

# Ifjúsági sarok

A Hidrológiai Közlöny elkötelezett a szakemberek következő generációjának nevelésében. Ennek a küldetésnek a részeként az Ifjúsági Sarok oldalai lehetőséget biztosítanak a középiskolás diákoknak a kutatási eredményeik bemutatására. Arra biztatjuk olvasóinkat, hogy tisztelettel fogadják és támogassák fiatal szerzőinket. Ez a tanulmány a 2025. évi Stockholmi Junior Víz Díj magyar versenyére készült.

## Vízvisszatartás és talajerózió-csökkentés talajjavító anyagokkal

Sánta Benedek<sup>1</sup>, Frei Márton<sup>1</sup>, Barocsai Zoltán<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Szekszárdi I. Béla Gimnázium (e-mail: barocsai.zoltan@belamail.hu)

DOI:10.59258/hk.23193



### Kivonat

Az utóbbi évtizedekben az időjárás elemeiben bekövetkezett változások jelentős mértékben érintik a mezőgazdasági termelést. A csapadék eloszlásának szélsőségesse válása a hirtelen lezúduló villámárvizek gyakorisága fokozza az erózió mértékét, illetve az ezt követő hosszú aszályos időszakok nagymértékben csökkentik a talajnedvességet. Ez a fokozódó, komplex környezeti veszély globális probléma, és Magyarországot is jelentősen érinti. Talajvizsgálatok, majd eróziós vizsgálatok segítségével hasonlítottuk össze a Szekszárd környéki talajok és a talajjavító anyagok, talajkeverékek tulajdonságait. Az eredmények alapján innovatív talajkeverék kidolgozására törekedtünk, melynek használata jelentősen csökkentené a talajerózió mértékét és növelné a vízvisszatartást.

### Kulcsszavak

Talaj, vízvisszatartás, extrém csapadék, aszály, talajjavítás, talajerózió, innovatív talajkeverék.

## Water retention and soil erosion reduction with soil amendments

### Abstract

Changes in weather elements in recent decades have significantly affected agricultural production. The extreme distribution of precipitation, the frequency of sudden flash floods, increase the rate of erosion, and the subsequent long drought periods greatly reduce soil moisture. This increasing, complex environmental threat is a global problem and significantly affects Hungary. Using soil tests and then erosion tests, we compared the properties of the soils around Szekszárd and the soil improvement materials and soil mixtures. Based on the results, we aimed to develop an innovative soil mixture, the use of which would significantly reduce the rate of soil erosion and increase water retention.

### Keywords

Soil, water retention, extreme precipitation, drought, soil improvement, soil erosion, innovative soil mix.

### BEVEZETÉS

A talajerózió és a talajnedvesség csökkenése napjaink egyik legsúlyosabb környezeti problémája, amely világszerte, így Magyarországon is jelentős hatással van a mezőgazdaságra. A földfelszín folyamatosan változik: a hegységek és dombságok lepusztulnak, míg a völgyek és állóvizek feltöltődnek. Természetes növénytakaró esetén a talaj építő és pusztító folyamatai egyensúlyban maradnak, de az emberi tevékenység és a klímaváltozás felborítja ezt az egyensúlyt. Az elmúlt évszázadokban jelentősen csökkent a gazdálkodásra alkalmas terület, és a termőréteg is elvékonyodott. Magyarországon a talajerózió által érintett terület nagysága eléri a 2 millió hektárt (Stefanovics 1992). Világszinten évente körülbelül 20 milliárd tonna feltalaj mosódik le az óceánokba, különösen Dél- és Délkelet-Ázsiában, valamint az Amazonas-medencében (Centeri 2001). A probléma egyik fő oka az egyre szélsőségesebbé váló

időjárás. Magyarországon az elmúlt 30 évben növekedett a rendkívüli csapadékesemények száma, miközben az aszályos időszakok is gyakoribbá és hosszabbá váltak. Az ELTE kutatásai szerint a talajnedvesség megtartása különösen Kelet-Európában jelent problémát, míg Észak-Európában kisebb mértékű a talajnedvességvesztés (Pinke és társai 2022). A csapadék egyenlőtlen eloszlása miatt a hirtelen lezúduló eső villámárvizeket okoz, miközben a hosszú száraz időszakok jelentősen csökkentik a talaj víztartalékait. A vidéki, mezőgazdasági területeken ez különösen nagy kihívást jelent, mivel a talaj nem képes elég hosszú ideig megőrizni a nedvességet, és a lehulló víz nagy része elfolyik az országból. Magyarország felszíni vízkészletének 95%-a külföldről származik, míg az országot elhagyó vízmennyiség jelentősen meghaladja a hazai vízvisszatartó kapacitást (Somlyódy 2011). A talaj vízmegőrző képessége kulcsfontosságú a mezőgazdaság szempontjából.

Az ideális talajösszetétel a legtöbb növény számára 50% ásványi anyag (homok, vályog, agyag), 25% víz és 25% levegő (Kocsis 2012). A talajnak képesnek kell lennie a csapadékot megkötni a gravitáció ellenében, ugyanakkor a növények számára elérhetővé kell tennie a nedvességet. A klímaváltozás miatt azonban a hagyományos művelési technikák sok esetben már nem elegendők a talaj vízháztartásának fenntartásához. Kutatásunk célja, hogy megismerjük és modellezzük a magyarországi talajeróziós folyamatokat, különösen a Szekszárdi-dombság területén. Vizsgálataink során összehasonlítjuk a talajjavító anyagokkal kezelt és kezeletlen talajok vízmegtartó képességét. Arra keressük a választ, hogy innovatív talajkeverékek alkalmazásával hogyan csökkenthető a talajerózió mértéke, valamint miként növelhető a talajok vízmegőrző képessége. Hipotézisünk szerint az általunk fejlesztett talajkeverékek és kalodás módszer jelentősen csökkenthetik az erózió által okozott talajvesztéséget a legveszélyeztetettebb, lejtős területeken. Hosszú távon célunk, hogy javaslatot tegyünk olyan gyakorlati megoldásokra, amelyek nemcsak a talajeróziót mérséklék, hanem hozzájárulnak Magyarország vízháztartásának javításához és a mezőgazdasági termelés fenntarthatóságához.

## MÓDSZEREK

### Meteorológiai adatok vizsgálata

A meteorológiai kimutatásainkat a Tolna Vármegyei Kormányhivatal és Kövári László agrármeteorológus által mért, elmúlt negyvenhét (1977-2023) év adataiból készítettük (Kövári n.é.). A meteorológiai naplókban a csapadékesemények napi bontásban, mm-ben voltak meghatározva. Célunk, hogy az országos tendenciákat helyileg is igazoljuk.

A standardizáld csapadék anomália index számításához meghatároztuk az 1977–2023. időszak csapadékanak átlagát és szórását minden hónapra külön. Ezután minden egyes év adott hónapjának csapadék-összegéből kivontuk az átlagos értéket és elosztottuk a szórással.

Vizsgáltuk a különböző csapadékesemények (0-0,9 mm, 1-4,9 mm, 5-9,9 mm, 10-19,9 mm és 20 mm<) számát Szekszárdon 1977-2023 között évi bontásban. Az egyes években csoportosítottuk a különböző csapadékeseményeket, majd megvizsgáltuk, hogy az idő előrehaladtával milyen mértékben változott a számuk.

Meghatároztuk az egyes évek extrém csapadékmennyiségei (>20 mm) során lehullott csapadék mennyiségét mm-ben, majd a trendvonal segítségével határoztuk meg a változás irányát.

### Talajmintavétel

A talajminták begyűjtését az MSZ 21470 rendelet alapján végeztük hét különböző helyről: Decsről, Kétyről, Soltról, Hidasról, Sióagárdról, Fadról, Szekszárdról. Először a felső 0-30 cm, majd a 30-60 cm mélyen fekvő talajrétegből vettünk mintát a kijelölt területen belül több helyről és ezt követően elegyítettük a talajminta létrehozásához. A mintákat zacskókba, illetve üvegekbe tettük, aztán megjelöltük őket származási hely szerint. Célunk a környező területek talajainak megismerése volt.

### Talajvizsgálatok

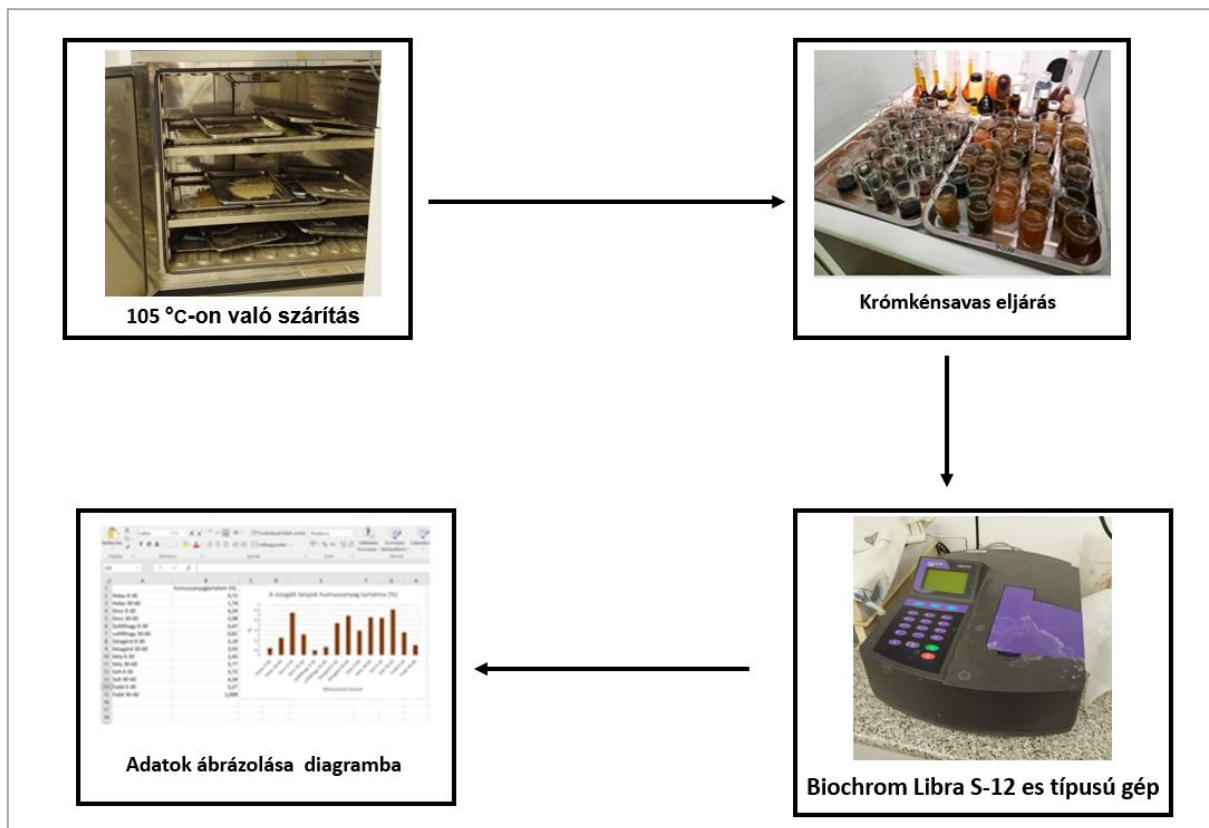
#### Talajtextúra elemzés

A vizsgálatainkban a talajok talajtextúra elemzésénél a talajt alkotó részecskéket elemeztük. A talaj szemcséinek vagy részecskéinek azokat a szervesetlen eredetű alkotó részeket nevezzük, amelyek nem tapadnak össze változó nagyságú halmazokká, hanem a talaj mállása során aprózódnak el különböző nagyságrendűekké. Eszerint 12 fajta talajtípust különböztetünk meg.

A talajtextúra elemzést a Pécsi Tudományegyetem Földrajzi Intézetének laborjában végeztük, ahol a mintákat 24 óráig szárítottuk 105 °C-on, szárítógép segítségével. Ezek után a talajmintákból 50 grammot mértünk ki, majd 10%-os sósavval és 35%-os hidrogén-peroxid-dal kezeltük, hogy az aggregátumok szétbomoljanak. Végül a talajmintákat desztillált vízbe helyeztük és a gép segítségével meghatároztuk a textúrájukat. A víz végighalad a Malvern hydro2000M gép csatornáján, ahol megvilágítja a talajszemcséket és a lézer pontos képet tud alkotni a talajszemcsék méretéről. A kapott értékeket kategóriákba soroltuk: agyag, iszap, homok, majd a talajtextúra-háromszög diagram segítségével ábrázoltuk az egyes eredményeket. Ugyanezt a vizsgálatot elvégeztük a talajkeverékekkel is. A talajjavító anyagok textúrájukat tekintve a homokfrakcióba sorolhatók.

#### Humuszanyagtartalom vizsgálat

A talajmintákat 2 hétig száradni hagytuk, majd a Pécsi Tudományegyetem Földrajzi Intézetének laborjában vizsgáltuk a humuszanyagtartalmukat. A vizsgálatot a króm-kénsavas eljárással végeztük: kémcsőbe kimértünk 1g talajmintát, majd 10 ml 5%-os  $K_2Cr_2O_7$  oldatot töltöttünk rá. 10 perc rázás és pihentetés után 20 ml  $H_2SO_4$ -et adtunk a mintákhoz. A lehűlés után 100 ml-re egészítettük ki a mintákat desztillált vízzel, majd 16 órát állni hagytuk. Ezt követően a humuszanyag meghatározását spektrofotometriával végeztük el, ehhez egy Biochrom Libra S-12 spektrofotométert használtunk. A műszer használatához először egy standardot kell állítani, melyhez glükózoldatot használtunk. Minden talajmintát és talajkeveréket gépbe helyeztünk, amely szín alapján adta meg a talajok szervesanyag-tartalmát (1. ábra).



1. ábra. Humuszanyagtartalom vizsgálat  
Figure 1. Humus content test

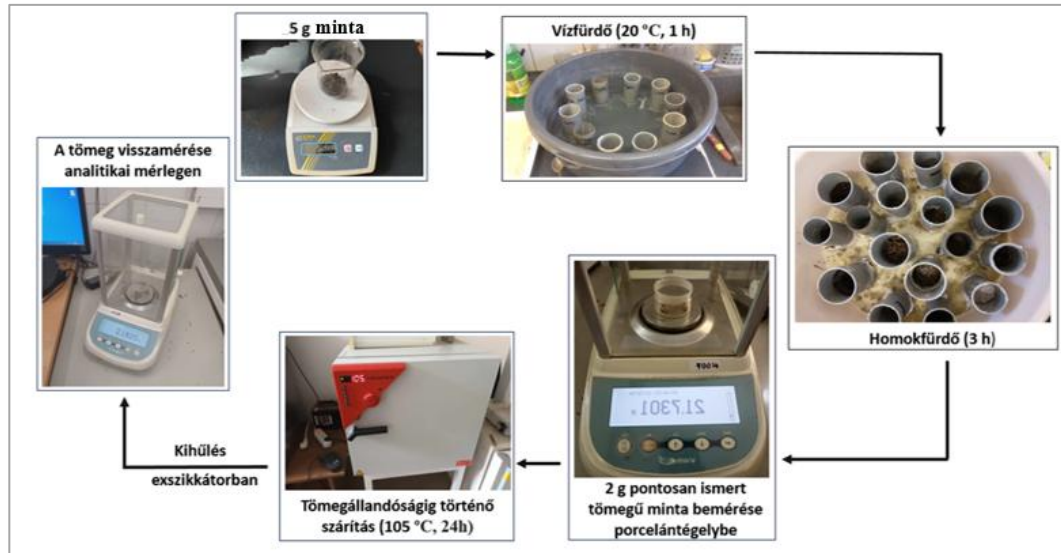
#### **Fűrészpor, faforgács, talajkeverékek, talajjavító anyagok vízmegtartó kapacitásának vizsgálata**

Az üzemekben a faforgács, illetve a fűrészpor, mint melléktermék jelenik meg. Hasznosításuk nem minden esetben megoldott. Legtöbbször eltűzelik hőerőművekben vagy a háztartásban. Úgy gondoljuk, hogy vízmegtartó kapacitását és a talaj textúrájára gyakorolt előnyös hatását figyelembe véve jó lehetőség lehet mindkettő a vízmegtartás növelésére és a talajerózió csökkentésére. A hőkezelt faforgácsot egy hőkezelt fával foglalkozó cégtől kaptuk, míg a másik hármat (puhafenyő faforgács, diótölggy faforgács, fűrészpor) egy szekszárdi székhelyű helyi vállalkozótól. Ezekből a mintákból 5 grammot speciális műanyag hengerekbe tettünk, amiknek az alsó részére vékony, sűrű szövésű gézt helyeztünk, amit egy befőttesgumival rögzítettünk. A géz biztosította a víz szabad áramlását és a minták csőben maradását. Ezután a hengereket 20 °C-os vízfürdőre helyeztük, majd a vízben egy órán ke-

resztül állni hagytuk. Ezt követően 3 órára homokfürdőbe tettük a mintákat. A homokágy biztosította a vízfelesleg elvezetését a mintákból. Három óra elteltével 2 gramm tömegű mintát vettünk mindegyik csőből és szárítószekrényben 105 °C hőmérsékleten 24 órán keresztül tömegállandóságig szárítottuk az erre kifejlesztett izzítótégelyekben. A szárítás után az izzítótégelyeket kihűlésig vízmentes kalcium-kloridot tartalmazó exszikkátorba tettük (2. ábra). A kihűlést követően a kiszáradt mintákat, talajmintákat tartalmazó tégelyeket analitikai mérlegen lemértük, majd az alábbi mérési folyamat alapján számítottuk ki az egyes minták vízmegtartó kapacitását:

$$WHC\% = \frac{m_n - m_{sz}}{m_{sz}} \cdot 100\% \quad (1)$$

ahol WHC% az egyes minták vízmegtartó kapacitása %-ban,  $m_n$  a nedves minta,  $m_{sz}$  a száraz minta tömege grammban.



2. ábra. Vízmegtartó kapacitás vizsgálat  
Figure 2. Water retention capacity test

### pH mérés

A talaj és a talajkeverékek kémhatásának meghatározásakor a talajok pH értékét állapítjuk meg. A kémhatás az adott folyadék savas vagy savanyú, semleges

vagy közömbös, illetve lúgos vagy bázikus voltát jelenti, mely az oldatban lévő oxóniumionok ( $H_3O^+$ ) mennyiségétől függ. A talajvizsgálat során kapott pH értéket az 1. táblázat segítségével értelmezhetjük.

1. táblázat. A talajok pH szerinti osztályozása (URL3)  
Table 1. Classification of soils according to pH (URL3)

Talaj kémhatás	pH
Erősen savanyú	<4,5
Savanyú	4,5-5,5
Gyengén savanyú	5,5-6,8
Semleges	6,8-7,2
Gyengén lúgos	7,2-8,5
Lúgos	8,5-9,0
Erősen lúgos	>9,0

A talaj pH méréséhez a talajtextúra analízisének a vízből vett, 100 ml-es mintával végeztük el. A vizsgálatokhoz egy vwr MU 6100H típusú digitális gépet használtunk, ami két tizedesjegy pontos mérést végez. Működését tekintve elektródot használ, amit a mérni kívánt mintába helyeztünk. Célunk, hogy képet kapjunk a talajjavító anyagok pH befolyásoló képességéről.

### Talajkeverékek vízmegtartó képességének laboratóriumi vizsgálata

A talajok bevizsgálása után a szekszárdi talajmintát választottuk ki, mert nagyobb mennyiségben közelről ebből tudunk beszállítani a gimnázium laboratóriumaiba. A talaj vízmegtartó képességének mértékét akaruk növelni különböző anyagokkal: komposzttal, perlitel, marhagranulátummal, mulccsal, tőzeggel, alginittel, agyaggolyóval és zeolittal (2. táblázat). A talajjavító anyagokat laboratóriumi mérlegen mértük és minden mintából 10 cserépnyi adagot kevertünk be. A cserepek eltérő súllyal rendelkeztek, mivel a keverékek összeállításánál az egyes anyagok térfogatszázalékát vettük figyelembe, így a cserepek minden esetben teljesen megteltek a keverékekkel. Ugyanakkora, 2 literes műanyag cserepeket használtunk, és ugyanolyan alátétet helyeztünk alájuk. A helyiségben, ahová kerültek, szórt fényt

kaptak, közvetlen napfény nem érte őket, a légmozgás egységesen befolyásolta őket, vagyis az időjárási elemek egyformán hatottak a 120 cserépre. Mindegyik cserépbe 25 szem *Triticum aestivum* búzmagot ültettünk. A szemeket a cserép közepére szétszórva, 1 cm mélyre ültettük el, majd 2 dl vízzel locsoltuk meg egységesen a talajkeverékeket. A mulcsot és az agyaggolyókat a csirázást, kihajtást követően tettük a talaj tetejére. A cél a vízmegtartó képesség vizsgálata volt úgy, hogy a növényeket addig neveljük egységes locsolás és környezeti hatások közepette, míg gyökérzetük kifejlődik, majd egységesen abbahagyjuk a locsolást, ezzel szimulálva a nyári hosszú, aszályos időszakokat. Ilyenkor meg tudjuk vizsgálni, hogy az adott talajkeverék mennyire tudja életben tartani a növényt. Az utolsó locsolást követően hetente egyszer mintát vettünk minden talajkeverékből, hogy a benne megkötött víz mértékét mérni tudjuk. A mintából 2,5 gramm mennyiségű talajt lemértünk nedves állapotban, majd 105 °C-on tömegállandóságig szárítottuk, aztán hagytuk kihűlni az exszikkátorban és a talajokat visszamértük analitikai mérlegen. Feltételezésünk, hogy a talajkeverékek hosszabb ideig tudják visszatartani a vizet és életben tartani a növényeket, mint a kezeletlen talaj.

2. táblázat. A talajkeverékek keverési aránya  
Table 2. Mixing ratio of soil mixtures

Tala jke ve ré kek	Tala j		Algi nit		Zeol it		Perlit		Érle lt mar ha trá gya s	Mar ha - gra nu lá - tu m		Kom poz s - tu s		Tö ze ges		Alap ke ve ré k		Nagy ke ve ré k		
	%	g	%	g	%	g	%	g		%	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%
Talaj ke ve ré k	100	1 400	80	1 120	80	1 120	20	280	20	280	20	280	70	980	70	980	55	770	35	490
Talaj ke ve ré k	100	1 400	20	280	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	210	5	70
Zeol it	-	-	-	-	20	230	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	173	5	58
Perlit	-	-	-	-	-	-	25	40	-	-	-	-	-	-	-	-	15	24	10	16
Érle lt mar ha trá gya	-	-	-	-	-	-	-	-	20	180	-	-	-	-	-	-	-	-	15	135
Mar ha - gra nu lá - tu m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	180	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kom poz s t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30	220	-	-	-	-	-	-	10	73
Tö ze g	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30	90	-	-	-	-	15	45
Ös ze s en	100	1 400	100	1 400	100	1 350	100	1 090	100	1 300	100	1 300	100	1 200	100	1 070	100	1 177	100	887

### Talajerózió mértékének becslése

Az eróziós folyamatok becslésére WISCHMEIER és SMITH az egyetemes talajvesztési egyenletet (*URL2*) fejlesztette ki, melynek jelenlegi formája:

$$A = R \times K \times L \times S \times C \times P. \quad (2)$$

ahol: „A” az egységnyi területre számított évi átlagos talajvesztés (t/ha.év), R = esőtényező, erozivitás, „K” a talaj erodálhatóságát kifejező tényező, erodálhatósági tényező, „L” a lejtőhosszúság tényezője, „S” a lejtőhajlás tényezője, „C” a növénytermesztés és gazdálkodás tényezője, „P” a talajvédelmi eljárások tényezője (*László és Rajkai 2003*). Az R tényezőt *Mezősi és Bata* számításai alapján becsültük meg a kiválasztott területekre. (*Mezősi és Bata 2016*). Az R érték kiszámítását 2021-ben végezték el 15 éves adatbázis felhasználásával. A K tényezőt *Centeri* számításai szerint becsültük meg (*Centeri 2001*), figyelembe véve az MTA ATK TAKI Környezetinformatikai Osztálya által kiadott Magyarország genetikai talajtérképét (*URL1*), melyen beazonosítottuk a mintaterületek talajtípusát, majd hozzárendeltük a megfelelő értéket *Centeri* kutatásai alapján. Az SL tényezőt *Németh és Némethné Katona (1996)* számításai és *Fazekas (2013)* RUSLE használati útmutatójával az SL (domborzati) tényező táblázat alapján határoztuk meg a vizsgált területeken, amikről a Google Earth Pro alkalmazás segítségével vettük a pontos adatokat. A mért magasságot elosztottuk a lejtőhosszal, majd 60-al szoroztuk fel, a végén átlagot vontunk belőlük. A C tényezőt *Fazekas (2013)* számításai szerint becsültük meg aki a Corine Land Cover database alapján készített a felszínborítás kategóriáknak megfelelő C érték táblázatot. A P tényező értékét *Fazekas (2013)* tanulmánya alapján értelmeztük, aminek az értéke 1, kivéve, ha az adott területen alkalmazott művelési mód csökkent a talajerózió mértékét. Végül, hogy eredményeinket megkapjuk az összes érték eredményét összeszoroztuk egymással, és a kapott értéket t/ha év mértékegységben adtuk meg.

### Terepasztal létrehozása

A terepasztalunkat szakirodalmi tájékozódás és saját ötletek, tervek szerint valósítottuk meg, amit asztalos segítségével építettünk meg egyedi porlasztós esőztető rendszerrel ellátva. A talaj tömörítését manuálisan végeztük, amire egy kézi eszközt hoztunk létre. A terepasztal paramétereit az alábbi módon határoztuk meg: szélessége 0,3, a hosszúsága pedig 1 méter. Az asztal alján hosszában réseket vágtunk, a vágások alá pedig dobozokat helyeztünk, hogy a talajon átszivárgott vizet is mérni tudjunk. A terepasztal talajjal vagy talajkeverékkel történő feltöltése és tömörítése után a vízcsapot megnyitva, a porlasztó esőt szimulálva, szórni kezd a talajra a vizet. Az asztal végén egy vödör található, ami összegyűjti a lehordott talajt és vele együtt a vizet. Az asztalt 6,5 fokos dőlésszögbe állítottuk be.

### Eróziós vizsgálat

13 talajkeveréket (talajminta, perlites, alginites, zeolitos, tőzeges, komposztos, marhatrágyás, marhagranulátumos, nagykeverék, alapkeverék, forgácsos keverék, mulcsos talajfedéses, agyaggolyós talajfedéses) tesztelünk az

eróziós vizsgálat során a terepasztal segítségével, amiket már 2 éve tartó előkutatásunk során elemeztünk vízmegtartás, pH, humuszanyagtartalom és talajtextúra szempontjából. Hipotézisünk, hogy a talajkeverékeink az erózió megfékezésében is nagymértékben segíteni tudnának. Minden egyes mintát kétszer modelleztünk az eróziós terepasztal segítségével, amely egy elzárt szobában volt, így azonos körülményeket tudtunk biztosítani minden egyes vizsgálathoz. Erre azért volt szükség, hogy ne befolyásolja a minták közti különbséget esetleges többletsapadék vagy légmozgás. Két módszer alapján vettük a mintákat, hogy igazolni tudják egymást az eredmények kiértékelése során. Ezzel a módszereink sikerességét szeretnénk bizonyítani, majd az eredményekből átlagot vontunk. Az erózió mértékének mérése mellett mértünk vízáteresztést is, vagyis a vertikális lefelé áramlását a csapadékként érkező víznek. A talajt, illetve a talajkeverékeinket 3 cm vastagon halmoztuk fel a terepasztalunkban, és a dőlésszöget egységesen 6,5 fokban határoztuk meg, majd a kézi lapítóval el egyengettük, hogy minden részen ugyanazok a feltételek érvényesüljenek. Az esőztetés 6 percig történt. A lehordott talaj mértékét két módszerrel mértük:

- az elsőnél a második perctől kezdve percenként 1 dl vizet vettünk a lefolyó vízből úgy, hogy mérőpoharat tartottunk a terepasztal kivezető garatjához. Így talajszemcsékkel változóan teli 5 dl víz gyűlt össze.
- a másik módszerünkben az asztal szájánál található vödörből felrázás után vettük a mintát. Ebben az esetben is pontosan kétszer 5 dl mintát vettünk.

Ezeket a mintákat szűrőpapíron átszűrtük miután lemértük a papírok tömegét és ezután szárítószekrénybe helyeztük. A szárítás után a szűrőpapírokat visszamérjük, így meg tudjuk állapítani, hogy átlagosan mennyi talajt erodált le a csapadék egységnyi idő alatt a mérés során.

### Vízáteresztés vizsgálat

A terepasztalon történő vízáteresztés vizsgálat során a terepasztalon három hosszanti vágást hoztunk létre, hogy több helyen is mérni tudjuk a vízáteresztést. Erre azért van szükség, mert feltételezéseink szerint az asztal vége felé ez a szám nagyobb lesz, mivel a vége több vízzel teremt kapcsolatot, mint az asztal hátuljában lévő talaj. Vizsgálat során a terepasztal alatt található dobozokba az esőztetés alatt a talajon, talajkeverékeken átfolyó vizet mérésenként lemértük, minden egyes esetben. Ezt követően a mintákból átlagot vontunk. Ezzel meg tudtuk állapítani a talajkeverékeink hatékonyságát vízvezetés, vertikális vízáteresztés szempontjából.

## TALAJJAVÍTÓ ANYAGOK BEMUTATÁSA

### Alginit

Az alginit egy alga biomaszból és agyaggá elmállott vulkáni porból, tufából álló üledékes kőzet. A Kárpát-medencében a pliocén korban kb. 4 millió évvel ezelőtt alakult ki a bazaltvulkánok, melyeket akkoriban jellegzetes tufagyűrű vett körül. Ezeket a külső erők lepusztították és a törmelékből keletkezett az alginit. A Föld összes alginit vagyona 150 millió tonna, aminek a 80%-a a gércei bányában, Vas vármegyében található, így Magyarország a világ

legnagyobb alginít exportőre is. A gércei alginítvagyon átlagosan 40-80 méteres vastagságú réteg formájában közvetlenül a felszín alatt helyezkedik el. Ennek az alginít rétegnek a geológiai kutatások által behatárolt egybefüggő területe mintegy 200 hektár. Felhasználása nagyrészt talajjavításra történik (Kádár 2002). Ezen kívül Magyarországon még Pulán található alginít.

### **Zeolit**

Vulkanikus eredetű üledékes ásvány. A zeolitok először, mint a bazaltképződmények üregeiben, réseiben előforduló ásványi ritkaságok keltették fel a geológusok figyelmét, de ma már főleg a tavi és tengeri üledékes kőzetekből nyerik őket (Hannus 2012). Létrehozható mesterségesen is. A világ legnagyobb zeolitvagyona Görögországban, Kubában és Kanadában van. Magyarország világviszonylatban is jelentős zeolitvagyonnal (kb. 150 millió tonnával) rendelkezik. Fő zeolitbányáink: a Tokaji-hegységben (Mád, Rátka, Bodrogkeresztúr) vannak, de a Mecsekben is található jó minőségű zeolit. Felhasználása talajjavításra és a gyógyszeriparban (méreganyag megkötő) történik (Barkóczy és Szakál 2007).

### **Perlit**

Vulkanikus kőzet. A kertészeti perlit pozitív hatásai a kertészetekben leginkább a gyökereztetés vagy az ültetés során jelentkeznek, mert a perlit nem ragad a gyökérbe, és könnyebb az átültetés, valamint jó a vízmegtartó képessége. Önmagában nem tartalmaz tápanyagot. Remek talajhelyettesítő hidroponikus termesztésnél is. Bányászatát követően hővel puffasztják és úgy értékesítik. Egyetlen magyar perlitbányánk Pálházán, a Zempléni-hegységben található (Nagy 2009). Magyarország a világvagyron 7%-át birtokolja. Vízmegtartó képessége mellett kiváló hang és hőszigetelő is.

### **Tőzeg**

Alapvetően az elhalt növényekből és azok törmelékéből képződik, egy levegőtől elzárt és víz borította helyen, leginkább a víz alatt (láp, mocsár), anaerob folyamat során képződik. Markolókkal hozzák felszínre aztán kiszáritják vagy préselik, ezzel csökkentve a nedvességtartalmukat. Nagy humusztartalommal rendelkezik. Tőzegbánya jelenleg Sükösdön működik, de megtalálható Kapuvár, Osli, Mezölak, Mihályháza, Pölöske, Pötréte, Hahót, Sávoly, Somogyásmon közelében is (Dömsödi 2023).

### **Marhatrágya**

Magyarországon a Központi Statisztikai Hivatal 2021-es mérése szerint jelenleg kb. 910 000 szarvasmarha él. Ezek egy része tejelő, egy része pedig a húsa miatt van tartva. Mindkettő ikerterméke a trágya. Egy átlagos magyar szarvasmarha nagyjából 100 l/nap hígtrágyát (melléktermék, amely a bélsár, vizelet, elcsurgó itatóvíz, tisztításra

használt technológiai víz és kisebb mennyiségű egyéb anyag folyékony halmazállapotú keveréke) termel. Ezek előnye az, hogy még csövek segítségével szállítható. Mélyalmos tartással is sok trágyát lehet előállítani. A mélyalmos tartás lényege az, hogy egy bizonyos zárt téren belül mozoghatnak az állatok. A harmadik fajta az almos trágya, melynek lényege, hogy a híg és szilárd ürülékkel alommal keverjük. Az arány függ a sűrűségtől és a minőségtől. Egy szarvasmarha átlagban 20 tonna istállótrágyát produkál egy évben. A szarvasmarha ürülékének viszonylag alacsony a nitrogéntartalma, lassan bomlik és kevésbé melegszik. Laza talajon ezért elég jó hatása van. Legnagyobb telepek termelés alapján: Dabas, Csaolc, Komárom.

### **Marhagranulátum**

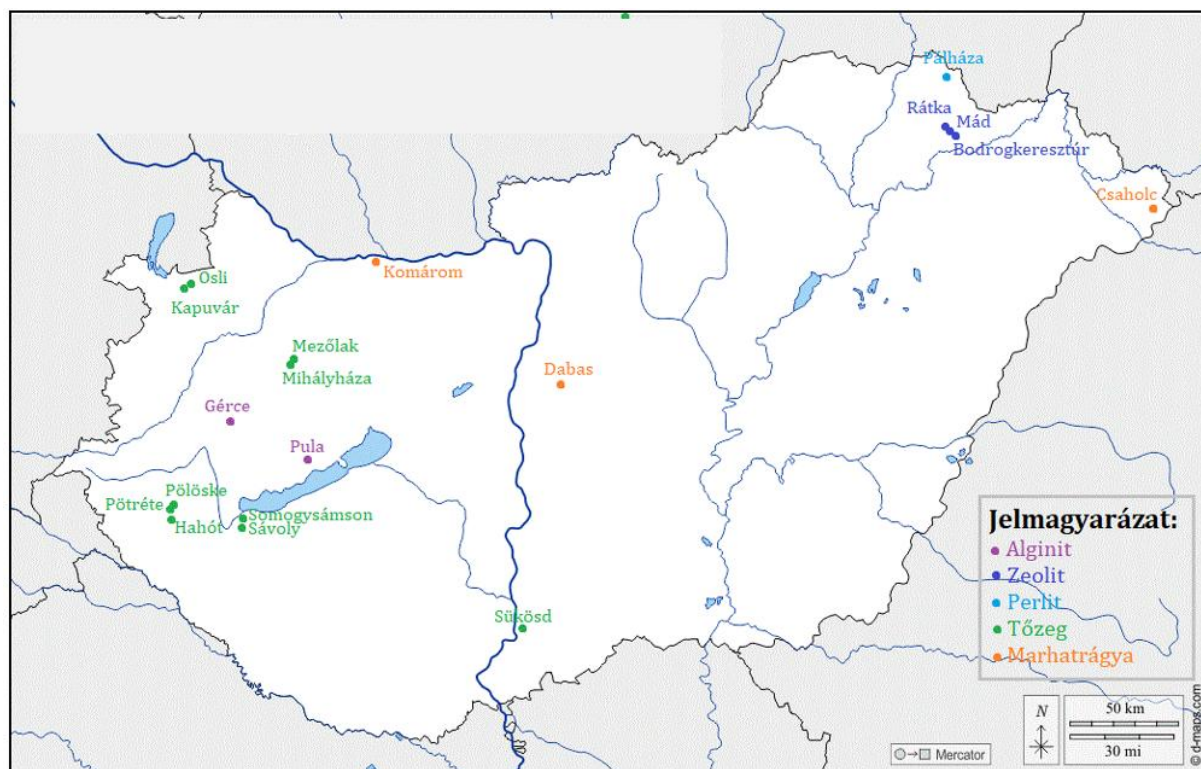
Annyiban tér el a hagyományos, érlelt szarvasmarhatrágyától, hogy ez hőkezelve és szárítva van, valamint könnyebben kezelhető darabokra van vágva. Trágyagranulátum nem csak marhából készülhet, de mi a vizsgálatok során marhából gyártottat használtunk fel. Annyi az előnye, hogy a magas hőkezelés miatt kevesebb benne a kórokozó, gyommag és kártevő.

### **Komposzt**

A komposzt köznyelven a kerti avagy konyhai természetes szemét bomlási folyamatának eredménye. A növényi alkotórészek miatt nagy a humuszanyag tartalma. A komposzt tulajdonképpen szerves hulladék bomlásával képződött humusz. Jó komposztanyag a lekaszált fű, falevél vagy a szőlőnövény termesztése során képződő anyagok (törköly) is, amit mi is használtunk. A komposztálható anyagokat össze kell keverni egyéb anyagokkal (például lombbal), mert ha kiszárad, akkor nem korhad el, ha pedig túl nedves, akkor a korhadás helyett megpenészedik. Kisebb mennyiségű, de igen értékes komposzt alapanyag a fahamu, a kávézacc, a kifőzött tealevél is. Nem kerülhet bele fém, műanyag, cigaretta csikk, maradék növényvédőszer, sörösdoboz stb. Előnye, hogy könnyen elkészíthető. A települési önkormányzatok zöldhulladék gyűjtése és a közútkezelő által begyűjtött zöldhulladék tökéletes nagyipari komposztanyag (URL4).

A talajjavító anyagok lelőhelyeit a 3. ábra szemléltet.

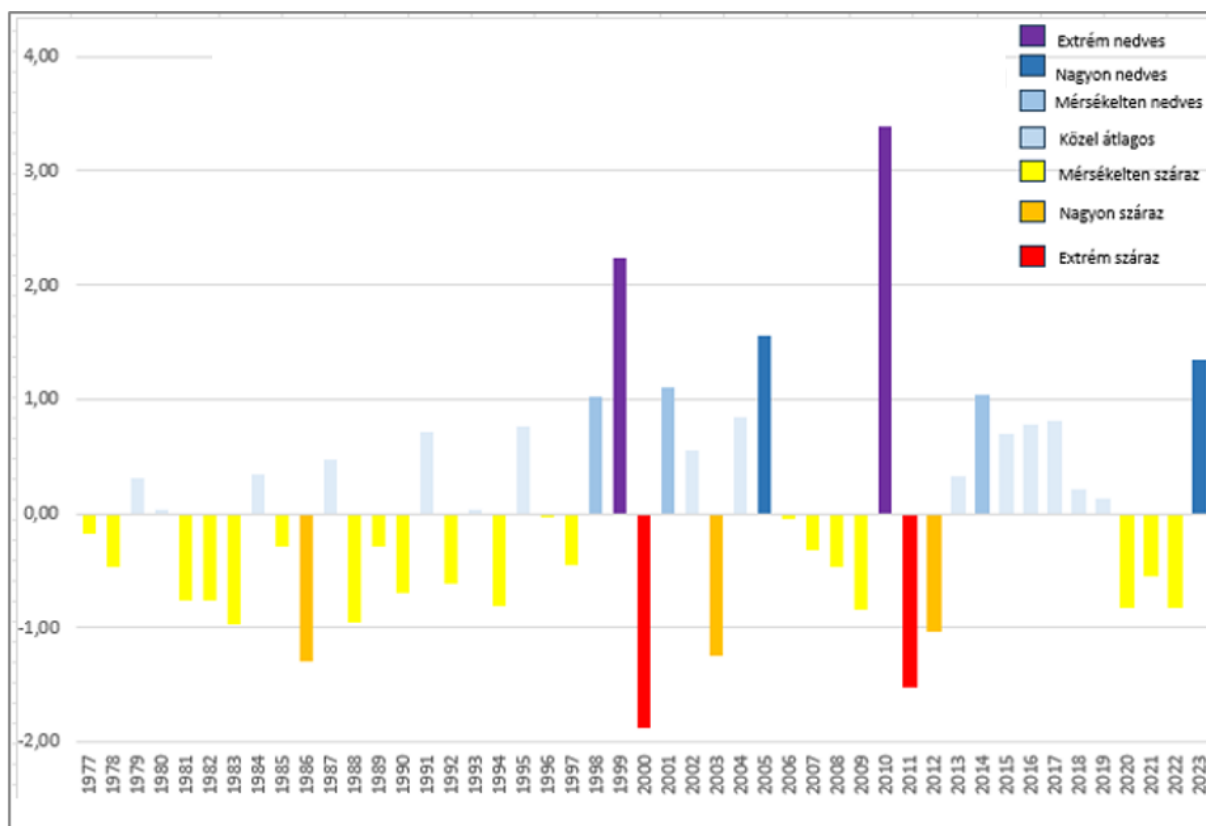
A standardizált csapadékindex alakulásából lehet látni, hogy az utóbbi évtizedekben az évek közötti csapadékeloszlás egyre inkább szélsőségesé vált (4 ábra). Ahogy napjaink felé haladunk egyre többször lehet találkozni extrém csapadékos és extrém száraz évekkel is, akár egymást követve. Pedig Szekszárd környéke alapvetően az 1- -1 (mérsékeltlen száraz-átlagos-mérsékeltlen nedves) közötti kategóriába kellene, hogy essen az országos kimutatások szerint.



3. ábra. A talajjavító anyagok lelőhelyei Magyarországon (szerkesztette: Sánta és Frei)  
 Figure 3. Soil improvement materials deposits in Hungary (edited by: Sánta and Frei)

## EREDMÉNYEK

### Meteorológiai adatok vizsgálata

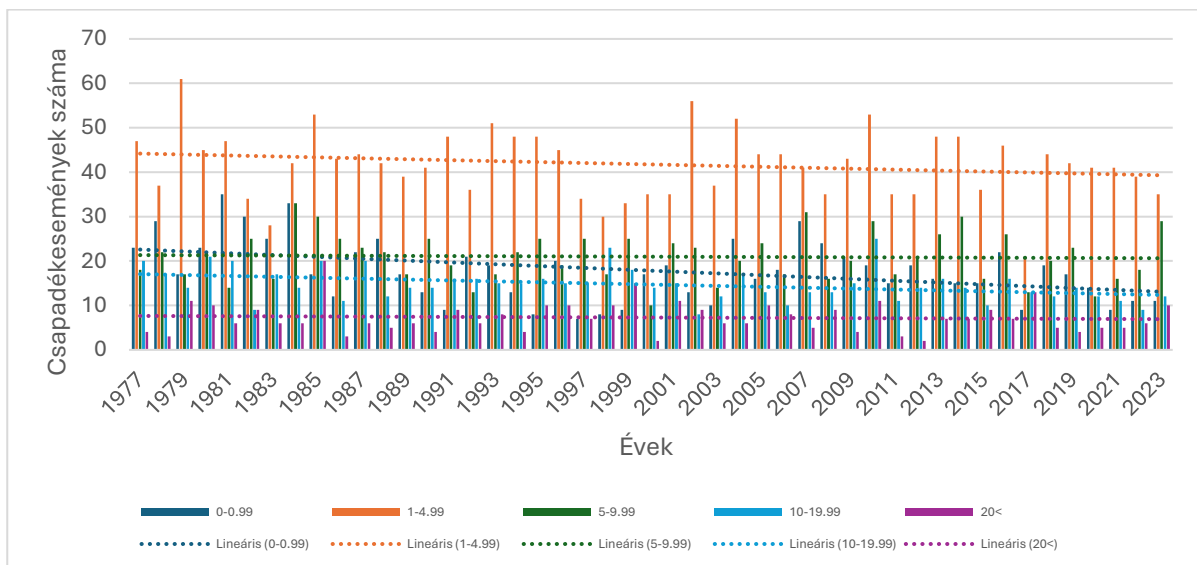


4. ábra. Standardizált csapadékindex alakulása Szekszárdon (1977-2023)

Figure 4. Standardized precipitation index trend in Szekszárd (1977-2023)

A különböző csapadékeseményeket vizsgálva (5. ábra) láthatjuk, hogy az extrém csapadék alatti csapadéktípusok mennyiségi előfordulása csökkent az elmúlt évtizedekben, az extrém csapadékoké pedig stagnált. Ez összességében azt jelenti, hogy ugyanaz a csapadékmennyiség kevesebb csapadé-

kos nap alatt esik le, vagyis hosszabbak az aszályok és gyakoribbak a nagy mennyiségű csapadékkal járó esőzések. A talajok szárazodása így hosszabb ideig tart és a lezúduló csapadék hirtelen elfolyik, vagyis a talaj nem biztos, hogy fel tudja venni azt a vízmennyiséget mint 40 évvel ezelőtt.

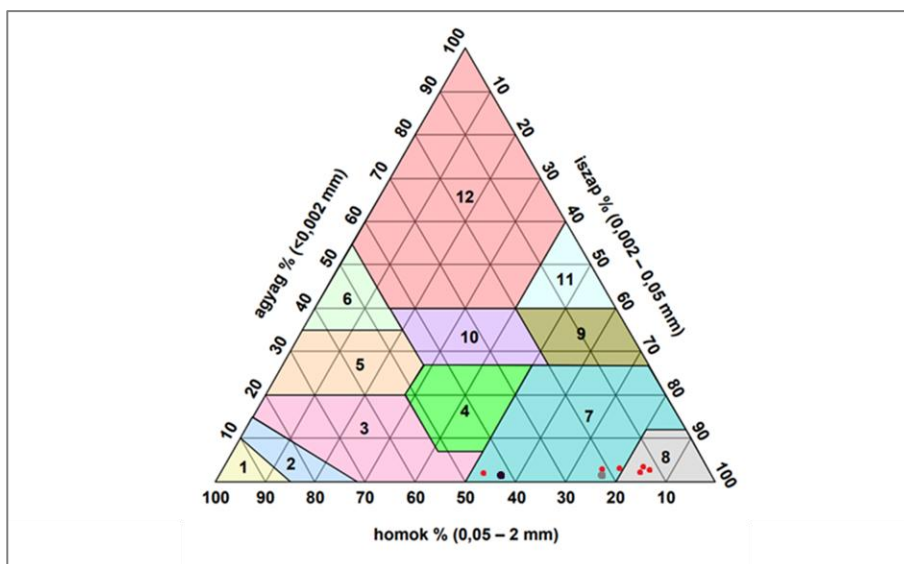


5. ábra. Különböző csapadékesemények száma Szekszárdon (1977-2023)  
 Figure 5. Number of different precipitation events in Szekszárd (1977-2023)

**Talajtextúra elemzés**

A talajminták egyértelműen az iszap-iszapos vályog kategóriába tartoznak, ami a Szekszárd környékén előforduló löszön kialakuló talajokra jellemző. Vízmegtartó képességük nem rossz, nagyobb, mint a homoktalajoké, de mivel a talaj szemcséi között viszonylag kis tér helyezkedik el, ezért a vízáteresztő képességük kisebb a homoktalajokénál. A hirtelen lezúduló nagy esőzések emiatt az ilyen talajokba kevésbé tudnak beszivárogni, így hosszú távon kevesebb vizet is tudnak

elraktározni. A talajkeverékek létrehozása után megvizsgáltuk azok szemcseösszetételét is és alapvetően megállapítható, hogy a talaj textúráját a homokfrakció irányába vitték, vagyis az iszap és homokfrakció kezdett kiegyenlítődni, de még az iszapfrakció maradt a több. Véleményünk szerint így a talaj vízáteresztő képessége megnőtt, vagyis a vertikális, lefelé irányuló szivárgás egy extrém csapadék esetén nagyobb lehet, de a vízmegtartó képességéből sem veszített a hozzáadott anyagok vízmegtartó tulajdonsága miatt (6. ábra).



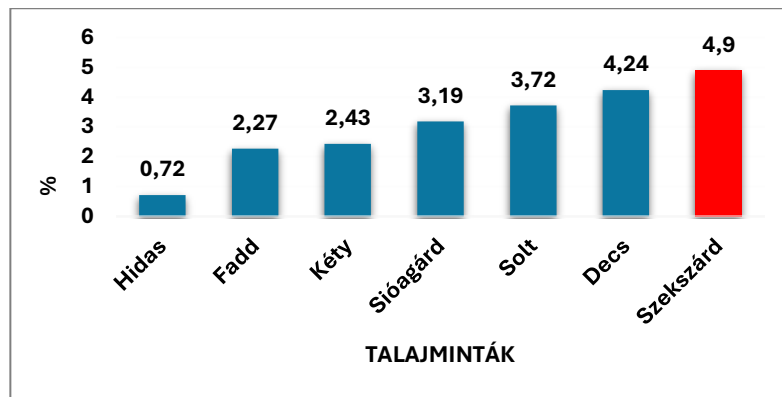
6. ábra. A vizsgált talajok szemcseösszetételének megoszlása (piros: vizsgált talajok; szürke: vizsgált talajok átlaga; fekete: vizsgált talajok átlaga a talajjavító anyaggal együtt) (készítette: Sánta Benedek, Füleký 2011 alapján) (magyarúzat: 1. homok, 2. vályogos homok, 3. homokos vályog, 4. vályog, 5. homokos agyagos vályog, 6. homokos agyag, 7. iszapos vályog, 8. iszap, 9. iszapos agyagos vályog, 10. agyagos vályog, 11. iszapos agyag, 12. agyag)

Figure 6. Distribution of the grain composition of the tested soils (red: tested soils; gray: average of tested soils; black: average of tested soils with soil improvement material) (prepared by: Benedek Sánta, based on Füleký 2011) (explanation: 1. sand, 2. loamy sand, 3. sandy loam, 4. loam, 5. sandy clay loam, 6. sandy clay, 7. silty loam, 8. silt, 9. silty clay loam, 10. clay loam, 11. silty clay, 12. clay)

### Humuszanyag-tartalom vizsgálata

A megvizsgált talajminták humuszanyag-tartalma széles skálán mozog, mivel kis, közepes és magas humuszanyag-tartalom értékét is meg tudtuk állapítani. A legmagasabb a szekszárdi minta, a legalacsonyabb a hidas mintáké.

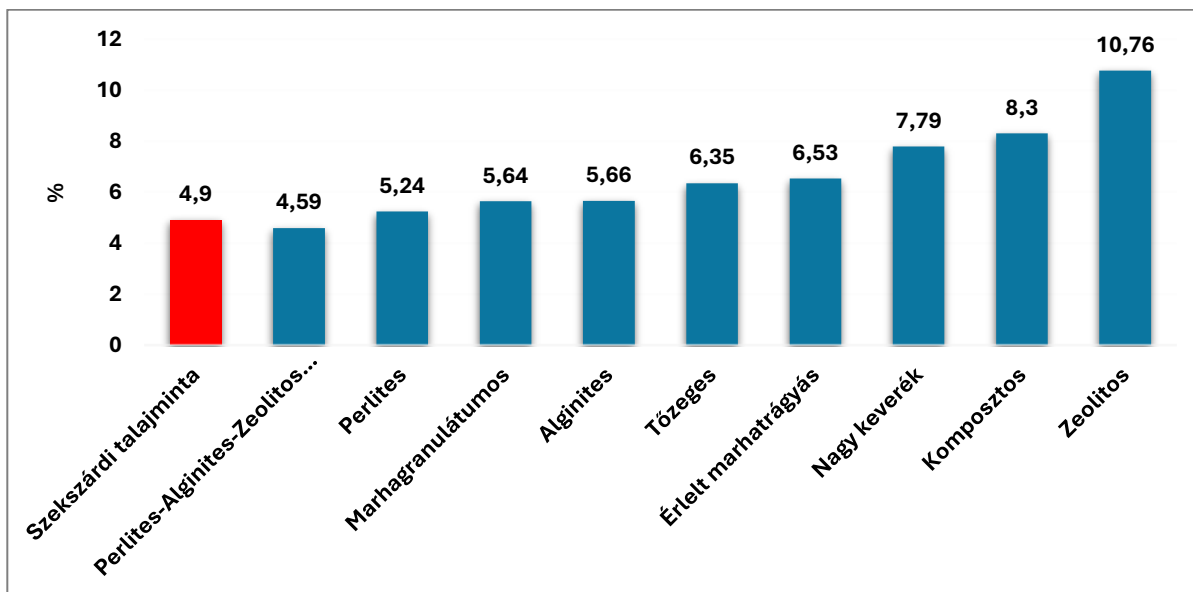
humusztartalma, a hét minta átlaga pedig 3,07% lett. A nagy szórás oka az eltérő gazdálkodási formák alkalmazása, a szerves trágya vagy műtrágya használata vagy éppen nélkülözése, valamint és a talajerózió különböző mértéke lehet (7. ábra).



7. ábra. Talajminták humuszanyag-tartalma  
Figure 7. Humus content of soil samples

A talajkeverékek humuszanyag-tartalmáról elmondható, hogy az alginites-zeolitos-perlites keveréket kivéve mindegyik esetben javult az érték. Ezen talajjavító anyagok tekintetében nem vártunk jelentős eltérést a kiválasztott szekszárdi talajmintához képest, mivel szervesanyag-tartalmuk nincs vagy nem jelentős. A perlites és alginites talajkeverék tekintetében nem szignifikáns az eltérés, de a zeolitos esetében igen. A marhagranulátumos keverék sem mutat jelentős emelkedést, amit

a keverék búzával történő tesztelése is alátámaszt, hiszen a csírázás és a növekedés is lassabban ment végbe a többi keverékhez képest. A sor végén a tőzeges, érlelt marhatrágyás, komposztos keverékek állnak, melyek helye nem meglepő, hisz jelentős szervesanyag-tartalommal rendelkeznek. A nagykeverék nevet viselő minta csupán 35%-ot tartalmaz az eredeti talajból, ezért a jelentős humuszanyag-tartalom-növekedés ebben az esetben sem véletlen (8. ábra).

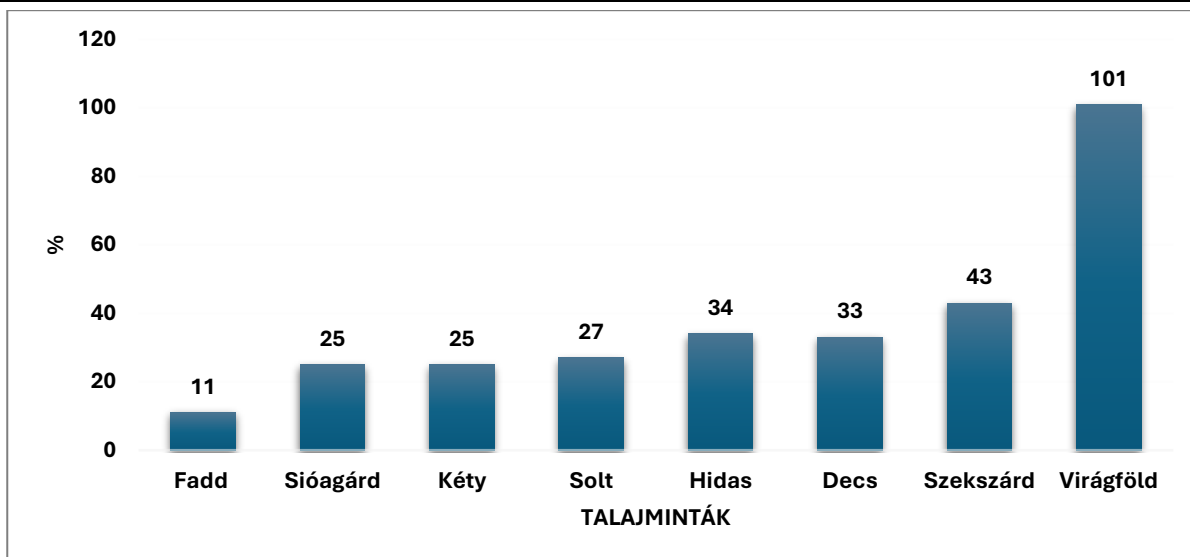


8. ábra. Talajkeverékek humuszanyag-tartalma  
Figure 8. Humus content of soil mixtures

### Vízmeztartó kapacitás vizsgálata

A vizsgált talajok vízmeztartó kapacitása átlagosan 22%-os értéket mutat. Ebből a Szekszárdon vett minta 43%-os értékével a legkiemelkedőbb volt. A mintákkal együtt virágföldet is vizsgáltunk, melynek vízmeztartó kapacitása 101%-osnak adódott. Összességében értékelve a környező, főleg lö-

szős területek vízmeztartó kapacitása nem mondható magasnak. Az Alföldünk nagy részét is löszön kialakult talajok fedik, vagyis a vízmeztartó kapacitásuk hasonló értéket mutat. Homokterületeinket (pl.: Nyírség, Kiskunság) tekintve az érték még alacsonyabb lehet, mivel a durvább szemcsefrakció rosszabb vízmeztartó kapacitással rendelkezik (9. ábra).



9. ábra. A talajok vízmegtartó kapacitása %-ban  
Figure 9. Water retention capacity of soils in %

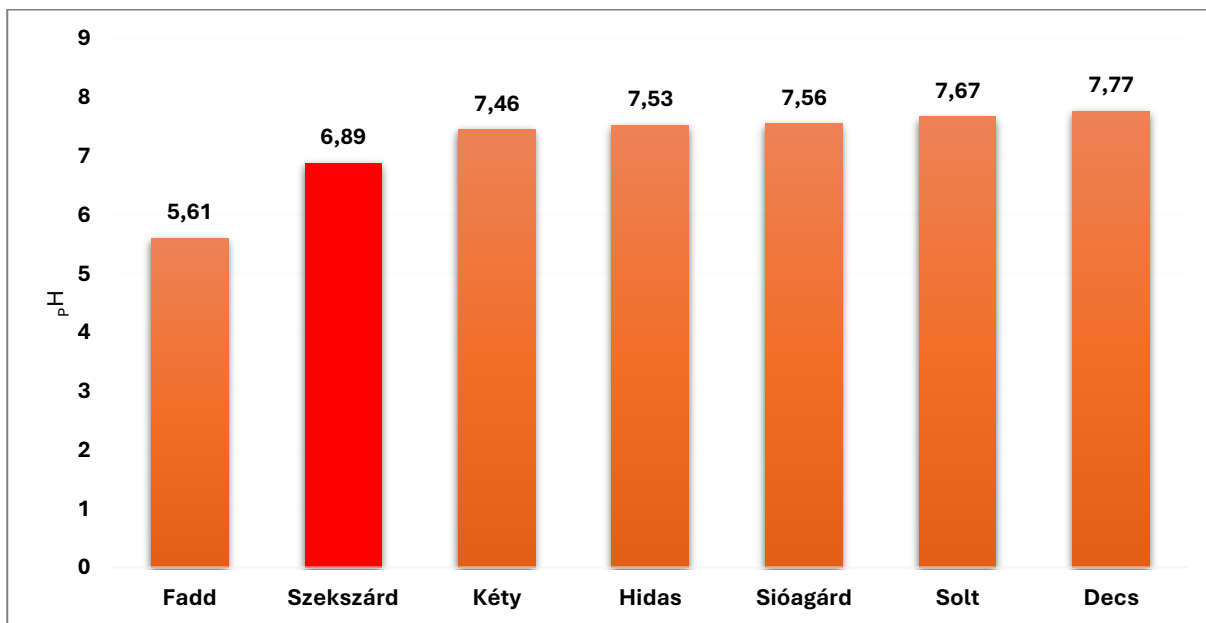
A talajkeverékek esetében a zeolitosat kivéve növekedett a vízmegtartó képesség. A zeolit ennek ellenére alkalmas lehet talajjavításra, de leginkább a homoktalajok tekintetében; a löszös talaj esetében negatív hatással volt. Legjelentősebb mértékben a nagykeverék esetében nőtt a vízmegtartás mértéke, és a nagy szervesanyag-tartalommal rendelkező tőzeges, komposztos keverékek is kiugró értéket produkáltak. A marhagranulátumos minta esetében ismét kis eltérést állapíthatunk meg, tehát ez az anyag nemcsak a humusztartalom növeléséhez, hanem a vízmegtartás fejlesztéséhez sem tud kellően hozzájárulni.

#### A pH mérés eredményei

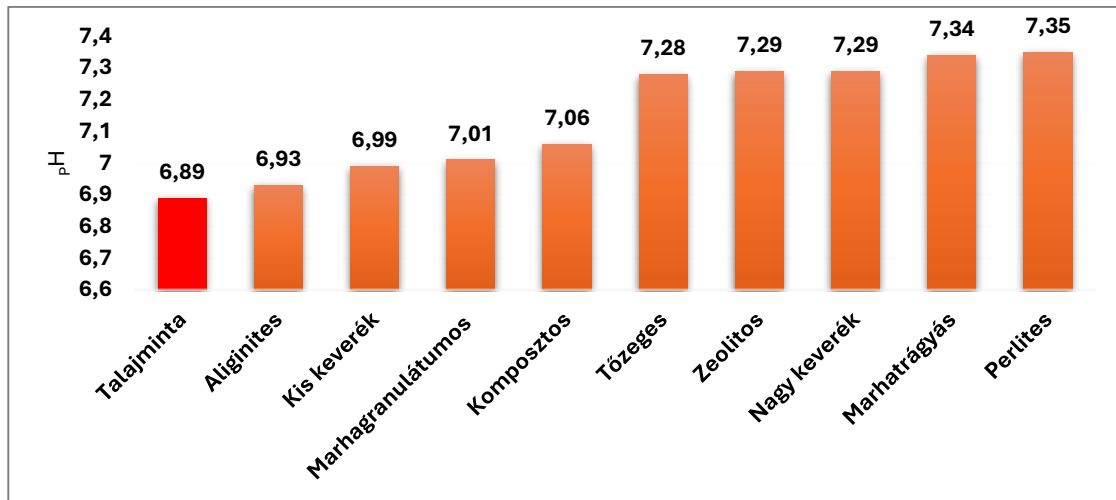
Fontos megjegyezni, hogy termesztett növényünk és a növények többsége a gyengén savanyú, semleges (pH 6-7) kémhatású talajokon termesztendő jövedelmezően. A pH szélsőséges irányokba történő elmozdulása közvetlen vagy

közvetett módon, de minden esetben károsan befolyásolja a növények fejlődését. A mért talajmintáink közül egy a gyengén savanyú, egy a semleges kémhatású tartományba esett, míg a többi a gyengén lúgos tartományba tartozott. A talajmintáink közül szerencsés választás volt a szekszárdi talaj, ugyanis a pH-ja a növénytermesztéshez pont ideális tartományban van (10. ábra). A 6-7 közötti pH-érték az, ahol a legtöbb tápelem felvehetősége egyszerre a maximumhoz közelít. A kémhatás változása a tápelemek oldhatóságát közvetlenül befolyásolja.

A talajok pH-ja alapvetően a semleges vagy a gyengén lúgos kategóriába sorolható és a talajjavító anyagok használatával még inkább a lúgos irányba tolná el. Az eltolódás nem jelentős, a talajkeverékek még mindig a semleges vagy enyhén lúgos kategóriába kerülnek, ami jelentősen nem befolyásolja a növény tápanyagfelvételét (11. ábra).



10. ábra. Szekszárd környéki talajok (0-30 cm) pH értéke  
Figure 10. pH value of soils around Szekszárd (0-30 cm)

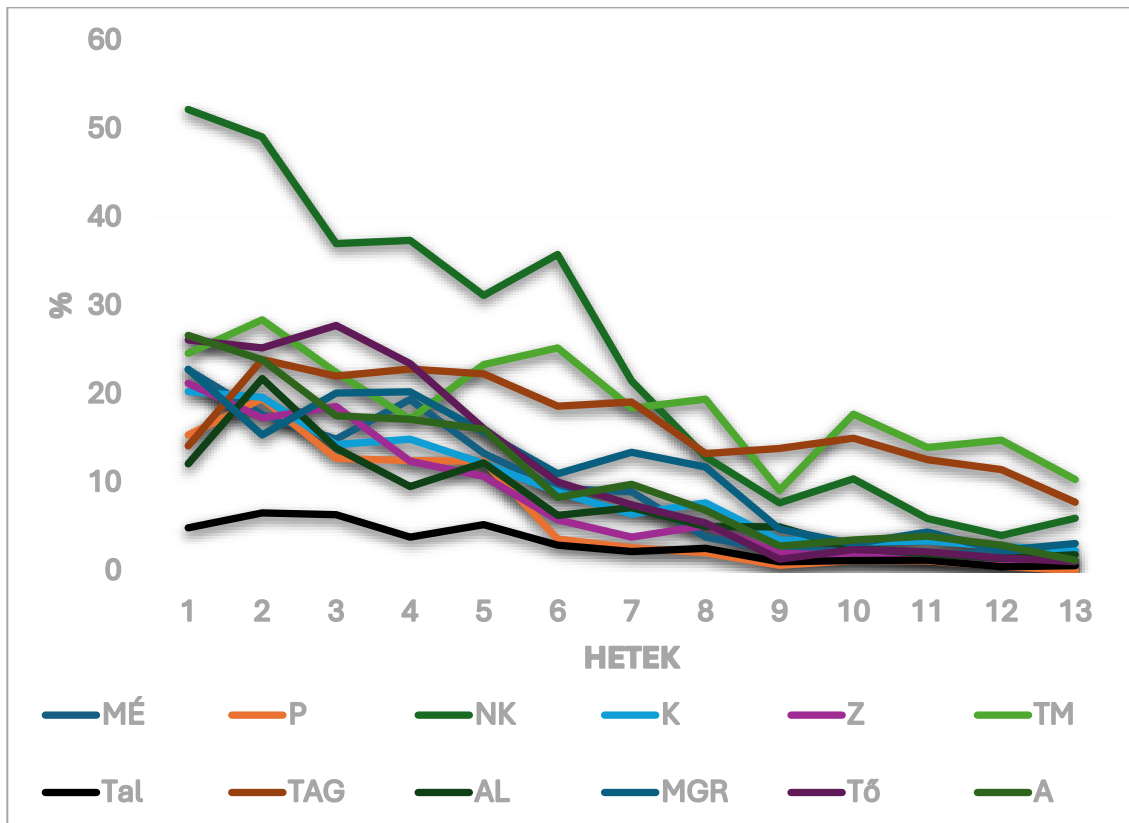


11. ábra. A talajminta és a talajkeverékek pH értéke  
Figure 11. pH value of soil sample and soil mixtures

### Talajkeverékek vízmegtartó képességének, laboratóriumi vizsgálatának eredményei

A vizsgálat eredménye kimutatta, hogy a talajmintánk vízmegtartó kapacitása volt a leggyengébb. Ennél az értéknél az összes talajkeveréknek nagyobb lett a vízmegtartása. A nagykeverék bizonyult a legjobbnak, illetve a tőzeges és a talajfedéssel javított minták is kimagaslóan jó eredményeket hoztak. A szerves talajkeverékek közül a marhatrágya-granulátumos bizonyult a legjobbnak. Ha a

talajfedést keverékekkel együtt alkalmaznánk, még jobb eredményeket is elérhetnénk. Megállapíthatjuk, hogy egyes talajkeverékeink még 9 hét száradás után is jobb eredményeket mutatnak, mint az alapkeverék; ez az információ arra enged következtetni minket, hogy a hosszanti nyári aszályos időszakokat is átvészelnék a talajok (12. ábra). Fontos megjegyezni, hogy eltérő textúrájú talajoknál eltérő eredmény várható, ugyanis minden talajtípus máshogy alkalmazkodik a talajjavító anyagainkhoz.



12. ábra. A talajminta és a talajkeverékek talajnedvesség dinamika vizsgálata heti bontásban

Keverékek rövidítése: MÉ: érlelt marhatrágyás, P: perlites, NK: nagykeverék, K: komposztos, Z: zeolitos, TM: talaj mulccsal, Tal: Talajminta, TAG: talaj agyaggolyóval, AL: alginites, MGR: marhagranulátumos, Tő: tőzeges, A: alap keverék

Figure 12. Soil moisture dynamics analysis of soil samples and soil mixtures on a weekly basis

Abbreviations of mixtures: MÉ: matured cattle manure, P: perlite, NK: large mixture, K: compost, Z: zeolite, TM: soil with mulch, Tal: soil sample, TAG: soil with clay ball, AL: alginite, MGR: cattle granulate, Tő: peat, A: basic mixture

**Talajerózió becslés eredményei**

Az R-tényező a csapadékintenzitás mértékéről ad nekünk pontos képet. Minél nagyobb a szám, a csapa-

dék annál intenzívebb. Megállapították, hogy 2050-re a jelenlegi érték 50%-kal fog nőni (3. táblázat).

3. táblázat. A talajerózió-becslés eredményei az általános talajvesztési egyenlet alapján  
Table 3. Soil erosion estimation results based on the general soil loss equation

A=	R	K (talajtípus)	SL (meredekség)	C (felszínborítási tényező)	P (eróziós tényező)	EREDMÉNY (t/ha.év)
<b>Szekszárd</b> É. sz. 46°22'15.21" K. h. 18°41'29.22"	800 MJ/ha	0,0162 (Csernozjom barna erdőtalaj)	0,52	0,75	0,9	<b>4,5</b>
<b>Eger Nagy-Eged hegy</b> É. sz. 47°55'38.37" K. h. 20°25'8.38"	600 MJ/ha	0,0097 (Ramann féle barna erdőtalaj)	1,79	0,75	0,7	<b>3,6</b>
<b>Hoportyó</b> É. sz. 47°46'55.82" K. h. 22°1'43.56"	800 MJ/ha	0.007 (vályogos homokon kialakult barna erdőtalaj)	1,42	0,99	1	<b>7,9</b>

A K-tényező jelöli az adott domborzati területen jelentkező talajtípust. Szekszárdon többségében barna erdőtalaj található, aminek vízáteresztő képessége kicsi, ugyanis a kisméretű szemcsék összetapadása miatt a csapadék nem tud könnyedén leszivárogni az alsóbb rétegekbe.

Az SL-tényezővel pontos képet tudunk kapni a meredekség mértékéről. Minél nagyobb a meredekség egy területen az a terület, annál jobban ki van téve a talajerózió hatásainak.

A C-tényező megállapításához a Google Earth Pro térinformatikai program szolgáltatja a szükséges információt. Egy megadott táblázat szerinti értékeket használtuk a felszínborítási tényező meghatározásához, melynek Szekszárdon 0,75-ös értéket adtuk, ugyanis itt a felszínborítottsági növényfajta a szőlő, ahogy az egri területen is. A Hoportyó közeli területen 0,99 értéket írtuk, ugyanis itt éves vetésforgós mezőgazdasági terület található.

A P-tényezővel az erózió ellen fellépő tevékenységeket tudtuk meghatározni. A szekszárdi értéknél 0,9-es értéket adtunk, ugyanis itt megjelennek az erózió ellen fellépő műveletek: minden második szőlősorban található volt sorköztakaró növényzet. Az Egri területen 0,7-es értéket adtunk, ugyanis itt minden sor között van sorköz-takaró növényzet. A Nyírségen, a Hoportyó közelében vizsgált területen 1-es értéket adtunk, mert itt nem volt látható semmilyen, a talajerózió csökkentésére használt módszer alkalmazása.

Összességében elmondható, hogy Magyarország különböző területein a talajerózió egyaránt megjelenik. Mértéke különböző lehet, de minden egyes esetben relatíve magasnak mondható, és megközelítheti a talajképződés ütemét. A megfelelő intézkedésekkel mérsékelhető lenne a talajerózió mértéke az egyes területeken. A talajtextúra megváltoztatásával, növényborítottság növelésével, talajfedéssel jelentős eredmények lennének elérhetőek.

**Fűrészpor, faforgács vízmegtartó kapacitásának eredménye**

Az eredményekből megállapíthatjuk, hogy a fűrészpor tudja a legtöbb vizet elraktározni, közel a saját tömegének a négyszeresét tudja felvenni. A legrosszabb eredményt a dió-

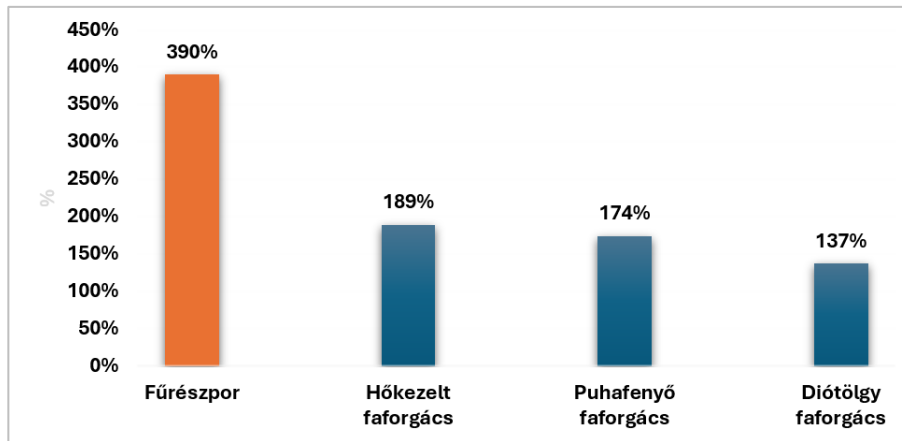
tölgy mutatta a mérések alatt, a vízmegtartása 136%-os volt, ami nem okozott meglepetést, mivel tudni kell a dióról és a tölgyről, hogy nem kiemelten nagy vízmegkötő növények. A puhafenyő vízmegtartása magas értéket produkált. A 174%-os vízmegtartás igen nagyra mondható, amit a puhafenyő annak is köszönheti, hogy a vízmegtartása igen jó, mert szerkezete kellően szivacsos, és nagymennyiségű vízfelvételre képes. Ezenfelül a talajra nézve számos pozitív tulajdonsága van: nagymértékben tudja a javítani a talajban lévő légáramlást, illetve hatékonyan segít a humuszképződésben. A hőkelt fa vízmegtartása is igen magas értéket mutat: 189%. Az értékéből arra tudunk következtetni, hogy hőkezeléssel a fa vízmegtartása megnő, így feltételezésünk az, hogy ha a fűrészporunknak egy hőkezelt változatát használnánk, akkor a vízmegtartása még nagyobb értéket mutathatna (13. ábra).

**Eróziós asztalon történő vertikális vízáteresztés vizsgálata eredménye**

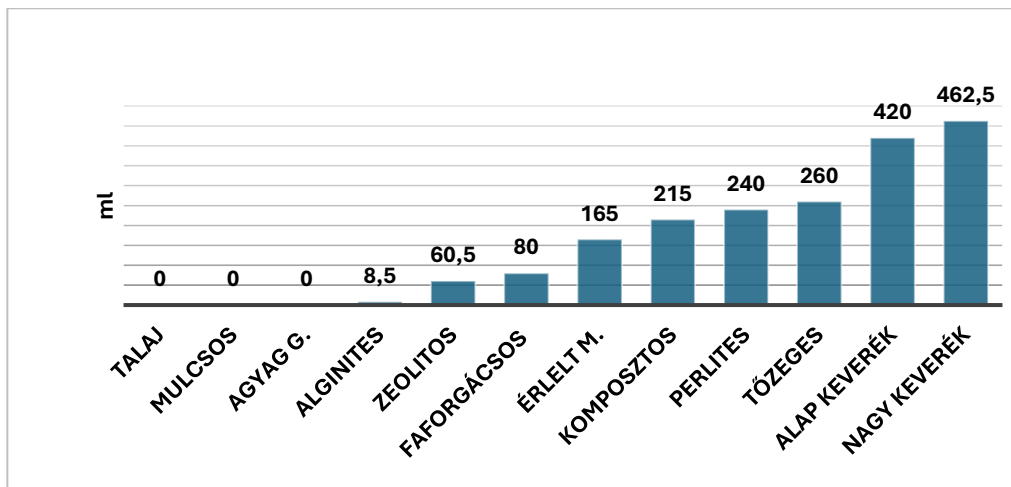
A terepasztalos vizsgálataink során kiderült, hogy az innovatív faforgácsos/tőzeges keverékünk, mely mulccsal is fedett volt, több vizet eresztett át jobb textúrájának köszönhetően. Vertikális vízáteresztésben gondolhatnánk, hogy csak a mezőny közepén foglal helyet, de mindez azért van, mert a víz sem le, sem folyt át rajta, hanem magában tartotta nagy részét. Összességében elmondható, hogy a talajjavító anyagok mindegyike javított a textúrán, és segítette a vízáteresztést (14. ábra).

**Talajkeverékek erodál hatásának eredménye**

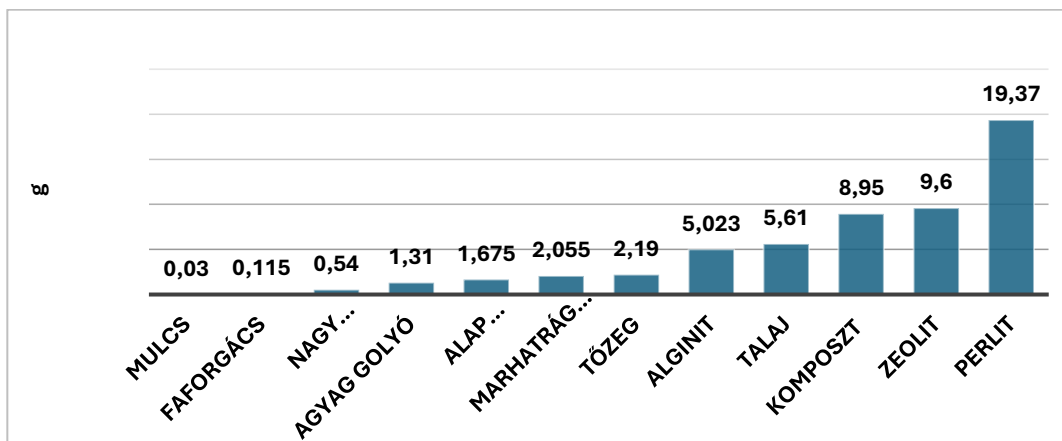
Eredményeinkből megállapítható, hogy talajkeverékeink nagyobb része mutatott az alaptalajnál jobb eredményeket. Rosszabb eredménnyel rendelkező keverékeink közül a perlités, illetve a zeolitos keverék nagy szemcseméretének is köszönheti, hogy növelte az erózió mértékét. ugyanis a textúráját a homokos frakcióba mozdította el. Az alaptalajunknál jobbnak bizonyuló talajkeverékek, kis szemcseméretüknek köszönhetik az erózióval szembeni nagyobb ellenállásukat. Illetve megállapíthatjuk, hogy a mulccsal fedett talajunk majdnem a nullára csökkentette az erózió mértékét. Az új innovatív faforgácsos keverékünk is ezt támasztja alá, ugyanis a tetejét vékony mulcsréteg fedte (15. ábra).



13. ábra. A faforgácsok és a fűrészpor vízmegtartó kapacitása %-ban  
Figure 13. Water retention capacity of wood chips and sawdust in %



14. ábra. Eróziós asztalon történő vertikális vízáteresztés vizsgálat (ml/6min)  
Figure 14. Vertical water permeability test on an erosion table (ml/6min)



15. ábra. Talajkeverékek erodálhatóságának mértéke (g/500ml)  
Figure 15. Erodibility of soil mixtures (g/500ml)

## ÖSSZEGZÉS

A kutatás során sikerült igazolni a talajerózió jelentőségét Magyarországon. Az innovatív talajkeverékek, különösen a hőkezelt faforgács hozzáadása, javítják a talaj vízmegtartó képességét és csökkentik az erózió mértékét. A terepasztalos vizsgálatok megerősítették, hogy ezek a keverékek növelik a talaj vízáteresztő képességét, miközben ellenállnak az erózióknak. Az alkalmazott innovatív talajkeverékekkel az erózióknak kitett területeken jelentősen csökkenthető az erózió mértéke,

miközben a talaj vízmegtartása is javul. A meteorológiai adatok elemzése alátámasztotta, hogy a csapadék eloszlása egyre szélsőségesebbé válik: ritkábban hullik, de az extrém csapadékesemények száma növekszik. A vizsgált talajok az iszapos vályogtalajok és iszaptalajok kategóriájába tartoznak, pH-juk semleges vagy gyengén lúgos. A talajjavító anyagokkal a homokfrakció növelhető, ami fokozza a vízáteresztést, de a vízmegtartó képesség nem csökken, mivel ezek az anyagok képesek a vizet megkötni. Magyarországon évente 112 km<sup>3</sup> víz

érkezik a határon túlról, miközben 117 km<sup>3</sup> távozik, így a vízmérleg negatív. A számítások szerint, ha a talaj 20%-át vízmegtartó anyagokkal javítjuk, a vízmegtartó képesség 43%-ról 64,4%-ra nőhet. Egy 10 000 km<sup>2</sup>-es területen ez 0,86 km<sup>3</sup>-rel több vizet jelent. Magyarország szántóföldi területei (kb. 50 073 km<sup>2</sup>) esetében összesen 4,2 km<sup>3</sup>-rel több vizet lehetne megtartani. Bár ez önmagában nem oldja meg a klímaváltozás okozta mezőgazdasági problémákat, azonban jelentősen hozzájárulhat a vízháztartás javításához. A víztározók építése és további meliorációs intézkedések pozitív irányba mozdíthatják el az ország vízmérlegét.

## IRODALOMJEGYZÉK

- MSZ 21470-50 rendelet* Környezetvédelmi talajvizsgálatok.
- Barkóczy M., Szakál P. (2007).* Az éltető zeolitok, (<https://www.biokontroll.hu/az-eltet-zeolitok/>)
- Centeri Cs. (2001).* Az általános talajvesztés becslési egyenlet (USLE) K tényezőjének vizsgálata, Gödöllő.
- Dömsödi J. (2023).* Földtani szerves és ásványi talajjavító anyagok, (<https://magyarmezogazdasag.hu/>)
- Fazekas Cs. (2013).* A talajerózió és a suvadás közötti kapcsolatok vizsgálata térképezési módszerekkel a Nyárádmagyarósi-medence mintaterületein, Debrecen.
- Fülek Gy. (2011).* Talajvédelem, talajtan. Környezetmérnöki Tudástár. Pannon Egyetem - Környezetmérnöki Intézet.
- Hannus I. (2012).* Zeolitok és zeolitszerű mezoporózus anyagok, Magyar Tudomány.
- Kádár I. (2002).* Szakvélemény a gercei alginít mezőgazdasági és környezetvédelmi hasznosításáról, Budapest.
- Kocsis I. (2012).* Talajtan és agrokémia, Eger, Eszterházy Károly Főiskola.

- Kövári L. (n.é.)* A meteorológiai mérések (1977-2023).
- László P., Rajkai K. (2003).* A talajerózió modellezése. Agrokémia és talajtan, Volume 52, Issue 3-4, pp. 427-442. <https://doi.org/10.1556/agrokem.52.2003.3-4.13>
- Mezősi G., Bata T. (2016).* A csapadék eróziós tényezőjének (r) jövőbeni térbeli és időbeli alakulása a klímaváltozás függvényében Magyarországon. Acta Climatologica Et Chorologica pp. 77-86.
- Nagy M. (2009).* Perlitbánya, Pálháza, Zempléni-hegység és Szerencsi-dombság, (<http://geomania.hu/>)
- Németh I, Némethné Katona J. (1996).* Zöld Kalandra fel! Környezetvédelemről túrázóknak, turistaságról környezetvédőknek I-II. kötet, Ökoprojekt Ezredforduló Alapítvány, ISBN: 963 04 49315.
- Pinke, Z., Kardos, M.K., Kern, Z., Kozma, Z., Pasztor, L., Acs, T. (2022).* Changing patterns of soil water content and relationship with national wheat and maize production in Europe, European Journal of Agronomy. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2022.126579>
- Somlyódy L. (2011).* Magyarország vízgazdálkodása: helyzetkép és stratégiai feladatok, Magyar Tudományos Akadémia.
- Stefanovics P. (1992).* Talajtan. Mezőgazda kiadó, Budapest p. 380.
- URL1.* Magyarország genetikus talajtérképe. <https://enfo.hu/keptar/622>
- URL2.* Wischmeier and Smith's Empirical Soil Loss Model (USLE) (fao.org)
- URL3.* talajreform.hu
- URL4.* balintgazda.hu

## SZERZŐK



**SÁNTA BENEDEK** A Szekszárdi I. Béla Gimnázium tizedik osztályos tanulója vagyok, geo-digitális kultúra tagozatos hallgató (2025). Érdeklődési köröm széles, de leginkább a földrajz érdekel. Kilencedik osztályos koromban kezdtem el kutatni a témánkat, amikor egy emelt szintű földrajz órán a talaj és a víz kapcsolatáról tanultunk. A téma megfogott, és egyre motiváltabb lettem, szerencsére a földrajztanárom támogatott. Tervezem, hogy ebben az irányban folytatom a tanulmányaimat.



**FREI MÁRTON** Jelenleg kilencedikes tanuló vagyok a Szekszárdi I. Béla Gimnáziumban, angol és informatika szakon (2025). Széleskörű az érdeklődési köröm, nagyon szeretem a zenét, mind hallgatni, mind játszani. Édesapám mezőgazdasági mérnök, így gyermekkorom óta ismerem a kutatásban használt anyagokat. 2023 őszén kezdtem kutatással foglalkozni, és ezzel párhuzamosan egyre jobban érdekelnek a természettudományok, különösen a víz- és talajföldrajz. Egyelőre nincsenek terveim továbbtanulni, és szeretném minél több területen kipróbálni magam.



**BAROCSAI ZOLTÁN** Földrajz-történelem szakon végeztem az Eszterházy Károly Egyetemen (Eger, 2004) és a Pécsi Tudományegyetemen (Pécs, 2007). Jelenleg a Szekszárdi I. Béla Gimnáziumban tanítok és a PTE Földtudományi Doktori Iskolájában végzem kutató munkámat. Nagy hangsúlyt fektetek arra, hogy segítsen a természettudományos kutatásokat végző diákjaimat. Több mint tíz éve végzek vizsgálatokat diákjaimmal a hidrológia területén. Kutatásaink sikeresek voltak hazai és nemzetközi versenyeken és konferenciákon.