

A Zala vízgyűjtőjének eróziós viszonyai és hatásuk a felszíni vizek minőségére

DEZSÉNY ZOLTÁN és LENDVAI ZOLTÁN

Tolna megyei Agrokémiai és Növényvédelmi Állomás, Szekszárd és Zala megyei Növényvédelmi és Agrokémiai Állomás, Zalaegerszeg

A Keszthelyi öböl vízminőségi és főként feliszapolódási viszonyainak elemzésénél a főbb vízfolyások vízgyűjtőinek részletes vizsgálataiból kell kiindulni.

A szennyeződés jellege szerint pontszerű és nem pontszerű terheléseket különböztetünk meg. A nem pontszerű (diffúz) terhelések — amelyek döntően a talajpusztulási folyamatokból adódnak — helyenként azonos nagyságrendet képviselnek az egyéb szennyeződésekkel, ezért indokolt behatóbb értékelésük.

A Balaton környezetvédelme, ezen belül vízminősége, szempontjából eddig a talajpusztulási folyamatokat nem vizsgálták elég részletesen, azaz a folyamatot kialakító és módosító tényezők elhanyagolásával kezelték e problémákat. Ahhoz, hogy a diffúz szennyeződést mérsékeljük, a talajpusztulási viszonyokat behatóbban kell elemeznünk, mert ezek ismeretében tudjuk a védekezés módját megválasztani.

A Zala és vízgyűjtőjének vízhozama és terhelése egy nagyságrenddel nagyobb értékeket képvisel, mint a Balatonba folyó többi vízfolyás, ezért indokolt a Zala vízgyűjtőjének részletesebb tanulmányozása.

A terület erózióveszélyeztettségének térképezésénél a rendelkezésre álló adat- és térképanyagot kiegészítettük a helyszíni, elsősorban vízminőségi vizsgálatokkal. Az egyes részvízgyűjtők hasznosításának módja és a természeti tényezők ismeretében összefüggést kerestünk a vízminőség és üledékek minőségi (koncentráció-viszonyainak) alakulására.

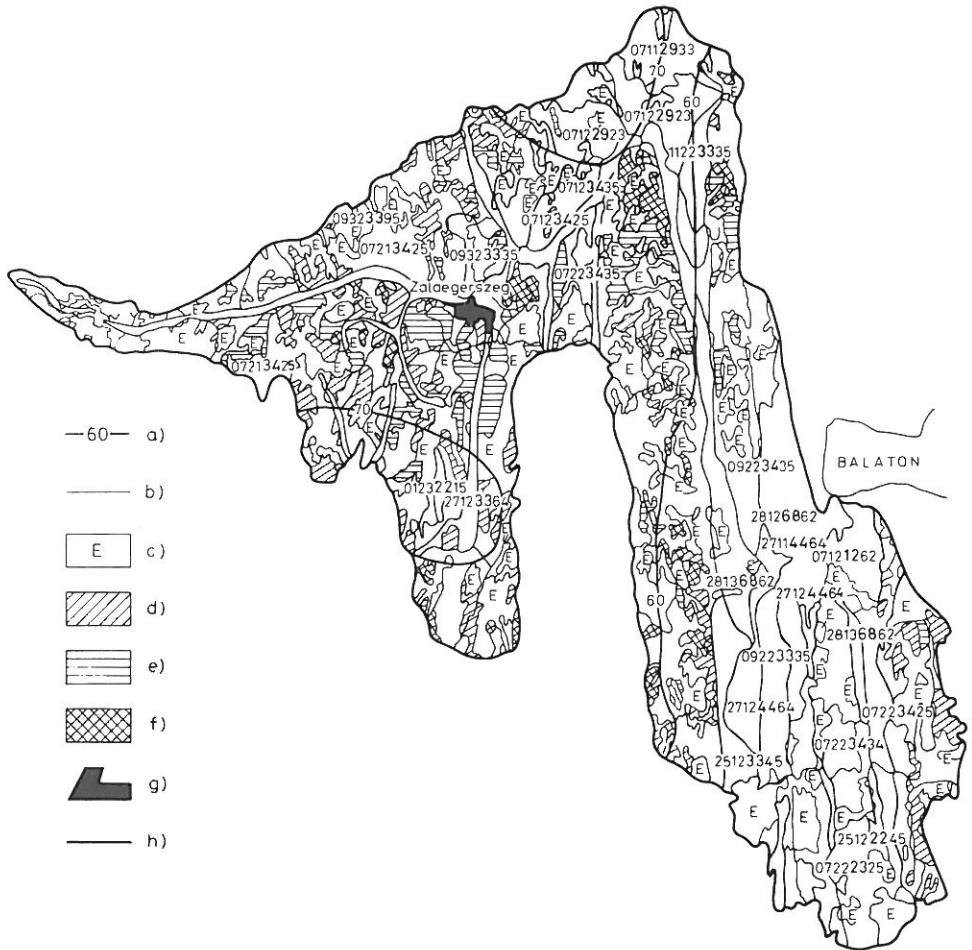
Természetföldrajzi viszonyok

A Zala vízgyűjtőjének területe 2600 km², a Balaton egész vízgyűjtőjének kb. a fele (FELFÖLDY, 1981).

Az előzőekben említett terhelések nagysága a térségben a legnagyobb. A Balaton 4 medencéjének vízutánpótlását tekintve — a Zala árhullámain is figyelembevéve — a hozzáfolyás mértéke a Keszthelyi öbölben a legnagyobb (85—95%). A terület morfológiája és mezőgazdasági hasznosítása változatos, a talajtípusok mozaikszerű elhelyezkedése, valamint az éghajlati különbözőségek rendkívül heterogén képet mutatnak (BACSO, 1964). A talajpusztulási folyamatok és az azokra ható tényezők részletezése előtt érdemes áttekinteni, hogy a Zala vízgyűjtőjének mai arculata milyen hatásokból alakult ki.

*Geológiai*lag a terület jelentős része — elsősorban a Ny-i és ÉNy-i dombvidék az Ős-Rába törmelékkúpján, míg a Dél-Zalai dombvidék az Ős-Mura alluviumán alakult ki. A késő pleisztocén tektonikai mozgások — elsősorban a Balaton részmedencéinek süllyedése — alakították ki a mai Zala vízgyűjtő alsó szakaszát (DEZSÉNY, 1980).

A *felszínalakulást* tekintve a meridionális és K—Ny irányú völgyek, ill. dombhátak egyaránt megtalálhatók. A Zala folyásával párhuzamos dombvonulatok



1. ábra

A Zala vízgyűjtőjén eróziós folyamatot kiváltó és befolyásoló tényezők. (Az eredetileg 1 : 100 000 méretarányú térkép kicsinyített vázlata.) a) Csapadék egyesített indexének értéke és izovonala; b) Talajhatár; c) Erdő; d) 5—12%-os lejtő; e) 12—15%-os lejtő; f) > 25%-os lejtő; g) Város; h) Út. A 8-jegyű kódszám a talajtulajdonságokat jelöli (VÁRALLYAY et al., 1979). 1, 2: A talaj típusa és altípusa; 3: Talajképző kőzet; 4: Talaj kémhatása, mészállapota; 5: Fizikai talajféleség; 6: Talaj vízgazdálkodási tulajdonságai; 7: Szervesanyagkészlet, t/ha; 8: Termőréteg vastagsága, cm

meredek lefutásúak. 200—300 m közöttiek a dombhátságok, de a Keszthelyi-hegység területén a magasság 400 m fölé emelkedik. A talajpusztulási szempontból legkedvezőtlenebb meredek, hegy-völgy művelési irányú területek közvetlenül Zalaegerszeg előtt, valamint a 25%-nál nagyobb lejtők a Zalabértől—Zalaszentgyörgyig terjedő térségben fordulnak elő (1. ábra).

Az *éghajlati viszonyokat* elemezve megállapítható, hogy a Zala vízgyűjtőjén egyaránt érvényesülnek a szubalpin, szubmediterrán és kontinentális elemek. Ez a tény rendkívül változatos — de nem szélsőséges — teszi a helyi mezo- és mikroklímát.

A lehullott csapadék a vízgyűjtő 9 állomásának 50 éves megfigyelése alapján átlagosan 700—824 mm, amely alapján a vidék csapadékban gazdagnak tekinthető. A csapadék 40%-a a téli, 60%-a a nyári félévben esik. A csapadékok időbeni eloszlásának, illetve a nagy csapadékok gyakoriságának döntő szerepe van az erózióra érzékeny területek elfolyási és lepusztulási viszonyaira. A vízgyűjtő déli, délnyugati területe mind az intenzitás, mind a gyakoriság tekintetében nagy értéket mutat, amely elsősorban a szubalpin hatásoknak köszönhető. A 20 mm/24 h-nál nagyobb csapadékok gyakorisága évente 6,6 és 8,6 között alakult. A Zala vízgyűjtőn és azzal határos állomásokon mért főbb csapadék adatokat az 1. táblázat tartalmazza.

A Bacsó-féle csapadék—erózióveszélyeztetettség mutatók mind az intenzitás, mind a nagycsapadékok (> 20 mm/24 h) tekintetében különösen Bak környékén és a Zala felső folyásánál nagyok. BACSÓ (1964) 50 év megfigyeléseinek és 200 állomás adatainak felhasználásával a csapadékokat intenzitás és gyakoriság (nagy hozam és tartamhatás) alapján 5—5 kategóriába sorolta az erózióveszélyeztetettség szempontjából. Az egyes részkategóriák sorszámértékei adják külön-külön az intenzitási és gyakorisági index értékszáma, amelyek összege az egyesített csapadék—erózióveszélyeztetettség index. Az eddig mért magyarországi adatok feldolgozásával az egyesített csapadék—erózióveszélyeztetettség értékek 20 és 70 közöttiek voltak. Ezen határértéket figyelembe véve a Zala vízgyűjtője — csapadék szempontjából — az ország egyik legnagyobb erózióveszélyeztetettségű térsége. A térségi különbségeket térképen az egyesített index izovonalai mutatják.

Talajtani viszonyok. — A vízgyűjtő talajtakarójának jellemzéséhez a kialakult talajtulajdonságokat és a főbb talajképző tényezőket kell röviden áttekinteni.

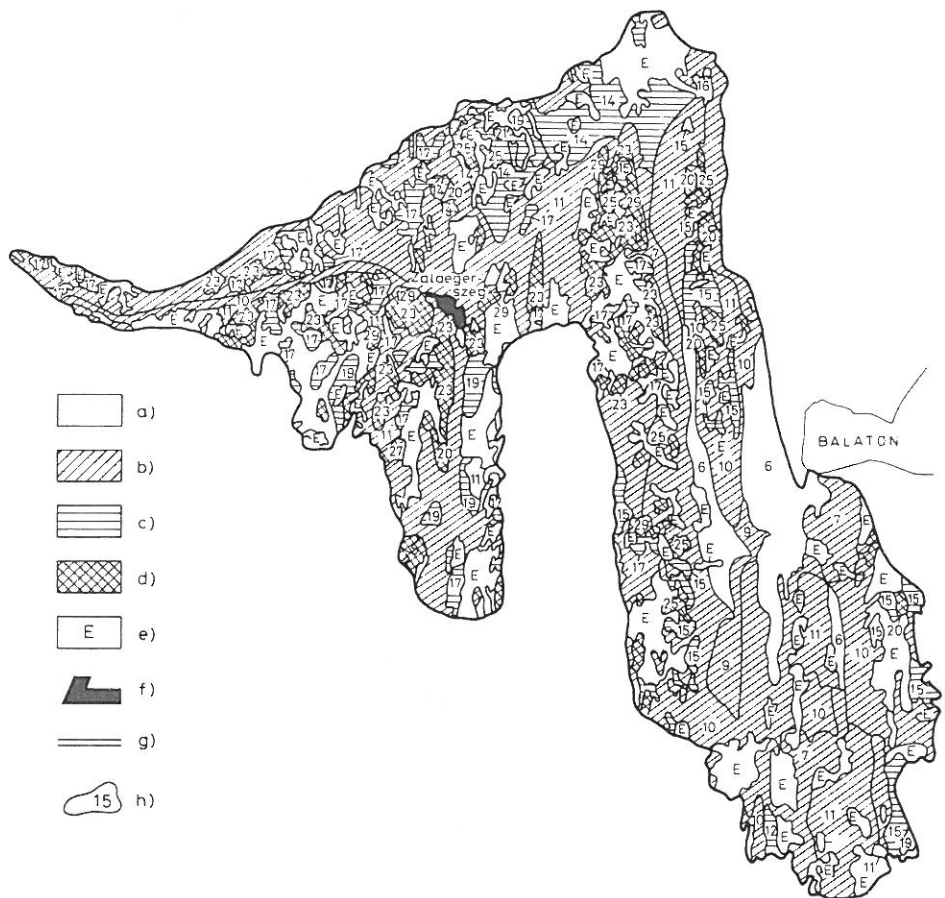
A természeti tényezők közül a Zala vízgyűjtőjén a következő főbb hatások érvényesülnek: éghajlati viszonyok, geológiai felépítettség (alapkőzet), azonális hidromorf hatások. Mesterséges tényezők: láptelkesítések, helytelen művelés miatt a talajok eróziója és a völgytalpak feltöltődése (szedimentáció).

A talajok zöme az erdőtalajok típusaiba tartoznak (VÁRALLYAY et al., 1979). A talajtípusok K-ről Ny-felé haladva (1. ábra): Ramann-féle barna erdőtalaj; agyagbemosódásos barna erdőtalaj; pszeudoglejes erdőtalaj, valamint erdőtalajok lejtőhordalékai. Meg kell említenünk még a vízgyűjtőn elhelyezkedő összefüggő hidromorf talajokat is, amelyek a Zala alsó vízgyűjtőjét jellemzik: láp-, réti öntés-, telkesített síkláp-, réti- és lápos réti talajok.

A Zala vízgyűjtőjének eróziós folyamatait kiváltó és befolyásoló tényezőit az 1. ábrán mutatjuk be. A 2. ábra a vízgyűjtő eredetileg 1:100 000 méretarányú erózióveszélyeztetettség térképének vázlatja.

A vízgyűjtő Ramann-féle barna erdőtalajait egyöntetűen a könnyű mechanikai összetétel (homokos vályog) jellemzi. Ez az erózió szempontjából hátrányos, mert a

homokos vályog erodálódik a legkönnyebben. A vízgyűjtő lejtős területeinek jelentős részén Ramann-féle barna erdőtalaj található (STEFANOVITS, 1956). Az agyagbe-mosódásos barna erdőtalajok — amelyek a vízgyűjtő talajtakarójának legnagyobb hányadát képezik — eróziós szempontból mérsékeltebb elbírálás alá esnek (DEZSÉNY, 1982). A talajban végbemenő anyagforgalmi sajátosságokból kell kiindulni ahhoz, hogy az eróziós folyamatok dinamikáját és megjelenési formáit megértsük, illetőleg kialakulásának körülményeit tisztázzuk (DEZSÉNY, 1982). Az utóbbi talajtípusnál a kilúgzódási folyamatok szembetűnőek. A talaj A-szintjéből az agyag kolloidok, valamint a kationok a mélyebb szintekbe mosódnak le, ezért az A-szint könnyen erodálódhat.



2. ábra

A Zala vízgyűjtőjének erózióveszélyeztetettségi térképe. (Az eredetileg 1 : 100 000 méretarányú térkép kicsinyített vázlata.) a) Nem veszélyeztetett, 2—6; b) Gyengén veszélyeztetett, 7—11; c) Közepesen veszélyeztetett, 12—19; d) Erősen veszélyeztetett, 20—35; e) Erdő; f) Város; g) Út; h) A veszélyeztetettség kódszáma

A vízgyűjtő középső szakaszán az agyagbemosódásos barna erdőtalajok erőteljes lepusztulása a jellemző, ahol már a felhalmozódási szint is a hordalékképződés anyagává válik. A helyszíni felvételezések és a terepbejárás folyamán a hegy-völgy irányú területeknél tapasztalható a lepusztulás. A helytelen művelés során a barázdás eróziós forma, illetve, ennek kifejtettebb formája, az árkos erózió alakult ki (STEFANOVITS, 1977). Ezzel szemben a Ramann-féle barna erdőtalajoknál felületi rétegerózió lép fel, amelyknél a kisebb ellenállás miatt mind a felszín, mind a B-szint egyenletes gyorsasággal erodálódik.

A vízgyűjtő Ny-i részén már pszeudoglejes erdőtalajokat találunk. Kialakulásukban az itteni fenyvesek és bükkösök (őshonos az erdei fenyő és a bükk) erdőtársulása, a csapadékos klíma játszott szerepet. A kilúgzódási folyamatok még kifejezettebbek, mint az előző erdőtalajoknál.

1. táblázat

A Zala vízgyűjtőn és azzal határos állomásokon mért csapadék adatok

(1) Állomás helye	> 20 mm/24 h			50 mm/24 h	(6) Abszolút maximum, mm/24 h	(7) 50 év csapadék átlaga, mm
	(2) Gyakoriság/év	(3) Téli félévben (napok száma)	(4) Nyári félévben (napok száma)	(5) Gyakoriság/40 év		
Bak	8,1	—	—	—	130	780
Csehimindszent	7,9	5,4	2,5	15	98	744
Kercaszomor	8,6	6,0	2,6	9,7	69	824
Kerta	7,5	5,0	2,5	8,0	98	681
Keszthely	6,6	4,6	2,2	13	99	700
Nagykanizsa	8,0	2,9	5,9	15	72	777
Pötréte	7,6	1,8	9,5	11	—	724
Türje	6,7	4,7	2,0	12	93	706
Zalaegerszeg	7,4	2,2	5,2	8	116	745

A mezőgazdaságilag művelt lejtős területeken az A-szintek erodáltak a kedvezőtlen lejtőadottságok és vízgazdálkodási tulajdonságok miatt. E területek a csapadékviszonyoknak (az intenzív és nagyhozamú esők) potenciálisan jobban ki vannak téve, mint bárhol másutt a Zala vízgyűjtőjén. Erózióveszélyeztetettségük a közepes kategóriába esik rossz beszivárogtató és vízvezető képességük miatt (DEZSÉNY, 1980). A felületi elfolyás a lejtőkön nagy, de ez nem jár a talaj B-szintjének jelentős lepusztulásával. A művelésbe vett területek B-szintjének nagy agyagtartalma nem eresztí át a vizet; pangóvizek képződnek, amelyek kizárólag a felszíni vizekből származnak. Az ilyen talajokon terjedt el a bakhátas művelés, amelynek szintvonalas művelés esetén a pangóvizek elvezetésével, talajvédelmi hatása is van (STEFANOVITS, 1956, 1977).

A telkesített síkláptalajoknál a defláció okozhat komoly károkat a talajok termőrétegében (Zala komplex vízvédelmi terve, 1982). A folyamatot meggyorsítja a tőzeg kiégése és a drénezett területen a talajvízszint lesüllyesztése.

A réti-, lápos réti-, és réti öntéstalajoknál nem a talajpusztulási folyamatok, hanem az időszakos vízborítás, a nagy agyagtartalom következtében kedvezőtlen hő- és vízgazdálkodás a termékenységet gátló talajtani tényezők (VÁRALLYAY et al., 1979).

A Zala vízgyűjtő területének megoszlását művelési áganként a 2. táblázatban adjuk meg.

Vizsgálati módszerek

Mintavétel. — A mintavételi pontok kiválasztásánál a legfontosabb szempont az volt, hogy lehetőséget nyújtson a szennyező hatások területi elhelyezkedésének vizsgálatára, továbbá biztosítsa a legfontosabb mellékvízfolyások, a különböző

2. táblázat

A terület megoszlása művelési áganként

(1) Művelési ág	(2) Terület	
	hektár	%
a) Szántó	100 480	45,3
b) Gyümölcsös	3 192	1,4
c) Szőlő	602	0,3
d) Rét	18 671	8,4
e) Legelő	17 059	7,7
f) Erdő	65 782	29,6
g) Összesen:	205 786	92,7
h) Nádas	1 026	0,5
i) Halastó	609	0,3
j) Kivett	14 540	6,5
k) Összes terület:	221 961	100,0

mezőgazdasági hasznosítású területek, az állattartó telepek és a települések hatásainak jellemzését. A Zala folyón 29, a fontosabb mellékvízfolyásokon a torkolati szelvényben 26 mintavételi pontot jelöltünk ki. Vizsgáltuk továbbá 29 egyéb felszíni vízfolyás, drénvíz, stb. koncentráció-viszonyainak alakulását (LENDVAI et al., 1981—1982). A mintavétel kéthetente, max. néhány órás eltéréssel történt. Esetenként sor került a programban nem szereplő mellékvízfolyásokon, a vízgyűjtő nagyobb településein átfolyó felszíni vizek, kutak és a Zala folyó fenéküledékének vizsgálatára is.

A vízmintákat a folyóvizek sodorvonalából vettük, ügyelve arra, hogy a mintavétel a folyóvizek összefolyása után a már teljesen összekeveredett vízből történjen és a fenéküledék ne keveredjen fel.

Vízvizsgálatok (KGST Egységes Vízvizsgáló Módszerek, 1968). A vízmintákból meghatároztuk az összes lebegőanyag-tartalmat szűrőpapiros módszerrel; az ammónium-N-tartalmat indoferol színreakcióval; a nitrit-N-tartalmat Griess-Ilosvay színreakcióval; a nitrit + nitrát-N-tartalmat hidrazin-szulfátos redukció után nitrit formában; a Kjeldahl-N-tartalmat kénsavas roncsolás után ammónium

formában; az oldott P-tartalmat K-antimonil-tartaráttal érzékenyített molibdenát színreakcióval; az összes P-tartalmat kénsavas roncsolás után oldott-P formájában; K^+ -tartalmat lángfotometriás módszerrel.

A Kjeldahl-N és a nitrát-N összege valójában az összes N közelítő értéként fogadható el, mert a Kjeldahl-N-be a szerves és ammónium-N mellett bizonyos — nem számszerűsíthető — mértékben a nitrát-N-t is belemérjük. A Kjeldahl-N és az összes-P meghatározását alaposan felrázott, szüretlen mintából, a többi tápelem meghatározását 105 °C hőmérsékleten előzetesen kiszárított és exsiccatorban lehűlt szűrőpapíron szűrt mintából végeztük Contifló automatikus vegyelemző rendszerrel (LENDVAI et al., 1981—1982).

A talaj- és fenéküledék-vizsgálatokat a MÉM NAK „A TVG tápanyagvizsgáló laboratórium módszerfüzete” (1978) című kiadványa szerint végeztük.

A Zala folyóra vonatkozó vízhozam adatokat a Nyugat-Dunántúli Vízügyi Igazgatóság (Szombathely) bocsátotta rendelkezésünkre. A Zala—Somogyi határarokra, valamint az Esztergályi, Sárvíz és Válicka patakokra vonatkozó adatokat a vízmérce leolvasása és a O_h -görbe alapján számítottuk. Műszeres vízhozammérést a Foglár és a Széplaki patakon, úsztatásos vízhozammérést a Szévíz, Kővecsesvölgyi, Csáfordi, Nádas, Újfalui és Zalasabári patakokon valamint a Kiskomáromi-csatornán végeztünk. Az úsztatásos vízhozamot (O , m^3/s) a $O = V_k \cdot F \cdot 0,9$ képlet alapján határoztuk meg, ahol F (m^2) az áramlási keresztmetszet, V_k (m/s) a középsebesség, 0,9 a hibaszázalék. A mezőgazdasági eredetű terhelés részarányát két módszer alapján becsültük.

1. módszer. — A közelítés alapja az, hogy a mezőgazdasági területen átfolyó mellékvízfolyások torkolati szelvényeinek a vízhozam és a koncentráció simított átlagértékeinek szorzataként kiszámítottuk a mellékvízfolyások tápanyagterhelését.

3. táblázat

A Zala tápanyag-terhelése folyószakaszonként

(1) Vízgyűjtő szakasz	(2) Víz- hozam, m^3/sec	NH_4^+ -	$NO_2^- + NO_3^-$ -	Kjel- dahl-	(3) Oldott P_2O_5	(4) Összes P_2O_5	K^+
		N					
		tonna/év					
Zala I.	1,36	4,7	94,4	61,3	4,3	8,2	125,1
a) Zala mellékvíz- folyásai II.	1,15	5,6	58,8	75,1	4,6	8,8	128,0
Zala mellékvíz- folyásai III.	0,12	1,6	9,3	11,9	0,5	1,4	6,8
Zala mellékvíz- folyásai IV.	0,96	3,1	41,8	87,3	3,2	6,9	101,7
b) Zalaegerszeg szennyvíztelep	0,17	—	—	—	—	—	—
c) Összesen:	3,76	15,0	204,3	235,6	12,6	25,3	361,6
d) Zala torkolatánál mért érték	5,54	75,1	419,3	672,6	54,2	72,5	1193,8

Az így kiszámított terhelési értékeket viszonyítottuk a Zala torkolatánál mért értékekhez (3. táblázat).

2. módszer. — A mellékvízfolyásokban mért koncentrációkat a Zala Zalaegerszeg feletti mintavételi pontjain vett vízminták tápanyagkoncentráció-értékéhez viszonyítottuk (4. táblázat).

Feltételezzük, hogy a mezőgazdasági eredetű terhelés a Zalát elsősorban a mellékvízfolyásokon keresztül éri (JOLÁNKAY, 1976; JOLÁNKAY et al., 1979; LENDVAI et al., 1981—1982). Természetesen nem lehet kizárni a Zala közvetlen mezőgazdasági eredetű terhelését sem. Ennek jellemzésére elfogadhatjuk a Zala Zalaegerszeg feletti szakaszának terhelését, amely a geológiai és mezőgazdasági jellegű együttes terhelést tükrözi. Ugyanakkor azt is figyelembe kell venni, hogy a mellékvízfolyásokat sem csupán mezőgazdasági hatások érik. Példaként megemlítjük a Zalaszentiváni és Zalaszabári patakot. Mindkét vízfolyás időszakos jellegű. A települések előtti mederszakaszok a vizsgálati időszakban általában szárazak voltak, a településeket követően azonban minden esetben szennyezett vizet tartalmaztak, amely a települési hatás egyértelmű bizonyítéka.

4. táblázat

Mellékvízfolyások vízminőségi jellemzői

(1) Vízfolyás (patak neve)	NO ₂ ⁻ + NO ₃ ⁻ - N	Kjeldahl-N	(2) Oldott P ₂ O ₅	(3) Összes P ₂ O ₅	K ₂ O
	mg/l				
Esztergályi	1,6	1,33	0,23	0,36	4,1
Bókaházi	6,6	2,48	0,22	0,95	8,1
Újfalvi	7,9	3,24	0,36	1,39	13,4
Zalacsányi	2,0	2,21	0,23	0,57	5,4
Nádas	2,7	4,25	0,39	1,12	—
Csáfordi	3,5	1,92	0,28	0,64	11,7
Csörgető	2,5	2,49	0,24	0,77	6,2
Széplaki	3,2	2,20	0,33	0,64	6,4
Berek	3,1	2,79	0,79	0,81	2,1
Nagytilaji	1,9	3,23	0,25	1,09	6,0
Dőtki	2,5	2,78	0,21	0,89	6,4
Foglár	2,8	2,28	0,24	0,60	6,8
Szévíz	1,8	2,06	0,34	0,50	5,2
Sárvíz	1,3	1,62	0,24	0,44	2,3
Válicka	1,2	2,36	0,30	0,66	4,0
Szentmihályfai	1,4	1,53	0,17	0,25	3,0
Kövecsesvölgyi	5,2	1,46	0,23	0,29	3,2
Szőcei	2,6	1,63	0,23	0,28	2,5
n	18	18	18	18	17
x	2,98	2,32	0,29	0,69	5,73
s	1,83	0,75	0,15	0,32	3,17
CV%	61,5	31,2	49,2	46,8	55,3
a) Maximális mezőgazdasági terhelés, %	90,3	61,4	25,9	47,3	95,5

Vízminőségi paraméterek alakulása a Zala hossz-szelvényén

A Zala tápanyagterhelését folyószakaszonként a 3. táblázatban mutatjuk be. A mellékvízfolyások vízminőségi jellemzőit a 4. táblázatban, a Zala alsó szakaszán lévő főbb vízfolyások vízminőségi paramétereit az 5. táblázatban adjuk meg. A 3. ábrán láthatjuk a Zala fenéküledék-vizsgálatának eredményeit.

Vízminőségi szempontok alapján a Zala folyó négy szakaszra bontható (JOLÁNKAY, 1976; JOLÁNKAY et al., 1979):

I. szakasz: Forrásvidéktől Zalaegerszegig

A Zala és mellékvízfolyásai (Szöcei, Kövecsesvölgyi és Szentmihályfai patak, stb.) a vízutánpótlást mezőgazdasági területekről kapják. A térségben a kommunális és ipari terhelő hatás (Zalaegerszeg nyugati városrészei kivételével) nem jelentős. E szakaszon helyezkedik el a vízgyűjtő erózió szempontjából egyik legveszélyeztetettebb területe (2. ábra). A víz lefutása ezen a szakaszon gyors, a folyó medre kavicságyas. A fenéküledék-vizsgálatok szerint a mederágy szervesanyag- és tápanyagtartalma alacsony (3. ábra).

Mind a Zala, mind pedig a vizsgált mellékvízfolyásai alapján ez a vízgyűjtő legtisztább szakasza. A vízminőség kedvező alakulása visszavezethető a vízgyűjtő erdő- és gyepgazdálkodására, amely döntő jelentőségű a hordalékképződés szempontjából (WISCHMEIER és SMITH, 1978). A kiegyenlített csapadékos éghajlat az erdő megletelepülésének kedvezett (STEFANOVITS, 1956). Az egyes erdőtársulásoknál az illír, alpesi és pannon flóraelemek, az éghajlati és domborzati tényezőkből adódóan egyaránt megtalálhatók. Az itteni erdőtalajok a nem párológtató kilúgzási típusba tartoznak — sok év átlagában 20—60 mm víztöbblet jelentkezik — azaz a csapadék mennyisége nagyobb, mint az evapotranszspiráció. Ez a megállapítás elsősorban sík, vagy lankás, szelíd lejtőjű területeken érvényes. A 17%-nál meredekebb területeken a felületi elfolyás és az eróziós folyamatok talajtulajdonságoktól függő formái a természetes erdőkben kevésbé, de a mezőgazdasági kultúrákban erőteljesen jelentkeznek. A zárt, jól beállt erdőállomány, a természetes és telepített gyeppek „szivacsként”

5. táblázat

A főbb vízfolyások vízminőségi paramétere a Zala alsó szakaszán

(1) Vízfolyás	NO ₂ ⁻ + NO ₃ ⁻ - N	Kjeldahl-N	(2) Oldott P ₂ O ₅	(3) Összes P ₂ O ₅	K ₂ O
	mg/l				
Marót-völgyi csatorna	0,8	5,10	0,43	0,65	4,1
Gyöngyös csatorna	1,5	3,94	1,03	1,55	11,1
Zala-Somogyi határárok	1,7	2,26	1,33	2,19	6,5
Ingói csatorna	2,4	6,51	0,98	1,44	5,5
Kiskomáromi-csatorna	1,3	3,26	0,62	0,81	6,5
n	5	5	5	5	5
X	1,54	4,21	0,88	1,33	6,74
s	0,58	1,65	0,35	0,62	2,63
CV%	38,0	50,5	40,4	46,5	39,0

szívják magukba a vizet, ezenkívül a talajfelszín aggregátumai nem tudnak elmozdulni a növényzet csepperóziót gátló hatása miatt (VÁRALLYAY és DEZSÉNY, 1979).

A Zala felső szakaszán (Szalafő—Zalalövő közötti terület) ezek a hatások még jól érvényesülnek. Elsősorban olyan területeken indult meg az erózió, ahol a domborzati és talajtani jellemzők figyelembevétel nélkül bontották meg a természetes vegetációt. A mezőgazdasági művelésbe vétel önmagában nem feltétlenül indítja meg a talajpusztulási folyamatokat. Feltétele a szintvonalas művelés és a jó talajfedettséget biztosító növényzet termesztése (ERŐDI et al., 1974). A folyószakasz kismértékű terhelését elsősorban a talajpusztulásból eredő szennyezések okozzák (3. táblázat).

II. szakasz: Zalaegerszegtől Zalabérig

Terhelés szempontjából meghatározó a zalaegerszegi szennyvíztelep szennyvíz-kibocsátása (JOLÁNKAI, 1979; JOÓ, 1978; LENDVAI et al., 1981—1982). A Zalán mért koncentráció-értékek — a folyó vízhozamához viszonyítva nem elhanyagolható 13—14 ezer m³/nap szennyvízkibocsátás után — ugrásszerűen megemelkednek. A szennyvíz jellemzői teljes mértékben anaerob viszonyokat tükröznek, ami a magasabb rendű élettévékenységet kizárja. A szennyvízterhelés hatására a folyó nitrát-koncentrációja érzékelhetően lecsökken. A fenéküledék szervesanyag- és tápanyagtartalma helyenként jelentősen megnő, értékei a vízgyűjtő talajviszonyaira nem jellemzőek (3. ábra). A szervesanyag- és tápanyagtartalom emelkedése között összefüggés mutatható ki. Az elsődleges szennyező hatások (szennyvíz) mellett másodlagos és harmadlagos szennyező hatásokkal — nevezetesen a rothadó szerves anyagból felszabaduló, vízoldható ásványi sók keletkezésével és a fenéküledék árhullám által történő elmozdulásával — is számolni kell (FELFÖLDY, 1981).

A folyószakasz Zalabér körzetében erózióveszélyeztetett terület. Az okok a 17%-nál meredekebb lejtő- és a körzet szigetszerűen kiugró csapadékviszonyaira vezethetők vissza (1. ábra). A vízminőséget alapvetően a kommunális és ipari szennyvizek terhelése határozza meg, de a hordalék illetve lebegő anyag (diffúz szennyezés) mennyisége nagyobb mint az előzőeké. Az üledékvizsgálat alapján a szervesanyag-tartalom az 5%-ot is meghaladja, ugyanakkor a P₂O₅- és K₂O-tartalmak az egész folyószakaszt tekintve kiugróan nagy értéket adnak (< 400 mg/kg) (3., 4. táblázat és 3. ábra).

Az 1981. június 18-i 58 mm/16 h rendkívüli csapadékesemény reprezentatív mérései azt mutatták, hogy a folyószakaszon a vízben oldható nitrát- és foszfátértékek emelkedtek. A jelenség egyértelműen az eróziós folyamatoknak köszönhető, beleértve a mederfal, utak, horhosok eróziós pusztulását is. Meg kell jegyezni, hogy a vízgyűjtőre vonatkozó árhullámok száma csak 3, amelyet az aszályos időszak indokol (LENDVAI et al., 1981—1982).

A potenciális eróziós károk elhárítása Zalabér környékére kell, hogy koncentrálódjon, az említett tényezők miatt (2. ábra). Azt azonban hangsúlyozni kell, hogy a folyón, a rendkívüli csapadékesemények kivételével a pontszerű szennyezőforrások a mértékadóak (ipari + kommunális terhelések).

Összességében a II. szakasz a vízgyűjtő legszennyezettebb része. A szennyvíztisztító után a Zalához viszonyítva tiszta, viszonylag bővízű Válicska és Sárvíz, valamint a leülepedés hatására a vízben mért koncentráció-értékek csökkennek. Az

egyéb mellékvízfolyások koncentráció-értékei is alacsonyabbak a Zalán mért értéknél. Kivételt képez a nitrát, mely a Zalán igen alacsony és a kálium, amely kb. a Zaláéval megegyező (3, 4. táblázat; és 3. ábra). A szakasz végén a tisztulási folyamatok kerülnek előtérbe, amelyet a nitrátkoncentráció lassú emelkedése és a zavarosság csökkenése is jelez (3. és 4. táblázat).

III. szakasz: Zalabértől Esztergályhorvátiig

A vízminőségre továbbra is a Zalaegerszegen kapott szennyezés nyomja rá a bélyegét. A folyó szennyeződését Zalaszentgrót terhelése észrevehetően nem fokozza. A víz szemmel láthatóan tisztább, mint a II. szakaszban (3. táblázat). A mellékvíz-folyások koncentráció-értékei néhány kivételtől eltekintve (Nádas, Újfalui és Szabári patak) alacsonyabbak a Zalán mért értékeknél, azonban a nitrát- és káliumtartalmak itt is magasabbak. A fenéküledékre a II. szakaszban leírtak érvényesek (3, 4. táblázat és 3. ábra). A szakasz a létesítendő Kis-Balatoni víztározónál fejeződik be.

A folyószakasz mindkét oldalán meredek lefutású művelt mezőgazdasági terület található. A folyószakasz jellegzetessége, hogy a lejtőlábak közel esnek a Zalához és ezeken a területeken intenzív szántóföldi és kiskert művelés folyik (1. és 2. ábra). Az adottságok kedveznek az erőteljes talajpusztulásnak az előző folyószakaszokhoz viszonyítva, mivel az erdő- és gyepterület nem meghatározó a területhasznosításnál. A talajtakaró agyagbemosódásos és Ramann-féle barna erdőtalajokból áll.

A fenéküledék vizsgálata alapján (3. ábra) a K_2O -tartalom abszolút maximumon van, a szerves anyag és P_2O_5 vonatkozásában 3%, illetve 500 mg/kg értékeket kaptunk. Tekintettel arra, hogy jelentős pontszerű szennyezőforrás nem található Zalaegerszeg szennyvizeinek utóhatása mellett, e szakaszon van a diffúz, mezőgazdasági területekről származó szennyeződéseknek a legnagyobb jelentősége. A Zala és a III. szakaszhoz tartozó vízfolyások terhelési adatai szerint e szakaszra esnek a legnagyobb K_2O -értékek (46,4 illetve 50,9 mg/l), a $NO_2 + NO_3$ -tartalmak 4 mg/l körül alakulnak (3. ábra). A K- és $NO_2 + NO_3$ -terhelések alapvetően a műtrágya-, illetve állattenyésztő telepekről származnak. Tekintettel arra, hogy a mellékvízfolyások (Esztergályi, Csáfordi és Újfalui patak, stb.) terhelései mutatnak a torkolatról viszonylag nagy értékeket, ezek egyértelműen a mezőgazdasági terhelés következményei (nincs jelentős pontszerű terhelés). Feltűnő az alacsony P_2O_5 -koncentráció a mellékvízfolyásokon, míg a Zalán ez az érték az oldott P_2O_5 esetében 1,5 mg/l; az összes P_2O_5 1,5—2 mg/l körül alakul; azonban a zalaegerszegi szennyvízbefolyónál 3 mg/l feletti az érték (pontszerű szennyezőforrás). A vizsgált folyószakaszról megállapítható, hogy a fő pontszerű szennyeződés (Zalaegerszeg) hatásai a további szakaszokon a mérésekkel egyértelműen észlelhetők. A diffúz, főként eróziós folyamatokból eredő terheléseket a mellékvízfolyások vízminőségi és üledék adatai támasztják alá. Az említett vízfolyásoknál csak a települések közvetlen környezetében lehet kommunális terheléssel számolni, további szakaszain viszont az eróziós pusztulásból eredő tápanyagterhelések a meghatározóak. A Zala folyónál, sajnos a jelenlegi módszerek és a viszonylag kisszámú mérés miatt egzakt módon nem lehet a pontszerű terheléseket elválasztani. Bizonyos komponensek (N , $NO_2 + NO_3$) azonban a zalaegerszegitől (mint fő szennyezőforrás) magasabb értéket mutatnak, amely a két szennyezéstípus összegeződéséből ered (3. táblázat).

A Zala folyószakaszai közül a III. szakaszon legnagyobb a talajpusztulási folyamatokból eredő terhelés, amelyet az esetenként előforduló torrens csapadék-események árhullámaiban mért értékek bizonyítanak (JOLÁNKAY, 1976; JOLÁNKAY et al., 1979; Joó, 1978)

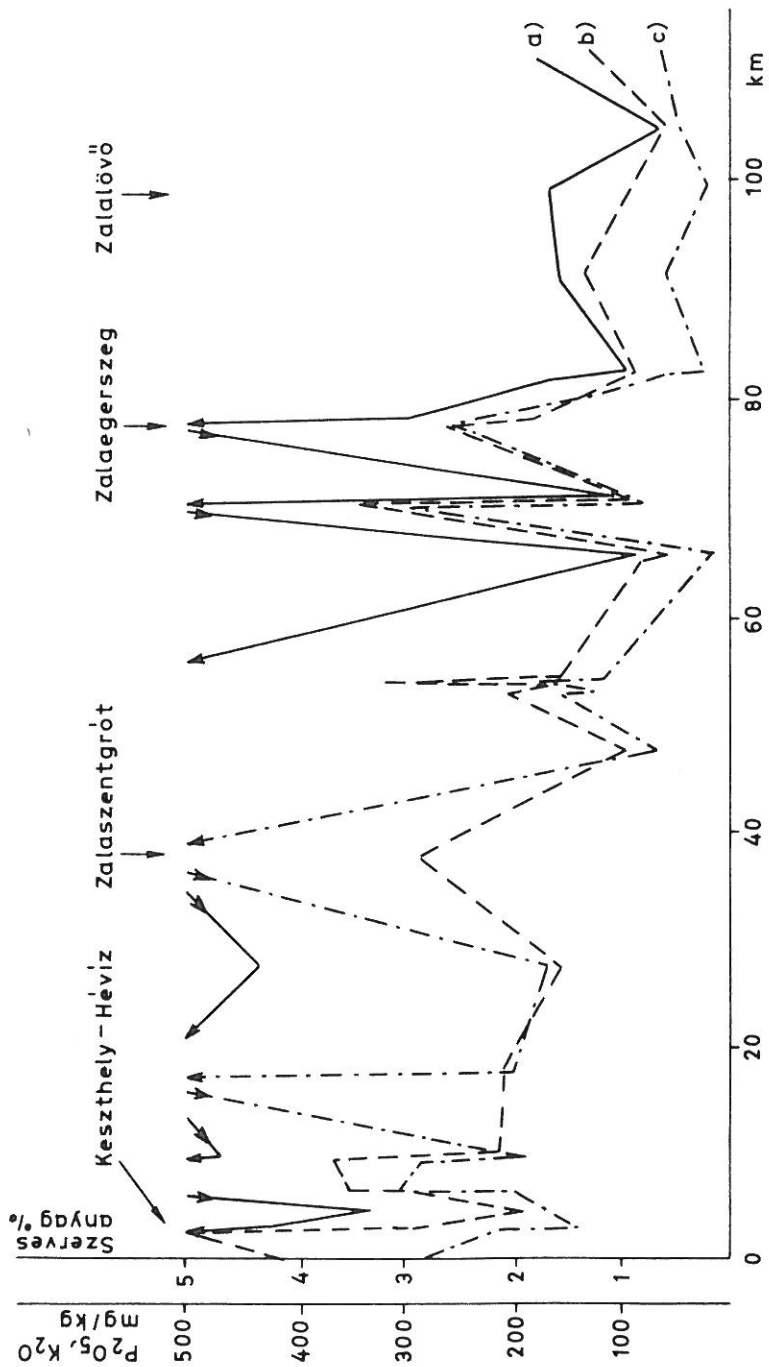
IV. szakasz: Esztergályhorvátitól a torkolatig

A folyó Esztergályhorvátitól a torkolatig magas szervesanyag-tartalmú tözezes, lápos területeken folyik keresztül. A szemmel is látható és koncentráció-értékkel jellemzett szennyezettség ismét növekedni kezd, bár mértéke a II. szakasz értékeit nem éri el. A torkolati szelvényben mért koncentráció-értékek — feltehetően a Balaton visszaduzzasztó hatása miatt — alacsonyabbak, mint a szakasz középső részén (3., 5. táblázat és 3. ábra).

A mellékvízfolyások nitrát- és káliumtartalma alacsonyabb, egyéb koncentráció-értékei pedig hasonlóak a Zalán mért értékekhez. Kivételt képez a Zala—Somogyi határárok és a Marót-völgyi csatorna lényegesen alacsonyabb foszforkoncentrációja (5. táblázat). Ez utóbbi két mellékvízfolyás elsősorban mezőgazdasági, míg a Gyöngyös és az Ingói csatorna elsősorban kommunális terhelést szállít. A több mintavételi ponton vizsgált Zala—Somogyi határárok Kjeldahl-N, oldott- és összes P_2O_5 - valamint K_2O -tartalma a sávolyi tözegetelep után jelentős mértékben megemelkedik (5. táblázat). Ezeken a területeken jelentős mezőgazdasági termelés folyik, az erózió nem jellemző. A Balaton déli vízgyűjtő vízfolyásainak vizsgálata során KAUREK és SZAPPANOS (1982) arra a megállapításra jutottak, hogy a Nagybereki lápterületek vizeit a Balatonba szállító berekvizek összes oldott anyag és összes N-koncentrációja lényegesen magasabb, mint a külvizeké. Ennek megfelelően terhelési részarányuk is magasabb, mint a vízmennyiség részaránya. Joggal feltételezhetjük tehát, hogy a lápterületek jelentős szerepet játszanak a vízminőség romlásában, szerepük tisztázása azonban további vizsgálatokat igényel.

E szakaszon a vízminőség alakulását további szennyező hatások és a mederben lejátszódó, összetett fizikai, kémiai és biológiai kölcsönhatások befolyásolják. A települési, kommunális hatások közül meg kell említeni Keszthely lápi kazettás szennyvízelhelyezését és a sármelléki repülőter szennyező hatását. A fizikai hatások közül fontos szerepe van az áramlási sebesség csökkenése miatt a Zala hordaléklerakó jellegének. A vízminőséget a tözezes mederágyban lezajló oldódási, adszorpciós—deszorpciós folyamatok befolyásolják (FELFÖLDY, 1981).

A Kis-Balaton lápterületeken átfolyó Marót-völgyi, Gyöngyös, Ingói és Kiskomáromi csatorna, valamint a Zala—Somogyi határárok Kjeldahl-N-, oldott és összes P_2O_5 -, K_2O -koncentráció értékei magasabbak, mint a Zala I—III. szakaszán vizsgált mellékvízfolyásoké (5. táblázat). A IV. szakaszban a mellékvízfolyások koncentráció értékei — a nitrát kivételével — magasabbak, mint az I—III. szakaszban, egyes esetekben pedig elérik, ill. meghaladják a Zalán mért értékeket. A kommunális szennyezéssel is terhelt vízfolyások koncentráció értékei magasabbak, mint a kommunális szennyezéssel nem, vagy csak kevésbé terhelt mellékvízfolyásoké (3., 4. és 5. táblázat). Az okok a mellékvízfolyások (Gyöngyös patak, Zala—Somogyi határok, Maros-völgyi csatorna, stb.) talajpusztulás szempontjából kedvező adottságú vízgyűjtőire vezethetők vissza (1. és 2. ábra). Így a Gyöngyös patak



3. ábra

A Zala folyó fenékvilágában mért P_2O_5 - (a) és K_2O - (c) értékek, valamint szerves anyag, % (b). A műszer P_2O_5 és K_2O esetében 500 mg/kg, a szervesanyag-tartalomnál 5% értékig mért megbízhatóan. Ezen értékek felett nem jelöltük az ábrán a mért adatokat

vízgyűjtőjén a könnyen erodálódó Ramann-féle erdőtalajok, lejtőirányú művelésű nagyüzemi szőlők találhatók >17% meredekséggel. A déli vízgyűjtőterületek löszös alapkőzetű agyagbemosódásos területein — ahol kiterjedt szántóföldi művelés folyik — a vonalas erózió pusztít sűrű hálózatot képezve (löszben vályt „mélyutak”).

Az utóbb említett két vízfolyás terheléseit alapvetően meghatározzák a diffúz terhelések, de a Zala terhelését lényegesen nem befolyásolják (3. táblázat).

Összegezve, a Zala vízminőségét döntően a pontszerű szennyezőforrások határozzák meg, és öntisztulását csökkentik a diffúz eredetű terhelések. A mellékvíz-folyásoknál a kommunális terhelések a települések közvetlen szennyvízbefolyásainál növelik a tápanyagkoncentrációkat. A vízfolyások egészét vizsgálva azonban néhány kivételtől eltekintve (pl. sármelléki repülőteri vízfolyás) a diffúz terhelésekből származnak a IV. szakasz mellékvízfolyásainak szennyeződései (talajpusztulásból eredő tápanyagterhelések (5. táblázat).

Következtetések és javaslatok

Az eddigi vízminőség és üledékvizsgálatok kimutatták, hogy a Zalán — csapadékmentes időszakban — mértékadó a pontszerű szennyeződés. A jelenség Zalaegerszegtől a torkolatig kimutatható és alapvetően meghatározó. A talajpusztulásból eredő hordalékképződés a Zala folyó I. szakaszán háttérbe szorítja a lokálisan képződő pontszerű, elsősorban kommunális eredetű terhelést.

Az erózió által legjobban veszélyeztetett területnek a folyó III. szakasza tekinthető, amelyet az üledék mennyisége és minősége, valamint az érintett terület nagy kiterjedése támaszt alá. (Meg kell azonban jegyezni, hogy csapadékmentes időszakban mindig jóval a pontszerű szennyezés értéke alattiak a terhelések.) Torrens csapadékesemények hatására bizonyos komponensek meghaladják a pontszerű terhelések koncentrációit (K , $NO_2 + NO_3$), ugyanakkor a hordalék is ugrásszerűen nő. Ez utóbbi a II. szakaszon is jelentős, azonban a folyószakasz vízgyűjtőjének kisebb kiterjedése miatt a hordalékképződés kisebb, mint az utána következő szakaszoknál.

A IV. szakasznál a talajpusztulási folyamatoknak döntően a mellékvízfolyások terhelésében van szerepük. A vízgyűjtő egészét tekintve az eróziós folyamatokból eredő terhelések pontosan kimutathatóan a mellékvízfolyásokban mérhetők (a kevésbé jelentős pontszerű szennyeződések miatt).

A Zalán az egyes szennyezőforrások elválasztását csak hosszú idősoros árhullámvizsgálattal és folyamatos mérésekkel lehet elkülöníteni. Figyelembe kell venni azt a tényt, hogy a torrens csapadékok az 50 éves megfigyelések alapján a vízgyűjtő felső szakaszánál max. 12-szer fordulnak elő évenként (>20 mm/24 h csapadék), míg a torkolatvidéken 6—7 az évenkénti gyakoriság. Gyakorlatilag az ilyen jellegű csapadékok alkalmával haladja meg a Zalán a tápanyagkoncentráció a „nyugalmi” időszak értékeit, amikor egyértelműen a pontszerű szennyeződések határozzák meg a vízminőséget.

Szakirodalmi és saját mérési adataink szerint a foszfor azonban nem haladja meg az árhullám előtti értéket, amely bizonyítja, hogy — az eutróf állapotok előidézése — a P elsősorban az ipari és kommunális szennyvizekből származik.

A vízben található lebegő anyag döntő része a mezőgazdaságból, pontosabban a talajpusztulásból, illetve a lineáris eróziós formák jellegzetes helyeiről származik (árkos, szakadékös erózió, partfal eróziója).

Lejtős területen a talajvédő gazdálkodás megakadályozhatja a felületi elfolyást és hordalékképződést, úgy hogy a tápanyagok és talajrészecskék — ha el is mozdulnak — nem jutnak el az élővizekbe.

A folyóágy minősége is közvetlenül hat a tápanyagok oldódási és megkötődési viszonyaira, a vízminőség alakulására.

A vizsgált időszakban (1981. június) az oldott NO_3^- és K^+ volt a legjelentősebb szennyezés a folyóvizekben. Az intenzív csapadék hatására a két komponens koncentrációja nőtt.

A Zala és mellékfolyóinak hordalék- és mezőgazdasági eredetű tápanyagterheléseit nemcsak a talajpusztulásnak kedvező természeti tényezők okozzák. Megállapítható, hogy a Zala vízgyűjtő mezőgazdasági struktúrája, az egyes művelési ágak eloszlása kedvezőtlen (2. táblázat). Viszonylag kicsi az erdő- és gyepterületek aránya a nagy eróziós potenciálú területeken. Emellett szerepet játszik a nem célszerűen végzett agrotechnika. A reprezentatív jellegű felméréseknél a talajvédő növények az 1/3-os részarányt sem érik el (ERŐDI et al., 1974; LENDVAI et al., 1981—1982). (Meg kell azonban jegyezni, hogy az agroökológiai potenciál távlati prognózisa alapján további 15000 ha erdőterület-növekedésre lehet számítani és nő a gyepterületek aránya a szántókkal szemben.) A keskeny nadrágszíjparcellás, lejtőirányú művelésű kiskertek ellenőrizhetetlen tápanyagvesztései veszélyt jelentenek a Zala további terhelésében. A kiskertek részaránya csak 3%, de nagyobb részt a vízfolyásokhoz közel eső területeken helyezkednek el (II. és III. folyószakasz). A teljes vízgyűjtőre vonatkoztatva a szántók 39%-a kedvezőtlen, 12—25%-os lejtőn fekszik. A művelési ágak kedvezőtlen területi elhelyezkedését súlyosbítja a rajtuk folytatott művelés.

A fizikai és kémiai javítás (mélylazítás, meszezés, az erodált humuszanyagok szerves anyaggal való pótlása, stb.) együttes alkalmazásától várható e területen kielégítő hatás.

Az eróziós folyamatoknak kitett területeken speciális talajvédő művelés szükséges (pl. lejtő %-nak megfelelő vetésváltás kialakítása, váltva forgató eke használata, mélyművelés, apró-rögös talajfelszín biztosítása, stb.).

Összefoglalva megállapítható, hogy a vízminőség javításához a Zala II. és III. szakaszán a hordalékképződés csökkentése szükséges. A IV. szakasz mellékvízfolyásainak vízgyűjtőin a talajvédő gazdálkodásnak kiemelt fontossága van, mert a tápanyag túl rövid utat tesz meg a Balatonba való bejutásig.

Tapasztalataink és ismereteink alapján elmondhatjuk, hogy a vízgyűjtő mezőgazdasági területein folytatott talajvédő gazdálkodás mérsékelheti, de nem szünteti meg a Zalán keresztül bejutó tápanyagterheléseket, mivel az ipari és kommunális szennyezések mérvadóak.

Összefoglalás

A Balaton Ny-i vízgyűjtőjéről áramló diffúz terheléseknek meghatározó szerepe van a tó Ny-i medencéje vízminőségében. A felszíni elfolyás és a lepusztult talajhoz kötött tápanyagok növelik az élő vízfolyások terhelését. (A Balaton legnagyobb víz- és hordalékszállítója a Zala.)

Munkánk első részében a Zala vízgyűjtőjén az eróziós folyamatokat kiváltó és befolyásoló tényezőket, majd a terület erózióveszélyeztetettségét értékeltük és ábrázoltuk 1 : 100 000 léptékű térképeken.

A Zala folyó tápanyagterheléseit értékeltük a folyószakaszonként mért N-, P- és K-koncentrációk alapján és az értékeket összefüggésbe hoztuk a vízgyűjtőn keletkező szennyeződés típusával, valamint mennyiségével. Megállapítottuk, hogy a diffúz (elsősorban talajpusztulásból eredő) szennyeződések a mellékvízfolyásokon meghatározóak a vízminőség szempontjából. A Zala folyón a települések — a legnagyobb pontszerű szennyezőforrások — után ugrásszerűen nő a szerves anyag, foszfor, kálium és nitrogén mennyisége. A vízgyűjtő mezőgazdasági hasznosítású területeiről a tápanyagterhelés (főként az oldott NO_3 és K) a lökészerű árhullámokkal jut a Balatonba.

Végül, a vízgyűjtő eróziós viszonyait elemeztük, összefüggésben a Zala folyó és mellékvízfolyásai vízminőségével és becsültük a pontszerű és nem pontszerű (diffúz) szennyeződések arányát. Javasoltuk az alkalmazott agrotechnika módosítását a talajvédő gazdálkodás érdekében.

Irodalom

- A TVG tápanyagvizsgáló laboratórium módszerfüzete, 1978. MÉM Növényvédelmi és Agrokémiai Központ, Budapest.
- BACSO N., 1964. Zaporeroság és gyakoriság területi eloszlása Magyarországon. Agrártud. Közlem. **23**. 212—225.
- CSÁSZÁR J. 1982. A Zala tápanyagterhelésének vizsgálata. Kézirat.
- DEZSÉNY Z., 1980. A talajpusztulást kiváltó és befolyásoló tényezők térképszerű ábrázolása a Balaton keleti medencéjében. VITUKI Közlem. 30—31. Budapest.
- DEZSÉNY Z., 1982. A Balaton részvízgyűjtőinek összehasonlító vizsgálata az erózióveszélyeztettség alapján. Agrokémia és Talajtan. **31**. 405—425.
- ERŐDI B. et al., 1974. Irányelvek a hegy- és dombvidéki területek üzemi meliorációs tervezéséhez. MÉM Kiadványa. Budapest.
- FELFÖLDY L., 1981. A vizek környezettana. Mezőgazd. Kiadó. Budapest.
- JOLÁNKAY, G., 1976. Nonpoint source pollution from agriculture. Vízminőség időszerű kérdései. No. **28**. VIZDOK. Budapest.
- JOLÁNKAY, G. et al., 1979. Review and evaluation of research on the eutrophication of Lake Balaton. Collaborative Papers. Int. Inst. for Applied Systems Analysis. Laxemburg. Austria.
- Joó O., 1978. Területi szennyezések vizsgálata a Zala—Balaton vízgyűjtőjén. VMGT. 99. sz. 58—61. VIZDOK, Budapest.
- KAUREK R. & SZAPPANOS F., 1982. A Balaton déli vízgyűjtője és a felszíni vizek minősége. Vízügyi Közlem. 2. 201—219.
- KGST Egységes Vízvizsgáló Módszerek I—II. 1968. VITUKI, Budapest.

- LENDVAI Z. et al., 1981—1982. Környezetvédelmi vizsgálatok a Zala vízgyűjtőjén. Növényvédelmi és Agrokémiai Állomás. Zalaegerszeg.
- STEFANOVITS P., 1956. Magyarország talajai. Akadémiai Kiadó. Budapest.
- STEFANOVITS P., 1977. Talajvédelem, környezetvédelem. Mezőgazd. Kiadó. Budapest.
- VÁRALLYAY, GY. & DEZSÉNY, Z., 1979. Hydrophysical studies for the characterization and prognosis of soil erosion processes in Hungary. Proc. of the Canberra Sym. IASH-AISH Publ. No. 128. 471—477.
- VÁRALLYAY GY. et al., 1979. Magyarország termőhelyi adottságait meghatározó talajtani tényezők 1:100 000 méretarányú térképe. I. Agrokémia és Talajtan. **28**. 363—384.
- WISCHMEIER, W. H. & SMITH, D. D., 1978. Predicting rainfall erosion losses. USDA Agriculture Handbook No. 537. Washington.
- Zala komplex vízvédelmi terve. 1982. Agrártudományi Egyetem Termelésfejlesztési Intézete. Keszthely.

Érkezett: 1985. december 15.

Erosion conditions in the watershed area of the River Zala and its effect on the quality of surface waters

Z. DEZSÉNY and Z. LENDVAI

Tolna County and Zala County Plant Protection and Agrochemistry Stations, Szekszárd and Zalaegerszeg (Hungary)

Summary

Diffuse contamination flowing from the Western water catchment area of Lake Balaton has a decisive role in the water quality of the Western basin of the lake. The surface runoff and the nutrients bound to eroded soil increase the contamination of fresh water sources. (The River Zala is the largest water and alluvium carrier to Lake Balaton.)

To start with, the factors causing and influencing erosion processes in the watershed of the River Zala and the degree of exposure to erosion in the area were evaluated and illustrated on maps with a scale of 1:100 000.

The nutrient contamination of the River Zala was then evaluated on the basis of N, P and K concentrations measured for each stretch of the river and the values were correlated with the type and quantity of pollution arising in the watershed. It was found that the diffuse pollution, arising chiefly from soil erosion, was a determining factor in water quality in the lateral valleys. Along the Zala, the quantity of organic matter, phosphorus, potassium and nitrogen rises sharply after each inhabited area, the largest point sources of pollution. From the agricultural areas of the watershed the nutrient contamination (mainly in the form of dissolved NO_3 and K) reaches Lake Balaton in spasmodic waves.

Finally, an analysis was made of erosion conditions in the water catchment area as correlated with the water quality of the River Zala and its tributaries, and the ratio of point to non-point (diffuse) sources of pollution was estimated. Modifications were recommended in the cultural practices applied, in order to make farm management more protective of the soil.

Table 1. Rainfall data measured in the Zala watershed area and at neighbouring stations.

(1) Site of station. (2) Frequency/year. (3) During the six winter months, No. of days. (4) During the six summer months, No. of days. (5) Frequency/40 years. (6) Absolute maximum, mm/24 h. (7) Rainfall averaged over 50 years, mm.

Table 2. Distribution of various branches of agriculture in the area. (1) Branch of agriculture. a) Arable; b) Orchard; c) Vineyard; d) Meadow; e) Pasture; f) Forest; g) Total; h) Reed banks; i) Fish farms; j) Abandoned area; k) Total area. (2) Area.

Table 3. Nutrient contamination of the Zala per river stretch. (1) Watershed stretch. a) Tributaries of the Zala; b) Zalaegerszeg sewage station; c) Total; d) Value measured at the mouth of the Zala. (2) Rate of flow, m³/sec. (3) Dissolved P₂O₅, t/year. (4) Total P₂O₅, t/year.

Table 4. Water quality characteristics of tributaries. (1) Tributary (name of stream). a) Maximum agricultural contamination, %. (2) Dissolved P₂O₅, mg/l. (3) Total P₂O₅, mg/l.

Table 5. Water quality parameters of the major tributaries on the lower stretches of the Zala. (1) Tributary. (2)—(3) see Table 4.

Fig. 1. Factors causing and influencing erosion processes in the watershed of the River Zala. (Schematic version of the original 1:100 000 scale map.) a) Value and isoline of the combined rainfall index; b) Soil boundary; c) Forest; d) 5—12% slope; e) 12—25% slope; f) > 25% slope; g) Town; h) Road. The 8-digit code indicates soil characteristics (VÁRALLYAY et al., 1979). 1st and 2nd digit: Soil type and subtype; 3rd digit: Parent material; 4th digit: Soil pH, lime status; 5th digit: Texture; 6th digit: Soil water management properties; 7th digit: Organic matter content, t/ha; 8th digit: Thickness of tilth, cm.

Fig. 2. Map of erosion hazard in the watershed of the River Zala. (Schematic version of the original 1:100 000 scale map.) a) Not at risk, code number: 2—6; b) Slightly exposed, 7—11; c) Moderately exposed, 12—19; d) Strongly exposed, 20—35; e) Forest; f) Town; g) Road; h) Code number of degree of exposure.

Fig. 3. P₂O₅ (a) and K₂O (c) values and organic matter % (b) measured in the riverbed sediment of the River Zala. The instrument gave reliable measurements up to a value of 500 mg/kg for P₂O₅ and K₂O and up to 5% for organic matter content. Data with higher values are not indicated on the figure.

Процессы эрозии в водосборном бассейне Зала и их влияние на качество поверхностных вод

З. ДЕЖЕНЬ и З. ЛЕНДВАИ

Станция защиты растений и агрохимии областей Толна и Зала, Сексард и Залаэгерсег (Венгрия)

Резюме

Диффузивная нагрузка, идущая с западного водосбора Балатона, играет определяющую роль в формировании качества вод западного бассейна. Поверхностный сток и питательные вещества, сносимые вместе с почвой, увеличивают нагрузку живых поверхностных вод (река Зала является для Балатона основным поставщиком воды и наносов).

В первой части работы составили карты в масштабе 1:100 000, которые показывают факторы вызывающие и влияющие на эрозию, а также степени угрозы от эрозии на различных территориях.

На основе концентраций азота, фосфора и калия, измеренных в воде на различных отрезках реки, оценили нагрузку реку Зала питательными элементами и эти величины связали с типом и степенью загрязнения, наблюдавшимися в водосборном бассейне. Установили, что диффузивные загрязнения (в первую очередь по причине эрозии почв) являются определяющими с точки зрения качества приточных вод. После создания населенных пунктов — которые являются самыми значительными точечными источниками загрязнения — в реке Зале скачкообразно увеличилось содержание органического вещества, фосфора, калия и азота. С территорий водосбора, занятых в сельскохозяйственном производстве, нагрузка питательными веществами (в основном растворимым нитратным азотом и калием) толчками попадает в Балатон с волнами паводков.

Охарактеризовали эрозионные условия водосбора в связи с качеством воды в реке Зала и притоках и оценили соотношение точечных и диффузионных источников загрязнения. Рекомендовали изменить существующие агротехники в интересах ведения хозяйства с охраной почвенного покрова.

Табл. 1. Количество атмосферных осадков, выпавших на водосборе и прилегающих к нему территориях. (1) Место положения станции. (2) Частота/год. (3) В зимний период, число дней. (4) В летний период, число дней. (5) Частота/40 лет. (6) Абсолютный максимум, мм/24 часа. (7) Среднее количество осадков за 50 лет, мм.

Табл. 2. Распределение территории по отраслям производства. (1) Отрасль производства. а) Пашни; б) Сады; в) Виноградники; д) Луга; е) Пастбища; ф) Лес; г) Всего; h) Тростники; и) Рыбные пруды; j) Выведенные; k) Вся территория. (2) Площадь.

Табл. 3. Нагрузка реки Зала питательными веществами по её отдельным отрезкам. (1) Отрезок водосбора. а) Притоки Залы; б) Залаэгерсегский очиститель сточных вод; в) Всего; д) Данные измерения в устье Залы. (2) Приход воды, м³/сек. (3) Растворенный P₂O₅, тонна/год. (4) Общее количество P₂O₅ тонна/год.

Табл. 4. Показатели качества воды притоков. (1) Водоток (название ручья). а) Максимальная сельскохозяйственная нагрузка, %. (2) Растворенный P₂O₅, мг/л. (3) Общее количество P₂O₅, мг/л.

Табл. 5. Параметры качества воды основных притоков, впадающих в Залу в первом ее отрезке. (1) Водоток. (2)—(3) смотри в таблице 4.

Рис. 1. Факторы, вызывающие и влияющие на процессы эрозии в водосборном бассейне реки Зала. (Уменьшенная схема карты с исходным масштабом 1:100 000). а) Величина и изолиния обобщенного индекса осадков; б) Граница почвы; в) Лес; д) Склон 5—12%; е) Склон более 25%; г) Город; h) Дорога. Кодовое число из восьми цифр

обозначает свойства почв (ВАРАЛЛЯИ и сотр., 1979). 1., 2: Тип и подтип почвы; 3: почвообразующая порода; 4: Реакция почвенной среды, содержание карбонатов кальция; 5: Механический состав почв; 6: Водно-хозяйственные свойства почвы; 7: Содержание органического вещества, т/га.; 8: Мощность плодородного слоя почвы.

Рис. 2. Эрозионная карта водосборного бассейна реки Залы. (Уменьшенная схема карты с исходным масштабом 1 : 100 000) а) Угрозы от эрозии нет, 2—6; б) Слабая эрозия, 7—11; в) Средняя эрозия, 12—19; д) Сильная эрозия, 20—35; е) Лес; ф) Город; г) Дорога; h) Код степени эродированности.

Рис. 3. Содержание P_2O_5 (а), K_2O (с) и органического вещества (b) в %, измеренное в придонных наносах реки Залы. Аппаратура достоверно измеряет содержание P_2O_5 и K_2O до 500 мг/кг, содержание органического вещества до величины 5%. Данные выше этих величин на рисунке не приводятся.