

# A TALAJ VÍZGAZDÁLKODÁSI TULAJDONSÁGAINAK SZÁMÍTÁSA ÉS TÉRKÉPEZÉSE KONTINENTÁLIS ÉS HAZAI ALKALMAZÁSOKHOZ

Szabó Brigitta, Makó András, Bakacsi Zsófia, Szatmári Gábor,  
Laborczi Annamária, Takács Katalin, Pásztor László

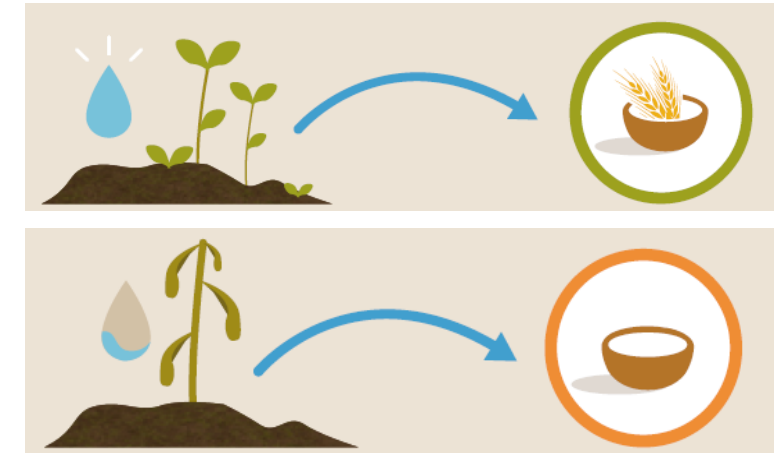
*Víztudományi és Vízbiztonsági Nemzeti Laboratórium  
Agrártudományi Kutatóközpont, Talajtani Intézet, Budapest*



# A talajok vízgazdálkodása

A talaj vízgazdálkodási tulajdonságai hatással vannak a talaj termékenységére, mert döntően meghatározzák a:

- növény víz- és levegőellátottságát,
- talaj biológiai aktivitását.



Forrás: <https://www.fao.org>

**A talajok vízgazdálkodását meghatározó elemek:**

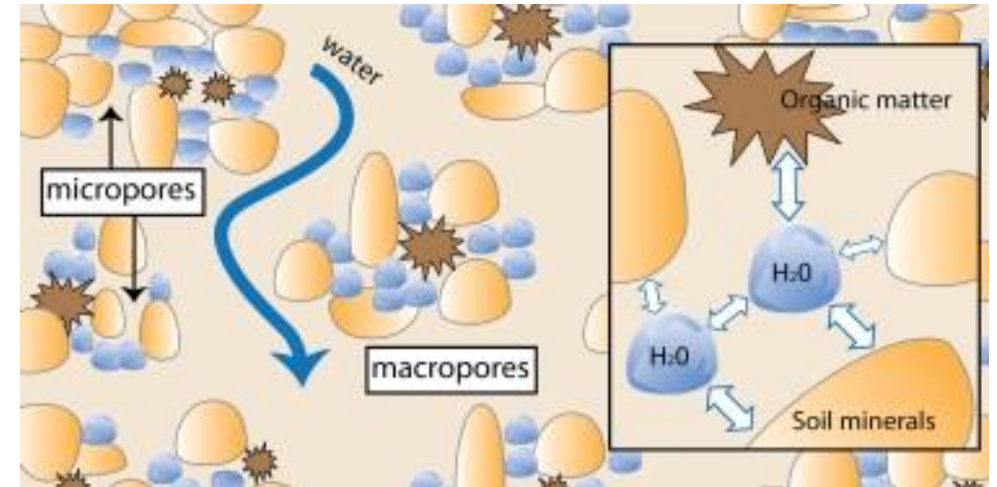
- tárolt víz mennyisége,
- tárolt víz mozgékonyága,
- tárolt víz térbeli és időbeli változása.

# Talajok vízgazdálkodását jellemző tulajdonságok

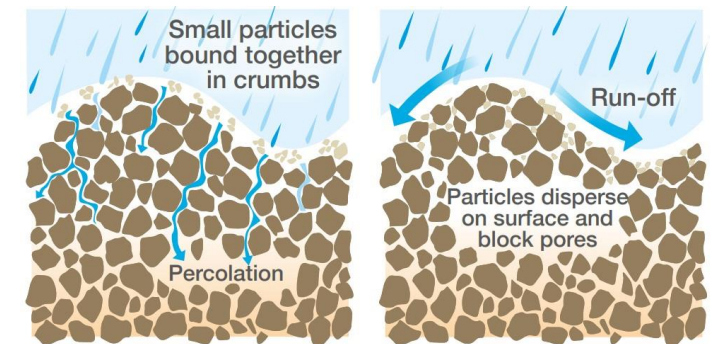
A talaj vízháztartását meghatározó tulajdonságok közül fontos szerepe van a **talaj**:

- **víz tartó és**
  - **vízvezető**
- képességének.**

Ezen talajtulajdonságok lehetővé teszik, hogy a talaj felszínére jutó víz a talajba szivároгjon és ott akár hosszabb ideig is raktározódjon.



Forrás: <https://www.qld.gov.au/environment/land/management/soil/soil-properties/water>

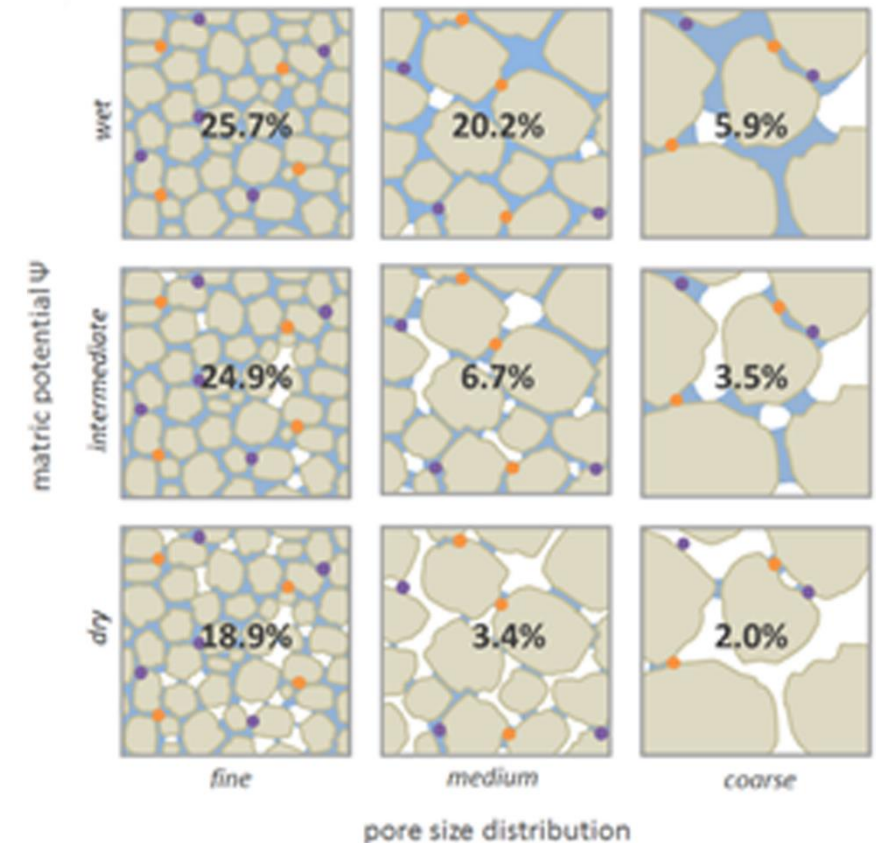


Forrás: <https://ahdb.org.uk/knowledge-library/soil-pore-network-infiltration>

# Talajok vízgazdálkodását befolyásoló tényezők

A talajok vízvisszatartása és a víz mozgása a talaj szilárd alkotórészei által közrezárt pórushálózatban történik.

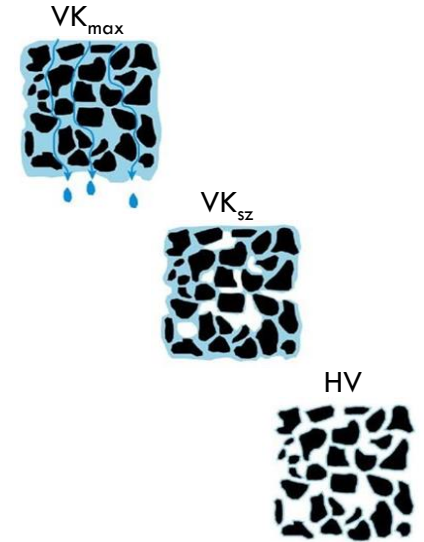
A vízgazdálkodási tulajdonságokat így alapvetően a talaj pórusrendszerének kialakulását és változását befolyásoló talajtani és egyéb természeti tényezők, illetve az emberi hatások határozzák meg.



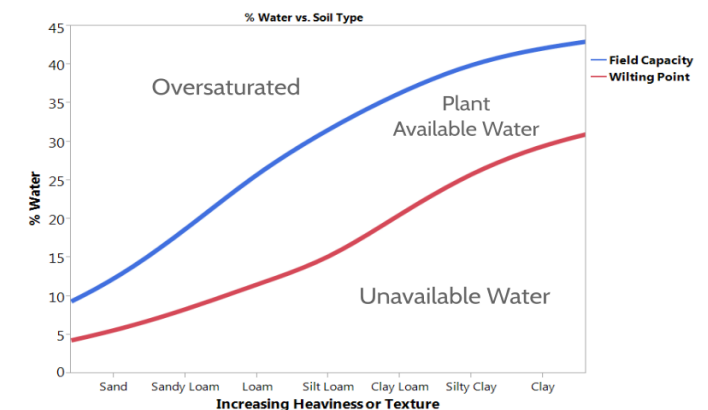
# Víztartó képesség

## Vízkapacitási értékek:

- **Maximális vízkapacitás ( $VK_{max}$ ):** a talaj pórusterét teljesen kitöltő víz mennyisége. Összes porozitás  $\geq VK_{max}$
- **Szabadszízi vízkapacitás ( $VK_{sz}$ ):** vízmennyiség, amit a talaj beázás után a gravitációval szemben vissza tud tartani.
- **Holtvíztartalom (HV):** a talajnedvesség azon része, ami a növények számára nem hasznosítható, mert a gyökerek szívóerejénél erősebben kötött nedvesség.
- **Hasznosítható/diszponibilis víz (DV):** a talajnedvesség növények számára hozzáférhető része. Mennyisége a szabadszízi vízkapacitás és a holtvíztartalom különbségével egyenlő.

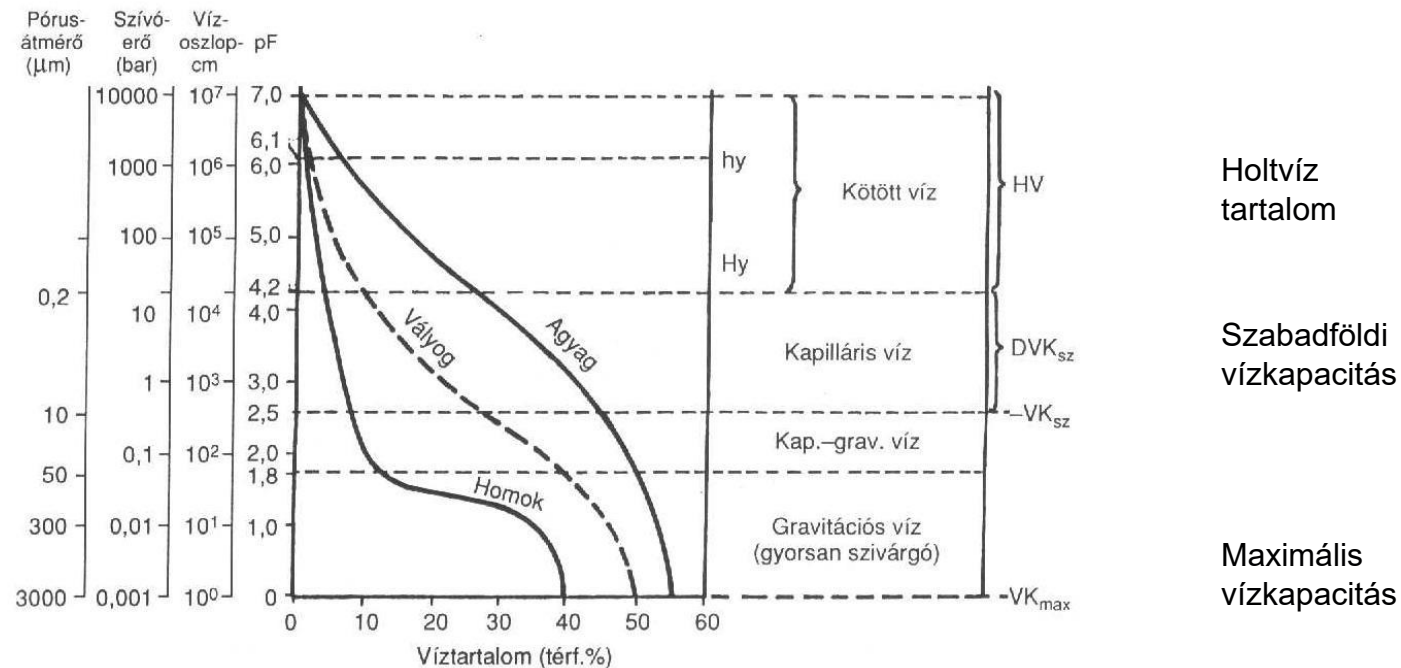


Forrás: <http://ecoursesonline.iasri.res.in/mod/page/view.php?id=1996>



# Víztartó képesség

A talaj **víz tartó képesség görbe** vagy **pF-görbe** a nedvességtartalom ( $\theta$ ) és a talaj mátrix potenciálja ( $\psi$ ) közti kapcsolatot írja le. Ez a görbe jellemző az egyes talajféleségekre, típusokra.



Homok, vályog és agyagtalajokra jellemző pF-görbék.

Forrás: Stefanovits P, Filep Gy., Fülek Gy. 1999. Talajtan. Mezőgazda Kiadó

# Víztartó képesség

A talaj víztartó képességének leírására leggyakrabban használt modell a **van Genuchten-függvény**:

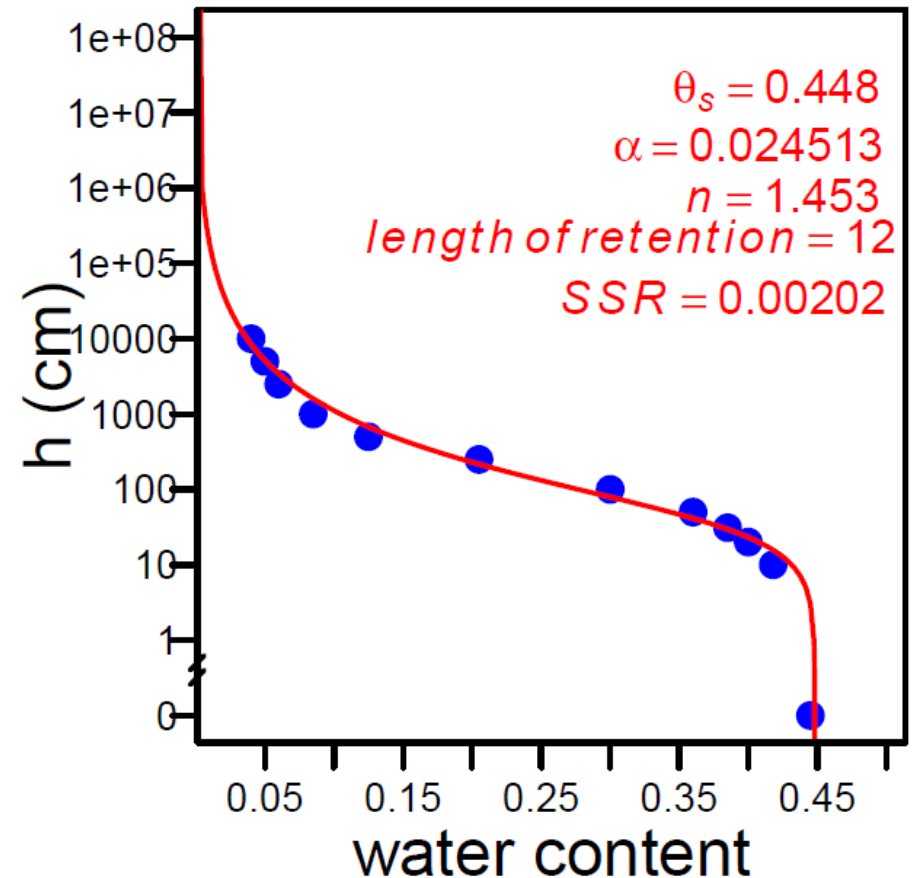
$$\theta(h) = \theta_r + \frac{\theta_s - \theta_r}{[1 + (\alpha h)^n]^{1-1/n}}$$

$\theta(h)$  – víztartó képesség függvény, mely a nedvességtartalmat [ $\theta$  ( $\text{cm}^3/\text{cm}^3$ )] adja meg a vízoszlop cm-ben kifejezett nyomás [ $h$  (cm)] függvényében

$\theta_r$  – maradvány nedvességtartalom ( $\text{cm}^3/\text{cm}^3$ )

$\theta_s$  – telítettségi nedvességtartalom ( $\text{cm}^3/\text{cm}^3$ )

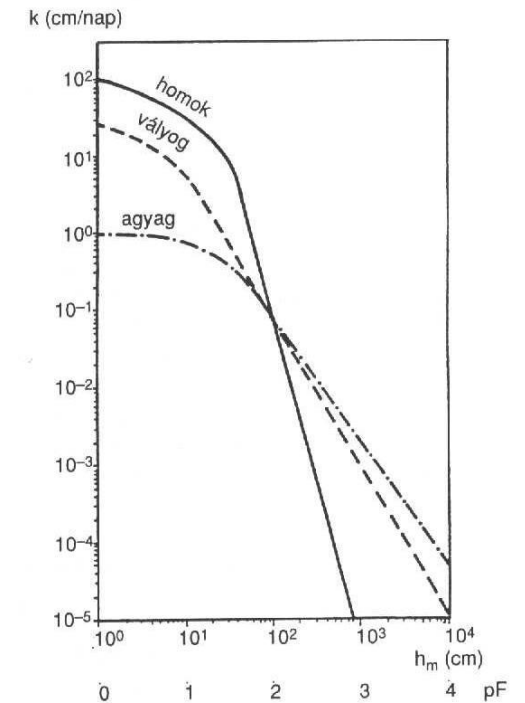
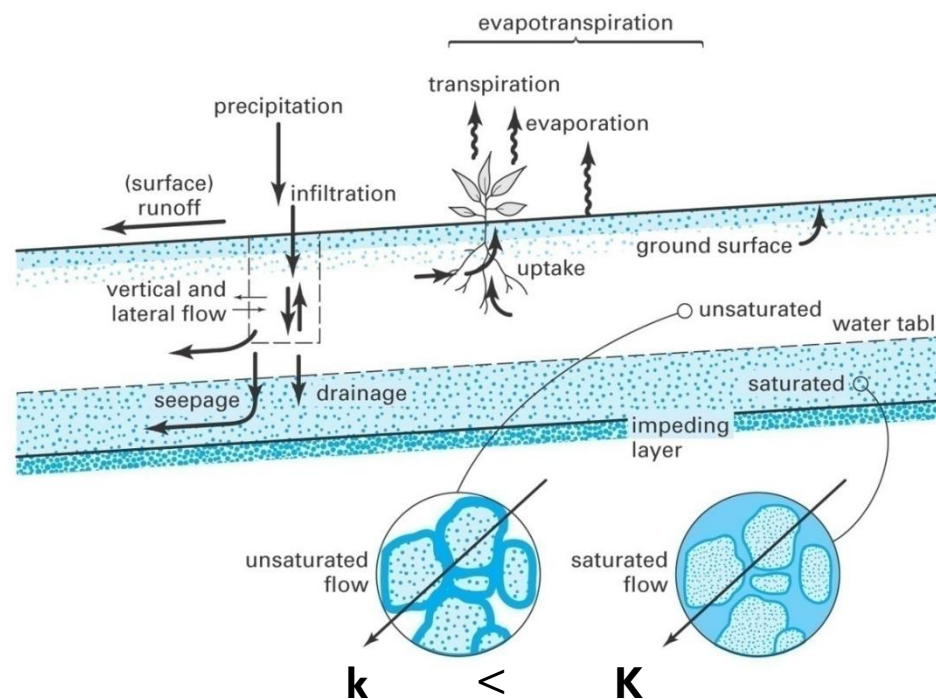
$\alpha$  és  $n$  – görbe illesztési paraméterek [ $\alpha$  (1/cm);  $n$  (-)]



# Vízvezető képesség

## Vízmozgás három típusa:

- **Hidraulikus vezetőképesség (K):** vízzel telített/kétfázisú talajban, gravitációs erő hatására bekövetkező vízmozgás.
- **Kapilláris vezetőképesség (k):** telítetlen/háromfázisú talajban, a víztartalom függvénye, nedvességtenzió-különbség idézi elő.
- **Páramozgás**



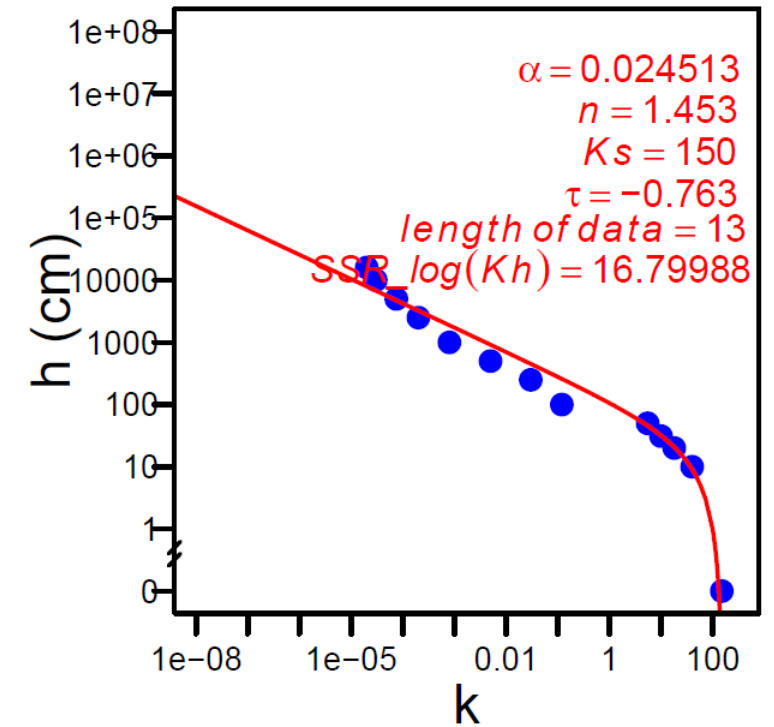
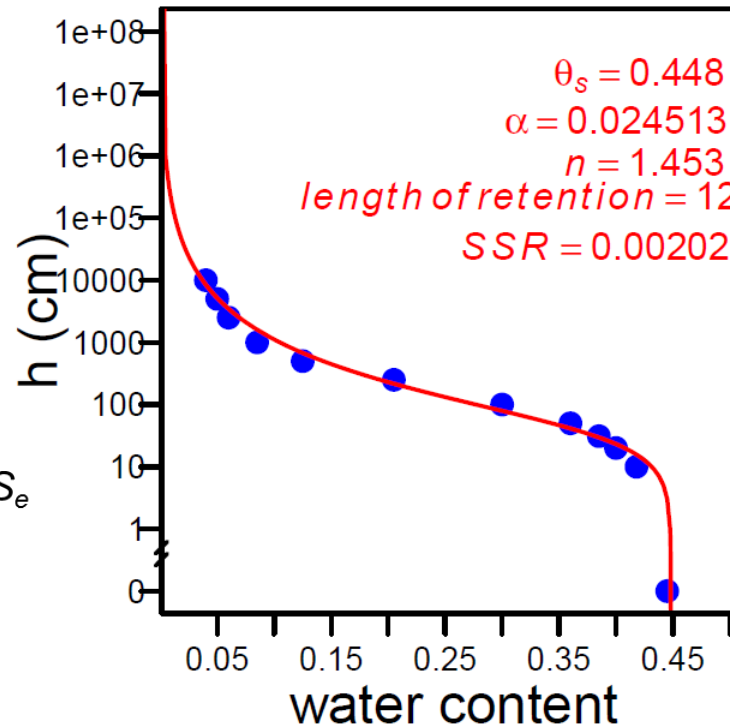
Forrás: Stefanovits et al., 1999

# Vízvezető képesség

A kapilláris vezetőképesség leírására leggyakrabban használt módszer a Mualem – van Genuchten modell:

$$K(S_e) = K_o S_e^L \left[ 1 - \left( 1 - S_e^{1/m} \right)^m \right]^2$$
$$S_e(h) = \frac{\theta(h) - \theta_r}{\theta_s - \theta_r}$$

$K$ , kapilláris vezetőképesség (cm d<sup>-1</sup>);  $K_o$ , vízvezetőképesség telített talajban (cm d<sup>-1</sup>);  $S_e$  effektív telítettség (-),  $L$  illesztési paraméter (pórusok alakjára és kapcsolódására utal) (-)



# Pedotranszfer függvények

A talaj víztartó és vízvezető képességének **mérése** költséges, munka- és időigényes.

Ugyanakkor lehetőség van arra, hogy ezeket a talaj vízgazdálkodási tulajdonságokat egyszerűbben mérhető talajtulajdonságok alapján **becsléssel** határozzuk meg.

**Pedotranszfer függvény:** könnyen mérhető, vagy rendelkezésre álló talajtulajdonságokból számítjuk a talaj vízgazdálkodási tulajdonságait.

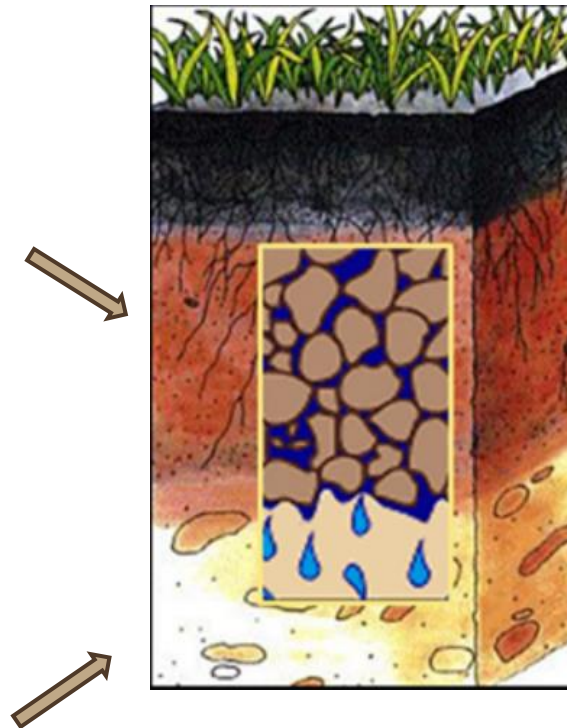
# A talaj vízgazdálkodását befolyásoló tényezők

## Talajtulajdonságok

- talaj szerkezete
- talaj tömődöttsége (térfogattömeg),
- pórusok mérete és alakja
- mechanikai összetétel (fizikai féleség)
- szervesanyag-tartalom
- kicserélhető Na-tartalom
- ásványi összetétel
- pH, mésztartalom

## Természeti tényezők

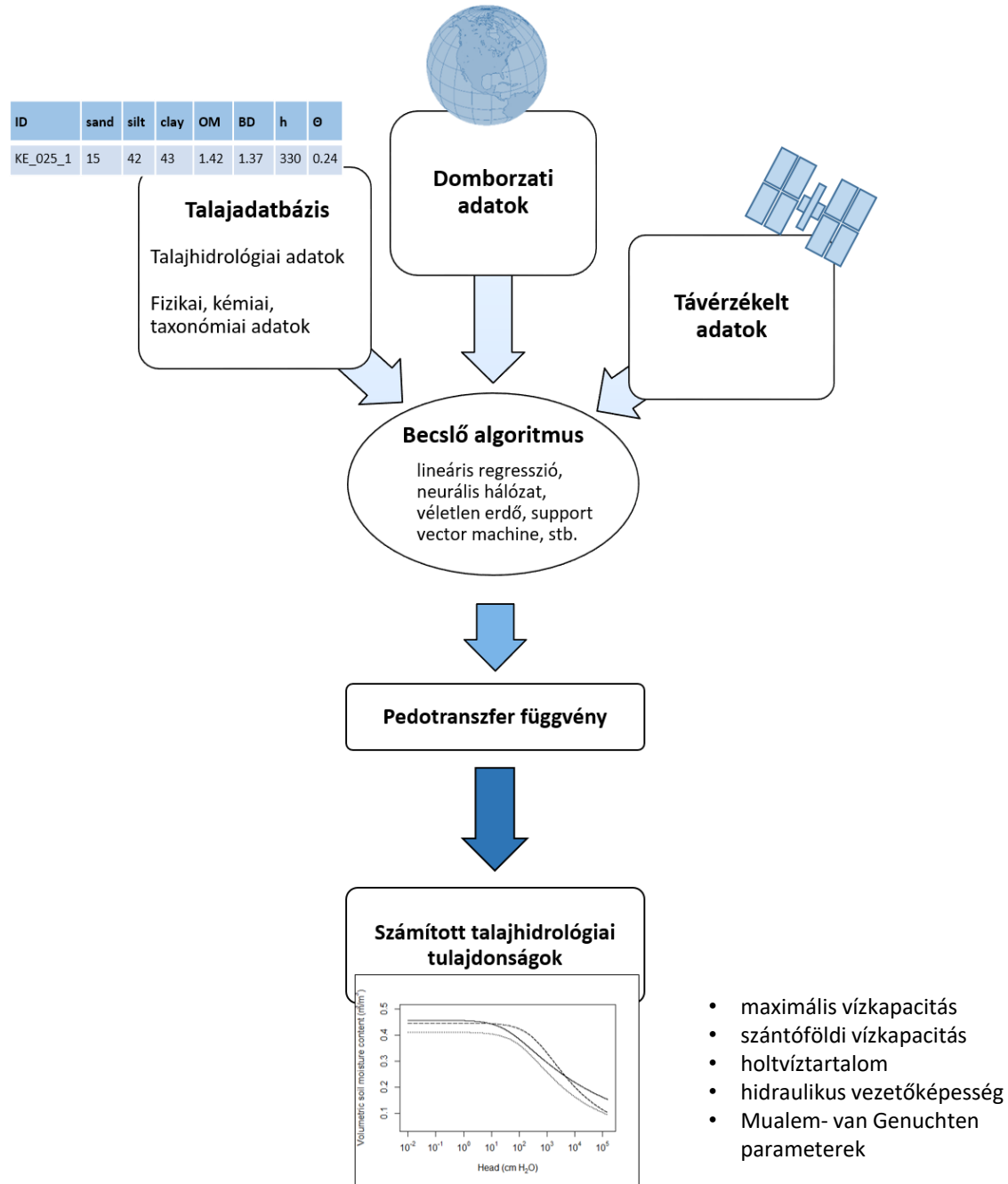
- talajképző kőzet
- éghajlat
- talajvíz mélysége
- vízzel történő elöntés
- domborzat
- természetes növénytakaró



## Antropogén tényezők

- talajművelés
- földhasználat
- szerves trágyák
- öntözés
- vegyi anyagok:
  - műtrágyák, felületaktív anyagok,
  - nem vizes fázisú szerves folyadékok
  - talajkondicionálók
  - meszezőanyagok
  - szikes talajok kémiai javítása
- öntözés

# Pedotranszfer függvény kidolgozása



# Elérhető pedotranszfer függvények

Európai talajhidrológiai becslő algoritmusok könnyen elérhető talajtulajdonságok alapján:

Becsült talajhidrológiai tulajdonság	RMSE
Maximális vízkapacitás (VKmax)	0.020 – 0.068 cm <sup>3</sup> cm <sup>-3</sup>
Víz tartó képesség -330 cm mátrix potenciálon (VKsz1)	0.046 – 0.055 cm <sup>3</sup> cm <sup>-3</sup>
-100 cm mátrix potenciálon (VKsz2)	0.040 – 0.060 cm <sup>3</sup> cm <sup>-3</sup>
Holtvíztartalom (HV)	0.037 – 0.048 cm <sup>3</sup> cm <sup>-3</sup>
Hasznosítható vízkapacitás VKsz1 alapján (AWC)	0.043 – 0.053 cm <sup>3</sup> cm <sup>-3</sup>
VKsz2 alapján (AWC_2)	0.045 – 0.060 cm <sup>3</sup> cm <sup>-3</sup>
Hidraulikus vezetőképesség (KS)	0.89 – 1.18 log <sub>10</sub> (cm day <sup>-1</sup> )
Víz tartó képesség-görbe (VG)	0.041 – 0.068 cm <sup>3</sup> cm <sup>-3</sup>
Kapilláris vízvezető képesség (MVG)	0.61 – 0.71 log <sub>10</sub> (cm day <sup>-1</sup> )

- webalkalmazás: <https://ptfinterface.rissac.hu>
- R csomag: <https://github.com/tkdweber/euptf2>

Szabó, B., Weynants, M., Weber, T.K., 2020. Updated European Hydraulic Pedotransfer Functions with Communicated Uncertainties in the Predicted Variables (euptfv2). Geosci. Model Dev. <https://doi.org/10.5194/gmd-2020-36>

## New generation of hydraulic pedotransfer functions for Europe

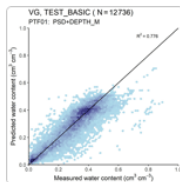
B. Tóth, M. Weynants, A. Nemes, A. Makó, G. Bilas, G. Tóth 

First published: 03 November 2014 | <https://doi.org/10.1111/ejss.12192> | Citations: 96

SECTIONS

 PDF  TOOLS  SHARE

## Updated European hydraulic pedotransfer functions with communicated uncertainties in the predicted variables (euptfv2)



Brigitta Szabó <sup>1</sup>, Melanie Weynants <sup>2</sup>, and Tobias K. D. Weber <sup>3</sup>

<sup>1</sup>Institute for Soil Sciences, Centre for Agricultural Research, Herman Ottó út 15, 1022 Budapest, Hungary

<sup>2</sup>European Commission Joint Research Centre, via Enrico Fermi 2749, 21027 Ispra, Italy

<sup>3</sup>Institute of Soil Science and Land Evaluation, University of Hohenheim, Emil-Wolff-Straße 27, 70593 Stuttgart, Germany

Correspondence: Brigitta Szabó (toth.brigitta@atk.hu)

Received: 03 Feb 2020 – Discussion started: 05 May 2020 – Revised: 18 Oct 2020 – Accepted: 02 Nov 2020 – Published: 12 Jan 2021

## Új európai becslőalgoritmusok készültek a talaj vízgazdálkodási tulajdonságainak kiszámítására az ATK Talajtani Intézetének vezetésével

2021.03.04. | [Hírek](#)

Az ELKH ATK Talajtani Intézetének vezetésével megújították a talajok vízgazdálkodási tulajdonságait becslő módszereket. A könnyen mérhető vagy már ismert talajtulajdonságokból becslési függvények segítségével számított, a talaj vízgazdálkodási tulajdonságaival kapcsolatos adatok alapvető információt nyújtanak a klímatudatos és vízmegőrző területhasználat tervezéséhez, valamint a környezeti modellezéshez. A kutatást Szabó (Tóth) Brigitta tudományos főmunkatárs vezette, az eredményeket a földtudományok és modellezés terén magasan jegyzett [Geoscientific Model Development](#) folyóiratban publikálták.

A becslőalgoritmusokat felhasználóbarát, [magyar és angol nyelven is elérhető webalkalmazásba](#), és nyílt forráskódú R-csomagba építették be (<https://doi.org/10.5281/zenodo.4281045>), továbbá elérhetőek a becslések kidolgozásához használt scriptek (<https://zenodo.org/record/3759442>).

## Webalkalmazás az európai hidrológiai pedotranszfer függvényekhez (euptfv2)

DOI: <https://doi.org/10.34977/euptfv2.01>

Szerzők: Szabó, Brigitta; Gyurkó, Dávid; Weynants, Melanie és Weber, Tobias K. D.

Kiadó: Agrártudományi Kutatóközpont, Talajtani és Agrokémiai Intézet

Verzió: v.2.0.0

Megjelenés dátuma: 2019. július 31.

A webalkalmazással a talaj vízgazdálkodási tulajdonságai becsülhetők könnyen elérhető talajtulajdonságok alapján. A becslő algoritmusokat (pedotranszfer függvényeket: PTF-eket) Európa talajait reprezentáló adatbázison (European Hydropedological Data Inventory (EU-HYDI)) (Weynants et al., 2013) dolgoztuk ki. A becslésről további információ a Szabó et al. (2020) publikációjában érhető el.

Az alkalmazással a következő talaj-vízgazdálkodási tulajdonságok számíthatók:

Talajtulajdonság neve a becslő algoritmusban	Talajtulajdonság	Mértékegység
THS	maximális vízkapacitás (0 cm mátrixpotenciál, pF 0)	$cm^3 cm^{-3}$
FC2	szabadföldi vízkapacitás (-100 cm mátrixpotenciál, pF 2)	$cm^3 cm^{-3}$
FC	szabadföldi vízkapacitás (-330 cm mátrixpotenciál, pF 2,5)	$cm^3 cm^{-3}$
WP	hótvíz-tartalom (-15000 cm mátrixpotenciál, pF 4,2)	$cm^3 cm^{-3}$
AWC2	hasznosítható víz (-100 cm mátrixpotenciálhoz tartozó FC2 alapján)	$cm^3 cm^{-3}$
AWC	hasznosítható víz (-330 cm mátrixpotenciálhoz tartozó FC alapján)	$cm^3 cm^{-3}$
KS	hidraulikus vezetőképesség	$cm nap^{-1}$
VG_THR vagy MVG_THR	a víztartó képességet leíró van Genuchten modell maradó víztartalom paramétere	$cm^3 cm^{-3}$
VG_THS vagy MVG_THS	a víztartó képességet leíró van Genuchten modell telített víztartalom paramétere	$cm^3 cm^{-3}$
VG_ALP vagy MVG_ALP	a víztartó képességet leíró van Genuchten modell illesztési paramétere	$cm^{-1}$
VG_N vagy MVG_N	a víztartó képességet leíró van Genuchten modell illesztési paramétere	-
VG_M vagy MVG_M	a víztartó képességet leíró van Genuchten modell illesztési paramétere	-
MVG_K0	a víztartó és vízvezető képességet leíró Mualem-van Genuchten modell telített állapothoz tartozó vízvezető-képesség paramétere	$cm nap^{-1}$
MVG_L	a víztartó és vízvezető képességet leíró Mualem-van Genuchten modell illesztési paramétere	-

A becsléshez szükséges és opcionálisan megadható bemeneti talajtulajdonságok:

Talajtulajdonság neve a becslő algoritmusban	Talajtulajdonság	Mértékegység	Adat típusa	Szükséges/opcionális a becsléshez
SAMPLE_ID	talajminta kódja	-	egész szám	szükséges
X_WGS84	WGS84 X koordináta	tizedes fok	lebegőpontos szám	opcionális
Y_WGS84	WGS84 Y koordináta	tizedes fok	lebegőpontos szám	opcionális



- FC2
- FC
- WP
- AWC2
- AWC
- KS



BECSLŐ ALGORITMUS (PTF) A BECSÜLNI KÍVÁNT TALAJ-VÍZGAZDÁLKODÁSI TULAJDONSÁG ÉS A RENDELKEZÉSRE ÁLLÓ TALAJTULAJDONSÁGOK ALAPJÁN.

**PTF07**

Becsült tulajdonságok bizonytalanságának számítása

Becslés indítása

## Becsült értékek

Letöltés CSV formátumban

	SAMPLE_ID	X_WGS84	Y_WGS84	DEPTH_M	USSAND	USSILT	USCLAY	OC	BD	PH_H2O	CACO3	CEC	FC_point
1	801	21.358033	46.706406	60	1	53	46	1.69	1.41	7.9	3.6	43.4	0.386
2	802	16.550277	47.660759	20	3.4	58.1	38.6	3.16	1.34	7.5	1.9	44.8	0.350
3	803	18.831726	47.770468	62.5	1.1	62.6	36.3	1	1.53	8.1	4.6	40	0.345
4	804	16.523391	47.006925	22.5	1.4	62.3	36.3	2.46	1.4	7.7	2.3	42.2	0.389
5	805	17.286341	47.797131	105	3.4	67	29.7	1.2	1.49	8.1	6	40	0.370
6	806	18.939043	47.564759	30	9	52	38.9	2.42	1.37	7.4	6	46.1	0.376
7	807	16.991846	47.107925	90	7.8	54	38.1	1	1.49	7.7	31	42.7	0.364
8	808	18.887564	47.991659	150	10.6	57.1	32.3	0.6	1.45	7.9	45	45.9	0.331
9	809	19.097414	47.773429	25	34.9	47.8	17.3	1.2	1.5	7.5	1.3	25.5	0.315
10	810	19.473032	47.772429	10	34.3	49.3	16.4	1.27	1.57	7.4	1.3	30.9	0.318

- FC2
- FC
- WP
- AWC2
- AWC
- KS



BECSLŐ ALGORITMUS (PTF) A BECSÜLNI KÍVÁNT TALAJ-VÍZGAZDÁLKODÁSI TULAJDONSÁG ÉS A RENDELKEZÉSRE ÁLLÓ TALAJTULAJDONSÁGOK ALAPJÁN.

**PTF29**

Becsült tulajdonságok bizonytalanságának számítása

Becslés indítása

## Becsült értékek

Letöltés CSV formátumban

	SAMPLE_ID	X_WGS84	Y_WGS84	DEPTH_M	USSAND	USSILT	USCLAY	OC	BD	PH_H2O	CACO3	CEC	VG_ALP	VG_N	VG_M	VG_THR	VG_THS
1	801	21.358033	46.706406	60	1	53	46	1.69	1.41	7.9	3.6	43.4	0.0018	1.2507	0.2004	0.017	0.463
2	802	16.550277	47.660759	20	3.4	58.1	38.6	3.16	1.34	7.5	1.9	44.8	0.0018	1.2368	0.1915	0.010	0.481
3	803	18.831726	47.770468	62.5	1.1	62.6	36.3	1	1.53	8.1	4.6	40	0.0017	1.2614	0.2072	0.013	0.425
4	804	16.523391	47.006925	22.5	1.4	62.3	36.3	2.46	1.4	7.7	2.3	42.2	0.0013	1.2640	0.2089	0.013	0.458
5	805	17.286341	47.797131	105	3.4	67	29.7	1.2	1.49	8.1	6	40	0.0018	1.2770	0.2169	0.004	0.436
6	806	18.939043	47.564759	30	9	52	38.9	2.42	1.37	7.4	6	46.1	0.0044	1.2154	0.1773	0.008	0.470
7	807	16.991846	47.107925	90	7.8	54	38.1	1	1.49	7.7	31	42.7	0.0027	1.2549	0.2031	0.005	0.441
8	808	18.887564	47.991659	150	10.6	57.1	32.3	0.6	1.45	7.9	45	45.9	0.0025	1.2462	0.1975	0.008	0.453
9	809	19.097414	47.773429	25	34.9	47.8	17.3	1.2	1.5	7.5	1.3	25.5	0.0146	1.2238	0.1829	0.003	0.432
10	810	19.473032	47.772429	10	34.3	49.3	16.4	1.27	1.57	7.4	1.3	30.9	0.0081	1.2309	0.1876	0.007	0.417

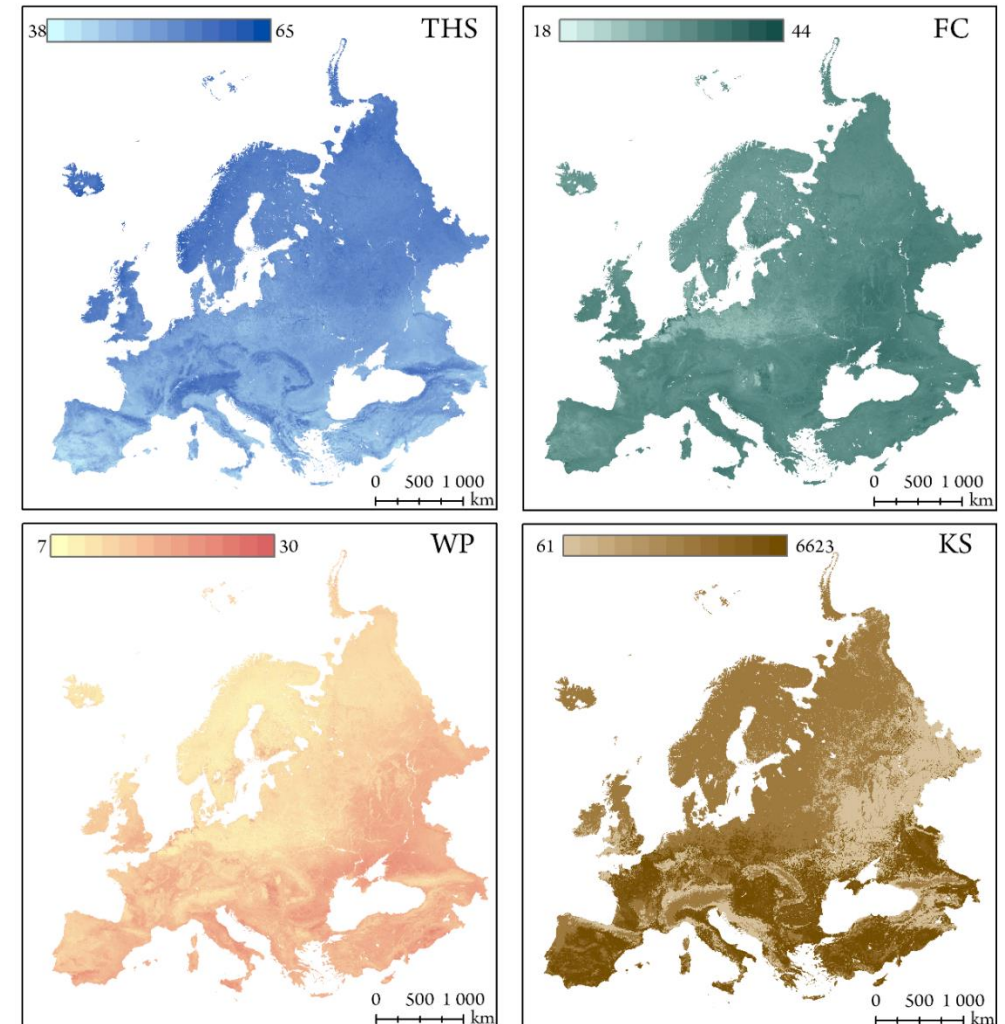


# Talajhidrológiai térképek – EU-SoilHydroGrids

## 3D Soil Hydraulic Database of Europe:

- 250 m felbontás
- Soil Grid térképek + eupfv1 alapján
- felső 2 m 7 standard talajmélységére
- 16 talaj hidrológiai tulajdonság: pont és paraméterbecslés
- térképek elérhetősége: ATK TAKI és EC JRC oldaláról:
  - <https://esdac.jrc.ec.europa.eu/content/3d-soil-hydraulic-database-europe-1-km-and-250-m-resolution>
  - [http://elkh-taki.hu/en/eu\\_soilhydrogrids\\_3d](http://elkh-taki.hu/en/eu_soilhydrogrids_3d)

Tóth, B., Weynants, M., Pásztor, L. & Hengl, T. 2017. 3D soil hydraulic database of Europe at 250 m resolution. *Hydrological Processes*, 31, 2662–2666.



# Elérhető pedotranszfer függvények

Hazai talajokra kidolgozott talajhidrológiai becsülő algoritmusok könnyen elérhető talajtulajdonságok és egyéb környezeti változók alapján:

Becsült talajhidrológiai tulajdonság	Módszer	Tanító adatbázis			Teszt adatbázis			Teszt adatbázis			
		R <sup>2</sup>	RMSE (cm <sup>3</sup> cm <sup>-3</sup> )	N	R <sup>2</sup>	RMSE (cm <sup>3</sup> cm <sup>-3</sup> )	N	R <sup>2</sup>	RMSE (cm <sup>3</sup> cm <sup>-3</sup> )	N	
<b>VKmax</b>	feltalaj	GBM	0.453	0.052	5709	-	-	-	0.484	0.042	2448
		RF	0.488	0.041	5709	-	-	-	0.487	0.042	2448
	altalaj	GBM	0.429	0.045	8428	0.418	0.045	3611	0.400	0.046	2448
		RF	0.480	0.043	8428	0.429	0.045	3611	0.408	0.045	2448
<b>VKsz</b>	feltalaj	GBM	0.714	0.043	5635	-	-	-	0.770	0.039	2416
		RF	0.736	0.041	5635	-	-	-	0.766	0.039	2416
	altalaj	GBM	0.738	0.044	8352	0.739	0.042	3579	0.751	0.040	2416
		RF	0.756	0.042	8352	0.746	0.042	3579	0.759	0.040	2416
<b>HV</b>	feltalaj	GBM	0.722	0.038	5736	-	-	-	0.739	0.037	2459
		RF	0.736	0.037	5736	-	-	-	0.762	0.035	2459
	altalaj	GBM	0.717	0.041	8425	0.716	0.039	3611	0.711	0.038	2459
		RF	0.747	0.039	8425	0.737	0.038	3611	0.744	0.036	2459

HUN-PTF-ek elérhetősége:

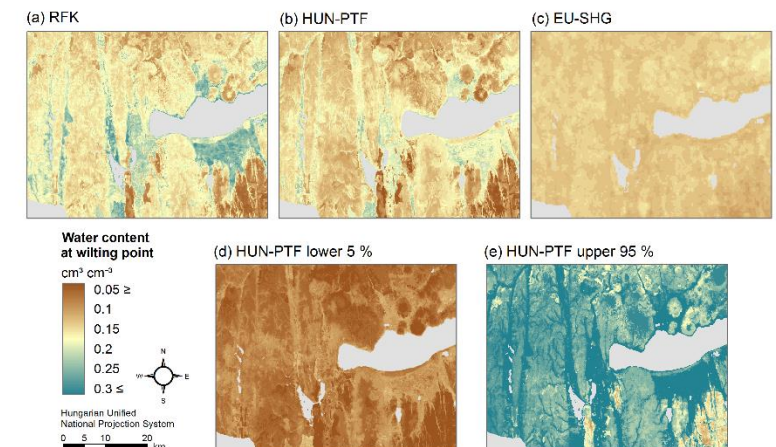
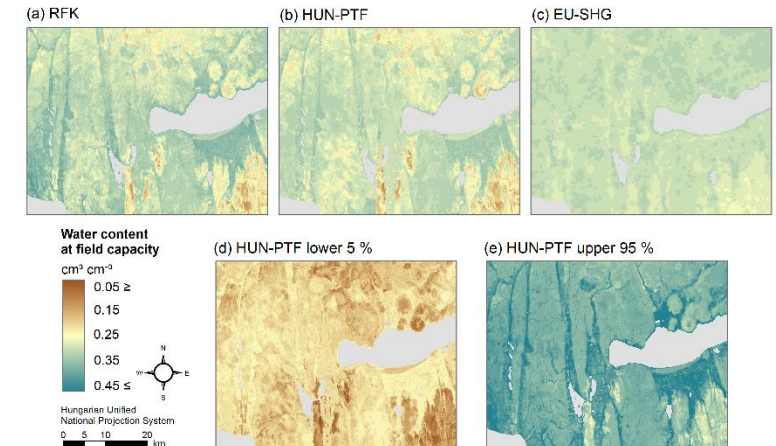
[https://elkh-taki.hu/en/kh124765/hun\\_ptfs](https://elkh-taki.hu/en/kh124765/hun_ptfs)

# Talajhidrológiai térképek – Balaton vízgyűjtő

## 3D talajhidrológiai térképek a Balaton vízgyűjtőre:

- 100 m felbontás
- DOSoReMi térképek alapján
- HUN-PTF-ekkel és geostatsztikai módszerrel
- felső 90 cm 3 standard talajmélységére
- $V_{kmax}$ ,  $V_{Ksz}$  és HV
- térképek elérhetők ATK TAKI oldaláról:
  - <https://www.arcgis.com/home/webmap/viewer.html?webmap=88f7b66bd2d040758bf24f97958de210&extent=16.3392,46.3353,18.3675,47.1036>
  - <https://elkh-taki.hu/en/kh124765/maps>

Szabó, B., Szatmári, G., Takács, K., Laborczy, A., Makó, A., Rajkai, K. & Pásztor, L. 2019. Mapping soil hydraulic properties using random-forest-based pedotransfer functions and geostatistics. *Hydrology and Earth System Sciences*, **23**, 2615–2635, <https://doi.org/10.5194/hess-23-2615-2019>





Köszönöm a figyelmet!