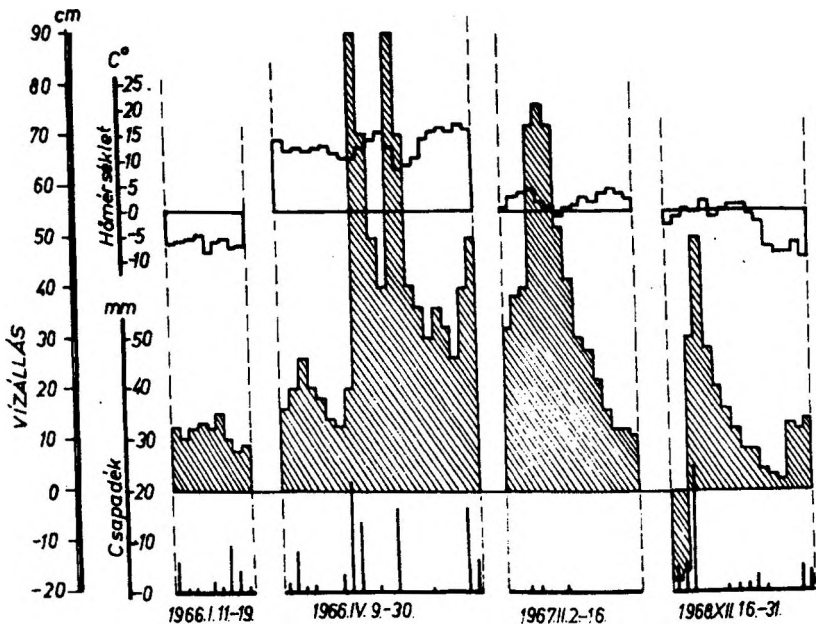
#### a. A Principális-vízgyűjtő fajlagos lefolyási értékei

A Principális-csatorna nagykanizsai szelvényében regisztrált 10 év fajlagos vízhozamát - 1960-tól számítva - grafikon segítségével összevetettük a napi csapadék és hőmérséklet-adatokkal.

Az elemzések évszakokra bontott eredményeit az alábbiakban összegezzük.

A **téli negyedév** csapadéka szakad el legjobban a patakok vízállásától. A túlnyomórészt hóalakban hulló csapadék közvetlenül nem növeli érdemlegesen a vízszintet. Ilyenkor a napi csapadék és a vízállás között nem lehet felfedezni összefüggést (pl. 1966. január 11-19.-e közötti időszakban (**20. ábra**)).

Amennyiben az enyhére fordult időjárás miatt a korábban megfagyott talajra eső hullik, a beszivárgás és a párolgás csekélyége miatt szokatlan magas árhullám keletkezik (pl. 1968. december második fele (**20. ábra**)).



.. 20. ábra. A napi hőmérséklet és a csapadék összefüggése a Principális-csatorna vízállásával Nagykanizsánál (néhány példán keresztül)

A hidrológiai tél elején már telítetté váló talajfelszín nem szívja be korábbi gyorsasággal a nedvességet. Az alacsony hőmérséklet miatt minimumra csökkent - a fő csapadékfogyasztó - a párolgás mértéke is, s a fagyott talajjal együtt magas vízállást eredményeznek, a csökkenő csapadék ellenére.

A levegő felmelegedésének mértékén múlik az olvadás gyorsasága. Annyira azért nem melegszik fel a levegő, hogy a talaj is felmelegedjen és befogadja az olvadékvíz bizonyos százalékát, valamint lényegesen növelje a párolgást.

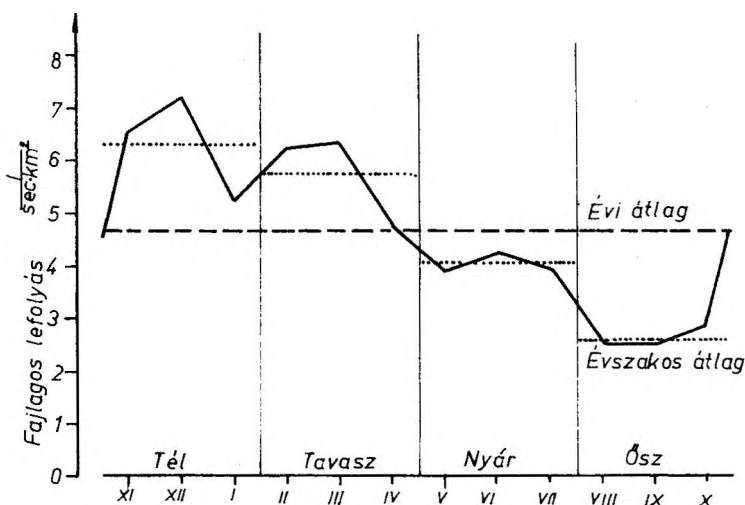
A terület fajlagos lefolyása ebben a negyedévben a legnagyobb:  $6,30 \text{ l/sec} \cdot \text{km}^2$  (21. ábra).

A decemberi adat az év legnagyobb értékét nyújtja a fagyott talaj és az időnkénti ciklontevékenység összhatásaként, a viszonylag kevés eső ellenére.

Ugyancsak jelentékeny a november hónap lefolyása, a mediterrán hatás, valamint az erősen visszaesett párolgás és beszivárgás együttes hatásként.

Bár a januári anticiklonikus hatást időnként enyhíti a „mediterrán kapu”-n beáramló levegő, a csapadék minimumra csökken, a hó részben felhalmozódik. A fajlagos lefolyás kisebb mértékű, de még mindig az évi átlag fölött helyezkedik el.

Tekintélyes víztömeg távozik a Principálison keresztül a **tavaszi időszakban**, a fajlagos lefolyás értéke:  $5,77 \text{ l/sec} \cdot \text{km}^2$  (21. ábra).



21. ábra. A Principális-csatorna fajlagos lefolyása Nagykanizsánál (1960-69)

A tavaszi negyedév eleje a hóolvadás időszaka. A csapadék kicsisége ellenére magas tetőzések alakulnak ki a télen felhalmozódott hőtömeg elolvadásával. Pl. 1967. február 2-16-a között levonuló árhullám víztömege 386,7 %-a az ugyanakkor hullott csapadéknak (az elemezett 10 év maximuma). A nagymértékű lefolyást ( a februári árhullámok lefolyási átlaga 69,8 %) elősegíti a még fagyott altalaj és a lassan növekvő párolgás (**18. táblázat**). A Principális rendszeresen kilép a medréből és elönti az alluvium egy részét.

A hóolvadék levonulása után is jelentékeny tetőzés alakulhat ki. Márciusban a párolgás még kicsi, a talajvíz magasan van (alluviumokban a felszín közelében!), a talaj nedvességtartalma jelentékeny, így a telített és gyénővényzetű lejtők vízlevezetése fokozódik. A csapadék változatlanul alacsony.

A tavaszi időszak végén a megnövekedett párolgás - közvetve és közvetlenül - csökkenti a csapadékvíz hatékonyságát, bár némileg pótolja azt az áprilisban megnövekedett csapadékmennyiség és a változatlanul magas talajvíz. Ezért a fajlagos lefolyás a sokévi átlag körül alakul.

A keletkezett árhullámok levonulási ideje 4-5 nap, a kis esés és a hosszan elnyúlt vízgyűjtő miatt.

Ha a csapadékos napok viszonylag sűrűn követik egymást, az árhullámok egyetlen árhullámmá egyesülnek (pl. 1966. április 9-től 30-ig tartó csapadékos időszak) (**20 ábra**).

A **nyári negyedév** tekintélyes csapadék-értékeinél több nedvesség párolog el a magas hőmérséklet következtében (74 mm évi vízhiány). A nyári záporok vize a többnyire vályogos és lejtős felszínről zömmel lefolyik a völgytalpra és erősen megemeli - a nagymennyiségű lebegtetett anyagtól sárgára festett - patakok szintjét.

A lefolyás mértékét jelentékenyen befolyásolja a lejtős térszín, a zömmel kötött talajú felszín, annak művelési módja, a növénytakaró minősége, valamint a csaknem vízszintes és a szárazságtól repedezett alluvium befogadóképessége.

Ritka eset mégis, hogy a víz kilép az alluviumra, mert a hatékonysága megtörik a kiszáradt talaj mohó vízelnyelésén, a dús vegetáción. Ez a magyarázata annak, hogy a téli-tavaszi időszakhoz hasonló csapadéértékek kisebb árhullámot okoznak a nyári negyedévben, sőt az egész évszak vízállása is csökken. A rendszeres mederrendezés, a hosszan elnyúló vízgyűjtő kisebb torkolatsűrűségének árhullám mérséklő hatása ebben a negyedévben a legnagyobb.

A nyári negyedév a sokéves átlag alá süllyeszteti a fajlagos lefolyást, értéke  $4,06 \text{ l/sec} \cdot \text{km}^2$  (21. ábra).

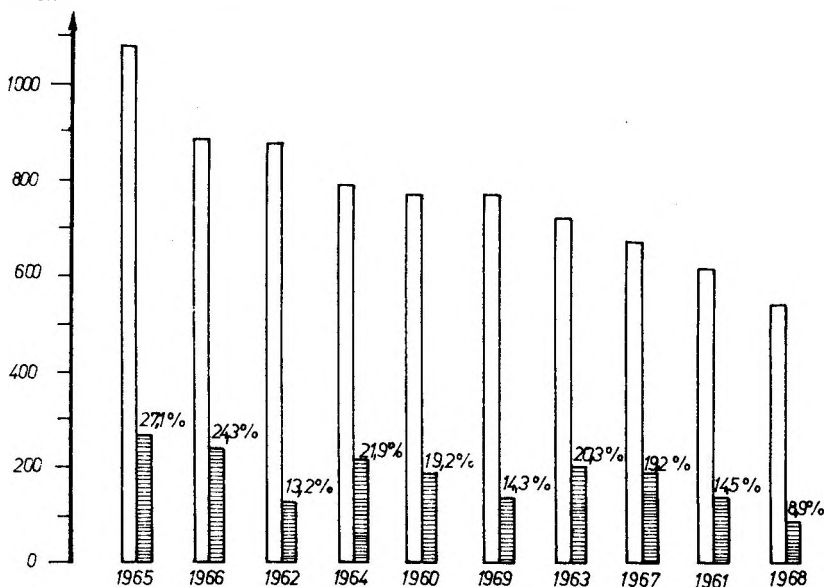
Május hónap a sok eső és a mérsékelt párolgás ellenére is az évszak legalacsonyabb lefolyását adja. A gyengébb lefolyás legfontosabb oka a „csendes májusi eső” tökéletesebb beszivárgásában, valamint párolgást növelő hatásában van.

Június hónap 10 éves átlagot megközelítő értéke a zápor vizek gyors lefutásával és a nyári monszun tekintélyes csapadékutánpótlásával magyarázható.

Július hónap magas csapadékösszegei sem képesek ellensúlyozni a legforróbb hónap magas párolgását.

Ha a nyár folyamán kisebb és csendesebb eső hullik - főképp hosszabb száraz időszak után - a vízfolyások keveset, vagy egyáltalán nem reagálnak vízszint emelkedéssel.

Az **őszi negyedév** rendelkezik a legkisebb fajlagos lefolyással, a nagyobb őszi másodlagos csapadékminimum ellenére:  $2,61 \text{ l/sec} \cdot \text{km}^2$  (21. ábra). A A  $\text{mm}$



22. ábra. A Principális vízgyűjtőre hullott évi csapadékösszegek és lefolyási százalékok

A hőmérséklet nyártól örökölt magassága, a talajvízszint lesüllyedése, a talaj szárazsága különösen a negyedév elején tompítják az árhullám szélsőségeit (augusztus-szeptember).

Októberben a csökkenő párolgás, az átnedvesedő talaj növeli az árhullám tartósságát és magasságát, de ritka kivételtől eltekintve nem éri el a téli-tavaszi értékeket. A fajlagos lefolyás keveset nő.

Érdemes megvizsgálni, hogy miért **növekszik intenzívebben a nedves esztendő fajlagos lefolyási értéke.**

A beszivárgási vizsgálatoknál megállapítottuk, hogy a vízgyűjtő felszínének zömét alkotó vályogos talajok beszivárgása az újabb vízutánpótlás nyomán egyre lassul (kisebb-nagyobb intenzitással a többi talaj is hasonlóan viselkedik). Amennyiben a felszínre nagy mennyiségű csapadék hullik - különösen záporosó formájában - még sík felületet feltételezve is aránytalanul nagyobb % folyik le, mint kisebb esők alkalmával.

Ez a jelenség megfigyelhető nagyobb méretekben az alacsonyabb, vagy magasabb csapadékkal rendelkező évek esetében is (**22. ábra**). A lehullott csapadék nagyobb százaléka folyik le a nedves esztendőben, és jóval kisebb része a szárazban. Különösen 1965 és 68-as évek példáján tükröződik ez a jelenség.

Az 1969-es év nem igazolja ezt egyértelműen. A lefolyás %-a alacsony, a tekintélyes csapadék ellenére. Az 1968-as száraz esztendő erőteljesen megcsapolta a felszín alatti vizeket, és ezek feltöltéséhez használódott el a hiányzó százalék.

## **b. KQ kapcsolata a földrajzi viszonyokkal a Principális részvízgyűjtőiben**

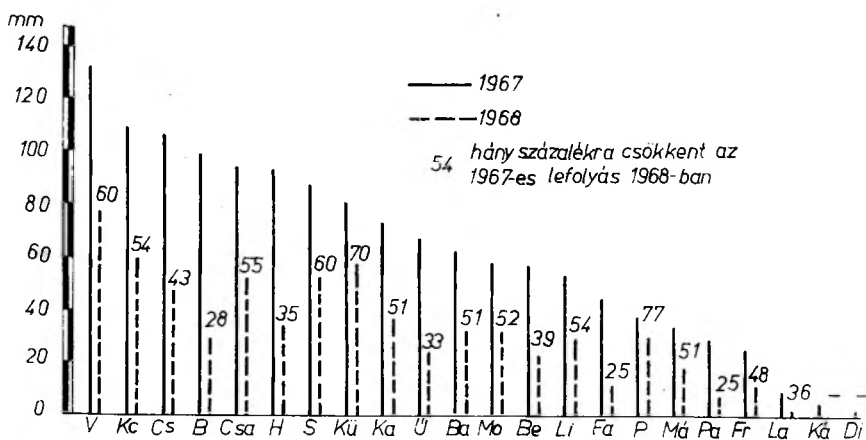
### **Az 1967-es és 1968-as KQ összehasonlítása**

A részvízgyűjtők területéről lefolyt KQ-eket mm-ben fejezzük ki a könnyebb kezelhetőség és az összehasonlítás egyszerűsítése végett.

A **23. ábra** diagramja vízhozam szerinti sorrendben csoportosítja a részvízgyűjtőket, az 1967-es év mérési eredményei alapján.

Vizsgáljuk meg az előző fejezetek részletelemzéseinek felhasználásával, milyen komponensek együttműködésének eredménye ez a mérési anyag.

A **23. ábra** vizsgálatokor azonnal feltűnik, hogy egyrészt 1968-ban lényegesen kevesebb víz folyt le a mellékpatatokon, másrészt, hogy a vízmennyiség vízfolyásonként különböző mértékben csökkent, azaz az 1968-as sorrendiség nem azonos az 1967-el.



V - Visszafolyó-patak  
 Kc - Kacorlaki " "  
 Cs - Cserhidi " "  
 B - Bezsentsői " "  
 Csa - Csalányos " "  
 H - Homoki " "  
 S - Surdi " "  
 Kü - Kürtös " "  
 Ka - Kalanca " "  
 Ú - Újudvari " "  
 Ba - Bakónaki " "

Mo - Morgány-patak  
 Be - Berki " "  
 Li - Liszói " "  
 Fa - Falu " "  
 P - Pogányszentpéteri " "  
 Ma - Mántai " "  
 Pa - Palini " "  
 Fr - Felsőrajki " "  
 La - Lazsnaki " "  
 Ká - Kámáncsi " "  
 Di - Diósi " "

23. ábra. A Principális részvízgyűjtőinek KQ-a

1. Az 1965 és 1966-os év nagykanizsai csapadéka 1076, illetve 887 mm - jócskán meghaladják az 50 éves átlagot (777 mm). A nagyobb csapadékmennyiség által megemelt talajvízszint hozzájárult az 1967-es nagyobb vízhozamhoz.

1967-ben az átlagnál kevesebb utánpótlást kapott a talajvíz, így ez a pozitív hatás 1968-ban már nem érvényesült. Ezért a vízhozam 1968-ban lényegesen csökkent.

2. Ugyanakkor ez a csökkenés patakonként változó nagyságrendű volt, elsősorban a részvízgyűjtők geológiai-talaj és a domborzati sajátosságainak megfelelően; a völgsűrűség, az erdősültség és a vízrendezés kapcsolata lazább a két alaptényezővel.

Főképp az alaptényezők figyelembe vételével csoportosítottuk a részvízgyűjtőket és igyekeztünk magyarázatot adni a vízhozamváltozásban játszott szerepükre (**1. és a 19. táblázat, valamint az 1. ábra**).

### **A részvízgyűjtők csoportosítása**

1. Legkisebb KQ a viszonylag kis területű, **vályogos felszínű, meredek és erdős domboldalú** részvízgyűjtőknél tapasztalható. Ennek a csekély vízmennyiségnek is csupán 31 %-a folyt le a szárazabb 1968-as évben (**24. ábra**).

A jelentéktelenség több tényezőre vezethető vissza. Közöttük legfontosabb az intenzív lefolyás, a meredek domboldalak vizet nehezen átteresztő vályogos felületén. Az 50%-ot megközelítő erdősültség nyomán a vegetációs időszakban nagy mennyiségű víz párolog el a lombfelületekről és a transpiráció következtében.

A csökkenéshez hozzájárul az ember, pontosabban az emberi beavatkozás hiánya. Ugyanis az erdőségek területén elhanyagolták a patakmedrek rendezését, ezek helyenként teljesen feliszapolódva nem jutnak talajvízhez és aszóvá alakulnak. Ilyen helyzetbe került az erdős környezetű Kámáncsi-patak, amely forrás nélkül elvesztette a kisvizét.

A többi vízgyűjtő számára többé-kevésbé állandó vizet biztosítanak a források. A források száma és szerepe szerkezeti kérdés elsősorban, létük azonban nagyon bizonytalan.

Természetesen a felszíni KV-i lefolyás nélkül maradt vízgyűjtőben nem szűnik meg a talajvíz mozgása. A dombtetők és az oldalak téli-tavaszi időszakban beszivárgott talajvíze lassan húzódik a völgytalp felé, onnan az



**19. táblázat.** A Principális-csatorna részvízgyűjtőinek a területe  
(a vízmérés fölött).

Sorszám	Visszafolyás	Részvízgyűjtő területe, km <sup>2</sup>
1.	Visszafolyó	20,8
2.	Cserhidi	7,1
3.	Kacorlaki	12,7
4.	Bezsentői <sup>x</sup>	11,4 <sup>x</sup>
5.	Csalányos	16,2
6.	Homoki	14,0
7.	Surdi	14,9
8.	Kalanca	21,2
9.	Kürtös	49,0
10.	Bakónaki	71,0
11.	Újudvari	3,6
12.	Morgány	11,4
13.	Liszói	21,8
14.	Berki	34,4
15.	Falu	7,4
16.	Pogányszentpéteri	45,6
17.	Mántai	33,4
18.	Felsőrajki	2,2
19.	Palini	3,7
20.	Lazsnaki	8,6
21.	Diósi	9,0
22.	Kámáncsi	3,5

x = becsült adat

alluvium lejtésének megfelelően a Principális-völgy mint befogadó felé anélkül, hogy mederbe jutna valahol és mérni tudnánk a mennyiségét.

2. Nagyobb lefolyással rendelkeznek azok a **vályogos**, valamint **vályoggal többé-kevésbé fedett pannóniai képződményekkel borított, nagy reliefenergiájú vízgyűjtők**, amelyek erdősültsége még mindig számottevő, valamivel meghaladja a 31 %-ot.

A lejtők meredeksége még mindig kedvez a lefolyásnak, a terjedelmes erdőségek sok csapadékot fogyasztottak, főképp a szárazabb 1968-as évben **(24. ábra)**.

Az előző típushoz viszonyított nagyobb lefolyás főleg, a kisebb mértékű lefolyáscsökkenés zömében, a homokos pannóniai képződmények jobb vízelnyelésével magyarázható.

3. Cserhidi-patak az egyedüli vízgyűjtő, amely kizárólag **lössös és pannóniai képződményekkel borított területről** gyűjti a vizét. A **domboldalak meredeksége** számottevő.

Igaz, hogy egyetlen vízfolyás körülményeiből nem lehet általános következtetéseket levonni, de talán alapvonalaiban helyes megállapítások azért leszűrhetők.

A beszivárgási vizsgálataink szerint ez a nemtípusos löszös felszín, a vályognál is nehezebben engedi át a csapadékot. Ráadásul a domboldalak meredeksége is a lefolyásnak kedvez. Mégis az egyik legnagyobb lefolyással rendelkező részvízgyűjtőnk, ahol a patak 1968-as vízhozamcsökkenése is megfelel az átlagosnak (43 %).

A látszólagos ellentmondás a felszíni takaró helyzetének ismeretében feloldható.

A dombtetőket fedő vékony lösztakaró alatt a felső pannon homokos rétegei húzódnak. A vízgyűjtő egyes részein ezek a homokos anyagok közvetlenül a felszínre kerülnek és jó feltételeket biztosítanak a beszivárgás számára.

A jórészt fedett felső pannon homok jobb vízgazdálkodása teszi lehetővé a jelentős talajvízkészlet felhalmozását.

Ha lehet hinni a Nyugat-dunántúli Vízügyi Igazgatóság - OMI által nem korrigált - méréseinek, akkor 1967-68-ban a Principális-vízgyűjtő legcsapadékosabb területe a Cserhidi-patak környezete volt. Az erdő részaránya is kicsi (8 %).

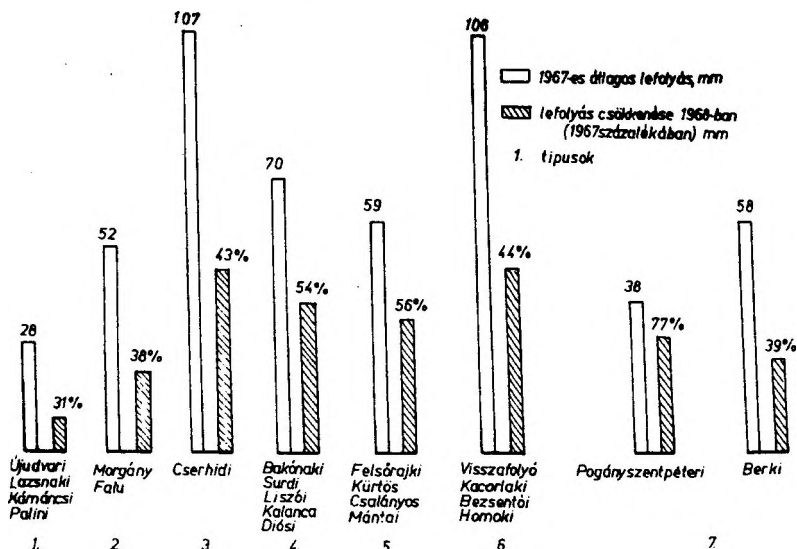
4. Külön csoportba sorolhatók azok a zömmel **vályogos felszínű** vízgyűjtők, amelyek az 1. típusba soroltaktól elsősorban a **lankás lejtőkkel** és a nagyobb területükkel térnek el. Ezenkívül jelentéktelen az erdőszűkségük és számottevő a vízrendezés talajvízcsapoló hatása.

Ezekkel összefüggésben a részvízgyűjtők lefolyása az átlagosnál magasabb, a lefolyás csökkenése is csupán 46 % az 1968-as évben (**24. ábra**).

A megművelt lankás lejtők beszivárgásai jobbak (**Góczán L.** 1971). A nagyobb völgsűrűség és a fővízfolyás mesterséges kimélyítése nagyobb mértékben megcsapolja a domboldalakat, valamint az alluviumok talajvizét, így száraz időszakban is jelentős a távozó víz utánpótlása.

5. **Vályogos, homokos és alluviális** térszínek eleyéből áll azoknak a részvízgyűjtőknek a területe, amelyet csupán a fővízfolyásuk felső szakaszán jellemez a **nagy reliefenergia**, egybeütt a **lankás térszín** fokozatosan az **alluviumok** síkjába simul.

Az erdők részaránya (28 %) és a talajvíz antropogén megcsapolása jelentős. Az átlagosnak tekinthető 1967-es lefolyási érték ennél a csoportnál csökkent a legkevesebbet 1968-ban (**24. ábra**.)



24. ábra. A földrajzi adottságok szerint csoportosított részvízgyűjtők átlagos lefolyása 1967 és 1968-ban

A homokos és az iszapos-homokos anyagok, valamint a sík és enyhe lejtők kedveznek a beszivárgásnak, a talajvíz felhalmozódásának. Az alluviumok nemrég rendezett csatorhálózata erőteljesen megcsapolja a Principális felé szivárgó vizeket (a vízgyűjtők számottevő része a Principális alluviumán van!). Az erdőségek zöme a vízgyűjtők magasabb részein helyezkedik el, itt már a talajvíz nagyobb mélysége miatt a transpiráció kisebb (Ujvári J. 1962).

6. Az 1967-es év 6 legnagyobb vízhozammal rendelkező vízfolyása közül 4 **homokos-alluviális** térszínekről gyűjti a vizét, tehát olyan képződményekről, amelyek a vízáteresztő-képességi vizsgálatok adatai szerint jó vízelnyelőknek, morfológiai szempontból inkább sík területnek, azaz rossz lefolyású felszínneknek bizonyultak.

Az 1967-es év lefolyása - a Cserhidihez hasonlóan - rendkívül magas, 1968-ban viszont lényeges vízhozamcsökkenés következett be az előnyös beszivárgási feltételek ellenére.

A megnövekedett talajvíz alluviális területeken a hidrológiai tavasz idején, valamint a nyári esőzések nyomán hosszabb-rövidebb ideig belvizet képez. Levezetése még nincs mindenütt megoldva.

A talajvíz lecsapolásának nagysága az alluviumokon majdnem kizárólag, a homokos vízgyűjtőkön jelentős mértékben a mesterségesen kiépített csatornákon múlik.

A homok és iszapos-homok talajok gyorsan nyelik el a vizet és gyorsan továbbítják is a levezető csatornák felé. A magas talajvízállás idején, nagy mennyiségű víz folyik le a csatornákon és nagy a talajfelszín párolgása is. Ezt az utóbbit jelentősen növeli a felszínközeli talajvizet nagymértékben fogyasztó 29 %-nyi erdőség is.

Ha a talajvízállás a meder fenékszintje alá süllyed, a KV-i utánpótlás megszűnik, sőt a más területéről jövő víz is eltűnhet a patak medrében (Homoki-patak példája!).

A vízfolyások esése a homokos és alluviális térszínen kicsi. A KQ levonulása lassú, a medrekben összegyűlt magasabb vízoszlop ellennyomást gyakorol - az ugyancsak kisesésű - szivárgó talajvízre, mintegy lassítja a lefolyást.

Mi az oka mégis, hogy a nagyobb ingadozás ellenére a nagy reliefenergiájú vályogos térszínhez viszonyítva kisebb a vízhozam csökkenés? A homokos és alluviális térszínnek több vízhez jutnak a csapadék, az olvadékvizek és az árhullámok gyors elnyelésével. Ezentúl a domboldalak és a részvízgyűjtők felől minden víz a Principális széles völgye felé szivárog a talaj rétegeiben és a talajvizet növeli, illetve pótolja.

7. Két részvízfolyásunk völgyében **halastavak** vannak. A mérések szerint a két szabad vízterület hidrográfiai hatása nem egyformán érvényesül.

A Pogányszentpéteri-patak keresztül folyik a völgyének halastó-rendszerén (elégé feltöltött állapotban van!), a Berki-patakból pedig igény szerint veszik ki a vizet.

A **Pogányszentpéteri-patak** 12 halastava 80 hektár kiterjedésű. Ekkora szabad vízfelület párologtatása komoly mértékben csökkenti a patak vízhozamát. A vízfolyás KV-i ingadozását némileg mérsékli a nagy vízfelület, nagyobb mértékű kiegyenlítés csupán az árvizekre vonatkozik, erről azonban mérési adatunk nincs.

Az 1968-as év KQ-a 77 %-a az előző évinek. A csökkenés mértéke legkisebb az összes vízfolyás között. Oka a térrendszer árvíz tároló szerepében rejlik, valamint abban, hogy a környezet talajvíze rendszeres utánpótlást kap a térrendszer megemelt vízből a közlekedő edények elve alapján. Száraz időszakban viszont megfordul a folyamat és a megemelt talajvíz táplál (24. ábra).

Nem hagyhatjuk figyelmen kívül a nagyszámú forrást sem, amelyek léte a D-felé lejtő hordalékkúp merőleges elvágásából ered. (Hasonló a helyzet a Visszafolyó-patak esetében is, s emiatt a Principális-vízgyűjtő legbővízűbb vízfolyása).

A **Berki-patak** vizét jelentősen csökkenti a 13 hektáros halastó számára eszközölt rendszeres vízkivétel, főképp a nyári időszakban. Az 1968-as szárazabb évben a halastótól való elszigetelt helyzete miatt nem következhetett a Pogányszentpéterihez hasonló kiegyenlítőedés. Ezért a vízhozama az 1967. évinek mindössze 39 %-ára zsugorodott össze.

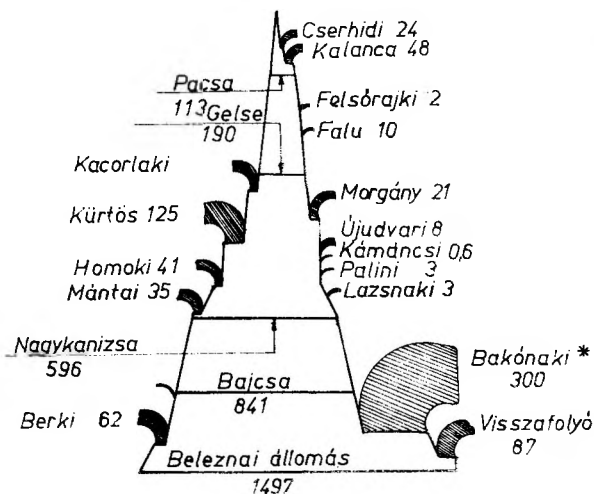
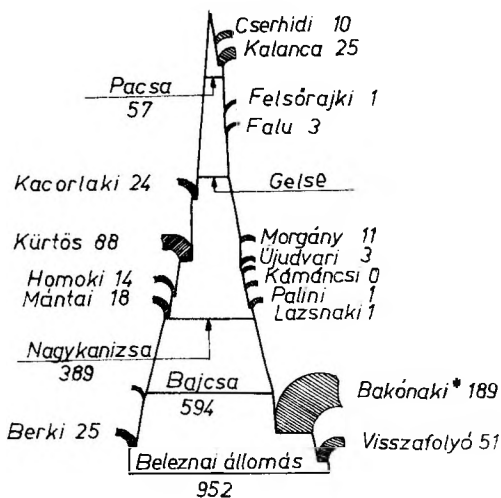
## **c. A KQ-el kapcsolatos néhány mérőszám**

### **Az alluvium szerepe a KQ utánpótlásában**

A vízgyűjtők lefolyásánál általában a mederben folyó, vízmércével, vagy egyéb módon mérhető vizet vesszük számításba, holott az alluviumban a domboldalokról a patak felé, illetve a patakkal párhuzamosan tekintélyes víztömeg mozog. A felszín alatt áramló víz mennyiségét nehéz pontosan meghatározni. Akkor egyszerűbb a dolgunk, ha valami módon a mederbe jut.

A meder mélysége, valamint az alluvium szélessége és szemcseösszetétele befolyásolja a megcsapolás mértékét.

A Principális-csatorna D-felé szélesedő alluviuma egyre több felszín alatti vízhez jut egyrészt a határoló domboldalak felől, másrészt mellékpatakok alluviumából. A mesterségesen ásott Principális-meder megcsapolja ezeket a vizeket és közvetlenül levezeti a Murába. (25. ábra).



Bakónaki\* — Spatak vizével bővült a torkolatáig

25. ábra. A Principális vízrendszer KQ-i lefolyásának évi átlagai (liter/sec)

Sajátos vonás, hogy száraz évben növekszik a felszín alatt mozgó víz jelentősége a mederben tárolt vízhez képest.

A csapadékosabb 1967-es évben a Principális torkolatánál mért KQ-k átlag  $1,497 \text{ m}^3/\text{sec}$ . A lefolyt víztömeg 44 %-a a Principális alluviumából származik, 56 %-a a mellékpatakok vize. Az 1968-as szárazabb év  $0,952 \text{ m}^3/\text{sec}$ -os vízmennyiségéből az alluvium részesedése 66 %, míg a mellékpatakoké 34 % (25. ábra).

A 0-2 méter mélységű kutak talajvíze évi járásának megfelelően (36. ábra), az alluvium vízáadásában is határozott évi menet figyelhető meg. A nyárvégi és az őszi alacsony vízállású időszak a Principális alluviumának a szerepét növeli, míg a téli-tavaszi hónapokban a mellékpatakok vize a jelentősebb.

A jelenség oka a talajvíz szint ingadozásával függ össze. Magas vízállás esetén a részgyűjtők forrásai bőven ontják a vizet, s így a mellékpatakok is bővízűek. A talajvíz szint süllyedésével a részgyűjtők forrásvize megcsappan, a Principális alluviuma jelentősebb vízádnak bizonyul. A részvízgyűjtők területén nagyobb mértékű a talajvíz szint csökkenése, mint az erozióbázist képező Principális-alluviumon. (Az utóbbin kicsi a talajvíz évi ingadozása is). Ilyenformán a felszín alatt áramló vizek elsősorban a Principális alluviumának a vízvesztését pótolják, az pedig több vizet képes adni a csatorna számára.

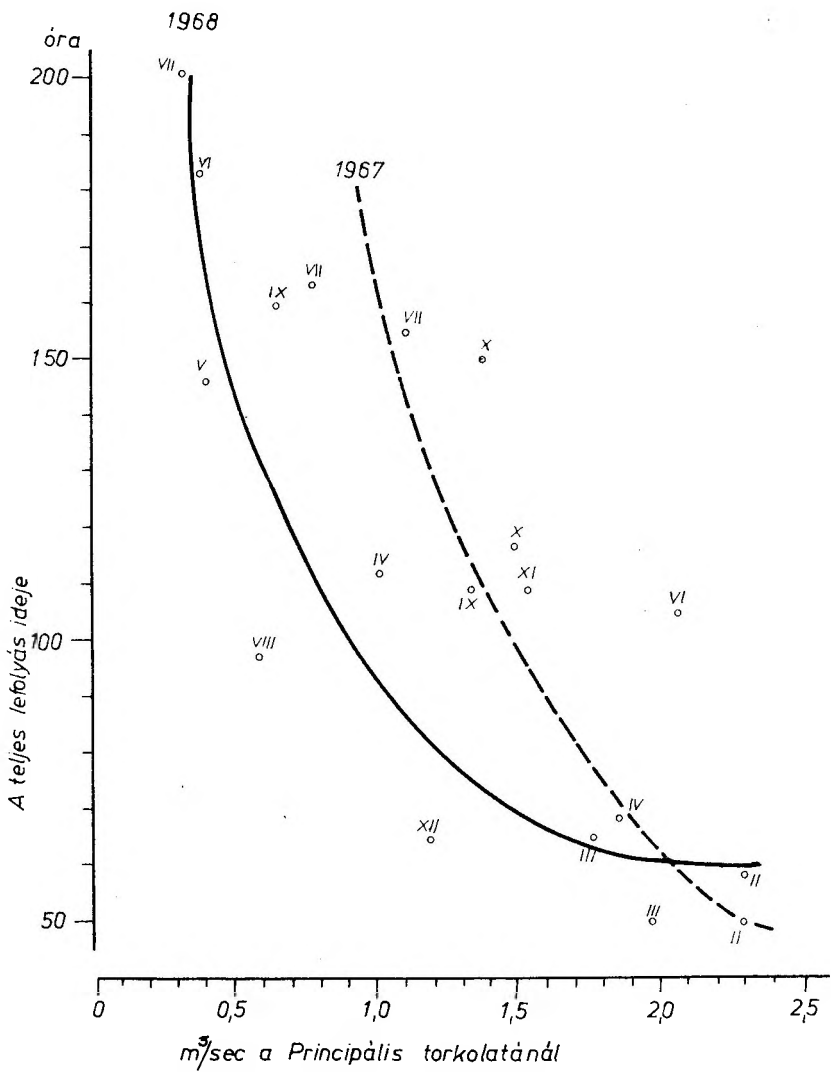
A legmélyebb felszíneken ásott kutak minimális ingadozása igazolja ezt (36. ábra).

**A Principális-csatorna teljes kiürülési ideje KQ-ok mérése alkalmával.** (A számításokhoz nem csupán a sodorvonalban mért sebességet használtuk fel, hanem a teljes keresztmetszeten átfolyt víz sebességet átlagoltuk. Méréseket a Principális-csatorna teljes hosszúságában, 12 szelvényben végeztük). A méréskor regisztrált sebesség adatokat felhasználtuk a KQ-k teljes lefutásidejének a kiszámításához.

A kapott időeredmények és ugyanazon havi torkolati vízmennyiség között az értékek bizonyos szóródása ellenére grafikus összefüggés állapítható meg (26. ábra).

Az 1968-as szárazabb esztendőben kevesebb utánpótlást kapott a talajvíz, így a belőle táplálkozó vízfolyások vízhozama az előző évhez viszonyítva megcsappant, a vízmennyiség ingadozása megnövekedett.

Mind a két grafikon igazolja, hogy a vízhozam növekedésével felgyorsul a lefolyás és tekintélyes mértékben csökken a vízgyűjtők kiürülésének az ideje (8-2 nap).



26. ábra. A Principális kisvízi lefolyásidejének összefüggése a lefolyt vízmennyiséggel



Az 1967-es év átlagos lefolyási sebessége 0,35-1,15 km/óra, 1968-ban 0,28-0,97 km/óra.

Ugyancsak lényeges, hogy a vízsebesség növekedése nem egyenesen arányos a vízhozammal. Különösen a nagyobb vízmennyiségeknél tapasztalható ez. Az 1968-as évben 1,4 m<sup>3</sup>/sec, 1967-ben 2,0 m<sup>3</sup>/sec körül kezdődik lényeges sebesség csökkenés.

A KQ-k teljes lefutása nagyon lassú. A nyár végi időszakban a pacsai medencében még vízlevegés is előfordul. A rendkívül kis esés (0,4 ezrelék), a meder és a növényzet okozta surlódás, a palini halastó zsilipje, Nagykanizsánál a tekintélyes szennyvízi terhelés nagyon lefékezi a legkisebb vizek futását.

Árvizkor ezen gátló tényezők jórésze nem érvényesül. A 4-5 m<sup>3</sup>/sec-os vízhozamú árhullám - a lassú sebességnövekedés ellenére - gyorsan lefut.

A mérési eredményekhez írt hónap-jelölések alapján leolvashatjuk a kisvizek évszakos járását is. Legalacsonyabb vízállásokat a nyári hónapokban észleltük, míg a maximum a hidrológiai tavasz idejére esik.

#### **4. A Principális-csatorna jelentősége**

A Principális-csatorna völgye a történelmi időkig lefolyástalan medencék füzérévé vált. Ekkor a vízgyűjtő vizei zömmel a felszín alatt távoztak a Mura felé. A felhalmozódott talajvíz időszakos, de helyenként állandó belvizet képezett, egyes területeket elmosarasított.

Az árvizek víztömege az ártéren kalandozott lefolyást keresve, de a kisesésű térszínen határozott meder nem alakulhat ki.

Mocsárvilág a közlekedés komoly akadályát képezte, viszont ennek következtében megnőtt a katonai jelentősége. Teraszszigetei kitűnő védelmet biztosítottak évezredekig keresztül. Különösen Nagykanizsa környékén találunk terjedelmes képződményeket, közöttük a legnagyobban épült Kanizsa mocsárvára.

Később a katonai szempontok elvesztették a jelentőségüket, a szaporodó népesség pedig újabb területeket vont művelés alá. Az 1700-as évek első próbálkozásai után 1906-ban Rádó és Palin községek között megalakult a Kógyárberki Lacsapoló Társulat, amely egységes csatornában gyűjtötte össze a Nagykanizsától É-ra lévő területek vizét, s zúdította a városra és D-i környezetére.

A vízrendezést így már nem lehetett halasztani Nagykanizsán sem, és létrehozták a Principálisvölgyi Lacsapoló Társulatot, amely az első világháború

alatt egységes rendezést végzett. Az általuk készített elsődleges rendezések nem voltak elégségesek, sőt az államosítás után azokat is elhanyagolták, s emiatt erősen feliszapolódtak a csatornák.

Az igények növekedésével, az erősödő iparosítással halaszthatatlanná váló munkákat korszerű és egységes tervek alapján 1968-ban megkezdték. Gépek alkalmazása, a rézsúcsuszamlás korszerű megakadályozása, a mellékpatakok vizének rendezése, rendszeres fenntartási munkálatok, a nagyon kiesésű völgyet egyre szélesebb körben hasznosíthatóvá teszi.

Nagymennyiségű talaj mosódik le a domboldalokról, különösen a nyári időszakban. Ez a hordalék hamarosan **föliszapolja** a vízfolyásokat, így azok tisztítása folyamatos munka, átlagosan 5 évenként ismételni kellene.

A mederrendezés mai állapota nem zárja ki és a jövőben sem fogja kizárni a kiöntés lehetőségét. Ezentúl a vízfolyások völgytalpa tekintélyes területeken nedves és pangóvízes ma is. Az ilyen területeken csupán értéktelen savanyú fű nő, tekintélyes nagyságú szarvasmarha állomány kárára. Helyenként a szántóföldek termőerejét is erősen befolyásolja. Rendbehozásuk bőségesen megtérülne a magasabb termés nyomán.

Amennyiben az elöntés a lakott helytől távoleső kaszálókat veszélyeztet csupán, addig halogatható a beavatkozás. Nagykanizsa város kiskanizsai része azonban komoly veszélyben van. A városrész települése is sajátos. A pleisztocén idején itt kőszáló folyóvíz (legalább Zala nagyságú) homokos felszínére települt, mégpedig úgy, hogy a hajdani medrekben a kertek, a medrek közötti elválasztó hátakon az utcák és a házak települtek. Így a kertek mindig vízenyősek voltak, rendszeres hasznosításuk csak a vízlevezető árkok kiásásával vált lehetővé. A talajvíz így magasan van, építkezések alkalmával számolni kell vele.

Fő gond a Principális-csatorna melletti területek árvízi védelme. A 10 évenkénti lehetséges árvizek veszélyeztetik a Pivári utca K-i kertjeit, a 33 évenként előfordulók már a hozzájuk tartozó házsorot is. Bár eléggé kimélyítették a Principális medrét, de a vízfolyás esése annyira kicsi (éppen Nagykanizsánál), hogy az árvizek visszaduzzadnak és óhatatlanul kiönthetnek nagyobb vízhozam esetén. Árvízi tároló (Palini halastó) jelentéktelen befogadó (150000 m<sup>3</sup>) a maximálisan megjelenő 5-7 millió m<sup>3</sup> víztömeggel szemben. Ezért gondolt a város önkormányzata 1995-ben egy gátépítésre, amely a Vár úttól (7-es út) D-re a csatorna jobb partján húzódná és védené a Pivári utca K-i házsorait. Erre a 90-es évek elején előforduló árvíz is felhívta a figyelmet.

Azt természetesen meg kell jegyezni, hogy a könnyű homokos talaj alatti átszivárgást egy tartós árhullám esetén nem tudják megakadályozni, csak a közvetlen elöntést.

A viszonylag magas csapadék ellenére a tenyészidőben vízhiány lép fel, ezért az öntözés kiszélesítése fontos volna. Principális és a mellékpatakok nyári vize jelentéktelen, öntözés csupán az erre alkalmas mellékvölgyek begátolásával építendő víztárolókból lehetséges.

Jelenleg építenek egyet a Bakónaki-patak völgyében, a Budapestet Nagykanizsával összekötő vasútvonal mellett. A víztároló csónakázó és halastó szerepét is betölti Nagykanizsa üdülőkörzetében.

A Principális vizét **iparivízként** jelenleg nem hasznosítják.

A csatorna és a mellékpatakok **szennyezettsége** jelentéktelen, kivéve a várostól D-re lévő szakaszt, ahol a városi szennyvíz szinte tisztítás nélkül ömlik bele és tökéletes szennycsatornává alakítja. Egyre komolyabban szennyezi a Mura vizét. (A szennyvíztisztító megépítése nyomán lényegesen javult az alsó folyószakasz szennyezettsége!).

Négy **halastó** működik a vízgyűjtő területén (**4. ábra és 20. táblázat**).

**20. táblázat.** Fontosabb halastavak a Principális vízgyűjtőjében

Helye	Területe (hektár)	
Móriczhely	240	Bakónaki-patak és a Szap- lányos folyás
Pogányszentpéter	80	Pogányszentpéteri-patak
Palin	23	Principális-csatorna
Gyóta	13	Berki-patak

A halastavak gyorsan feliszapolódnak, a környezetüket vizenyőssé tették, a gazdaságosságuk pedig vitatott.

Gazdaságosabb megoldást keresve víziszárnyas tenyésztéssel kombinálják a halgazdálkodást a Palini halastónál. Felmerült nemrég a talajvízből táplálkozó halastó terve is, a várostól É-ra, a Szombathely felé vezető vasútvonaltól Ny-ra.

## B. Felszín alatti vizek

### 1. A K-zalai dombság talajvízének sajátosságai

A felszín alatti vizek természeti és gazdasági jelentősége felmérhetetlenül nagy. Szerepet játszanak a víz természetes körforgásában, táplálják a felszíni vizeket, életheletőséget biztosítanak az emberi, állati és növényi élet számára, egyre nélkülözhetetlenebb az iparban és a mezőgazdasági termelésben.

A termál- és a rétegvizekkel a vízháztartásban játszott csekély szerepük miatt ehelyütt nem szándékozunk foglalkozni, a vizsgálat fő témája a felszínnel szoros kapcsolatot fenntartó talajvíz.

**Ubell K.** megfogalmazása szerint „talajvíznek nevezzük azt a földfelszín közelében elhelyezkedő földalatti vizet, ami a laza üledékes kőzetek szemcséi közötti hézagokat összefüggően kitölti, a nehézségi erő és a hidrosztatikus nyomás hatása alatt áll, és készletében a felszíni befolyásoló tényezők hatására gyakoribb közvetlenül értékelhető változások állnak elő”.

A vizeket nagyjából 25-30 méter mélységig soroljuk ebbe a kategóriába. Vízáró kőzetrétegek fölött halmozódik fel és bizonyos mértékig követi a felszín domborulatait.

Legnagyobb jelentősége - egyben a klasszikus vizsgálati területe - az alföldeken van. Számos tudományos dolgozat elemzi a síkvidék vízjárási problémáit, keresi az összefüggést a vele kapcsolatos tényezőkkel. A kutatók közül kiemelkedik **Ubell K., Bogárdi J., Juhász J., Rétháti L., Németh E.** és **Rónai A.** munkássága, akik **absztrakciós** módszerekkel tanulmányozzák a talajvízháztartás kérdéseit, keresik a kapcsolatot a hőmérséklet, a csapadék, a talajviszonyok, a talajvízáramlás, az emberi beavatkozás és a talajvíz járása között.

A dombsági terület talajvízviszonyaira csupán célzásokat tesznek, de érdemben egyik munka sem használható. Pedig talajvíz van itt is, és a vízháztartáson kívül egyre nagyobb szerepet játszik a népgazdaság életében. Műszaki szempontból az esetek többségében tökéletesen mindegy, hogy számukra problémát okozó víz származását tekintve talaj vagy rétegvíz.

Jelentékeny különbség van az Alföld és dombvidék - pontosabban a Principális vízvidék - talajvíze között.

Mások a természeti viszonyok. Több a csapadék, valamivel kisebb a hőmérséklet ingadozás. Teljesen más a domborzat, s emiatt jelentékeny a

talajvízáramlás. Vizek a völgytalpak, végsősoron a Principális alluviuma felé áramlanak. A „Felszíni vizek” c. részben kimutattuk, hogy az 1967-es bősapadékú évben a Principális KQ-nek 44 %-a, az 1968-as szárazabb évben pedig 66 %-a származik közvetlenül az alluvium vízből. Ugyancsak a lejtőkkel függ össze az a jelentékeny felszíni lefolyás, amely különösen nyáron a talajvíz szempontjából negatív jelentőségű. (A felszíni vizek vizsgálatakor részletes adatokkal alátámasztottuk ezt a tényt!).

Különböznek talaj- és rétegszerkezet vonatkozásában. Az élővízfolyás legfeljebb az alluvium vízháztartásában okoz változásokat.

Míg az Alföldön egyes kisebb tájegységek nagyjából azonos vízháztartással rendelkeznek, addig a dombsági részen a dombtető és a domboldal teljesen másképp viselkedik mint a völgytalp.

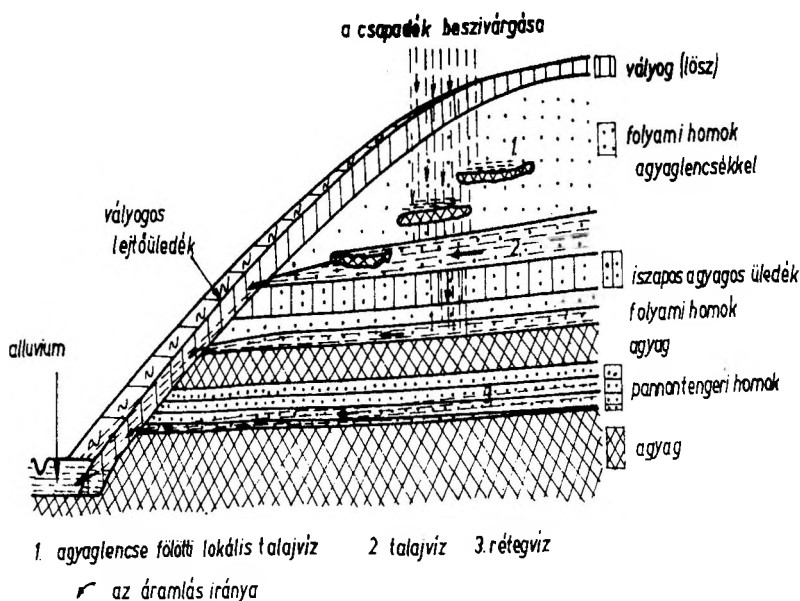
Különbséget fokozza a dombság dúsabb növényzete, és az emberi beavatkozás eltérő formája. A kisebb párolgás és a gyorsabb vízáramlás miatt a sókoncentrációja is csekélyebb, így öntözési és ipari célokra, sőt ivásra is szélesebb körben használható.

Ugyancsak **Ubell K.** fent idézett dolgozatában megjegyzi, hogy dombsági területen nincs eléggé tisztázva a talaj és rétegvíz közötti kapcsolat. Ez való igaz. Hogy kapcsolat van közöttük, az a dombság szerkezeti felépítéséből adódik.

Az átfolyó vizek építette D-felé lejtő hordalékkúpot a pleisztocén folyamán völgyek szabdalják föl. Közben a felszínre lösztakaró települt, amely a D-i területen elvályogosodott és jelentékeny mértékben lepusztult. A domboldalakat vastag lejtőüledékekkel fedte be (**27. ábra**).

A dombság kőzetei a beszivárgó vizet aszerint engedik át, hogy a szemcsék közötti szabad hézagterefogat mekkora, s a gravitációs és a hidrosztatikai nyomás mennyire képes legyőzni a kapilláris vonzerőt.

A lefelé szivárgó csapadékvíz hatására a kőzetszemcsék megdagadnak, és ezzel erősen lelassítják a víz továbbhaladását. Gyakran két-három talajvízréteget is harántol a kútúró, míg végül megfelelő vízáadó rétegre talál. Ez úgy lehetséges, ha a részben vízzáró réteg átengedi a leszivárgó víz egy részét, amiből kialakulhat a következő talajvízszint. Esetleg a jól záró agyagréteg csupán lencseszerűen települt, fölötte vékony talajvízréteg képződhet, de a szivárgó víz zöme a peremlein mélyebb szintekben távozik (**27. ábra**).



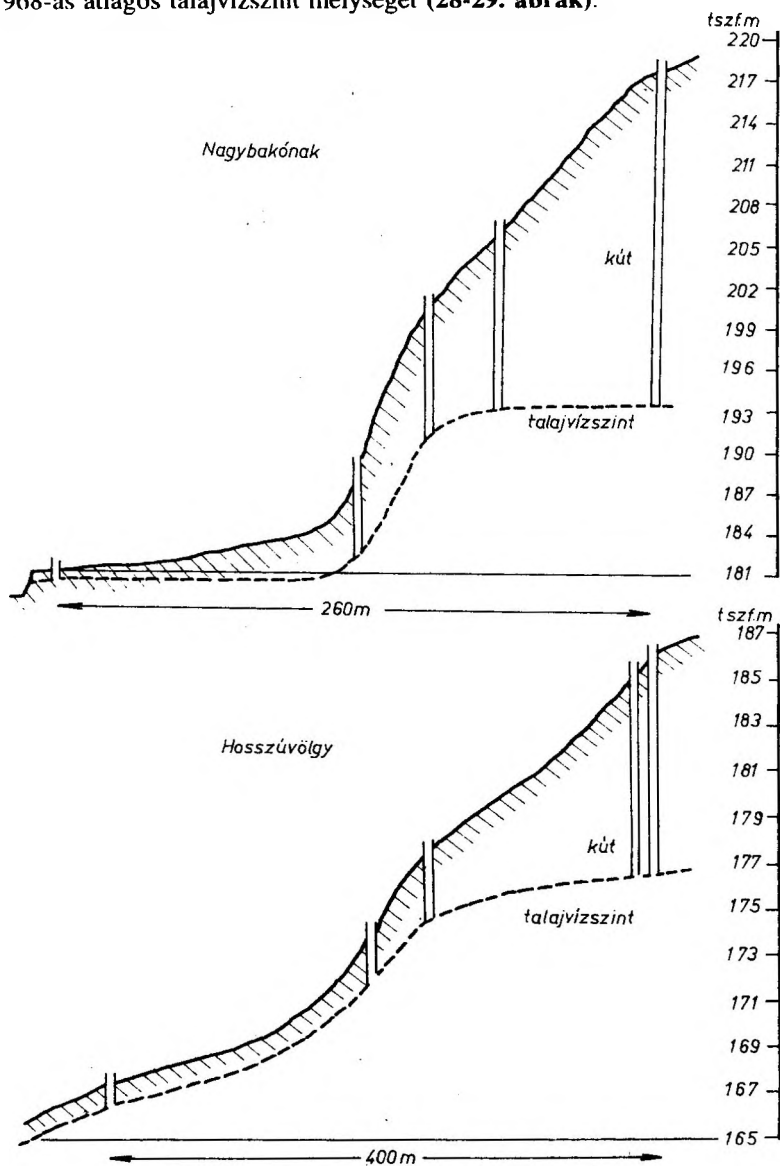
27. ábra. A domboldal sematikus szelvényében elhelyezkedő talaj- és rétegvíz

Ha a rétegvizet tartalmazó összletet vágott át a völgy, pl. pannoniai rétegek ékelődnek ki, annak a vize összekeveredik a talajvízzel és együtt észlelhető a kétfajta víz. A dombsági vizek tartalmazhatnak rétegvizet is, ezért nem lehet kizárólagosan talajvíznek nevezni őket.

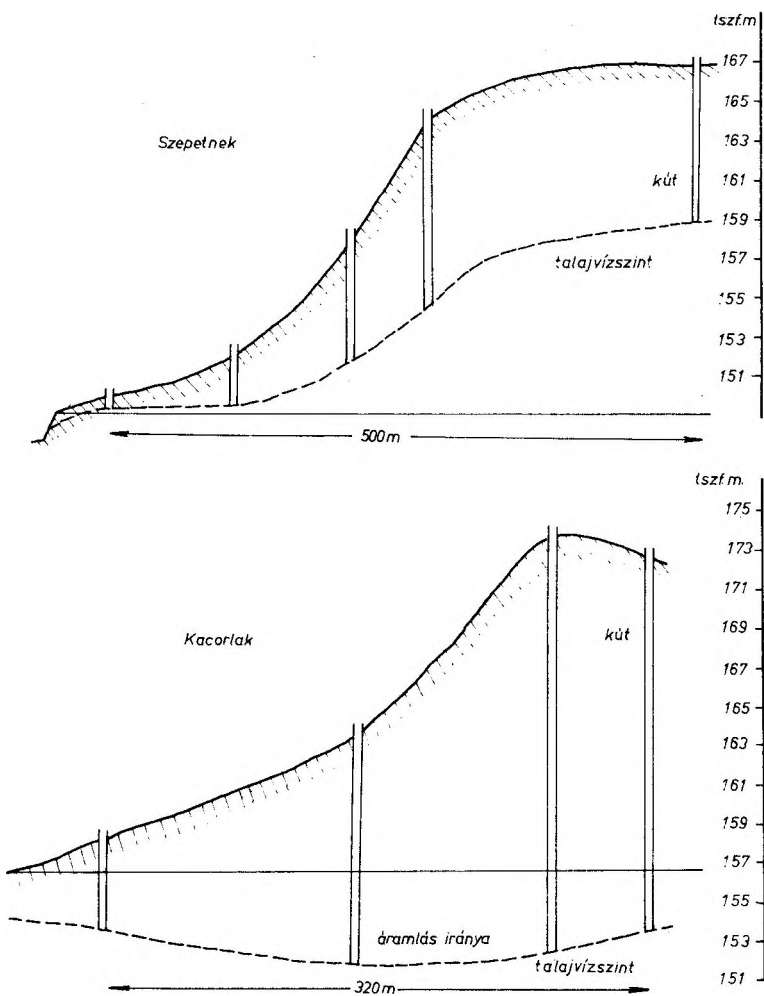
A kőzetrétegek kiékelődése ellenére sem valószínű, hogy az alluvium felé áramló talajvíz forrás formájában a felszínre tör. Általános vonás az, hogy a domboldalakat borító többé-kevésbé vastag lejtőüledéken keresztül leszivárog az alluviumba. Amennyiben jól bevágódott (illetve kiásott) medrű vízfolyás folyik az alluvium tengelyében, ezt a vizet elvezeti a völgyből, de ha ilyen nincs, akkor a vizek lassú távozása miatt vizenyőssé válik a völgytalp, enyhe pangás áll elő.

Érdeemes megvizsgálni, hogy a **talajvíz mennyiben követi a domborzati formákat**. Erről meggyőződhetünk a domboldalra települt községek általunk tanulmányozott kútjainak vizsgálatakor. (A továbbiakban tanulmányi kutak néven foglalkozunk velük).

Ábrázoltuk a lejtőre települt kutak tengerszint feletti magasságát és az 1968-as átlagos talajvízszint mélységét (28-29. ábrák).



28. ábra. Domborzat és a talajvízszint kapcsolata



29. ábra. Domborzat és talajvízszint kapcsolata



A pannoniai kemény homokba (fedője vályog) telepített nagybakónaki kutak vize, hasonlóan a hosszúvölgyi pleisztocén homokba (fedője is homok) mélyített kutak talajvízszintjéhez, a lejtő alsó felében viszonylag közel van a felszínhez, a lejtők magasabb térszínein azonban erős hajlással eltávolodik attól (**28. ábra**).

Az iszaposabb szelvényű szepetneki kútaknál a talajvízgörbe nagyjából egyenletesen hajlik el az emelkedő felszíntől (**29. ábra**).

A fentiekből következik, hogy a talajvíz felszínalatti mélysége szoros kapcsolatban van a domborzattal, valamint a lejtőket felépítő kőzetek szabad hézagterefogatával.

Érdekes képet mutat a kacorlaci kutak szokatlanul mélyen fekvő talajvízszintje. A község egy É-D-i gerincre települt. Mi főképp a helyiség NY-ra néző lejtőinek kútjait mértük és azt tapasztaltuk, hogy a talajvíz szintje a gerinc alatt nagyon mélyen van. Tehát az eddigi megfigyeléseinktől eltérően a talajvíz nem követi a felszíni alakzatokat. Ebből azt a következtetést vontuk le, hogy a K-i irányú lejtésnek megfelelően a vizek átszivárognak a gerinc alatt a Principális alluviumába (**29. ábra**). Később a talajvízjárással kapcsolatos vizsgálataink igazolták a feltevésünket.

## **2. A talajvízháztartást befolyásoló tényezők**

A talajvízháztartás készletét növelő és csökkentő tényezőkből áll:

Földalatti készlet növekedésének tényezői:

- 1.) Csapadékvíz beszivárgása
- 2.) Földalatti hozzáfolyás
- 3.) Élővíz átszivárgása
- 4.) Talajvízgőz lecsapódása

Földalatti vízkészletet csökkentik:

- 1.) Talajpárolgás és a növények fogyasztása
- 2.) Földalatti elfolyás
- 3.) Talajvíz elfolyás felszíni vízfolyásokba
- 4.) Forráson keresztül való távozás
- 5.) Kémiai kötések

Az **Ubell K.** nyomán felsorolt tényezők összehatásaként alakult ki a kutak vízjárása. Az egyes tényezők különbözőképpen alakítják a talajvízjátékot, közöttük helyenként nehéz fontossági sorrendet felállítani. Gondot okoz az egyes tényezők hatásának a felmérése. Gyakran becslésekre vagyunk kárhoztatva. Együttes vizsgálatuk lehetetlenség, ezért csak a fontosabb tényezők talajvízzel való kapcsolatát vizsgáljuk.

a. Legfontosabb talajvízgyarapító elem a **csapadék**. Éves átlagai az országosnál nagyobbak:

Murakeresztúr .....807 mm

Nagykanizsa .....777 mm

Gelse .....707 mm

Felsőrajk .....724 mm

Sajátosság, hogy a nyári maximumnál alig alacsonyabbak az őszi értékek, s ez a mediterrán beütés hatást gyakorol a talajvíz járására.

Meg kell azonban jegyezni, hogy ez a csapadéktöbblet a dombsági domborzat jelentékeny felszíni lefolyása következményeként nem hasznosul eléggé a talajvíz számára. Különösen a nyári félév záporvizei futnak le gyorsan. Ilyenformán az alföldi beszivárgási viszonyokhoz képest hátrányos helyzetben van a dombsági terület.

Talajvízállás és a csapadék között nem sikerült közvetlen kapcsolatot felfedezni, egyéb befolyásoló tényezők eltorzítják azt. Jelentős szerepe van a **földalatti talajvízáramlásnak** is. Ez a komponens az Alföldön - a közel vízszintes terepviszonyok miatt - csekély jelentőségű, egészen elhanyagolható. Egyes VITUKI-mérések szerint 3 mm/nap (**Ubell K.** 1954).

A dombság matusus felszínén vízszintes tábla alig található. Mindenütt lejt, zömmel D-i irányba.

A dombtetők alatt a talajvíz jelentékeny mélységben van. (Hagyományos kutakkal körülményes lenne a kitermelés, ezért a falvak az alluvium közelébe, a Principális teraszaira és főképp a lankás völgyoldalakra települtek). Magasabb dombhátak talajvízéről kutak hiányában nincs észlelési anyagunk.

Ezeken a táblákon képződött talajvíz, a rétegek lejtőszögének és szabad hézagterefogatának megfelelő gyorsasággal szivárog az alluvium felé, közben csapolja a magasabb területek vizét, átmenetileg növeli az alacsonyabb részekét, és rendszeresen emeli a völgytalpakét (itt az emberi szabályozó

tevékenység közbeavatkozik), valamint táplálja a forrásokat. Az áramlás sebességére vonatkozó mérési anyaggal nem rendelkezünk. Egészeiben véve ennek a folyamatnak talajvízcsökkentő szerepe van, de az alluvium közelében a legfontosabb utánpótlási forrás.

Egyedül említésre méltó talajvíz utánpótlással kapcsolatos észlelést 1971. április 18-19-én egy tűzoltási gyakorlattal végeztük Sormás községben. A lankás domboldal vályogos-homokos anyagába mélyített alig használt kút vízutánpótlása átlag 28,17 l/óra volt a szivattyúzást követő 12 óra alatt. Ezen idő alatt csupán a kiszivattyúzott vízmennyiség fele pótlódott.

A vizsgált kút egy alacsony és keskeny dombhát lejtőségén helyezkedik el, s emiatt nem jelentős a vízutánpótlást biztosító magasabb felszínek területe.

**A talaj vízgőztartalmának** lecsapódása az őszi-téli időszakban ugyancsak a talajvíz növekedésének az irányába hat. Nagyságrendje jelentéktelen, mennyiségére nézve nincs konkrét adatunk.

**Az élővízfolyás hatása** a patak közvetlen környezetére korlátozódik (ha ugyan nem önt ki és a gátszerűen felhalmozott kotrási anyag miatt nehezen jut vissza). Az árvíz 1-3 nap alatt lefut, ez idő alatt csak közvetlenül közelben képes megemelni a talajvizet. Egyéb esetekben a meder megcsapolja azt.

Ahol **halastavakat** létesítettek, ott az állandóan magas vízállás miatt a gát fölötti alluvium hosszan elvizenyősödik, a talajvíz a felszín közelébe kerül, sőt időnként a felszínre is emelkedik. Amennyiben túlságosan kis esésű völgyszakasz alatt gátolták el a vizet, 1-2 km hosszan tönkremehet az alluvium kaszálója, ami jóval nagyobb kár a halastóból eredő haszonnál. Több példát látunk erre a zalai, somogyi és tolnai dombság területén (**Ádám L., Marosi S., Szilárd J.** 1959).

**b. A talajvízszint csökkenését előidéző tényezők** közül érintettük már a talajvíz mélybeli áramlását.

A vízmennyiség egy része megfelelő rétegszerkezeti adottságok esetén **források** alakjában távozik (**21. táblázat**). A Principális-vízgyűjtő D-i része forrásokban gazdagabb, az É-i területeken kevés található. Pl. a korpavári vízgyűjtőben egyetlen forrás sem keletkezett, a jóval nagyobb diósi-vízgyűjtőben csupán egy, de állandó vizet az sem biztosít. Legtöbb forrás a D-felé lejtő pannon táblát merőlegesen el metsző Visszafolyó- és a Pogányszentpéteri-völgyek peremén fakad.

21. táblázat. Források vízhozama 1961 augusztus 24-28-ig

A forrás helye	Vízhozam, l/perc
Pogányszentpéter	1,7
Murakeresztúr (Zrínyi-forrás)	3,8
Börzönce	6,0
Nagykanizsa	
I.	0,6
II.	0,6
III.	12,0
Bakónak	1,0
Misefa	1,1
Feketesár	7,0
Belezna	5,0
Madárarok	2,0

10 éve vizsgált források közül már néhány eltömődött, eltűnt, vize a völgyek oldalát borító lejtőtörmelékes anyagból közvetlenül az alluvium viszonylag jó vízvezető talajába szivárog.

Ahol forrás nem fakad, ott az előbbi folyamat megy végbe rendszeresen, és a vizek zöme így távozik a völgytalp felé. (Egyes völgytalpak közelében viszonylag könnyen lehet mesterségesen forrást fakasztani).

A K-zalai-dombság felszínfejlődéséből következik, hogy a Principális és mellékvizeinek kis esésű az alluviuma. A vízfolyások alig vésnek medret maguknak, sőt a mesterséges medreket is néhány év alatt betemetik. Ezért azokat állandóan tisztítani kell. A medermélyítés során harántolják az alluvium magas talajvízének felső részét és azt **lecsapolják**. Ezáltal megnövekszik a patak vízhozama és süllyed a völgytalp talajvíze.

Legjelentősebb veszteséget a talaj ill. a talajra települt növényzet **párologtatása** okozza. A magas talajvízű alluviumok vesztesége különösen jelentékeny. A vegetációs időszak magasabb hőmérséklete kiszárítja a talaj felső szintjét, s emiatt a molekuláris vonzóerő legyőzve a gravitáció ellenállását felfelé mozgatja a vizet. Mivel az összes talajvíz az alluvium felé áramlik, így a veszteség az alluviumon a legnagyobb. A felszíni vízeknél tanulmányozott **2. ábra** szerint egészen magas a homokos alluvium talajnedvessége még július hónapban is!

A csapadék jelentékeny részét elpárologtatják az erdők fái a lombkoronájukról, még mielőtt a talajra hullanának. A füves területeken kisebb ez a hatás. A kultúrnövények jellegüknek megfelelően reagálnak - általában gyengébben kötik meg a csapadékot az erdőknél. A lombkorona átázása után még az avar is vissztart a nedvességből, majd a növények gyökerei által felszívott vizet a lombkoronán keresztül elpárologtatják. Télen ez a szerep módosul a vegetáció szünetelése és a dombsági jelleg miatt. Az erdő tehát - a lefolyás gátolása ellenére is - erősen csökkenti a talajvizet.

## A Principális-vízgyűjtő vízmérlege

Minden klímájára jellemző adat a vízzel való ellátottságának a mértéke. Szerepe nagyon lényeges, mert meghatározza valamely terület élővilágát, a felszín egyes változásait, stb.

Nagyságrendjét a vízháztartási viszonyok vizsgálatával mérjük. A vízháztartásnak - mérlegszerűen - két oldala van, egy bevételi és egy kiadási rész.

A bevételi oldalt a területre hulló csapadék alkotja, illetve esetenként a felszínre juttatott öntözővíz.

A kiadási oldal a területről lefolyt és elpárologtatott vízmennyiség.

Ezen az alapon a vízmérleg a következőképpen írjuk fel:

$$Cs - L - P = V$$

Az egyes betűk jelentése a következő:

Cs = csapadék, L = lefolyás, P = párologtatás, V = vízegyenleg.

Egyetlen éven belül a lehullott csapadéktól függően lehet a vízmérleg pozitív, illetve negatív.

Amennyiben a terület sokévi átlagánál több eső esett, a vízmérleg pozitív.

A pozitívum több jelből lemérhető: számottevően megemelkedik a talajvíz szintje, helyenként a felszín fölé kerül és belvizet képez. Megnövekszik a talajnedvesség, vastag hótakaró képződik, stb.

Ha a vízmérleg negatív, az előbbi jelenségek fordítva játszódnak le: a talajvízszint lesüllyed, a talaj kiszárad.

Mivelhogy néhány évtized alatt egy bizonyos terület éghajlata, s azzal összefüggésben annak vízmérlege is állandó, így sem fogyás, sem növekedés, sok év átlagában nincs.

A Principális-csatorna vízgyűjtőjének fajlagos lefolyási értéke (**Lászlóffy W.** és **Szesztay K.** ábrája alapján)  $5,5/\text{sec}/\text{km}^2$ . Ennek az adatnak a segítségével és a terület csapadékviszonyainak ismeretében kiszámítottuk a vízgyűjtőből átlagosan lefolyt vízmennyiséget (**22. táblázat**).

Az év 4 hónapjában (májustól-augusztusig) a párolgás havi átlagai felülmúlják a lehullott csapadékot. A patakok vízhozama csökken, némelyik teljesen kiszárad. A mélyebbre vágódott, illetve kimélyített medrű vízfolyások ennek ellenére kapnak utánpótlást az egyre süllyedő, de a magasabb területek felől részben pótlódó talajvízből, amely vízmennyiség a téli-tavaszi időszakban halmozódott fel. Az év többi 8 hónapját (szeptembertől-áprilisig) a csapadék fölénye jellemzi a párolgással szemben.

A táblázatból nyert, elméletileg lefolyt vízmennyiség az évi csapadék **20,1 %-a**.

Ellenőrzés végett a nagykanizsai vízmérce adataira támaszkodva kiszámítottuk a 10 esztendő alatt lefolyt víztömeget, valamint összegeztük az ugyanezen időszak alatt a vízgyűjtő É-i és középső területeire hullott csapadékot, általában 5-6 csapadékmérő állomás adatát átlagoltuk. A kapott eredmények megerősítik a szakirodalomból vett adatokat annak ellenére, hogy csupán 10 év értékei állnak rendelkezésre (**23. táblázat**).

**23. táblázat.** A Principális-vízgyűjtő É-i részének lefolyása a nagykanizsai vízmérce adatai alapján.

1960-69			
	csapadékösszege	lefolyása	párolgása
m <sup>3</sup>	2 328 838 000	442 603 039	1 886 234 961
%	100,0	19,0	81,0

22. táblázat. A Principális-csatorna vízgyűjtőjéről lefolyt elméleti vízmennyiség kiszámítása (Lászlóffy-Szesztai nyomán)

	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	Évi
Csapadék átlagok, mm	65	54	41	40	44	60	79	76	78	73	68	72	751
Területi párolgás havi átlagai, mm	13	7	9	12	27	51	96	106	105	84	59	31	600
A lefolyt vízmennyiség, mm	52	47	32	28	17	9	-17	-30	-27	-11	10	41	151

A **19 %-os átlag** csupán a Nagykanizsától É-ra lévő vízgyűjtőrész lefolyási szakaszait tükrözi. A D-i terület lefolyási értékei meghaladják a 19 %-ot. Igazolásként hivatkozunk **Lászlóffy-Szesztay** eredményeire, amelyek nagyobb lefolyást jelölnek a vízgyűjtőnk D-i részén.

A lefolyt vízmennyiség %-os aránya növekedne, ha mérhetnénk valami módon a széles alluvium laza anyagában, a csatornával párhuzamosan szivárgó talajvizet, amelynek egy része csupán a Muránál kerül a felszínre (**Lovász Gy.:** Dráva-Mura vízháztartási viszonyai).

Mennyire jelentékeny víztömeg mozog az alluviumban, igazolják azt a saját KQ-et regisztráló méréseink, melyek szerint az 1968-as száraz évben a KQ-nek csupán 34 %-át szállítják a mellékpatakok, többi a Principális alluviumából származik. Egyenlőre mérési lehetőség híján csak a felszíni vízfolyásokon keresztül távozó vízzel kell számolnunk.

### **3. A talajvízkutak típusai**

Az általunk tanulmányozott kutak, sajátos morfológiai helyzet, geológiai felépítés és egyéb befolyásoló tényezők vonatkozásában különböznek egymástól. Ugyanakkor rokon típusokat felfedezhetünk közöttük a hasonló körülmények alapján.

#### **a. Alluvium kútjai**

A vízfolyások alluviumára települt kutak tartoznak ebbe a típusba. Ilyen kutakat találunk a „szőlőhegyek” völgyeiben, ilyenek a völgytalpak gémeskútjai (**36. ábra**).

Függetlenül az iszapos felépítő kőzetek szabad hézagterefogatától, a kiegyenlített vízjárás és a felszínközeli vízszint jellemzi őket.

Az 1967-68-as csökkenő csapadék okozta kiürülésnek semmi nyoma nem észlelhető, sőt helyenként magasabb is a vízszint az egy évnél korábbinál.

#### **b. Teraszok kútjai**

Több falu települt a Principális völgy enyhe lejtésű teraszaira.

Az alacsony teraszok, illetve teraszszigetek alluvium fölötti magassága 2-3 ill. 6-7 méter (**Lovász Gy. 1954**).

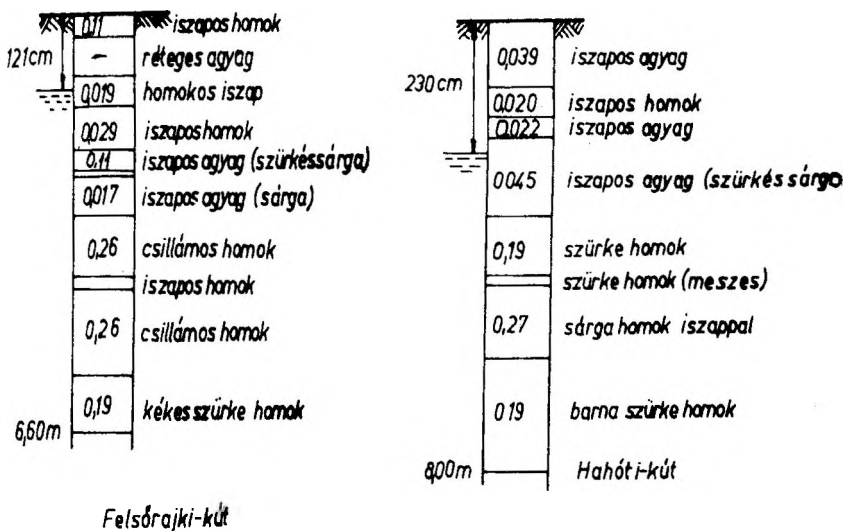


Az összefüggéstelen teraszszintekre települt falvak kútjai sekélyek, vízszint ingadozásuk nem sokkal nagyobb az alluviumokénál (Sáska-kertészet, magyarszerdahelyi kocsmá, bajcsai erdészház, felsőrajki VITUKI-kút (1261), stb). Vízszintcsökkenés az alluviumokhoz hasonlóan nem érezteti a hatását 1968 végén (37. ábra).

Az alacsony teraszok geológiai szelvényét a 30. ábra felsőrajki kútja példázza. Az egyes rétegek, a terasz anyagának megfelelő iszapos-homokos-anyagos alkotórészeket tartalmazzák, amelyek nagyjából közepes vízáteresztő képességűek. Megerősíti ezt Lovász Gy. (1956.) által végzett fúrás szintén.

A magasabb teraszszintek alluvium fölötti magassága 12-16 méter. Helyenként kiszélesedik 200-300 méterre is, ilyenkor települések foglalják el területének jó részét, másutt eltűnik nyomtalanul. Erre a magasabb szintre települt a nagykanizsai vasútállomás, illetve Új-Palin, Gelse, Kilimán községek.

A geológiai szelvényüket több fúrásban feltárták, mi a hahóti VITUKI-kút adatait vizsgáltuk (30. ábra). Tipikus teraszra jellemző iszapos-homokos frakció uralkodik, 3-3,5 métertől lefelé durvább (0,11-0,27) szemcséjű rétegek megjelenése a jellemző.



30. ábra. A VITUKI-kutak geológiai szelvénye és az átlagos szemcsenagyság (VITUKI adatai)

A felső teraszszint átlagos talajvízszintje változó mélységben van, 3-4 métertől 8-9 méterig. A változatosság oka sokrétű, elsősorban morfológiai jellegű.

Alacsony a terasz talajvíze, ha a kút a terasz külső peremére települt, ha völgy vágódott bele, ha a vízrendezés elterelte a lefolyó vizeket, ha erősen beépítették a környezetét, stb.

A vízszint ingadozása 2-3-szorta nagyobb az alsó teraszszinteknél és jelentékeny szintcsökkenés mutatható ki 1968 végén. Nagysága átlagosan 2 méter körül alakul.

### **c. Domboldalak kútjai**

A széles Principális völgytől K-re, Ny-ra és D-re eső területek lakossága széles völgymedencéket keresett települések alapítása végett. Ilyen völgymedence több egymásbatorkolló völgy medencévé szélesedő találkozásánál alakult ki (Nagybakónak, Surd, Pogányszentpéter, Börzönce, Homokkomárom, stb.). Ezek közül csupán Homokkomárom terjedelmes cirkusszá szélesedő és csatornázott medencealjzata alkalmas építkezésre, másutt felhúzódnak a völgyek kevéssé meredek oldalaira. Felső határt a meredekségen kívül a talajvíz elérhetősége szabta meg.

A vizsgált kutak legnagyobb átlagos vízmélysége 26 méter.

A domboldalak geológiai felépítése változatos. A tanulmányozott ásott kutak szelvényét a vízjárás vizsgálata nyomán közvetve rekonstruálhatjuk.

Az agyag és iszap frakció uralkodó szerepet játszik ott, ahol a kis szabad hézagterefogat miatt nagy a vízszint ingadozása (Szeptenek, Kacorlak, Liszó, Surd, stb.).

Homokos a szelvény ott, ahol kicsi az ingadozás (ilyenek a középsőpleisztocén homokra települt hosszúvölgyi kutak, ill. a vályoggal és lösszel fedett homokos pannontengeri rétegekre telepített rádói és nagybakónaki kutak).

Az ingadozás mértéke, a talajvízszint átlagos mélysége és az abszolút talajvízmennyiség csökkenése 1968 végéig, az alluvium fölötti magasság növekedésével nagyobb lesz.

Míg az alluvium kútjainál nem lehet észrevenni a száraz év következményeként a talajvíz csökkenését, addig a relatív magasság növekedésével eléri a 2 métert is (homokos szelvényben kisebb).

## 4. A talajvizek járása

A vízgyűjtő talajvízei vízjárásának vizsgálatához 4 VITUKI-kút 15 éves folyamatos megfigyelése, illetve 105 változatos településű ásott kút másfél éves havonkénti mérési adata áll rendelkezésre.

A VITUKI-kutak megfigyelési anyaga 15 évi részletes mérések eredménye. Ezekből már - bizonyos határok között - általánosítható következtetések vonhatók le.

A nagyszámú tanulmányi kút másfél éves adatsora erre nem alkalmas. Egyrészt általánosításokhoz túl rövid a vizsgálati idő, másrészt havonta egyszer mértük.

Hátrányos a VITUKI-kutak kis száma és azonos telepítése. Mindegyik terazon helyezkedik el, nem követik a domborzat hajlatait, valamint nagyon hasonló közetrétegekbe mélyülnek. Ebben a vonatkozásban a tanulmányi kutak adatai használhatóbbak, mintegy kiegészítik az előzőket.

Ezen okok miatt gyakran kénytelenek vagyunk külön vizsgálni a VITUKI és a tanulmányi-kutakat ugyanazon jelenséggel kapcsolatban.

### a. Az évi talajvízjárás

A talajvízjárás vizsgálata céljából legalkalmasabb időköz az év. Az évi időjárás menetnek megfelelően a nyári félévben a párolgás nagysága meghaladja a lehullott csapadékot, a téli félévben megfordul a folyamat (**22. táblázat**).

A kutak vízjátékából - fáziseltolódás ellenére is - kivehető az előbb vázolt vízjárás menet: a téli félévben emelkedik a talajvízszint, a nyári félévben süllyed (**24. táblázat**).

Figyelembe véve a ható tényezőket, a **talajvízjárás és a léghőmérséklet** között fedezhetjük fel a legszorosabb összefüggést. Ezért ezzel külön is foglalkozunk.

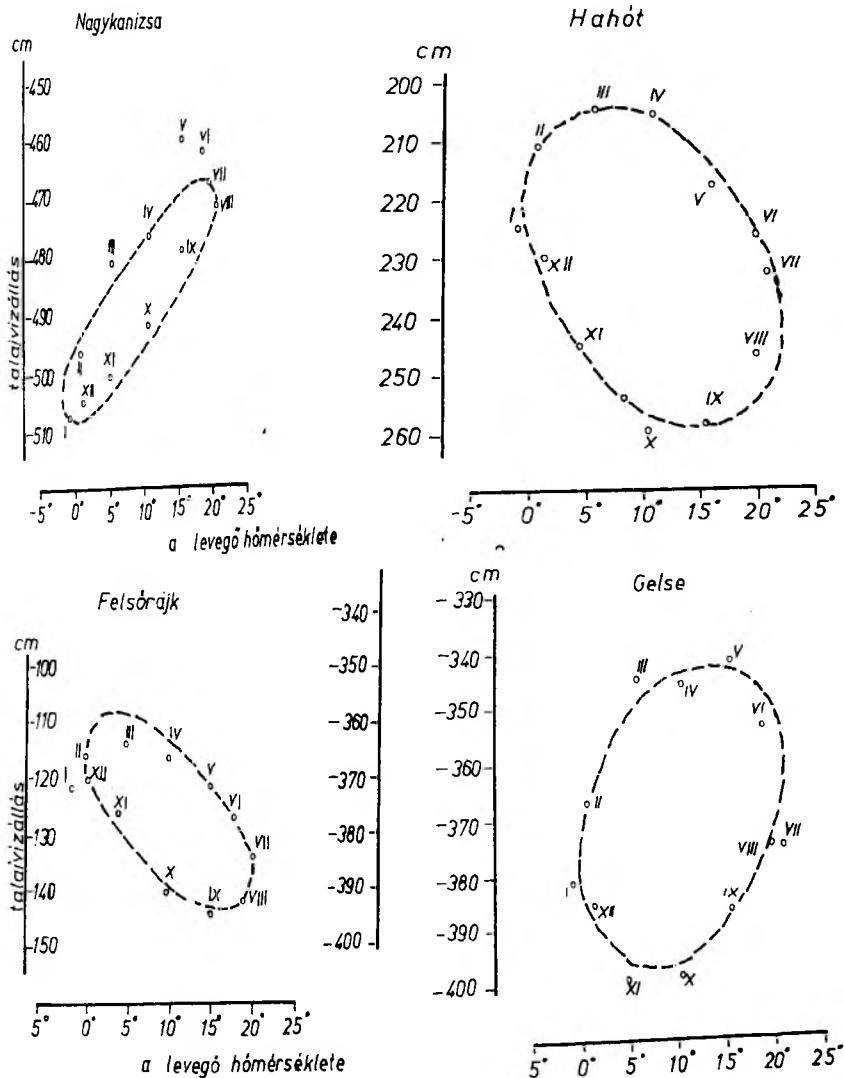
A hőmérséklet a párolgás révén csökkenti a vízszintet. A nyári félévben lehullott csapadéknál többet használ fel, a téli félévben jóval kevesebbet. Ezért a hőmérséklet évi járását - bizonyos késéssel - követi a talajvíz ingadozása is.

A felszíni vizek tanulmányozásakor megállapítottuk, hogy a lehullott csapadék 81 %-a elpárolog - így nyilvánvaló a hőmérséklet jelentékeny szerepe. Mindenkor talajvízszint csökkenést okoz a párolgás.

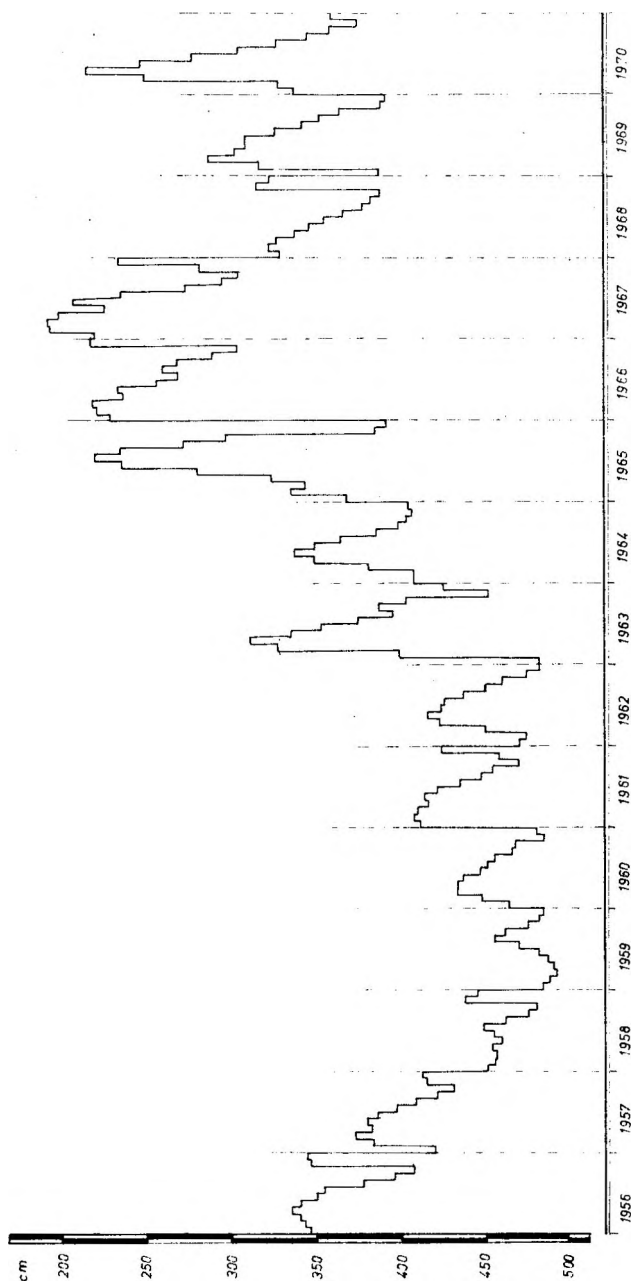
24. táblázat. A talajvízállás havi átlagos változásai (1956-69), VITUKI adatai

A kút helye és száma	Az évi közepes talajvízszint terep alatti mélysége, cm	Havi közepes vízszintváltozás cm-ben												Évi közepes ing.
		XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
Felsőrajk (1261)	127	+1	+7	+6	+10	+13	+11	+6	0	-7	-15	-17	-13	21
Hahót (1258)	230	-15	0	+5	+19	+25	+24	+12	+4	-3	-17	-29	-30	34
Gelse (1262)	371	-28	-15	-10	+4	+26	+25	+29	+18	-4	-4	-16	-28	35
Nagykanizsa (1310)	484	-24	-12	-2	+8	+24	+22	+13	+17	+5	-8	-15	-28	30

Németh E. ábrázolási módszere alapján meg lehetős szabályossággal kimutatható a két tényező közti elliptikus kapcsolat (31. ábra).



31. ábra. A talajvízállás és a hőmérséklet közötti elliptikus kapcsolat (Németh Endre nyomán)



32. ábra. A terep alatti mélység hatása az átlagos talajvízjárásra (1956-70)  
 Az évi maximum ideje a talajvíztükör terep alatti mélységétől függ.  
 (Ubell K. ábrájának felhasználásával 1958.)

Az ellipszisek nagytengelyének a koordinátákhoz viszonyított helyzetéből megállapítható, hogy mely hónapokra esik a magas vízállás. A hahóti és felsőrajki kutaknál II-III-IV. hónapokra esik, a gelsei és nagykanizsai kutaknál a III-IV-V. hónapokra. Az eltolódás figyelemre méltó, vissza fogunk térni rá a későbbiekben.

Az ellipszis kis- és nagytengelyének aránya a talajvíz évi ingadozásának a nagyságára utal. A gelsei és a hahóti kutak vízének évi ingadozása nagyobb, míg a nagykanizsai és felsőrajki kutaké kicsi (ugyancsak visszatérünk erre a gondolatra is!).

**A 24. táblázatban** foglaltuk össze a négy VITUKI-kút **évi átlagos talajvízmozgását**.

Adatok az évi közepes talajvízálláshoz viszonyított magasabb vagy alacsonyabb értékek.

Ha a kutakat egyenként szemügyre vesszük, különbséget találunk a fáziseltolódás nagyságában, valamint az évi közepes ingadozásuk mértékében.

Az előidéző okok közül fontos szerepet játszik a vízszintnek a felszíntől mért mélysége és a fedő kőzetek vízáteresztő képessége. Együtt vizsgáljuk e két tényezőt.

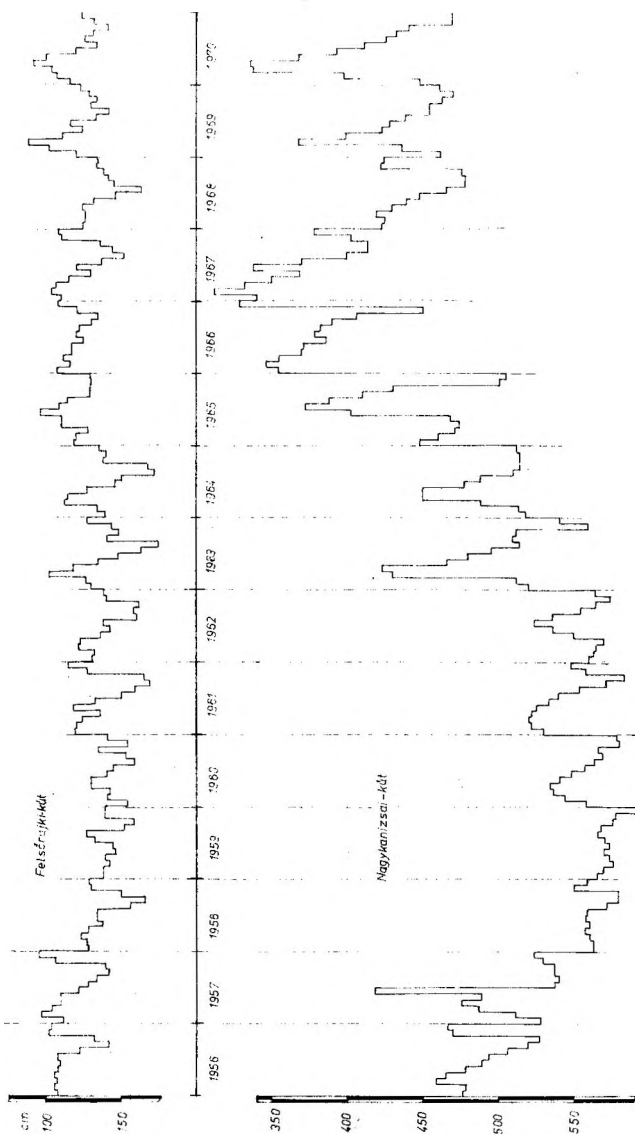
A vizsgálat megkönnyítése érdekében az átlagos talajvízjárást a terep alatti mélység függvényében ábrázoltuk (**32. ábra**).

Az ábra elemzésekor nyomban szembetűnik, hogy a KÖV süllyedésével arányosan növekszik a vízjárás görbe amplitudója, valamint csökken a magas vízállás időszakának hossza.

Kivételt képez a legmélyebb szintű nagykanizsai kút, ahol a vízjárásgörbe amplitudója a felsőrajki után következik és a magasvízállás hossza megegyezik az alacsony vízállásával. Az elemzéshez felhasználtuk a kutak havi KÖV változásait 1956-70 között (**32-34. ábrák**).

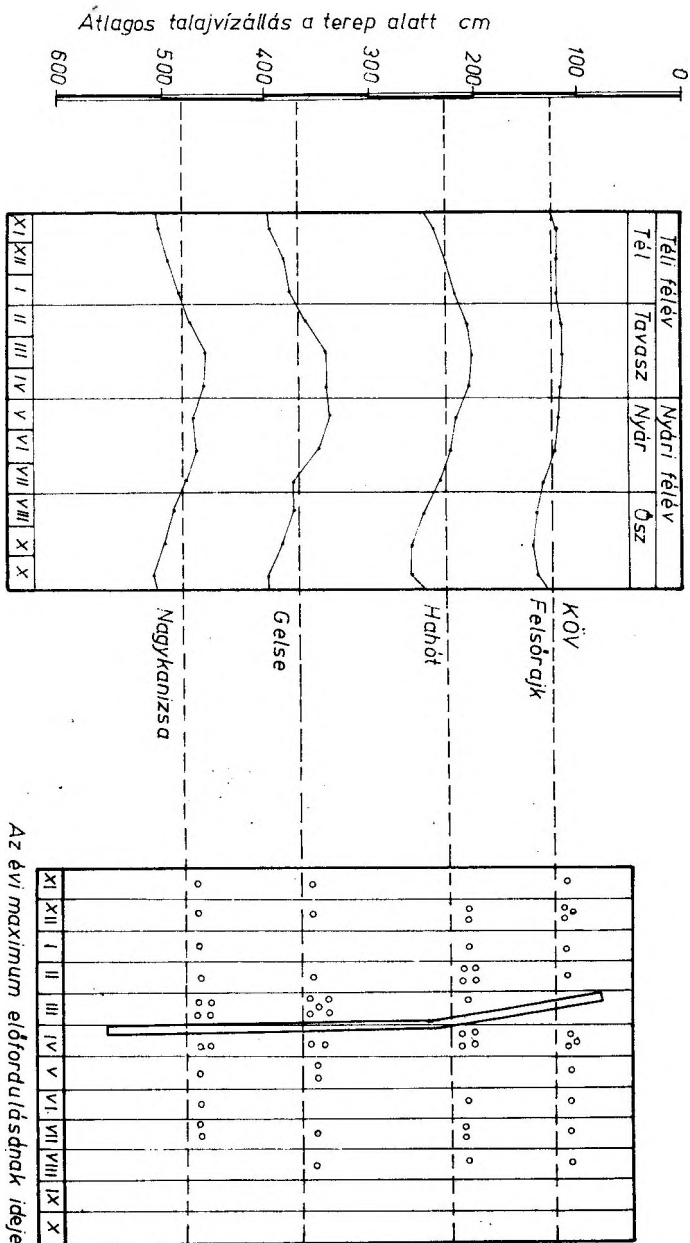
**A téli negyedév** a talajvíz felhalmozódásának a fő időszaka.

**A felsőrajki kút KÖV-höz** viszonyított évszakos talajvízjátéka eltér a többi kutétól, egész negyedévben nagyon kevéssel a KÖV fölött helyezkedik el. A felszínhez való közelség, a közepes áteresztőképességű talajrétegek miatt szorosabb kapcsolatot tételez fel a csapadék- és hőmérsékleti viszonyokkal. A csapadékot átbocsátó rétegek frakcióvizsgálata hiányos (**30. ábra**).



33. ábra. A havi talajvíz KÖV változása a felsőrajki (1261) és a nagykanizsai (1310) VITUKI kutaknál, 1956-70





34. ábra A havi talaj KÖV változása a gelsei VITUKI kutaknál (1261) 1956-70

A téli időszak csekély párolgása, az alacsony csapadékátlag és a fagy ellenére lehetővé teszi már az őszi végi időszakban megemelt víz szinttartását.

A **hahóti kút** évi közepes talajvízszintje 230 cm. A téli negyedév első fele alacsony vízállású, a csapadék lassú beszivárgása miatt (átlag 1 hónap késés). A talajvíz feletti vastagabb talajréteg, annak iszapos-homokos-agyagos volta és a környezetének részleges beépítettsége miatt nagyobb mennyiségű molekulárisan vonzott víz kötődik le, nagyobb mértékű a felszíni lefolyás (fedettség), valamint a 0.020-0.045 mm-es átlagos szemcsenagyságú rétegeken lassan szivárog át a víz. Nagyobb szabad hézag-térfogató homokos rétegek (átm. 0.19-0.27-ig), csak a talajvízszint alatt helyezkednek el (**30. ábra**). Szerepük a talajvíz áramlásánál jelentős. Ennek ellenére a talajvíz emelkedik, a nedvességgel telített talaj kötetlen vize hatására. A téli negyedév második felében már magas vízállás jelentkezik.

A **gelsei** és a **nagykanizsai kutak** középveze 371 ill. 484 cm. A fáziseltolódás következményeként az egész negyedév alacsony vízállással jellemezhető. Helyenként a csapadékos időjárás és a vízállás emelkedése között másfél-két hónap különbség is adódik. Sajnos a kutak geológiai szelvényének frakcióvizsgálata hiányzik, legfeljebb a morfológiai helyzetük nyújt némi támpontot, hogy t. i. teraszon fekszik mind a kettő, s várhatóan azonos áteresztőképességű rétegekkel kell számolnunk.

**Tavaszi** időszakban mértük a legmagasabb vízállást. A kevés csapadékot ellensúlyozza a hóolvadék, a kis párolgás és a maximális molekuláris vízkapacitás. Negyedév vége felé növekszik a csapadék, de a párolgás ennél is jelentékenyebb lesz, így a talajvízállás csökkenni kezd. Ezt az utóbbit a **gelsei kút** nem követi, ott a maximális vízállás május hónapban következik be, függetlenül attól, hogy 15 év alatt csupán két maximum esik erre a hónapra (**32. ábra. Az évi maximum előfordulásának ideje**). A mélyebb **nagykanizsai kút** legmagasabb vízállása az előző kettőhöz hasonlóan márciusban jelentkezik.

A **nyári** negyedév közepéig a **felsőrajki kút** vízállás-görbéje fokozatosan lesüllyed a KÖV szintjére, ezután az esése meggyorsul az időszak végéig.

Május hónapban a területi párolgás még nem sokkal haladja meg a csapadékot, és jelentékeny még a tavaszi tartalék is, (különösen a gelseinél láttuk!). Negyedév közepétől a csapadék némileg csökken, a beszivárgás szempontjából hátrányos záporok száma megnő, a területi párolgás egészen magas lesz. Ennek eredményeként gyorsul a süllyedés. A talaj felső része erősen kiszárad, a dús nyári vegetáció is nagy mennyiségű vizet párologtat el.

Ezért fordul elő, hogy jelentékeny csapadékkal rendelkező időszakok elenyésző talajvízszint változást eredményeznek (**32. ábra**).

A **felsőrajki kút** csökkenő vízszintje a nyári negyedév közepén érte el a KÖV szintjét. A többi kútnál a fáziseltolódás alapján később következik be. A **hahótinál** egy héttel, **gelseinél** másfél héttel, a **nagykanizsainál** két héttel később éri el ezt a szintet.

**Őszi** negyedév az alacsony vízállás időszaka. Negyedév elején még a párolgás meghaladja a csapadékot, de szeptembertől kezdve a csendesebb esőként hulló csapadék fölénybe kerül, s megkezdődik a molekulárisan kötött víz felhalmozódása. Október hónapban a gravitációsan mélybe jutott víz megemeli a vízszintet. **Felsőrajki kútnál** a negyedév végére az emelkedés eléri a KÖV szintjét, a **hahótinál** már kevesebbet emel, a **nagykanizsainál** éppen csak észrevehető az emelkedés, a **gelseinél** csupán csak megáll a vízszint süllyedése a fáziseltolódásnak megfelelően.

b. **A talajvízjáték és a vízszint terep alatti mélysége** sajátos kapcsolatban állnak egymással. Kapcsolatuk vizsgálatát nehezíti a víztartó rétegek szabad hézagterfogatának különbözősége, valamint a korábbi csapadékos évek következményeként kialakult magas talajvízállás.

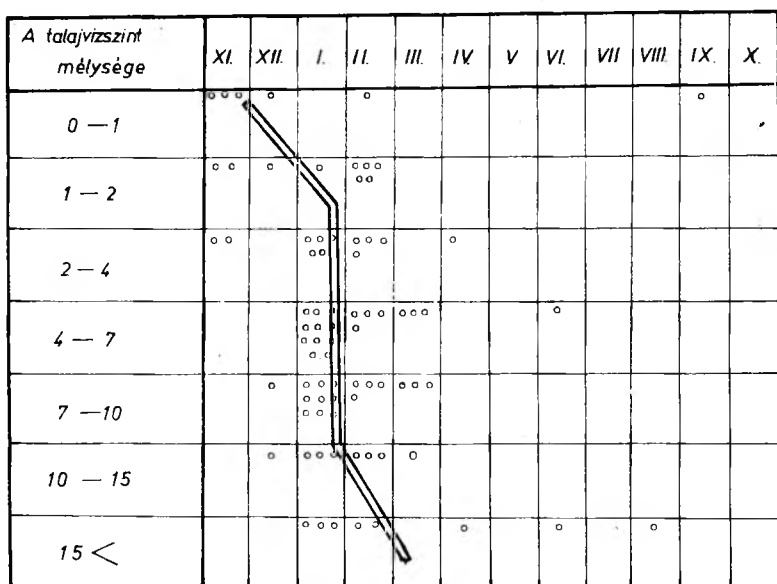
Az elemzésnél döntő szerepet játszó tanulmányi kutak másfél éves adatsora elég rövid, általánosításhoz kevés, de arra jó, hogy a **különböző mélységű talajvizek vízjátékát egymással összehasonlítsuk**.

Az 1968-as évi maximumok a talajvízszint mélysége szerint csupán enyhe szóródást mutatnak (**35. ábra**). Erősen csoportosulnak a januári-februári hónapokban, az 1967-es magas vízállás következményeként. Ugyanakkor az 1967-es év csapadék utánpótlása kicsi (673 mm Nagykanizsán), így a még kevesebb csapadékú 1968-as évben (537 mm Nagykanizsán) - az egész éven átvonuló - talajvíz csökkenés tapasztalható.

Terep alatti mélység alapján a következő **talajvízjáték-típusok** figyelhetők meg:

1. A 0-1 méter közötti mélységű völgytalpi kutaknál inkább a csapadékosabb őszi és téli negyedév hatása domborodik ki. A talajvíz még ugyanabban a hónapban reagál a csapadéokra. A hóolvadás különösen magas vízszint emelkedést vált ki (**36. ábra**).

A talajvízjátéknál bizonyos kiegyensúlyozottság figyelhető meg a rendszeres odafolyás, illetve a nagymértékű párolgás és az élővízfolyás



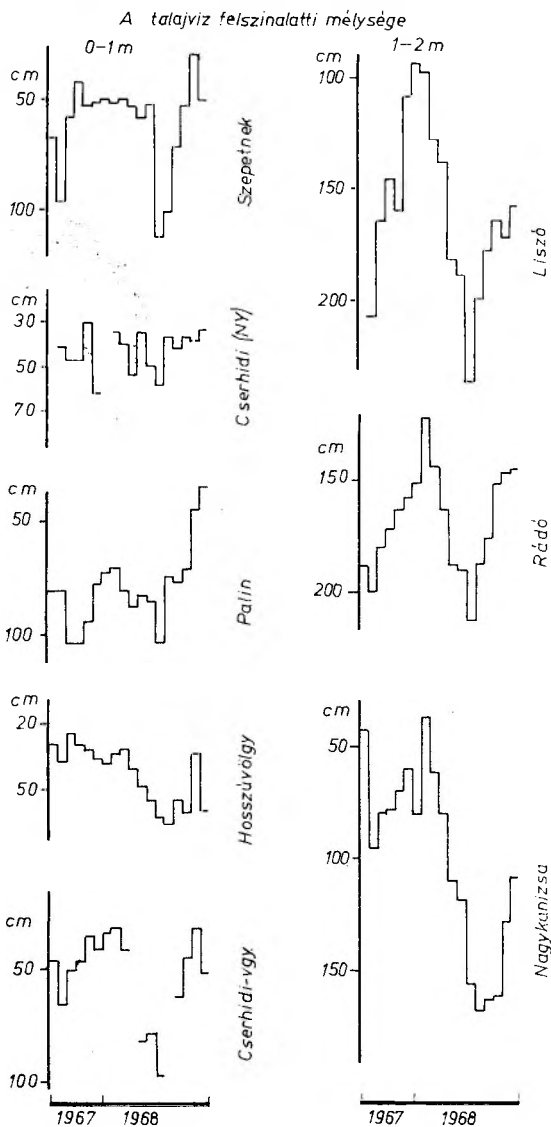
35. ábra. Az 1968-as maximumok szóródása a talajvízszint mélysége szerint

lecsapoló hatása eredményeként. A rendszeres odafolyás pótolja a száraz időszakok vízhiányát, a nedves időszak víztöbbletét viszont elfogyasztja az alluvium erőteljes párolgása és lecsapolja a patakmeder. Ezért lassan ürülnek és lassan töltődnek fel az alluvium víztartó-rétegei. Az abszolút és az éves ingadozás egyaránt kicsi, a másfél évi közepes ingadozás 40-80 cm.

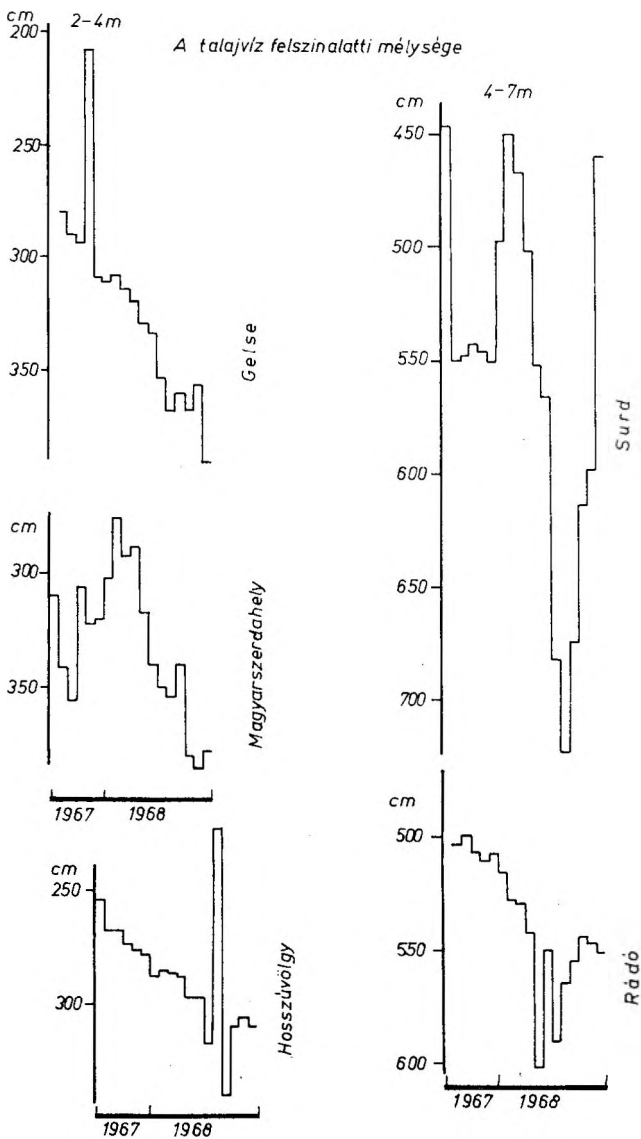
2. Az 1-4 méterig terjedő vízszint mélység esetén a maximumok az év elején csoportosulnak. Hóolvadásra és csapadéokra még általában ugyanabban a hónapban reagál, kivéve a nyári időszakot, amikor is a nagyobb mértékű párolgás miatt vontatottan halad a leszivárgás (36. és 37. ábrák).

A kutak a völgyoldal alsó peremén helyezkednek el.

A talajvízjáték még mindig megőrzött valamennyit a kiegyensúlyozottságából, hiszen még nem túl vastag a talajvíz feletti közegréteg, közel van az alluvium és a hozzáfolyás is érezteti a hatását. Az ingadozás megelémlkül az alluvium kútjaihoz képest, a másfél évi közepes ingadozás 50-190 cm.



36. ábra. A talajvíz kutak vízjárása (1967-ben csak a 2. félév szerepel)



37. ábra. A talajvízkutak vízjárása (1967-ben csak a 2. félév szerepel)

### 3. 4-7 méterig terjedő talajvíz mélység (37. ábra).

Az évi maximumok az előző év magas vízállásának megfelelően január hónapban kulminálnak. A vastag kőzetrétegen átszivárgó vizek nyáron és ősszel nagyjából egy hónap késéssel emelik meg a talajvizet, viszont a vízzel telített talaj télen és ősszel még ugyanazon hónapban lehetővé teszi az emelkedést. Hóolvadásra is gyorsan és élénken reagál.

Másfél év közepes talajvíz ingadozása 64-370 cm, az idesorolható kutak átlagát tekintve az ingadozás nagyobb lehet.

Feltűnő, hogy a típusnak megfelelő időnél hosszabb terminust köt le a VITUKI-kutak reagálása a csapadékos időszakra.

Az eltolódás oka a két kút-típus eltérő szerepéből ered. A VITUKI-kutakat kizárólag a talajvízszint mérésére használják, míg a lakosság kutjai vizet szolgáltatnak. A rendszeresen mért kutak a kitágult szivárgási ereken keresztül gyorsabban kapnak utánpótlást, hamarabb jelzik a talajvízszint változásait.

### 4. 7-10 méterig terjedő talajvíz mélység (38. ábra).

Az évi maximumok - az előző típushoz hasonlóan - az év elején tömörülnek. Nincs már egyetlen évszak sem, amikor a beszivárgás gyors talajvíz emelkedést váltana ki. Egyes kutaknál még a tavaszi időszakban találunk példát erre. A hóolvadék beszivárgása is - ritka kivételtől eltekintve - egy havi késéssel emeli meg a vizet.

Másfél évi közepes ingadozás mértéke 100-400 cm.

### 5. 10-15 méterig terjedő talajvíz mélység (39. ábra).

Az évi maximumok ugyancsak az év első három hónapjára esnek, de nem zsúfolódnak össze januárra, mint azt az előző típusok esetében láttuk. A nyári és őszi negyedévben 1,5 - 2 havi fáziskésés alakult ki, a téli-tavaszi időszak nagyjából 1 havi késést mutat. Hóolvadás nyomán március hónapban következik a vízszint emelkedés.

Másfél év közepes talajvízszint ingadozása 60-430 cm, marad a növekvő tendencia és erősödik a szóródás.

### 6. 15 méternél nagyobb mélységű talajvíz (39. és 40. ábra).

A kutak vízszintje zömmel 20 méternél mélyebb. A maximumok év eleji tömörülése fellazul, bár itt is jól kivehető az 1967-es év magas vízállásának hatása. A fáziskésés nagysága nem változott 20 méter alatt sem. A lizói és a

kacorlaki nagy ingadozású kutakban általában 1 havi, ősz elején és nyáron 2 havi fáziskésés tapasztalható, míg a nagybakónaki és rádói kisingadozású kutak bizonyos időszakokban követik a csapadékváltozást még ugyanazon hónapban.

Sajátos helyzet, hogy a kacorlaki kutak rendkívül magas áprilisi vízállását nem indokolja a csapadék hullása. Valószínűsíthető oka a köztes gerinc alatt a Principális felé átszivárgó oldalékvizekkel kapcsolatos (39. ábra). A mélyebben és nyugatabbra fekvő kutaknál is kimutatható ez az emelkedés, de ott a harmadik hónapban, nyilván ezeken keresztül áramlik K-felé a talajvíz.

A másfél évi közepes ingadozás mértéke 150-560 cm.

### **A különböző mélységű kutak vízjátékából három alapvető következtetés vonható le:**

1. A talajvíz mélységének növekedésével megnyúlik a leszivárgási idő. Oka könnyen belátható: vastag rétegeken hosszabb idő alatt szivárog át a csapadékvíz.

2. A talajvízszint mélységének növekedésével nagyobb lesz az ingadozása is. Oka az alluvium és a domboldal eltérő vízgazdálkodásában rejlik. Az alluviumok vízjátékát az odafolyás és az elfolyás-párolgás együttes hatása kiegyensúlyozza. A domboldalaknál ez nem érvényesül így, mert az utánpótlás lassúsága miatt nagyobbak a szélsőségek.

Részletesebb elemzés a következő összefüggést mutatja:

Száraz időszakban sem süllyedhet mélyre az alluvium talajvíze. A csapadékhullás, illetve a domboldalokról és a vízfolyásokról odaszivárgott vizek nyomán állandó a talajvíz utánpótlás, sőt belvízként - rövid időre - a felszín fölé kerülhet (főleg téli és tavasz eleji időszakban).

Nem emelkedhet hosszabb időn át magasra sem az alluvium talajvíze, mert a csatorna hálózat gyorsan lecsapolja, valamint a nyári félévben hamarosan kiszáradó feltalaj és a gazdag növénytakaró valóságos szivattyúként fogyasztja.

Következésképp a talajvíz ingadozása kisebb mértékű az alluviumon és annak közelében, még szélsőséges körülmények között is.

Amint haladunk a magasabb részek felé, az alluvium nivelláló hatása fokozatosan csökken.

A dombtetők talajvíze kizárólagosan a csapadékból származik, odafolyási lehetősége nincs. A felhalmozott talajvíz a völgytalp felé szivárog, tehát a lecsapolás állandó folyamat.



Amennyiben száraz évek követik egymást, az utánpótlás lelassul, a talajvízszint mélyre süllyed.

Nedves esztendőkből viszont erőteljes emelkedés következik, mivel a lecsapolódás mértékében lényeges növekedés nem feltételezhető.

A dombtető talajvizének szélsőséges ingadozása az alluvium felé fokozatosan csökken, de így is jelentékeny. A domboldalak legmélyebb kútjainak másfél évi közepes ingadozása meghaladhatja az 5 m-t.

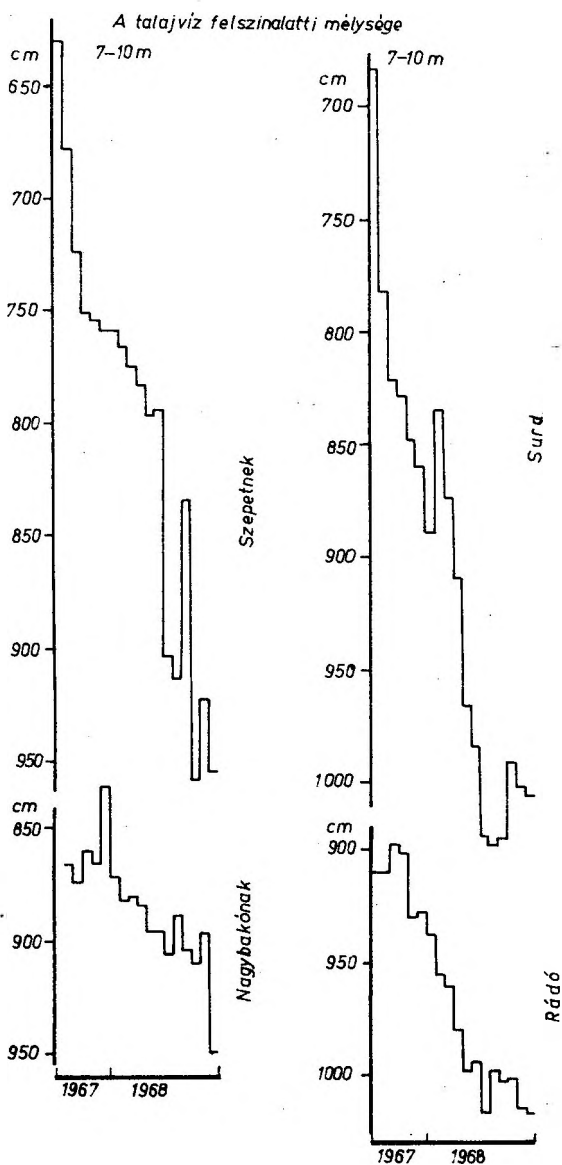
3. Azonos mélységű kutak esetében is különböző lehet az ingadozás nagysága. A vizsgálatok során kitűnt, hogy a vályogos terület kútjainak nagy az ingadozása, a homokos térszínkéé kicsi. Nyilván az ingadozás nagysága a kőzetek szabad hézagterfogatával szoros kapcsolatban van.

A kevés rendelkezésünkre álló geológiai szelvényt kiegészítettük a környékbeli kútások megfigyeléseivel, s így viszonylag használható képet nyertünk a legfontosabb víztartó kőzetekről.

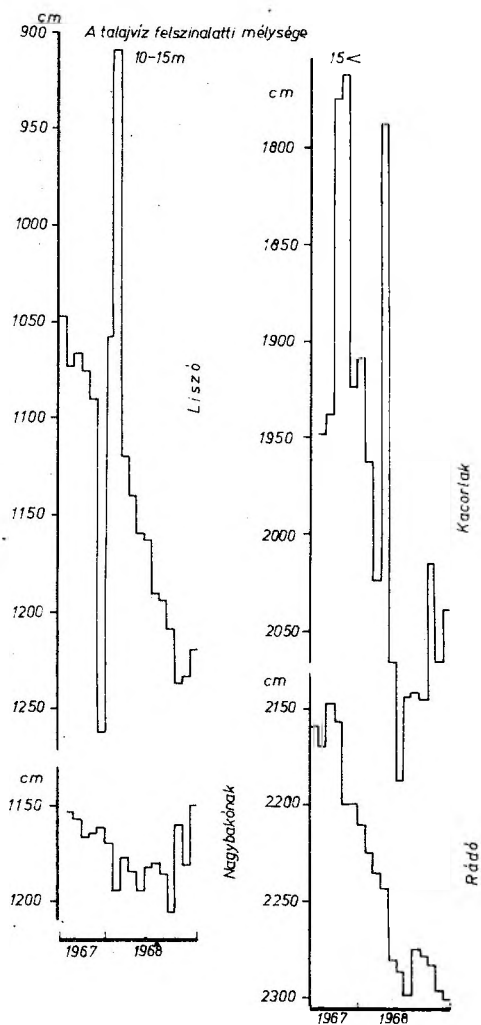
Miután ezt a felületesen meghatározott rétegösszletet összevetettük a talajvízszint ingadozásával rögtön szembetűnt, hogy a nagy szabad hézagterfogattal rendelkező durvább szemcséjű rétegekben kicsi az ingadozás, míg az iszap-nagyságrendű összlet jóval nagyobb szélsőségeket mutat (25. táblázat).

**25. táblázat.** Talajvíz ingadozás és a tárolókőzet uralkodó szemcsenagyságának kapcsolata.

Talajvízszint mélysége, m	A talajvízszint ingadozása, cm	
	homok	iszap
	frakció	
0 - 1	40	30 - 80
1 - 4	50 - 150	80 - 190
4 - 7	64 - 140	100 - 370
7 - 10	100 - 150	220 - 400
10 - 15	60 - 80	210 - 430
15	150 - 190	200 - 560



38. ábra. A talajvíz kutak vízjárása (1967-ben csak a 2. félév szerepel)



39. ábra. A talajvízkutak vízjárása (1967-ben csak a 2. félév szerepel)

A nagyobb szabad hézagterefogatú homok jelentékeny mennyiségű vizet képes raktározni csapadékos időszakban anélkül, hogy jelentősebb vízállásemelkedést vonna maga után. Hasonlóképpen áll a helyzet vízcsökkenés alkalmával is.

A Principális-vízgyűjtő általunk mért (tanulmányi) kútjainak elhelyezkedését a **41. ábra** mutatja.

c. **A talajvíz sokévi közepes ingadozása** fontos ismeret a talajvízjáték felméréséhez. Amíg a hőmérséklet évente közel szabályos menetet követ, a csapadék nagyfokú ingadozásáról ez már nem mondható el.

Sajnos a változatos telepítésű tanulmányi kutak másfél évi adatsora a sokévi vizsgálatokhoz nem elégséges. Meg kell elégednünk a teraszon települt VITUKI-kutak 15 éves havi megfigyelési anyagával.

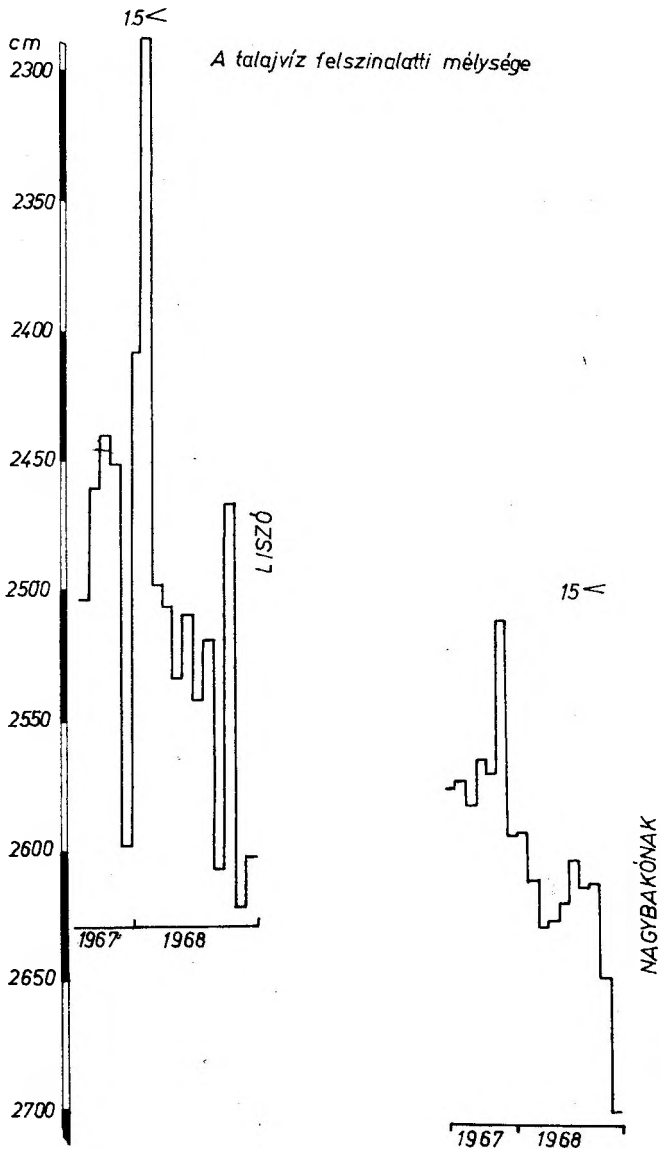
Nagykanizsán 1967-ben 673 mm volt az évi csapadékmennyiség. Ennek is nagyrésze a nyári-őszi, azaz a talajvízjárás szempontjából alig hasznosuló időszakra esik. Nyilvánvaló, hogy ez a csapadékmennyiség nem képes önmagában az 15 év legnagyobb vízállás-értékeit produkálni, csupán úgy, hogy 1962-től kezdve minden évben szokatlanul magas csapadék hullott (**33. és 34. ábrák**).

A sokévi minimális csapadék - fordított menettel - 15 év legalacsonyabb évi vízállását eredményezi 1959-ben, holott ebben az évben magasan az átlag fölött 850 mm hullott.

A fentiekből következik, hogy valamely év átlagos talajvízszintjét lényegesen befolyásolja az előző évek alacsony vagy magas csapadékmennyisége.

A sokévi ingadozás alól nem mentes még az alluvium talajvize sem, csak a mértéke a korábbiakban említett okok miatt kicsi. Az alluviumtól távolodva az ingadozás nagysága, s ezzel együtt a csapadékos években felhalmozott talajvíz mennyisége növekszik: igazolja ezt az alábbiakban felsorolt kutak 15 évi közepes ingadozása:

felsőrajki kút	89 cm
hahóti kút	163 cm
gelsei kút	297 cm
nagykanizsai kút	280 cm



40. ábra. A talajvíz kutak vízjárása (1967-ben csak a 2. félév szerepel)

## 5. A talajvízkutak hőmérséklete

34 tanulmányi kút hőmérsékletét 1971. február, április és július hónapokban mértük, egy-egy alkalommal.

A különböző mélységű kutakat úgy választottuk meg, hogy egyrésztük homokos, másrésztük zömmel iszapos frakciójú kőzetekbe legyen telepítve. Az átlagos szemcseátmérő megállapításánál felhasználtuk a helybeli kútások megfigyeléseit is.

A vizsgálatunk első témája a **kütmélység és a talajvíz hőmérsékletének az összefüggése**. A **26. táblázat** adataiból kitűnik, hogy a talajvíz felszíntől számított mélységének növekedésével csökken a vízhőmérséklet évszakos ingadozása, az-az a hőmérséklete egyre inkább az átlagos évi léghőmérséklet értékét veszi fel.

A 20 méternél mélyebb talajvízszintű kutak vízhőmérséklete  $0,5-1\text{ C}^{\circ}$ -ot ingadozik csupán és ugyanakkor meghaladja Nagykanizsa évi középhőmérsékletét ( $10,2\text{ C}^{\circ}$ ). A  $11,5$  és  $12\text{ C}^{\circ}$  -os maximum a hazai geotermikus gradiens kicsiségének a következménye, tehát a Föld belsejéből származó meleg befolyását tükrözi. (A Nagykanizsa környéki rétegvízutak talphőmérséklete alapján  $50\text{ m}$  felszín alatti mélységben  $12-15\text{ C}^{\circ}$ -os,  $100\text{ m}$ -en  $14-15\text{ C}^{\circ}$ -os,  $300\text{ m}$ -en  $21-22\text{ C}^{\circ}$ -os vízhőmérsékleteket mértek).

Ugyancsak  $20\text{ m}$  felszínalatti mélység körül jelentkezik az évi középhőmérsékletnek megfelelő vízhőmérséklet.

A felszíntől számított  $0-2\text{ m}$  közötti talajvízbe telepített kutak vízhőmérsékletének ingadozása meghaladja a  $10\text{ C}^{\circ}$ -ot, mert a feltalaj hőmérséklete több-kevesebb rugalmassággal követi az időjárás változásait és közvetíti a felszínközeli talajvíz felé.

A  $2-20\text{ m}$  mélységű kutak vízének hőingadozása változatos képet nyújt, de itt is megállapítható, hogy a mélyebb szintek felé az időjárási viszonyok változása kevésbé érvényesül. (Az adatok hitelességét torzíttja a kutak nyitottsága, átmérőjük változatossága).

A **kőzetrétegek anyagának szencsenagysága** befolyásolja a felszínről származó különböző hőmérsékletű vizek leszivárgásának a gyorsaságát. (A leszivárgás tanulmányozásával foglalkoztunk már a talajvízjárás törvényszerűségeinek vizsgálatakor!)

A változatos mélységű talajvizek hőmérsékletét mégsem ezek, hanem ugyancsak a frakcióval szoros összefüggésben lévő hideg-meleg talajok

26. táblázat. A tanulmányi kutak hőmérséklete, 1971

A kút helye	A talajvíz átlagos mélysége, m	Uralkodó szemcs- nagyság	A talajvíz hőmérséklete C°		
			II. 7.	IV. 25.	VII. 16.
Liszó	25,30	i	11	11,5	11,5
Kacorlak	23,00	i	11	11,5	11,5
Liszó	21,60	i	11	11	12
Kacorlak	20,70	i	10	10,5	10,8
Kacorlak	12,70	i	8	9	10
Liszó	11,60	i	9,5	10	11
Surd	11,40	i	9,5	10	10,2
Újnéppusztá	11,40	i	10	10	10,3
Surd	9,70	i	9,5	10,5	11
Hosszúvölgy	9,60	h	7,5	7,5	11
Szepetnek	9,60	i	9	9	10
Hosszúvölgy	9,50	h	8	8	10,5
Murakeresztúr	8,20	i	8	10	-
Surd	8,20	i	9	10	11
Szepetnek	7,90	i	9,5	10	10,3
Liszó	7,30	i	8,5	9,5	11
Szepetnek	6,20	i	8,5	8,5	9,5
Szepetnek	5,70	i	9	9	10
Surd	5,50	i	7	7,5	10
Belezna	5,40	i	8	8	10
Belezna	5,30	i	5	6	10
Belezna	4,40	h	6	7	11
Magyarszerdahely	3,20	h	8	9,5	11
Magyarszerdahely	3,00	h	8	8,5	12
Hosszúvölgy	3,00	h	6,5	7	11,2
Murakeresztúr	3,10	h	8	9,5	12
Magyarszerdahely	2,90	h	8,5	9	12,6
Szepetnek	2,50	i	8,5	8,5	11
Murakeresztúr	2,10	h	9	10	-
Hosszúvölgy	1,50	h	5,5	6	13
Belezna	1,30	h	3	4	14
Hosszúvölgy	1,10	h	5	6	14
Szepetnek	0,60	i	2,5	9	16
Hosszúvölgy	0,50	h	4	6	14,5
Murakeresztúr, artézi	-	-	14	15	15

i = iszap

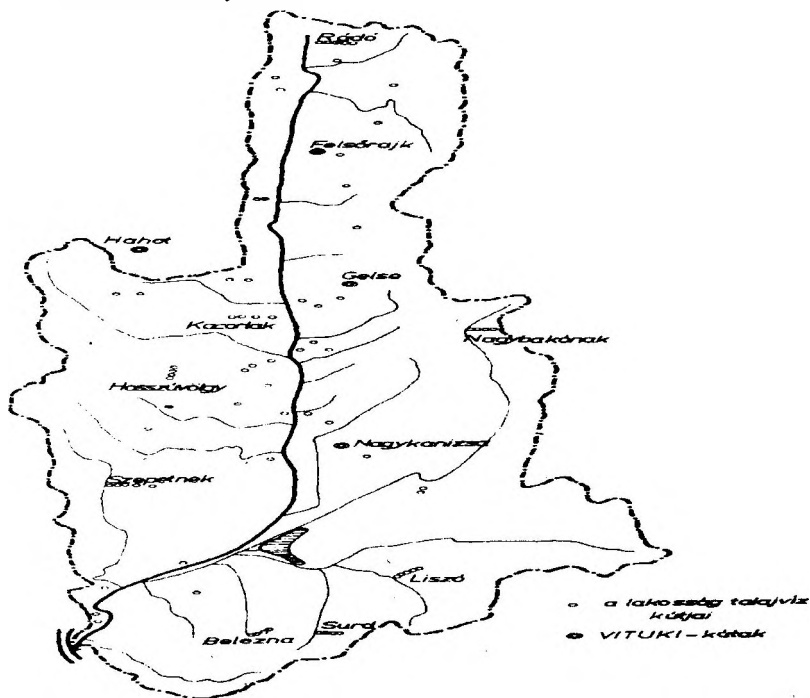
h = homok

határozzák meg. A talajvíz lassú áramlása miatt a nagyobb felszínalatti mélységből származó vizek nem képesek lényegesen módosítani a felszínközeli talajvizek hőmérsékletét.

A homokos rétegek télen gyorsabban kihűlnek, nyáron fokozottabban felmelegednek. A hőmérsékleti változásukat átadják a bennük szivárgó talajvíznek is. Tehát télen és tavasszal 1-2 C°-kal hidegebbek, júliusban 0,5-1 C°-kal melegebbek (9-10 m körüli mélység hasonlítható össze leginkább).

Az iszapfrakció melegebb talajt képez. A geometrikus energia kisugárzását nem tompítja annyira a külső hőmérséklet csökkenése februárban és áprilisban. A július melege sem hatol le olyan intenzitással.

A 2 m-nél magasabb vízszintű kutakkal fenntebb foglalkoztunk már. Sajátos vonásuk, hogy hőmérsékleti ingadozásuk nagysága nem függ a fedőközet anyagától, mivel az iszapos frakciójú térszínek talajjá alakult rétege tele van repedésekkel, krotovinákkal, amelyek helyenként a homoknál is jobb vízvezetőnek bizonyulnak.



41. ábra. Megfigyelő kutak elhelyezkedése a vízgyűjtőben



## Zusammenfassung

Das Zalaer Gebiet fiel bis zu der heutigen Zeit außer den Kreis der ausführlichen hydrologischen Forschung, und sogar die mit ihr verwandte spezielle Analyse ließ es außer acht.

Da das von hydrologischer Hinsicht brauchbare Material sehr wenig ist, haben wir uns zur Aufgabe gesetzt, dieses Material durch eigene Messungen zu ergänzen. Genauso ungünstig war für uns, daß man bis zu der heutigen Zeit nicht einmal die ausführliche Bearbeitung eines einheimischen Kleinwassersammlers durchgeführt hat.

Was für ein Messungsmaterial stand uns zur Verfügung?

Auf unserem Wasserspeicher hat das VITUKI (Wissenschaftliches Institut für Wasserwirtschaftsforschung) vier Beobachtungsbrunnen angelegt. Wir haben die kontinuierliche Messungsdatenreihen von 15 Jahren dieser Brunnen, und das Beobachtungsmaterial von 10 Jahren in dem Nagykanizsaer Profil der Prinzipal-Kanal gemessenen Änderungen verwendet. Als Ergänzung haben wir anderthalb Jahre lang den Wasserstand der von uns gewählten 105 gegrabenen Brunnen, und zwei Jahre hindurch die Wasserabgabe der Prinzipal-Kanal, und ihrer 22 Nebenbäche beobachtet. Die Beobachtungen haben wir monatlich wiederholt. Überdies haben wir die Feuchtigkeit und Durchlässigkeit der vorgekommenen Böden untersucht.

Bei der Analyse der geographischen Verbindungen der Wassererscheinungen haben wir festgestellt, daß sie die engste Verbindung mit der Veränderungen der klimatischen Faktoren aufweisen, aber sie werden durch das freie Porenvolumen der die Oberfläche aufbauenden Gesteine, die orographischen Verhältnisse, und die Bedecktheit mit den Wäldern beeinflusst.

Zuerst beschäftigen wir uns mit den **Oberflächengewässern**.

Die Bäche werden durch den Oberflächenabfluß und das Bodenwasser gespeist.

Hinsichtlich des **Oberflächenabflusses** kann man den Wassersammler der Prinzipal-Kanal nicht als einen einheitlichen betrachten. Trotz des fast gleichen Klimas kommen wesentliche geologische, morphologische Unterschiede, und Verschiedenheiten in der Bedecktheit mit den Wäldern vor. Deshalb unterscheidet man auf dem Grunde der zuletzt gesagten Gebiete, die zum Abfluß günstig bzw. ungünstig sind (**16. Abbildung**).

1. Als ein Gebiet von ausgezeichnetem Abfluß betrachten wir die Geländeoberfläche, deren Relief wechselartig ist, und deren Oberfläche vom Lehm bedeckt ist.

2. In die durchschnittliche Kategorie fallen die lehmigen Oberflächen vom Plato-Charakter, die mittelmäßige Abflußbedingungen haben.

3. Eine schlechte Qualifikation besitzen die sandigen alluvialen Gebiete: sie haben nämlich kaum einen Oberflächenabfluß.

Wir haben das Ausmaß der die verschiedenen Abflußverhältnisse aufweisenden Gebiete gemessen, und haben festgestellt, daß das Wasser von 41 % ausgezeichnet, von 29 % durchschnittlich, und von 30 % des Prinzipal-Wassersammlers unter schlechten Umständen abfließt.

Zwischen zwei regnerischen Perioden ernähren sich die Wasserläufe von dem Bodenwasser. Nach unseren Messungen ist der spezifische Abfluß der Teilwasserssammler der Prinzipal-Kanal in niederschlagsfreier Periode auf den Gebieten, die in die „schlechte“ Kategorie fallen, der größte (**24. Abbildung**).

**Der Jahreswassergang der Prinzipal-Kanal** widerspiegelt den durch den Niederschlag und die Temperatur bestimmten Jahresgang (**17. Abbildung**).

Der Abfluß erreicht sein Maximum im Dezember, als der wassergesättigte Boden den beträchtlichen Niederschlag und das Schmelzwasser nicht absorbieren kann. Auch die wegen der niedrigen Temperatur verminderte Verdampfung verbraucht wenige Feuchtigkeit.

Nach dem Januar vom antizyklonalen Charakter entsteht im Februar, März ein sekundäres Maximum infolge der Schneeschmelze. Das Wasser, das sich in die Wasserläufe ergießt, wird auch in dieser Zeit nicht bedeutend durch den geringen Niederschlag und die vergrößerte Verdampfung vermindert.

Die sommerlichen Schauer verlangsamen ein bißchen die Verminderung der Wasserergiebigkeit, aber sie wird im August, September auf das Minimum fallen. Den größten Teil des Niederschlags gemäßiger Heftigkeit und Quantität verbraucht die große Verdampfung und absorbiert der ausgetrocknete Boden.

**Die Häufigkeitswerte der monatlichen Wasserstandes** der Prinzipal-Kanal unterstützen das oben dargestellte Bild (**9. Tabelle**).

Auf dem Grunde des spezifischen Abflusses des Prinzipal-Wasserspeichers

haben wir **die Jahresschwankung der abgeflossenen Wassermenge** untersucht, und wir haben sie mit den benachbarten Gebieten verglichen (**10. Tabelle**). Wir haben festgestellt, daß der im Landesmaßstab hohe Niederschlag, den Abfluß beeinflussende morphologische und geologische Gegebenheiten sichern Bedingungen, die besser als die des Tieflandes, aber schlechter als die des Gebirges sind. Der spezifische Abfluß, und der absolute Extremquotient der Prinzipal-Kanal ist dementsprechend  $4,66 \text{ m}^3/\text{sec. km}^2$ , bzw. 78,6.

**Die absoluten Maximumwerte der Flutwellen** entstehen am häufigsten zur Zeit der Winter- und Frühjahrsschneesmelze (**11. Tabelle**). Die zu dieser Zeit entstandene Wassermenge bildet an den Alluvien Binnenwasser. Die im Sommer und Herbst vom Schauer hervorgerufenen Höhepunkte der Flutwelle sind schon kleiner.

**Die am längsten dauernden Flutwellen** erscheinen in der Winter-Frühjahrperiode. Ihrer Herausbildung helfen außer den schon erwähnten Gründen auch die mehrere Tage hindurch dauernden Regnen.

Das breite Alluvium der Prinzipal-Kanal spielt bei der **Ergänzung des Flachwassers** eine bedeutende Rolle, entsprechend ihrem wassersammelnden- und speichernden Charakter (25. Abbildung). Nach unseren Messungen stammte im Jahre 1967-als das Wetter regnerischer war-, der 44 % des abgeflossenen Flachwassers, und im Jahre 1968-als das Wetter trockener war- 66 % aus dem Alluvium.

Die Untersuchung der Alluvien führt schon zu der Charakterisierung der Rolle der **unterirdischen Gewässer** über.

Dem Charakter des Bodenreliefs entsprechend gelangt, das Bodenwasser im dem Alluvium in die Oberflächennähe, unter den Hügelhagen biegt es sich immer von der Oberfläche ab, und an den Hügelrücken geriet es in die Tiefe, die man etwas schwieriger erreichen kann. (Die Tiefe des Bodenwassers unter der Oberfläche bestimmt auch die Stelle der Dörfersiedlungen!) (**28. und 29. Abbildungen**).

Ein weiteres Spezifikum ist, daß **die Strömung des Bodenwassers** dem hügelländischen Charakter entsprechend - im Vergleich mit den Bodenwassern der Tiefebene-schneller wird. Seine Richtung führt von den Hügelrücken nach dem Alluvium, und sichert den Wasserläufen bedeutende **Ergänzung** (**27. Abbildung**).

Also in unserem Wasserspeicher benimmt sich der Hügelrücken und der Hügelhang hydrographisch ganz anders als die Talsohle.

Die Datenreihe von 15 Jahren (1956-70), der in unserem Wasserspeicher angelegten 4 VITUKI -Brunnen haben uns zur Untersuchung des **jährlichen Bodenwasserspiels** genügende Daten geliefert.

Nimmt man die Wirkungsfaktoren in acht, kann man den engsten Zusammenhang zwischen dem Bodenwasserspiel und der Lufttemperatur entdecken (**32. Abbildung**).

Der im Sommer ausgetrocknete Boden absorbiert schnell den Niederschlag infolge der gemeinsamen Wirkung von kapillaren Ziehkraft und der Gravitationskraft.

Das Bodenwasser kann aber wegen der **Unbefriedigtheit** der maximalen molekularen Wasserkapazität des Bodens nicht zunehmen. Deshalb sickern die Gewässer lieber nach unten, die starke Verdampfung trocknet die Oberschicht des Bodens, und deshalb nimmt das Bodenwasserniveau ab.

Die Wasserniveausenkungen der 4 VITUKI-Brunnen beweisen diesen Verlauf (**32. Abbildung**).

Im Herbst erreicht das Bodenwasser den Tiefpunkt. Im September wird wohl die Verdampfung kleiner, es fängt die langsame Durchfeuchtung des Bodens an, er wird aber erst bis zum Ende des Herbstes gesättigt. Da hört das Sickern molekularer Herkunft auf, und das Wasser wandert infolge der Wirkung der Gravitationskraft ausschließlich nach unten, nach den physikalischen und chemischen Eigenschaften der Schichten. Das Bodenwasserniveau in der Oberflächennähe wird immer größer (**32. Abbildung**).

Der Winter und besonders das Frühjahr sind die Perioden des hohen Wasserstandes. Der Niederschlag beeinflusst den Wasserstand schon direkt, und die Verdampfung ist maximal.

Im März und April kulminiert das Bodenwasser (**32. Abbildung**). Die Verdampfung nimmt ein bißchen zu, aber die molekular gebundene Wassermenge ist noch fast unberührt, und nur in der Oberflächennähe kann man eine gewisse Austrocknung beobachten.

Es ist auffallend, daß die Wasserstandkurven der **32. Abbildung** das Maximum und das Minimum des Bodenwasserstandes nicht zu gleichem Zeitpunkt anzeigen. **Diese Phasenverschiebung** ergibt sich aus dem Unterschied der Bodenwassertiefe unter der Oberfläche, und des freien Porenvolumens von wasserhaltenden Schichten (**35. Abbildung**).

Je tiefer das Bodenwasserniveau liegt, und je fester die Bodenschichten sind, desto längere Zeit wird zum Herabsickern des Niederschlags notwendig **(36-40. Abbildungen)**.

Auf ähnliche Gründe ist auch das Maß **der Schwankung des Bodenwasserniveaus** zurückzuführen **(17. Tabelle)**. Die Schwankung des tiefliegenden Bodenwasserniveaus ist größer, weil der Wasserhaushalt des Alluviums und der Hügelrücken voneinander abweichen. Das Wasserspiel der Alluvien wird durch die gemeinsame Wirkung des Abflusses und der Abflußverdampfung einigermaßen ausgeglichen. Bei den Hügelrücken kommt diese Wirkung nicht so zur Geltung, weil es hier nur einen Abfluß gibt, das ausschließlich von dem Niederschlag stammende Herabsickern langsam und extrem ist.

Es ist charakteristisch, daß in den grobkörnigen Schichten die Wasserstandsschwankung wegen der größeren Speicherfähigkeit klein ist, die sich von dem großen freien Porenvolumen ergibt **(17. Abbildung)**.

Auch das ist erwähnenswert, daß auf den Wasserstand eines Jahres der hohe oder niedrige Niederschlag der vorangehenden Jahre eine Wirkung ausübt. Dies kann man an den höheren Wasserstand des Jahres 1968 infolge der Wirkung des niederschlagreicheren Jahres 1967 beobachten **(33. und 34. Abbildungen)**.

**Die Temperaturverhältnisse des Bodenwassers** haben wir durch die Untersuchung der Brunnen verschiedener Lage und Tiefe bestimmt **(18. Abbildung)**.

Bei einer Tiefe von 20 Metern unter der Oberfläche erscheint die Wassertemperatur, die der Jahresdurchschnitttemperatur entspricht, und eine minimale Schwankung (die Jahresdurchschnitttemperatur von Nagykanizsa ist 10,2 C°).

Das Wasser der Brunnen, die tiefer als 20 Meter sind, wird von der Wärme der Erde abmeßbar gewärmt, und in den seichteren Brunnen kommt die jahreszeitliche Lufttemperatur durch die modifizierende Wirkung der kalten und warmen Böden zur Geltung. Die kalten sandigen Böden kühlen im Winter schneller ab, im Sommer wärmen sie stärker auf. Ihre Temperaturveränderungen geben sie auch dem in ihnen sickern den Bodenwasser über.

Der charakteristische Zug der Brunnen, die tiefer als 2 Meter Wasserstand haben, ist, daß ihre Temperaturschwankung 12-13 C° erreicht, und die Temperaturhöhe von dem Decksteinmaterial unabhängig ist.

In Kenntnis des auf den Wasserspeicher der Prinzipal-Kanal gefallenen Wassermenge haben wir **die Wasserhaushaltverhältnisse** des Gebiets untersucht (**16. Tabelle**). Nach dieser Untersuchung ist 19 % des 10-jährigen Niederschlagsdurchschnitts abgeflossen, und 81 % verdampft.



## IRODALOM

1. Ádám L. - Marosi S. - Szilárd J. 1959: A Mezőföld természeti földrajza. Akad. Kiadó, Bp.
2. Bacsó N. - Kakas J. - Takács L. 1953: Magyarország éghajlata Bp.
3. Botfai K. 1953: Talajtan II. Egyetemi jegyzet (Az Erdőmérnöki Főiskola Tanulmányi Osztálya, Sopron)
4. Bulla B. 1964: Magyarország természeti földrajza. Akad. Kiadó, Bp.
5. Bühler: A svájci erdészeti kutatóintézet közleményei. (Mitt. der Schweiz. forstl. Versuchsanstalt.)
6. Cholnoky J. 1913: A Balaton hidrográfiája. A Balaton Tud. Tanulm. Eredményei. Bp.
7. Dél-Nyugat-Dunántúl Vízgazdálkodási Keretterve I-II. kötet. Bp. 1965.
8. Ebermayer, 1900: Az erdő befolyása a talajnedvességre, a szivárgó vízre stb. (Einfl. der Wälder auf die Bodenfeuchtigkeit, Sickerwasser u. s. w.)
9. Ferecny I. 1924: Gemorfológiai tanulmányok a Kis-Magyar-Alföldi D-i öblében. Földt. Közl. 17-38.
10. Góczán L. - Szász A. 1971: A talaj látszólagos vízáteresztő képességének mint a lejtőszög függvényének hidropedológiai vizsgálata. Földrajzi Ért. 1971. 3. füzet.
11. Hajósy F. 1952: Magyarország csapadékviszonyai. OMI Hiv. Kiadv.
12. Hartyányi L. - Czesznek A. 1968: Talajnedvesség és talajvízjárás vizsgálata vegetációs időszakban. Öntözéses Gazd. 2. sz.
13. Hoppe. 1985: Az állománysűrűség befolyása (Zinfl. Der Bestandesdichte. „Zentrálbl.”)
14. Juhász J. 1962: Hazánk felszín alatti vízkészletére vonatkozó ismereteink. Hidr. Közl. 283-293. p.
15. Kakas J. (Szerk.) 1967: Magyarország Éghajlati Atlasza, II. kötet, Adattár Akad. Kiadó, Bp.
16. Kádár L. 1970: Dinamikus gomorfológia. Egyetemi jegyzet, Debrecen.
17. Kéry M. 1952: Magyarország hóviszonyai. OMI Hiv. Kiadv.
18. Kéz A. 1943: Újabb terasz-megfigyelések a Zala mentén. Földt. Közl.

19. Kollár F. - Pachner Cs. 1965: Dombvidéki vízgyűjtő hidrológiai vizsgálata. Hidr. Közl. 359-363. p.
20. Kőrössy L. 1963: Magyarország medenceterületeinek összehasonlító földtani szerkezete. Földt. Közl. 1963. 153-172. p.
21. Kretzoi M. 1936: Jelentés az 1936. évben a Dunántúl DNY-i részén végzett geológiai felvételekről. MÁFI kézirat.
22. Láng S. 1954: Geomorfológiai megfigyelések a Zalai dombvidéken. Földr. Ért. 568-574. p.
23. Lászlóffy Z. 1954: A fajlagos lefolyás sokévi átlaga Magyarországon és a hidrológiai hossz-szelvények. Vízügyi Közl. 147-156. p.
24. Lovász Gy. 1961: Adatok a Dráva vízgyűjtőjének vízjárás viszonyaihoz. Földr. Ért. 23-44. p.
25. Lovász Gy. 1966: A vízföldrajz tárgya és néhány módszertani problémája. Földr. Közl. 299-308. p.
26. Lovász Gy. 1968: Vízföldrajzi tanulmányok a Rinya és a Karasica vízgyűjtőjében. Különnyomat.
27. Lovász Gy. 1970: A Zalai-dombság főbb morfológiai problémái. Dunántúli Tudományos Gyűjtemény 91. Ser. Georg. 39. Klny. A MTA Dunántúli Tud. Int. „Földrajzi Tanulmányok a Dél-Dunántúl területéről” c. kötetéből. Bp. 1070. 83. p.
28. Lovász Gy. 1972: A Dráva-Mura vízrendszer vízjárási és lefolyási viszonyai. Akad. Kiadó. Bp.
29. Magyarország Hidrológiai Atlasza I. sorozat, folyóink vízgyűjtője 10. A Dráva. Bp. 1965. VITUKI.
30. Magyarország Hidrológiai Atlasza II. sorozat, Hidrometeorológiai adatok. „Hőmérsékleti és párolgási viszonyok”. VITUKI, Bp. 1953.
31. Magyarország Hidrológiai Atlasza III. sorozat. Vízjárási adatok, 1. jellemző vízállások. Bp. 1953.
32. Major F. (összeállítás) 1968: Magyarország talajvízből öntözhető területei. Tanulm. és Kut. Eredm. VITUKI 13. Bp.
33. Marosi S. 1969: Adatok Belső-Somogy és a Balaton hidrológiájához. Különnyomat.



34. G. F. Morozov 1949: Ucsenyie o lesze, Moszkva-Leningrád, jegyzet.
35. Nagy J.-né, 1971: Vízföldrajzi kutatások lehetőségei egy szőlő és gyümölcsstermesztő üzemegységben. Földrajzi Közlemények, 1971. 1.
36. Németh E. 1954: Hidrológia és hidrometria. Tankönyvkiadó, Bp.
37. Pécsi M. (Szerk.) 1959: Budapest természeti földrajza. Akad. Kiadó, Bp.
38. Pécsi M. (Szerk.) 1967: A dunai Alföld. Akad. Kiadó, Bp.
39. Puskás T. (Szerk.) 1967: Magyarország felszíni vízei. Bp. VITUKI
40. Rónai A. 1962: Magyarország felszínalatti vízei. Földt. Közl. 419-423. p.
41. Stefanovits P. 1966: Magyarország talajai, Bp.
42. Sümeghy J. 1954: Magyarország talajvíz viszonyai. Bp.
43. Szabó L. 1972: A lejtők talajainak vízrendszere (kand. ért.) Hidr. Közl. 2. sz.
44. Szesztai K. 1967: A vízháztartás (Magyarország felszíni vízei) VITUKI Bp.
45. Ubell K. 1953: Talajvíz tározódás a csapadék hatására. Vízügyi Közl. 2. sz.
46. Ubell K. 1955: A talajvízjárás törvényszerűségei. VITUKI 1954. évi beszámolója. Műszaki Könyvkiadó, Bp.
47. Ubell K. 1959: A talajvízháztartás és jelentősége Magyarország vízgazdálkodásában. Vízügyi Közl. 185-251. p.
48. Ubell K. 1962: a felszínfeletti vízkészlet. Hidr. Közl. 95-104. p.
49. Újvári J. 1962: Folyók, tavak, tengerek. Ifjúsági Kiadó, Bukarest.
50. Vendl. A. 1921: Jelentés a Hungarian Oil Syndicate Ltd. megbízásából 1921. V. 1.-VIII. 1-ig Somogy és Zala megyében végzett geológiai felvételekről. MÁFI kézirat.

