



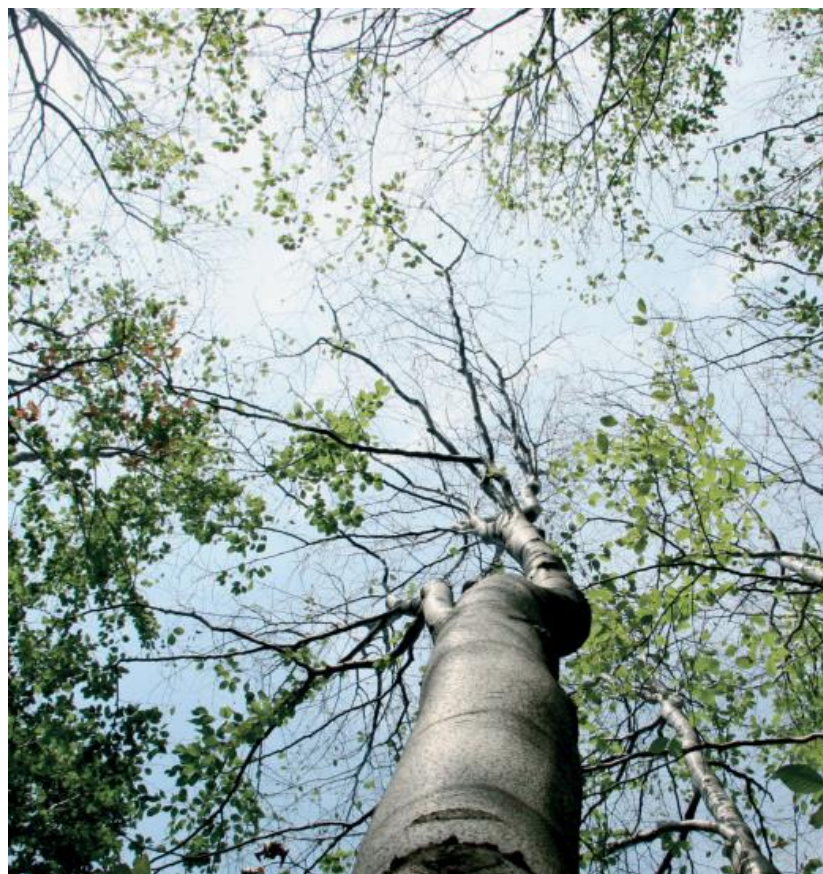
Az erdőtelepítés klimatikus és hidrológiai konzekvenciái a szárazsági határon – globális és magyar vonatkozások



Mátyás Csaba¹, Gálos Borbála¹, Gribovszki Zoltán²

1, NYME, EMK, Környezet és Földtudományi Intézet

2, NYME, EMK, Geomatikai, Erdőfeltárási és Vízgazdálkodási Intézet (gribovszki.zoltan@nyme.hu)



Zöld lombhullás augusztusban aszály miatt (Fotó: EK)

Erdők - szárazodás

Globális trend

Erdők vízfogyasztással kapcs. jellemzői

- Jelentős biomassa
- Mély gyökérzet
- Nagy levélfelület (LAI)

Hidrológiai következmények

- Erdők ET-je magasabb
- Talajvízfelhasználásuk jelentős lehet
(Szárazsági erdőhatáron: hiányzó vízigény pótlása a talajvízből, ameddig az hozzáférhető)



Atlaszcédrus pusztulása a szárazsági határon, Atlasz hg. 2002 (Fotó: M. Cs.)



>1 millió ha rezgőnyár pusztulás aszály után, 2004
Kanada, Saskatchewan (Fotó: Michaelian)

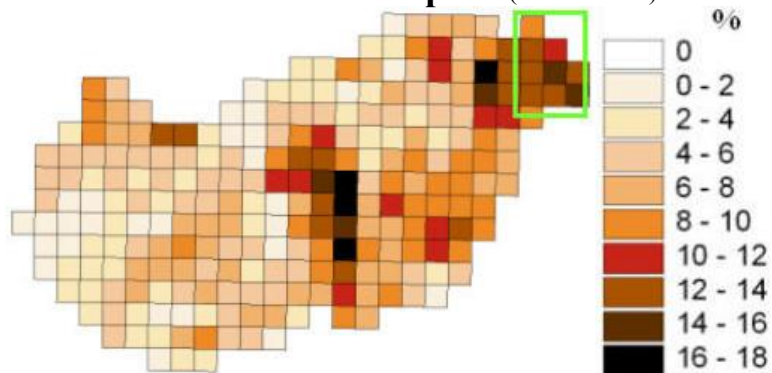


> 2 millió ha elpusztult erdő DNy USA-ban csak 2002 – 2004 között!
Kipusztult Pinus edulis, Jemez Mts., N.Mex., 2004
(Fotó: CD Allen)

Tervezett erdőtelepítés Hidrológiai hatások

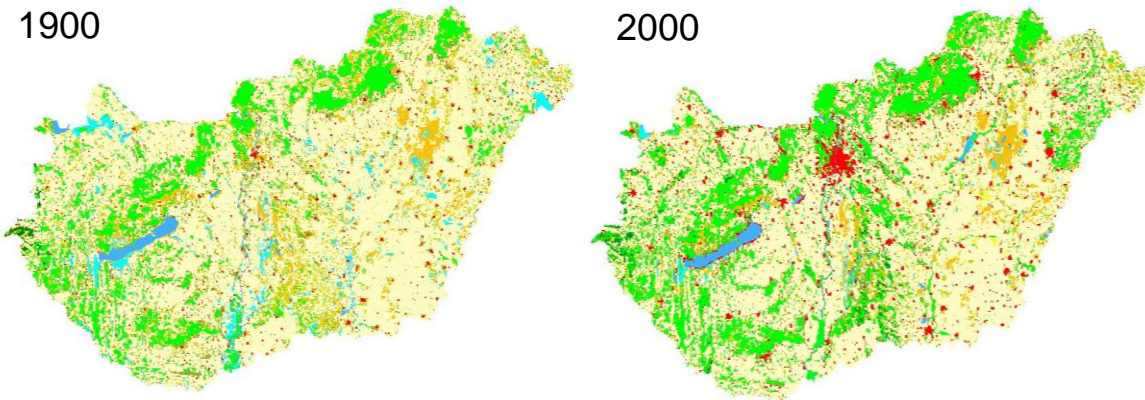


Potenciális erdőtelepítés (Führer 2005)



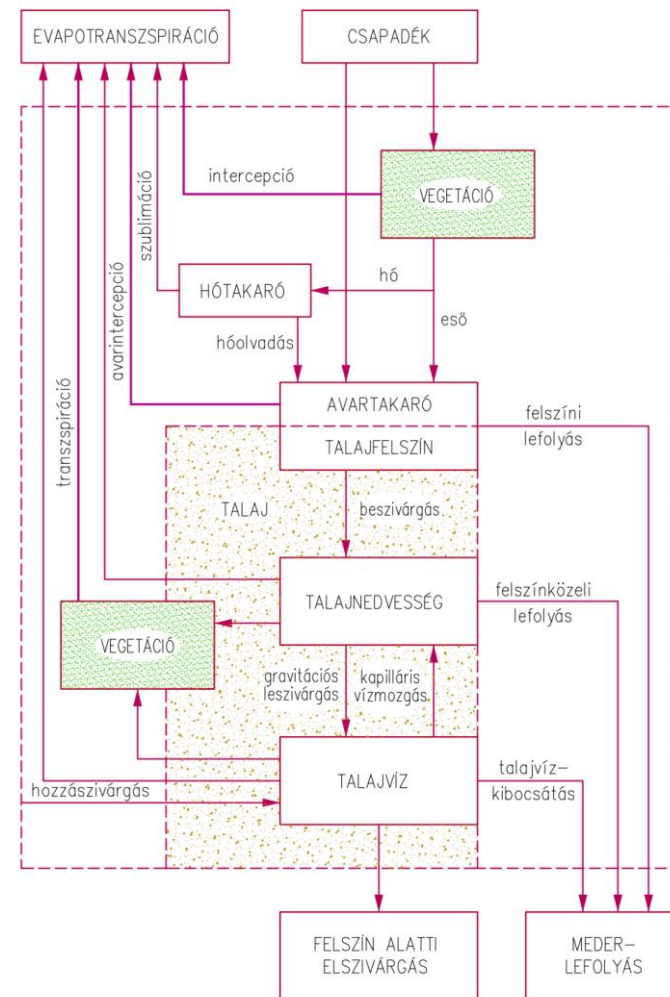
1900

2000



Felszínborítás	1900	2000
Erdő	12.50 %	21.07 %
Város	2.43 %	5.69 %
Gyep	15.99 %	9.53 %
Szántó	61.0 %	56.8 %

Drüszler 2010

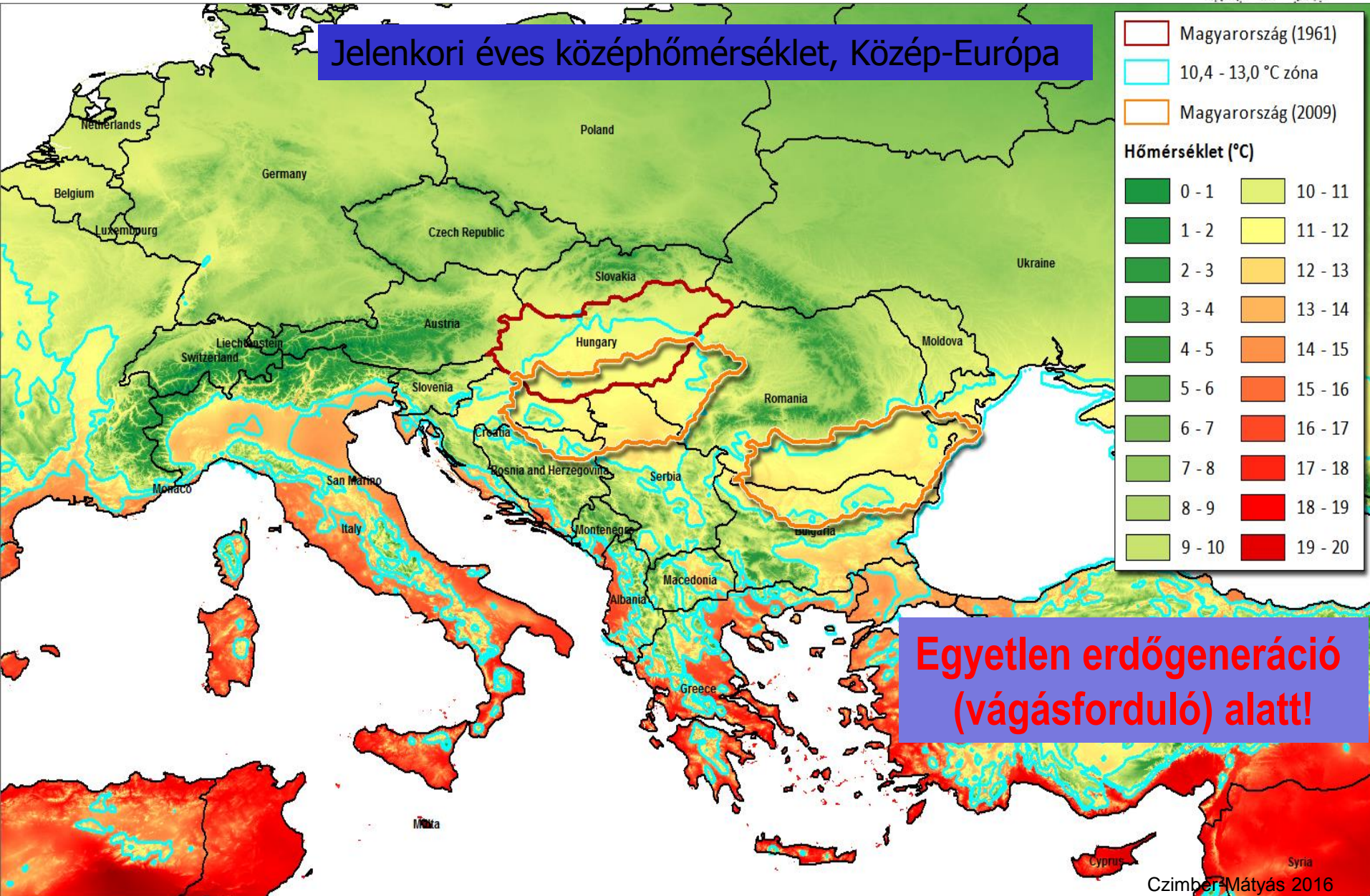


Kucsara 1996

Jelenkori éves középhőmérséklet



Jelenkori éves középhőmérséklet, Közép-Európa



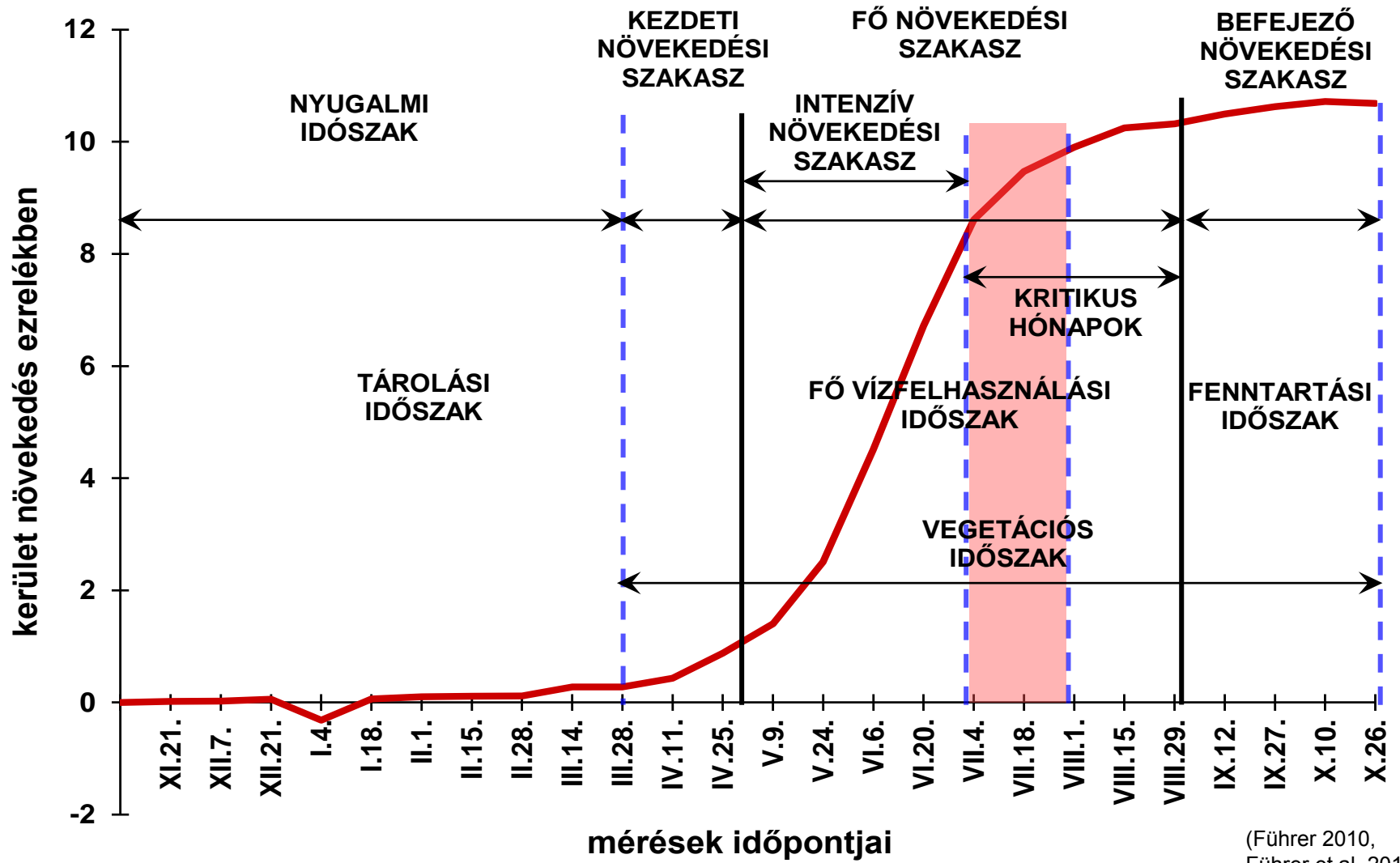
Szezonális növekedés - FAI

kritikus hónapok átlaghőmérséklete

fő növekedési szakasz csapadékösszege

$$FAI = 100 \cdot T_{VII-VIII} / P_{V+VI+2VII+VIII}$$

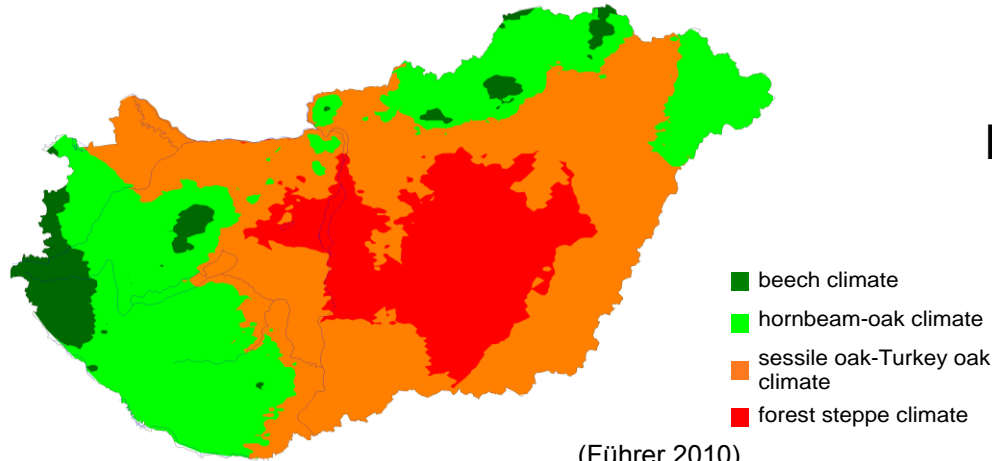
júliusi csapadék kétszeres súllyal!



(Führer 2010, Führer et al. 2011)

Erdészeti Aszályindex (FAI)






1961-1990



(Führer 2010)

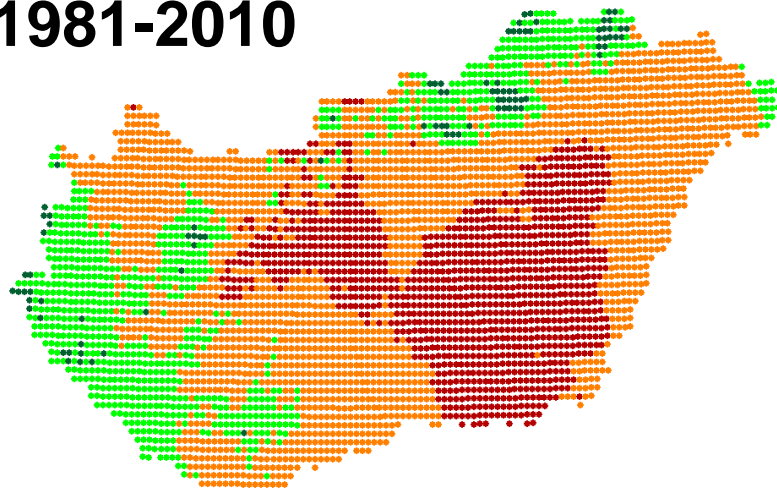
$$FAI = \frac{T_{\text{júl.-aug.}}}{P_{\text{máj-júl.}} + P_{\text{júl.-aug.}}} * 100$$

Erdészeti klímaosztály FAI érték

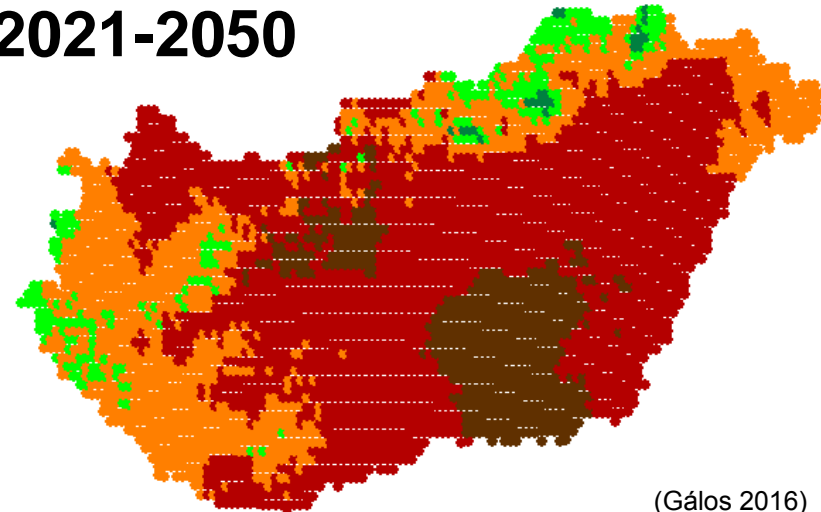
-  Bükkös
-  Gyertyános tölgyes
-  Kocsánytalan tölgyes - Cseres
-  Erdőssztyepp
-  Sztyepp

< 4.75
4.75 - 6
6 - 7.25
7.25 - 8.5
> 8.5

1981-2010



2021-2050

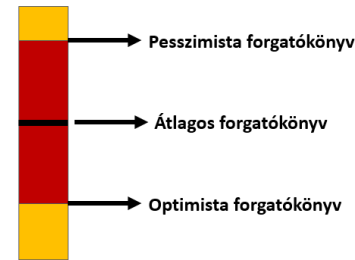


(Gálos 2016)

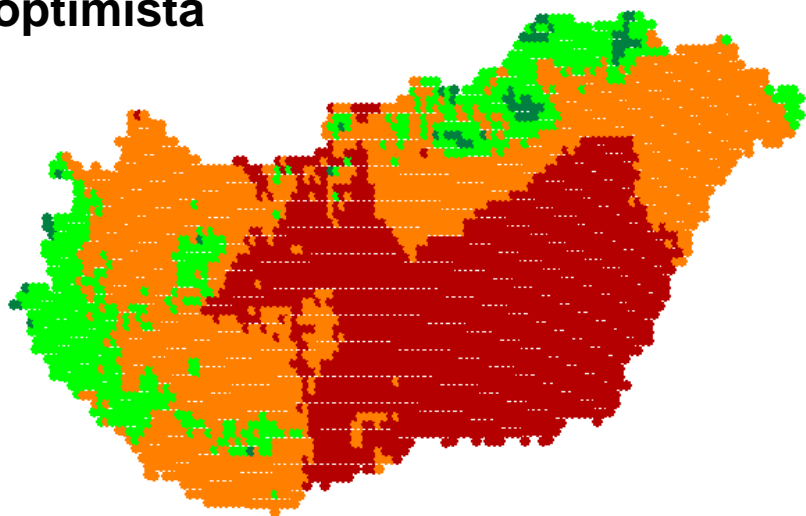
Erdészeti Aszályindex

12 modell által
szimulált
változások
tartománya

A
modelleredmények
66 %-ának
tartománya








optimista

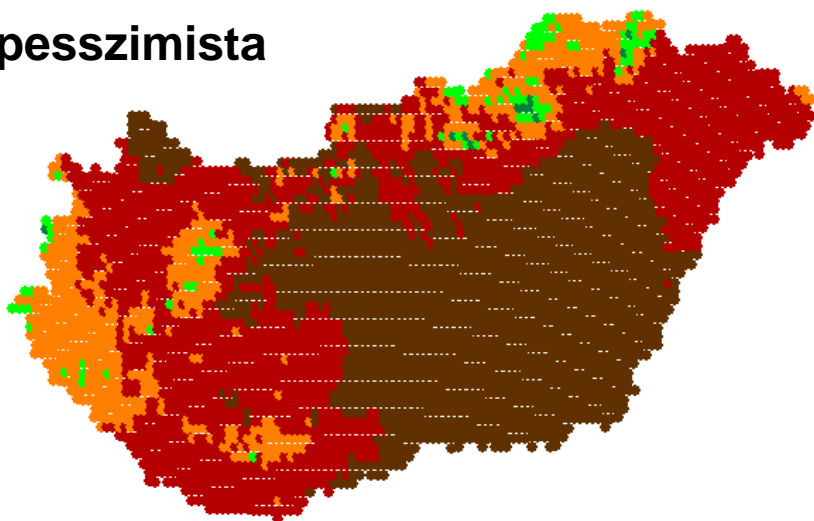


$$FAI = \frac{T_{\text{júl.-aug.}}}{P_{\text{máj-júl.}} + P_{\text{júl.-aug.}}} * 100$$

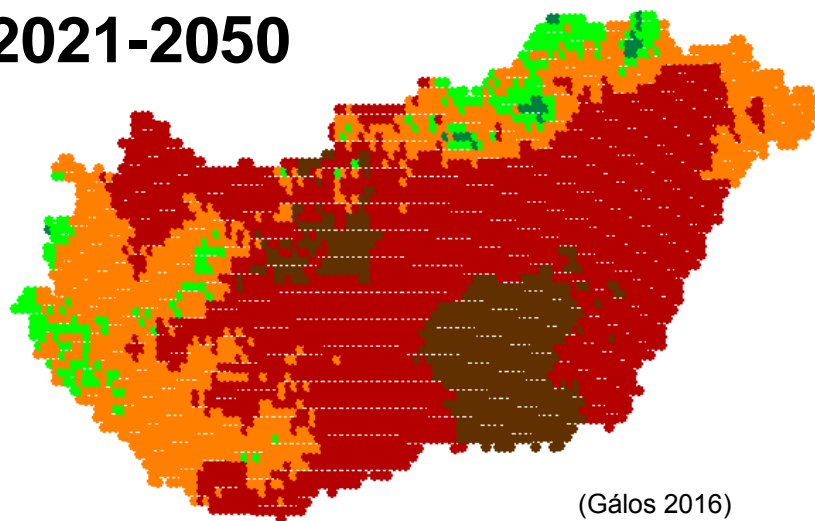
Erdészeti klímaosztály FAI érték

	Bükkös	< 4.75
	Gyertyános tölgyes	4.75 - 6
	Kocsánytalan tölgyes - Cseres	6 - 7.25
	Erdőössztyepp	7.25 - 8.5
	Sztyepp	> 8.5

pesszimista



2021-2050



(Gálos 2016)

eDTR - Agrárklíma.2 projekt

Kereshető adatfelületek

Adatszolgáltatás kiválasztott helyszínre

1981-2010 erdészeti klímazónái FAI aszályindex alapján

Termőhelyi adatok kijelzése több adatbázisból

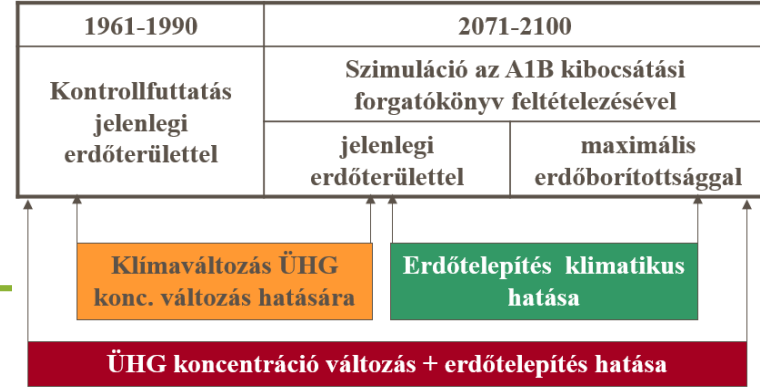
Erdőterv: B klíma FAI alapján: GYT

Nagyítás a térképre! Egy erdőrészt kiválasztása...

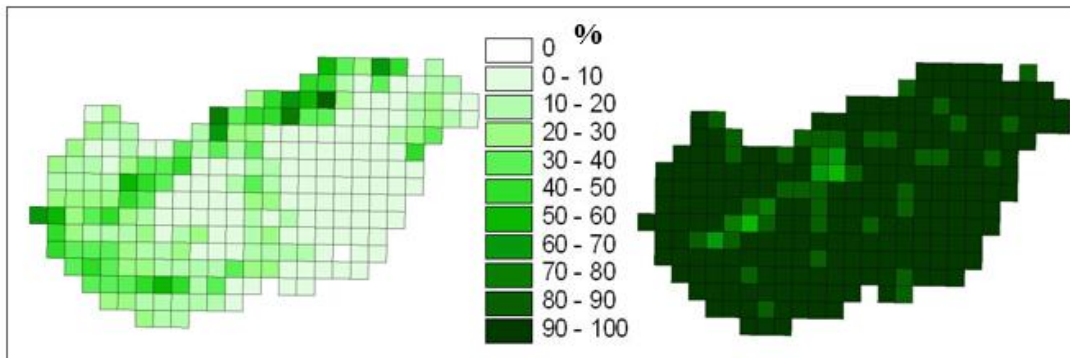
Beállított termőhelynek megfelelő (vagy közeli) célállomány kijelzése

Erdőtelepítés hatásai

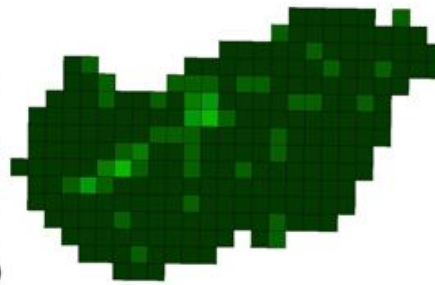
REMO



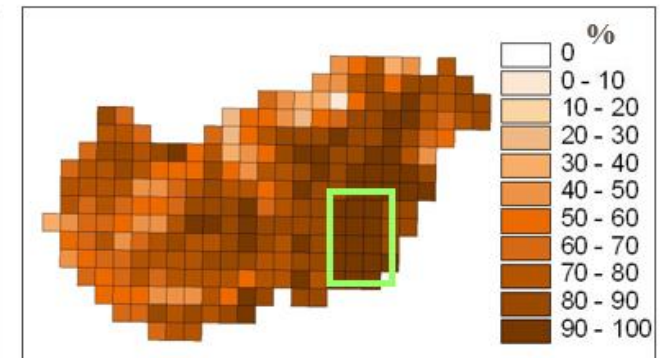
Jelenlegi erdőterület



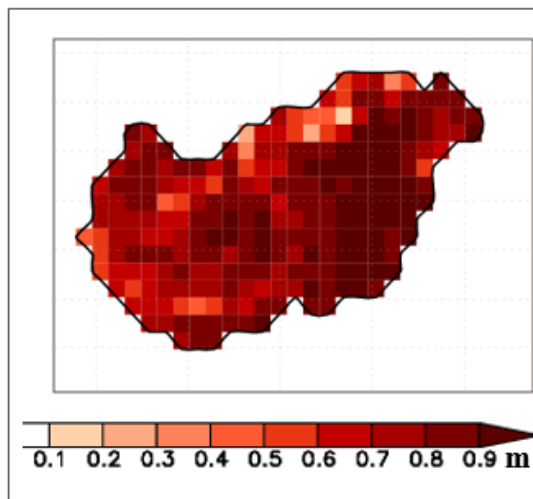
Maximális erdőborítottság



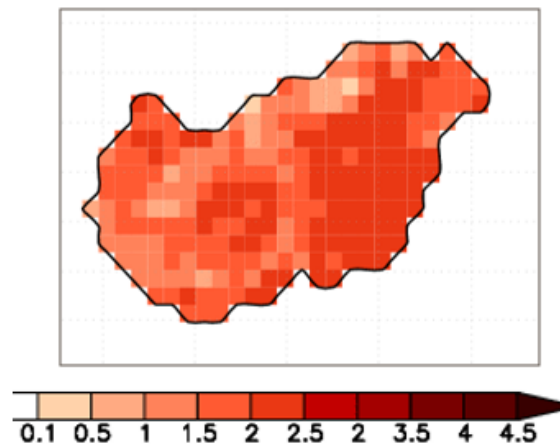
Erdőterület növekedése



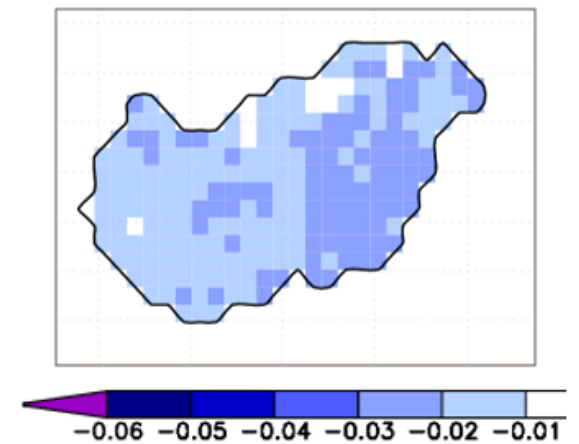
Érdesség növekedése



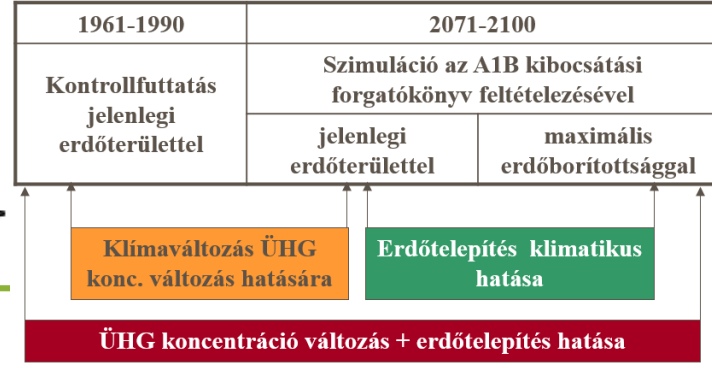
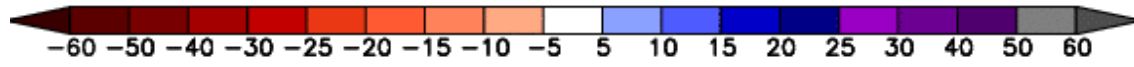
Levélfelületi index növekedése



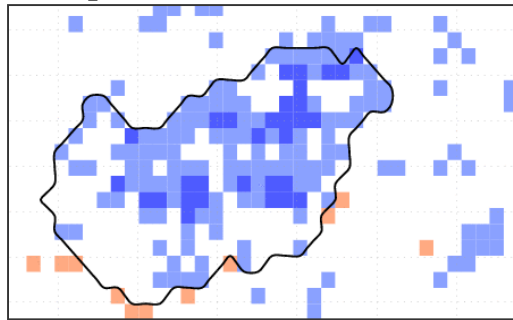
Albedó csökkenése



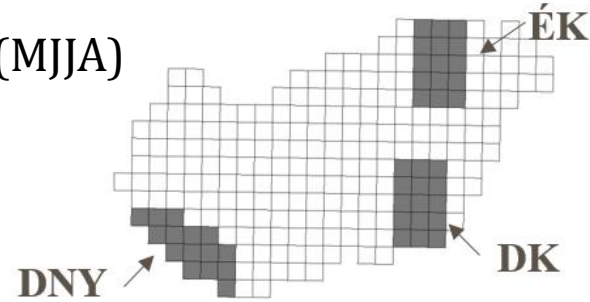
MAX. Erdőtelepítés



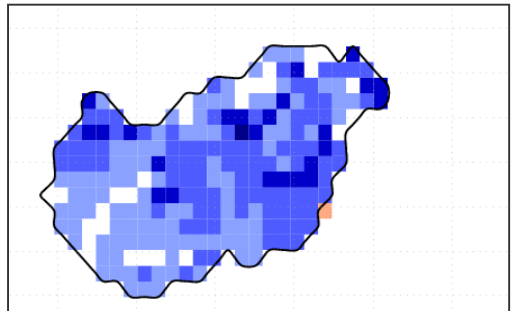
Csapadék növekedése



[%]
nyári hónapokra (MJJA)

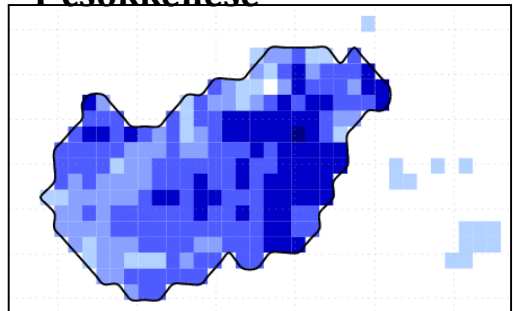


ET növekedése

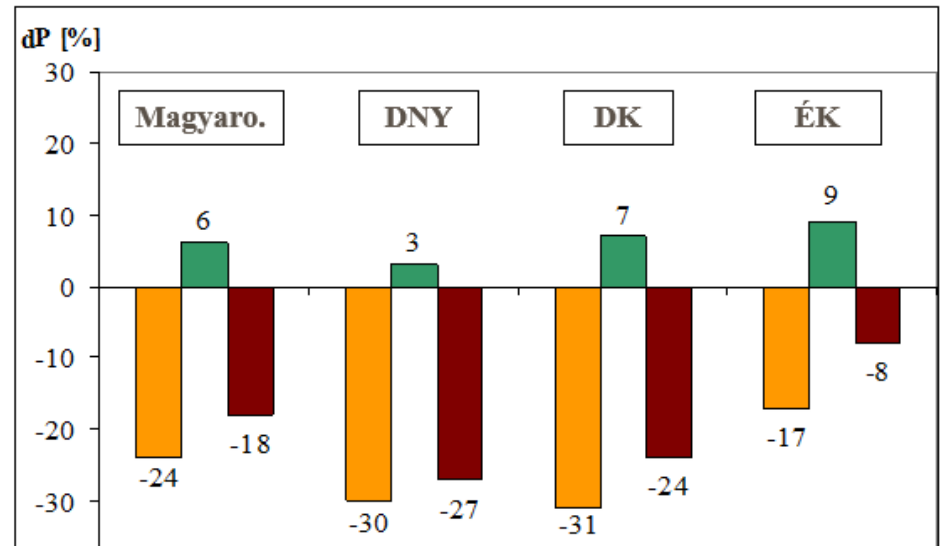


[%]

T csökkenése



[°C]

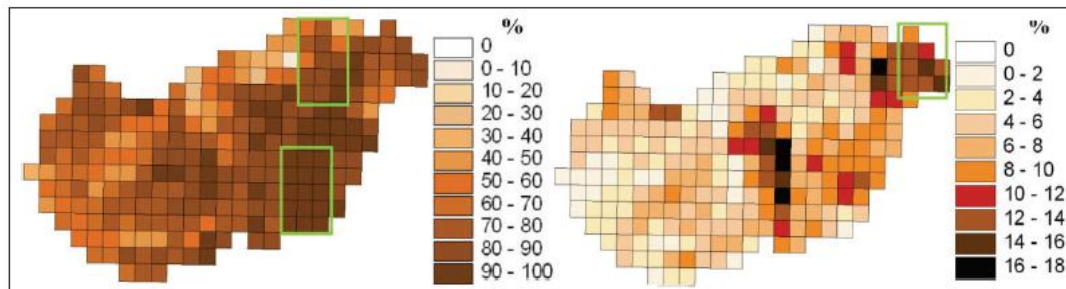


- dP klímaváltozás hatására 2071-2100 vs. 1961-1990
- dP maximális erdőtelepítés hatására 2071-2100
- dP klímaváltozás + maximális erdőtelepítés hatására 2071-2100 vs. 1961-1990

Max. vs. Potenciális erdőtelepítés



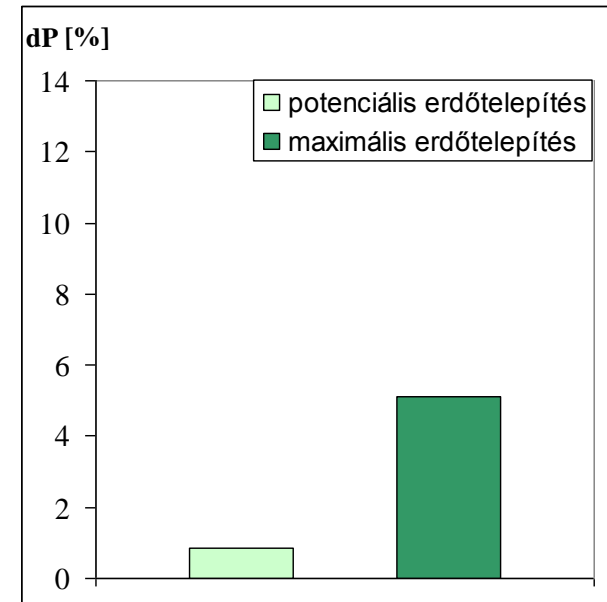
Maximális és Potenciális erdőtelepítés



A modellfuttatás eredményei

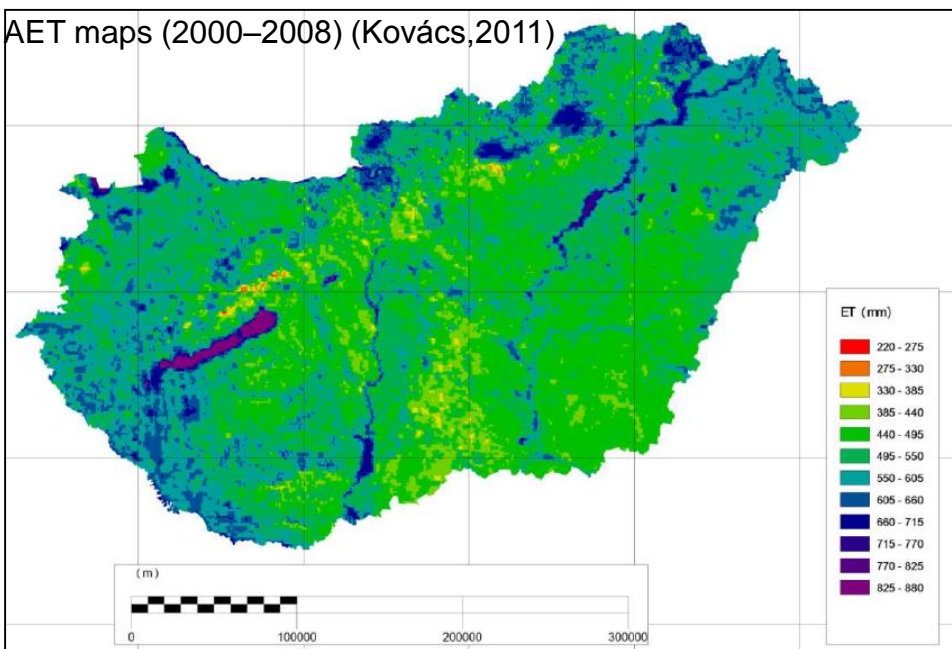
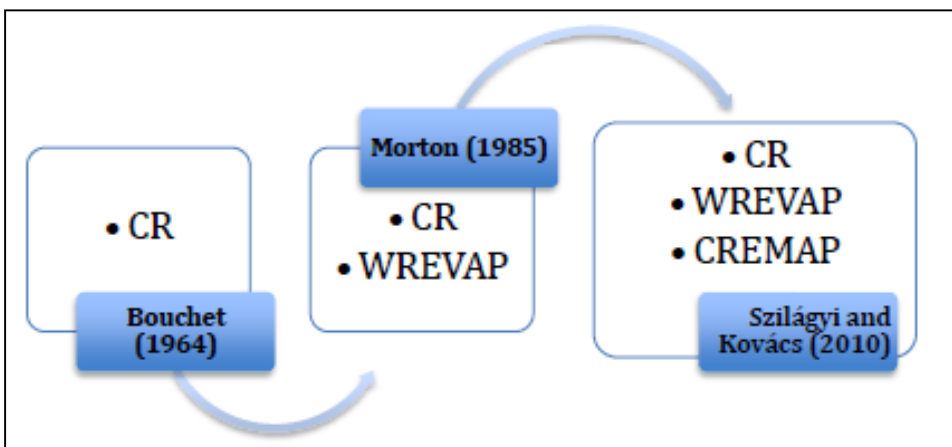
- 2021-2025-re,
- nyári hónapokra (MJJA),

Csapadékmennyiség változása



(Gálos 2010)

Evapotranszspiráció

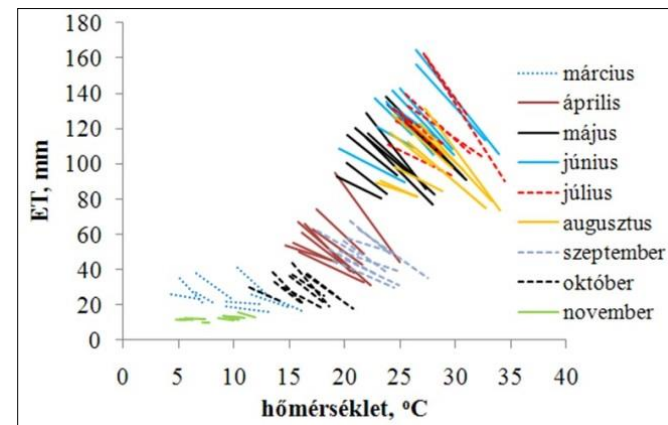
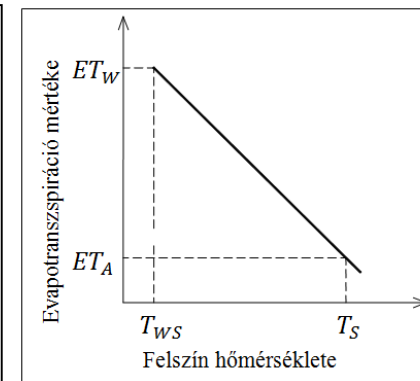
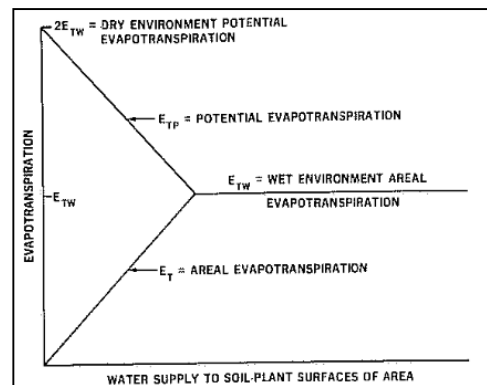


Aktuális Evapotranszspiráció

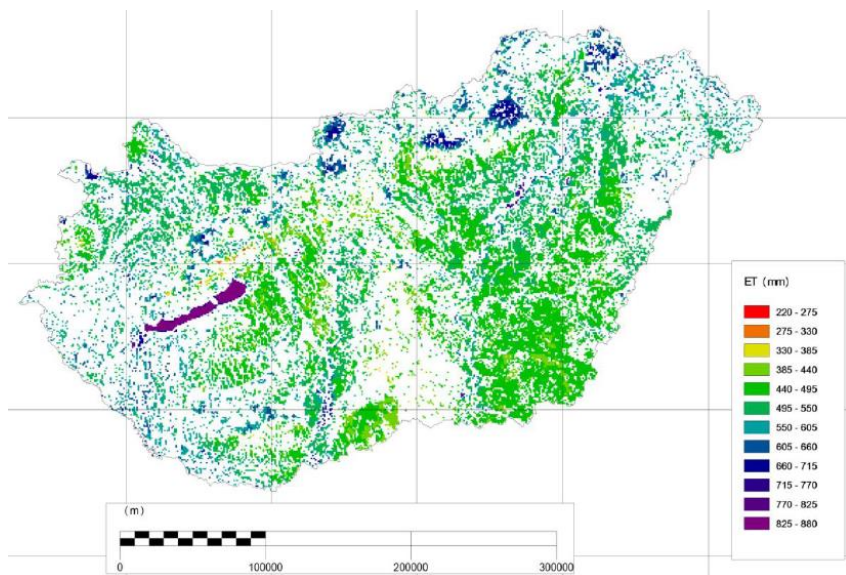
$$ET_A = 2ET_W - ET_p \text{ (Komplementáris elmélet)}$$

CREMAP MODIS surface T data (Szilágyi és Kovács (2010))

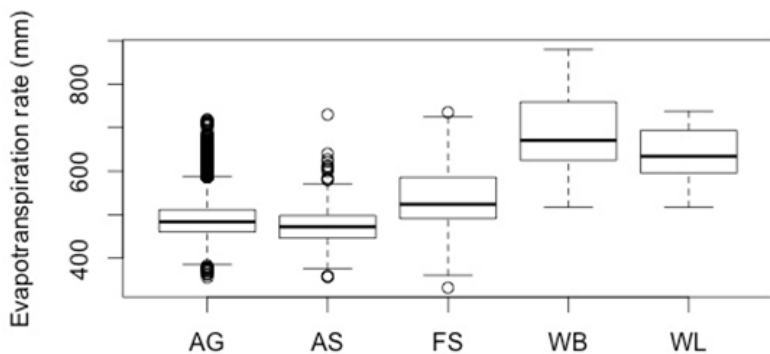
- Spatial res.: 1*1km
- Time step: monthly



ET_A - CORINE 2006



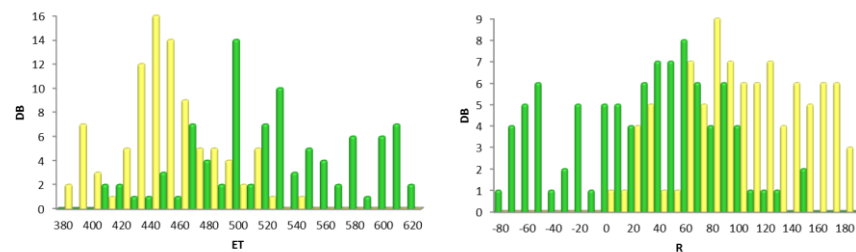
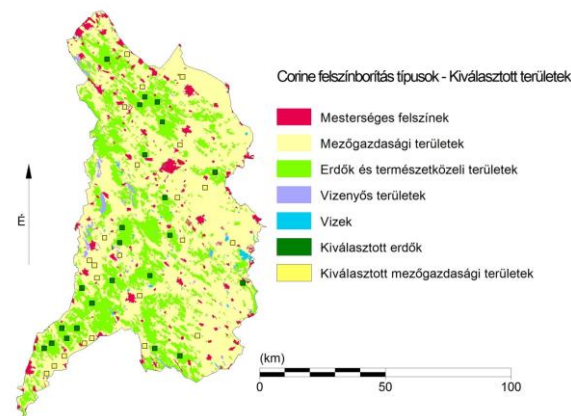
Great Plain



Land cover type

Peixoto 2014

AG: Mezőgazdasági területek, AS: Mesterséges felszínek, FS: Erdők, WB: Víztestek, WL: Vizenyős területek.



Terület	Párolgásértékek (mm/év)				Utánpótlódás (mm/év)				
	Pixel	Min	Max	Átlag	Szórás	Min	Max	Átlag	Szórás
Erdő	92 db	412.4	624.3	531.1	53.81	-72.9	156.2	33.3	56.8
M.g. terület	92 db	382.5	545.4	452.6	33.92	9.9	195.3	108.8	47.6

Bárdos 2016

CLIMATE WATER BALANCE - BUDYKO MODEL

Nováky Béla eredeti ötlete alapján

Budyko-model ($P > ET$)

Vízmérleg

Energia mérleg

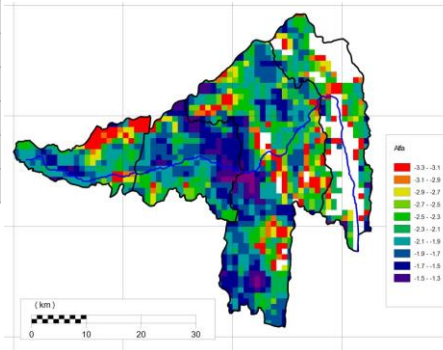
Budyko görbe ET_A mint az ariditási index függvénye (ϕ)

Schreiber-egyenlet: $\frac{ET_A}{P} = 1 - \exp(-\phi)$

$$ET_p = f(ET_{pan}) = -\alpha ET_{pan} = -\alpha \left(36400 \frac{T}{P} + 104 \right)$$

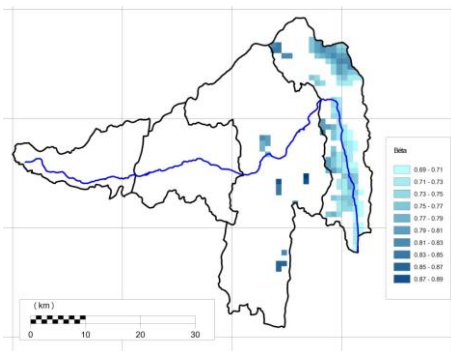
ET_A/P

„ α ” értékek	Átlag	Szórás
Mesterséges felszínek	1,84	0,48
Mezőgazdasági területek	1,91	0,50
Erdők és természetközeli területek	1,96	0,49
Vizenyős területek	2,00	0,39
Vizek	2,18	0,68



$$\alpha = - \frac{ET_p}{ET_{pan}}$$

$$\beta = \frac{ET_A}{ET_{pan}}$$



„ β ” értékek	Átlag	Szórás
Mesterséges felszínek	0,76	0,04
Mezőgazdasági területek	0,75	0,04
Erdők és természetközeli területek	0,77	0,04
Vizenyős területek	0,78	0,03
Vizek	0,81	0,05

- Observations
- Limits
- - - Schreiber (1904)
- - - Oldekop (1911)
- Pike (1964)
- Budyko (1974)
- ⋯ Porporato (2004) $\gamma=5.5$

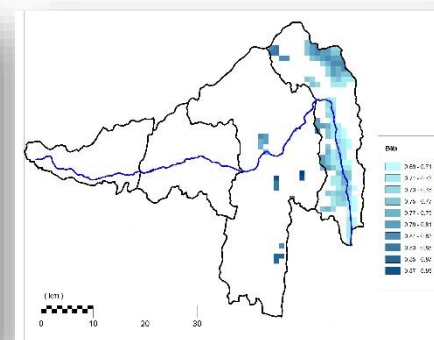
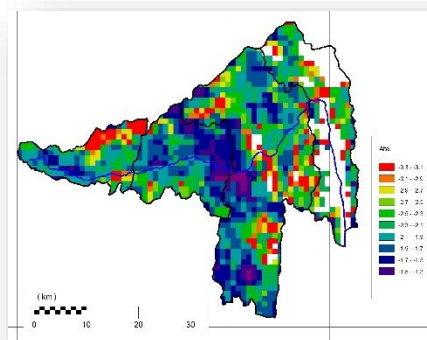
$\phi = ET_p/P$

ET_A előrejelzése Zala

(többletvízhatástól független pixelek)

ETA és R jövőbeli becsléséhez szükséges:

- Alfa és Béta paramétertérképek
- T és P adatok:
12 regionális éghajlati modell (RCM) adatai alapján (ENSEMBLES, 2014)



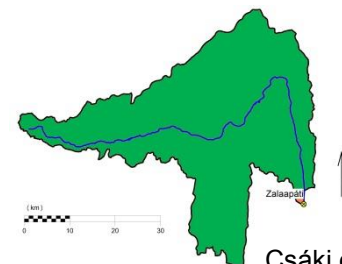
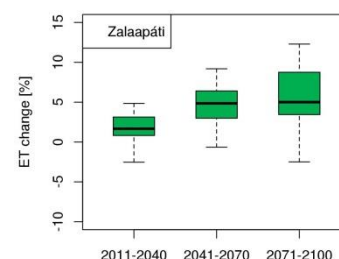
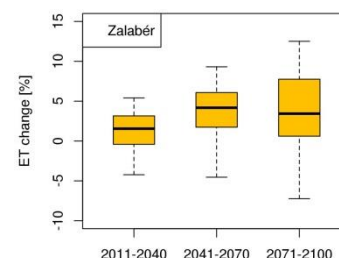
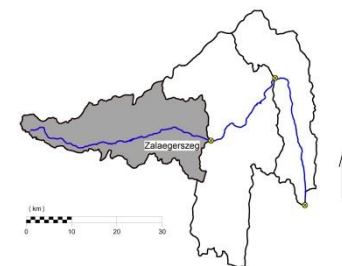
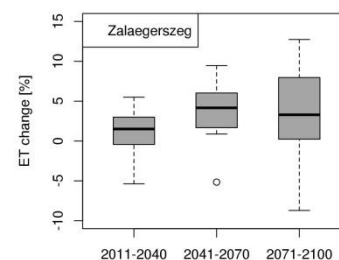
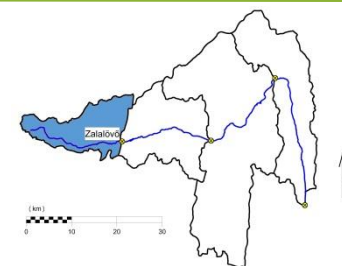
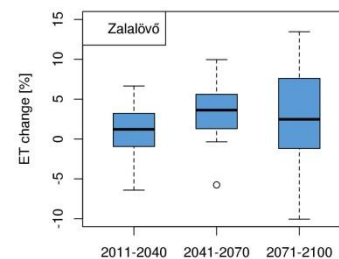
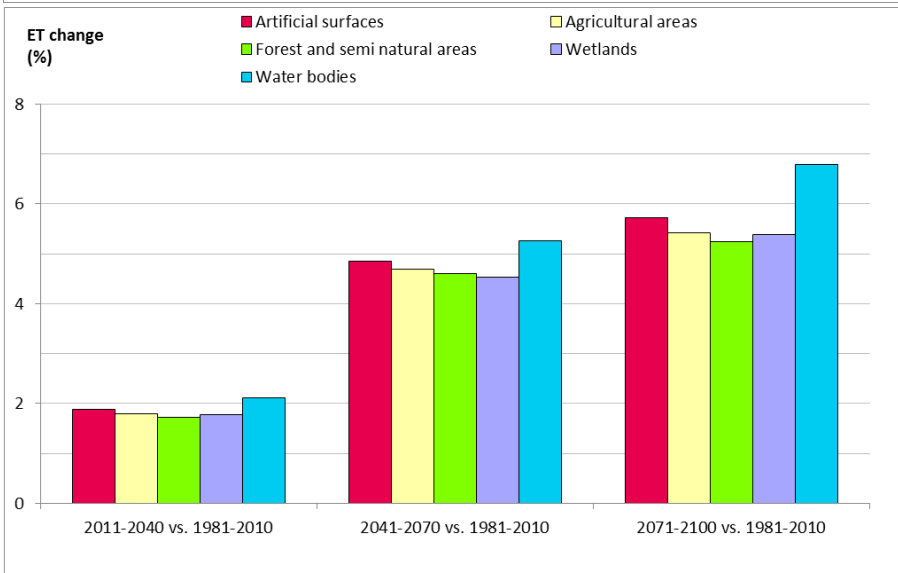
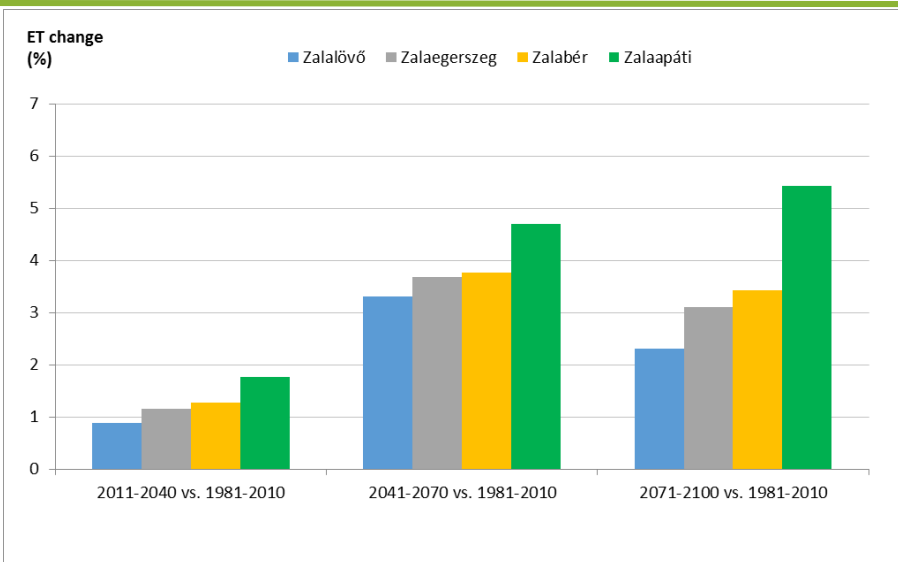
Csáki et al. 2015

Becslés készült négy időszakra:
1981-2000
2011-2040, 2041-2070, 2071-2100

	Kutatóintézet	Modell	Meghajtó GCM	Szenárió	Felbontás	Hivatkozás
1.	C4I	RCA3	HadCM3Q16	A1B	25 km	1
2.	DMI	HIRHAM5	ARPEGE	A1B	25 km	5
3.	ETHZ	CLM	HadCM3Q0	A1B	25 km	3
4.	KNMI	RACMO2	ECHAM5-r3	A1B	25 km	4
5.	MPI-M	REMO	ECHAM5	A1B	25 km	2
6.	SMHI	RCA	BCM	A1B	25 km	6
7.	DMI	HIRHAM5	ECHAM5	A1B	25 km	5
8.	HC	HadRM3Q0	HadCM3Q0	A1B	25 km	7
9.	HC	HadRM3Q16	HadCM3Q16	A1B	25 km	7
10.	HC	HadRM3Q3	HadCM3Q3	A1B	25 km	7
11.	SMHI	RCA	ECHAM5-r3	A1B	25 km	6
12.	SMHI	RCA	HadCM3Q3	A1B	25 km	6

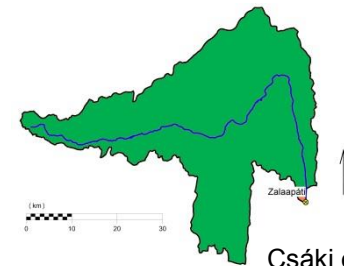
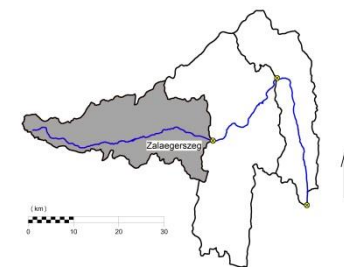
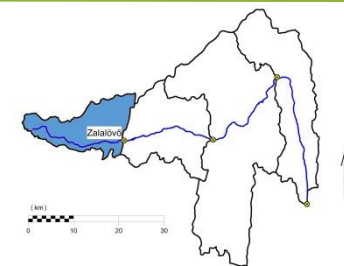
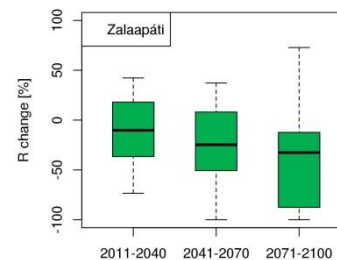
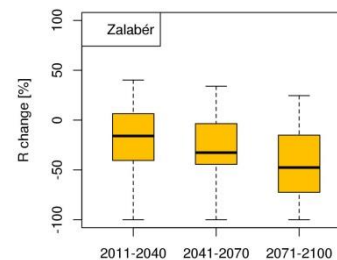
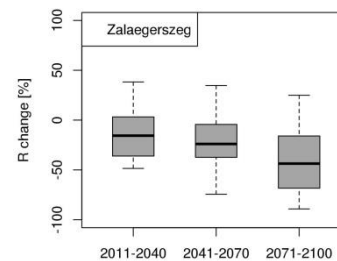
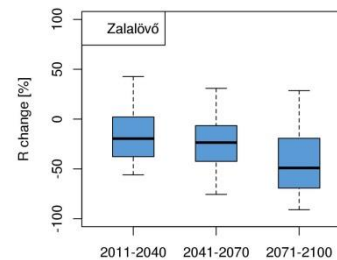
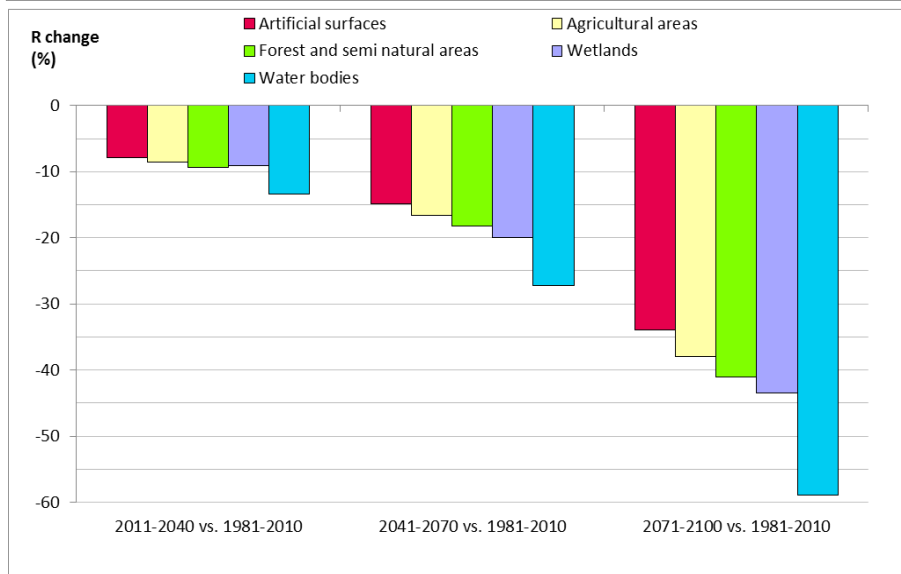
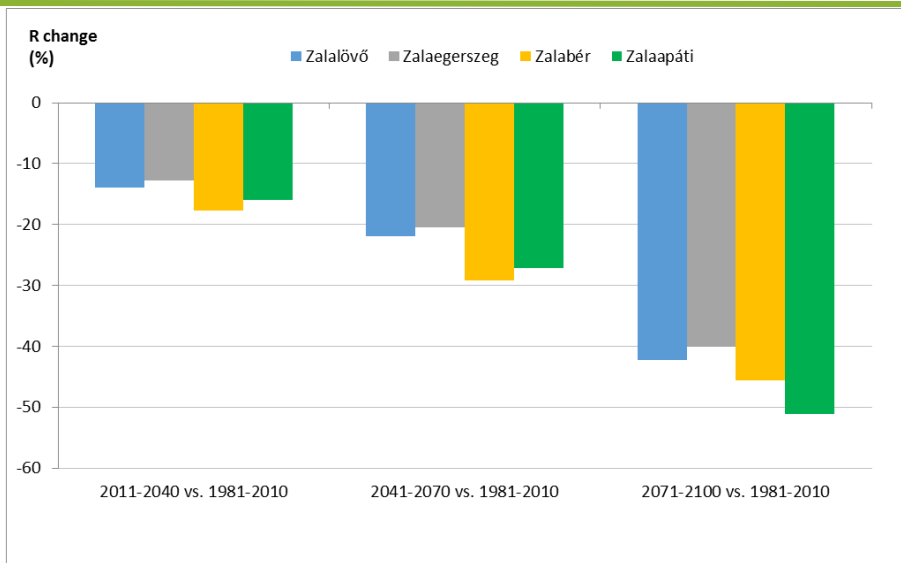
ET_A előrejelzése Zala

(Zala vízgyűjtő)



R előrejelzése Zala

(Zala vízgyűjtő)

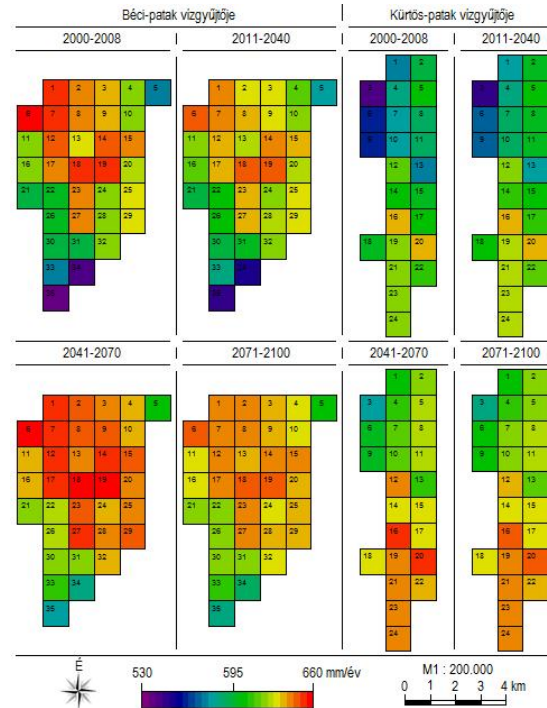
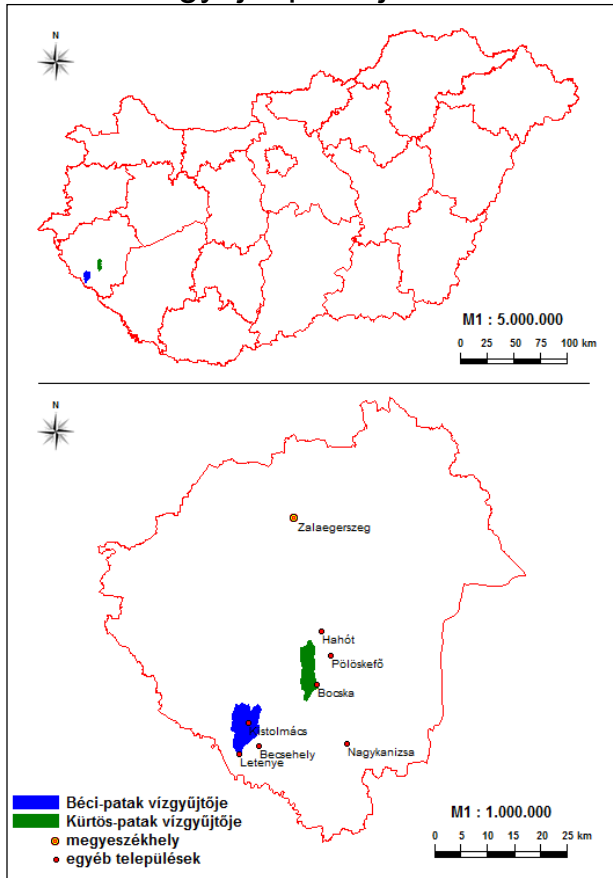


ET_A és R előrejelzése

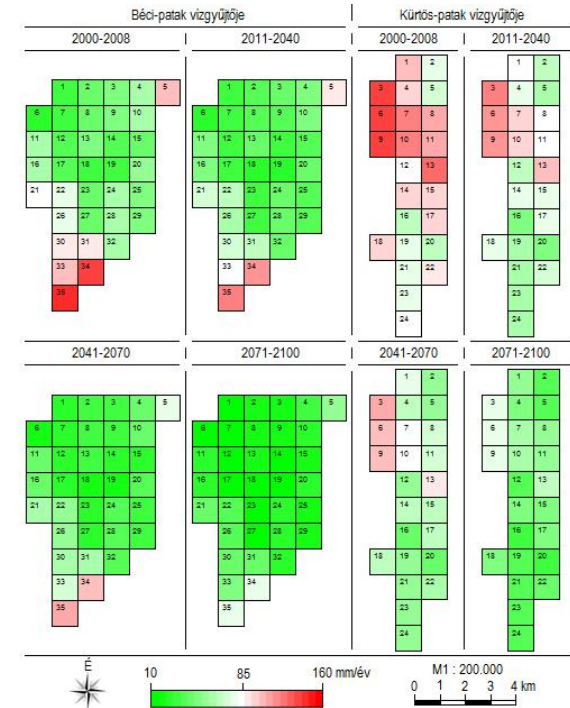
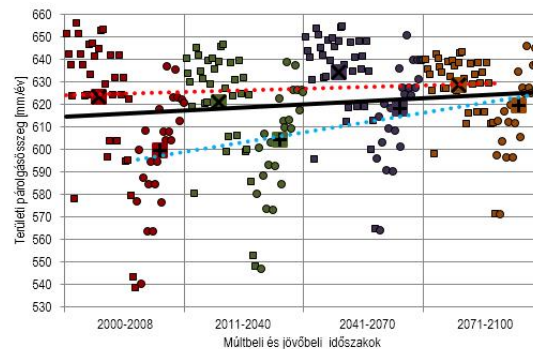
(Zala megye)



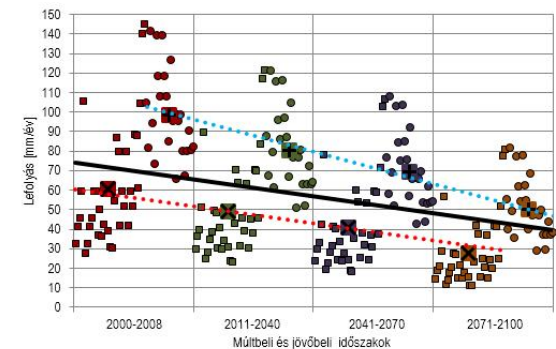
Két kisvízgyűjtő példája



Predicted ET_A



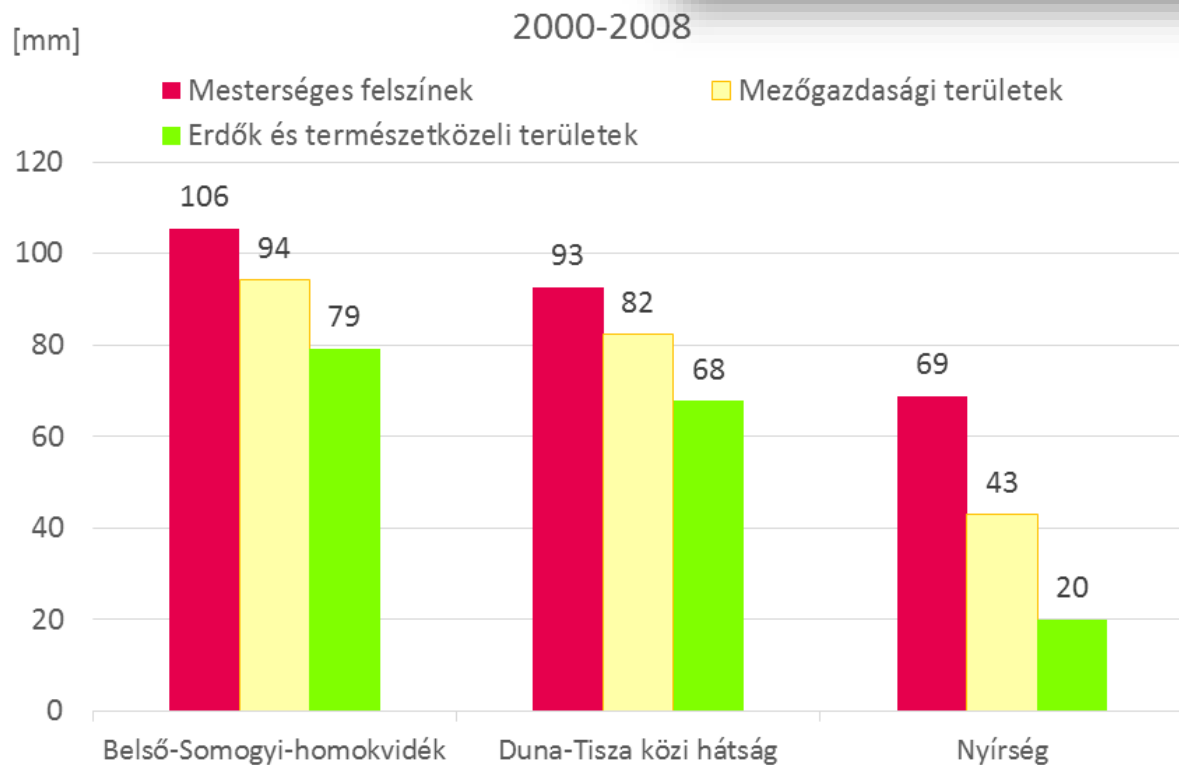
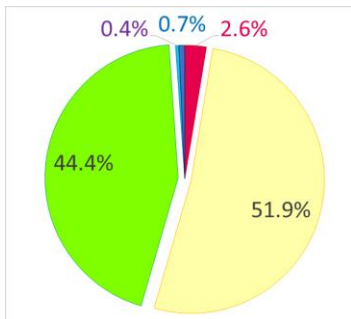
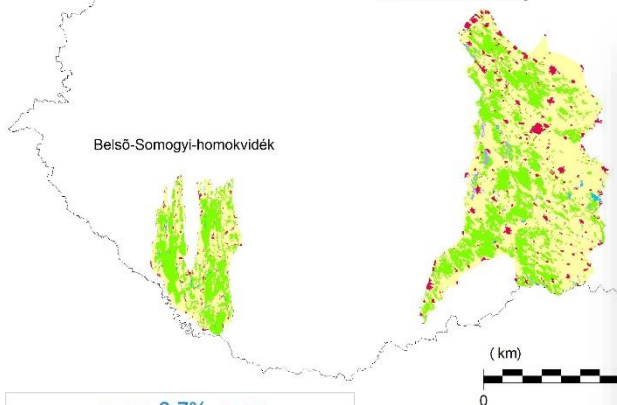
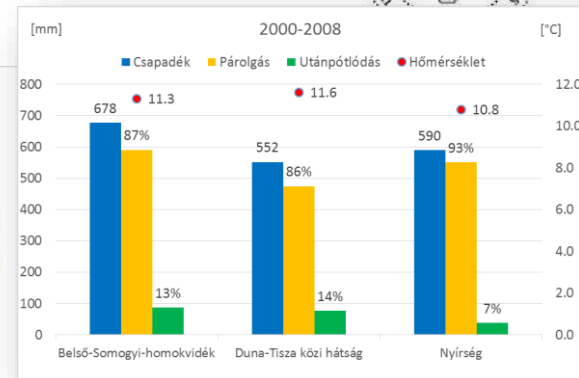
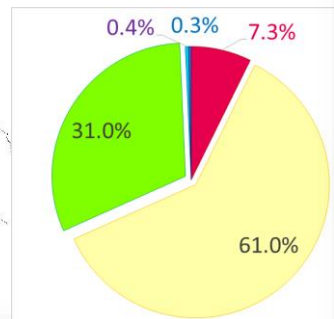
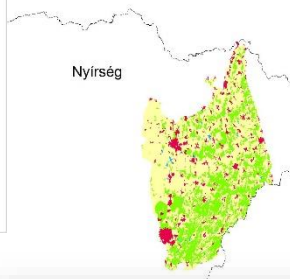
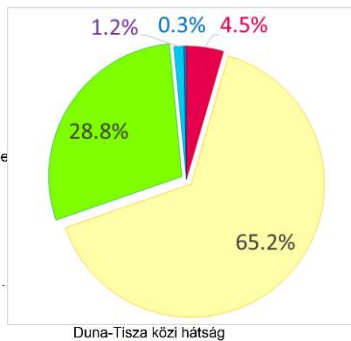
Predicted R



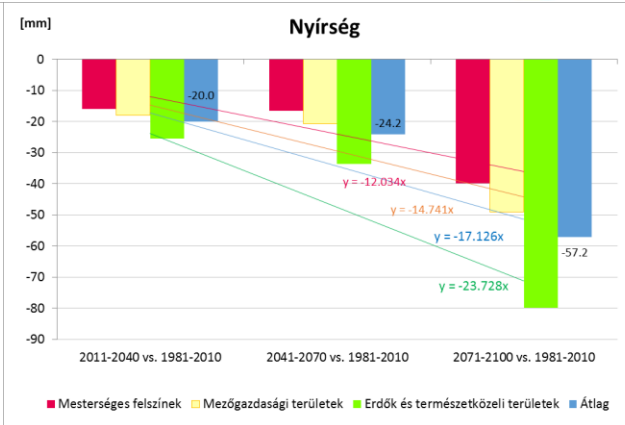
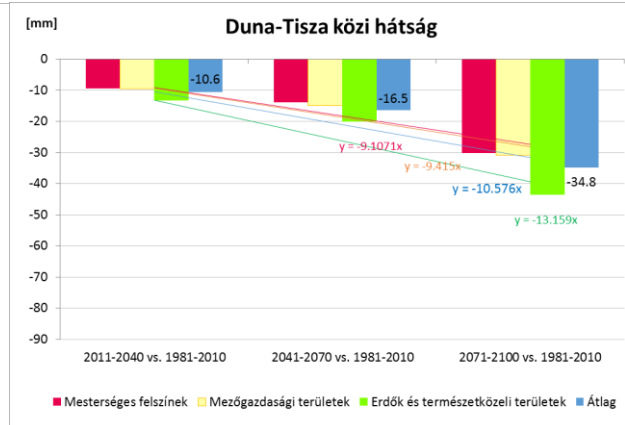
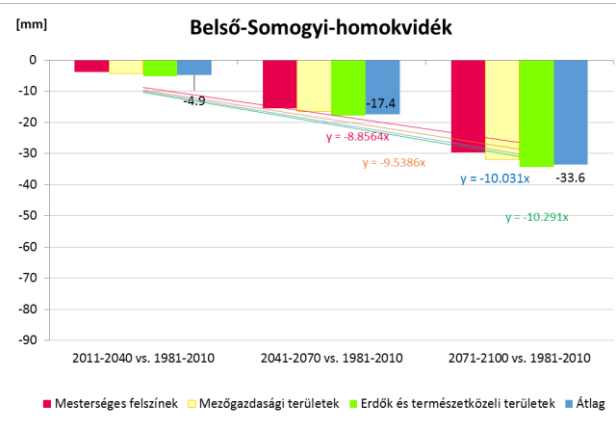
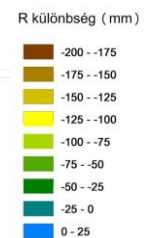
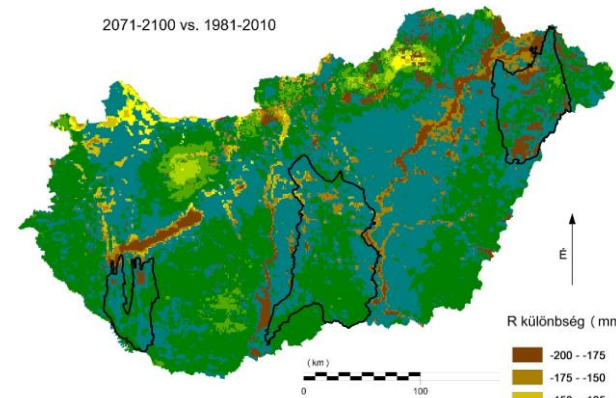
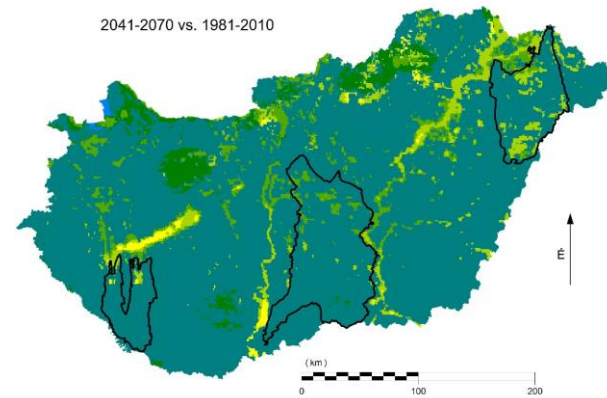
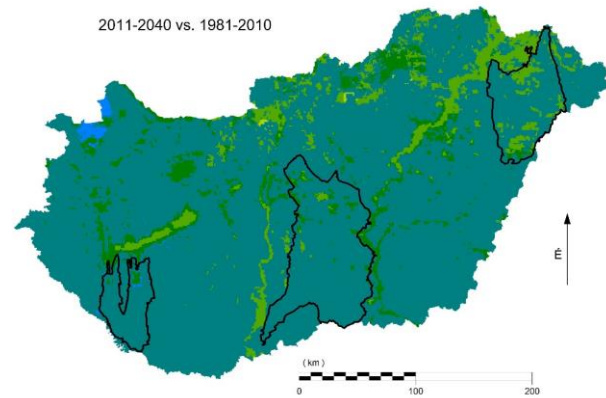
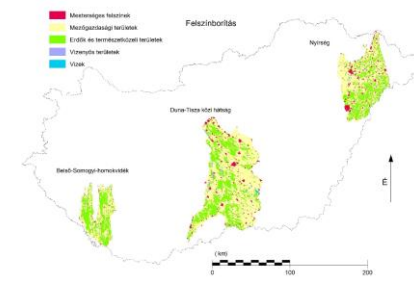
ET_A és R előrejelzése



- Mesterséges felszínek
- Mezőgazdasági területek
- Erdők és természetközeli te
- Víznyős területek
- Vizek



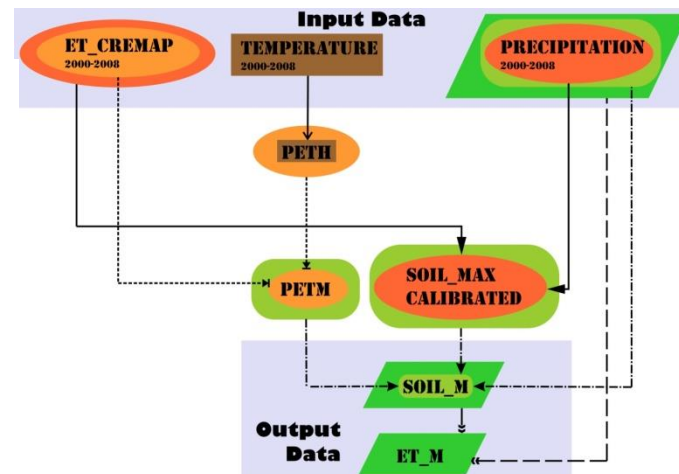
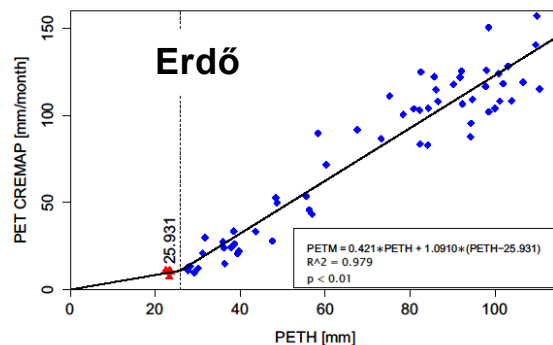
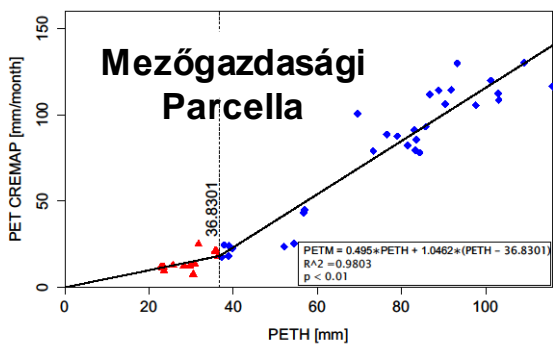
ET_A és R előrejelzése (Három homokvidék)



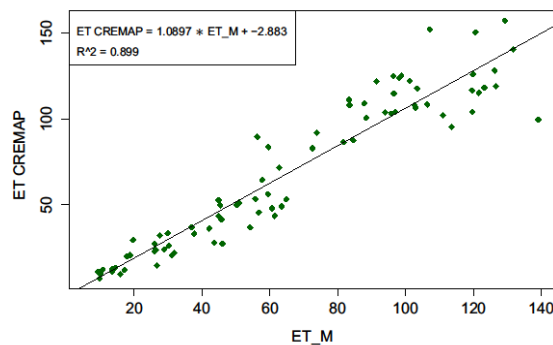
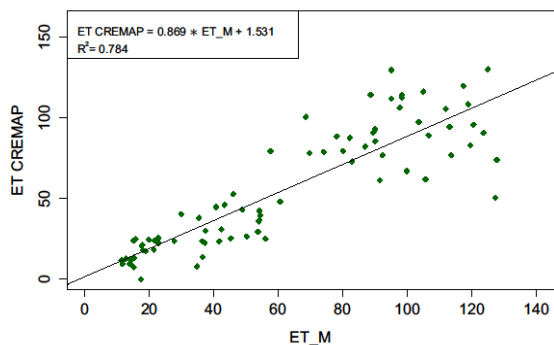
Szezonális vízmérleg modell



PET kalibrálása



Talaj tározási kapacitás (SOIL_MAX) kalibrálása



Adatigény: Havi T és P (Talaj fizikai féleség)

SOIL_MAX:
 277 mm (mg.),
 503 mm (erdő)

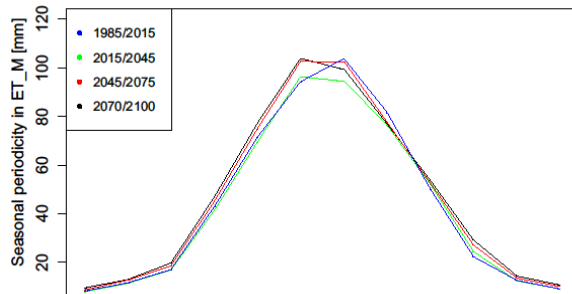
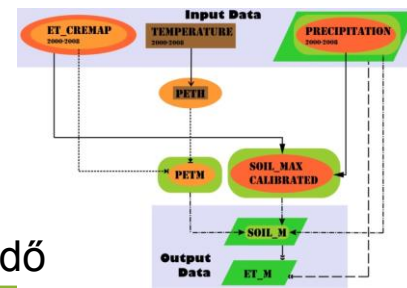
Gyökérmélység:
 1.8 m (mg.),
 3.3 m (erdő).

Modellfejlesztés: intercepció
 figyelembevétele

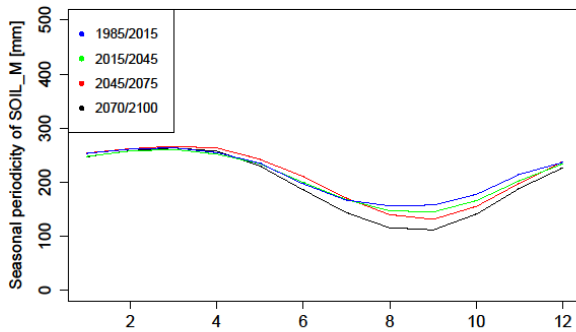
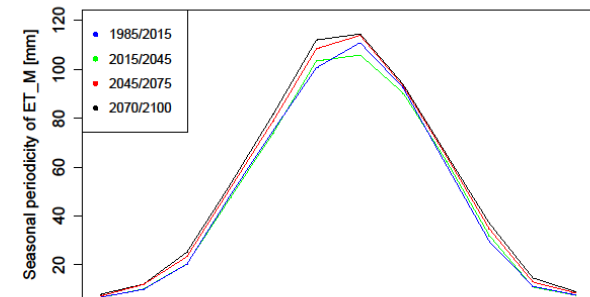
Szezonális vízmérleg

Mezőgazdasági parcella

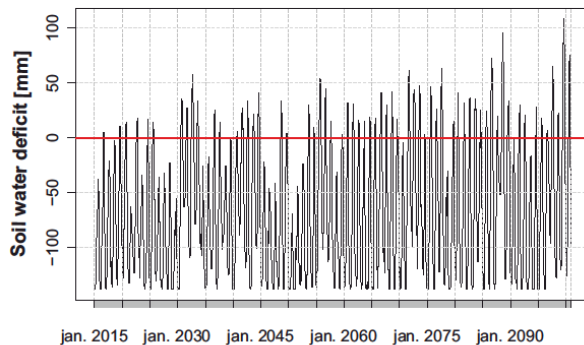
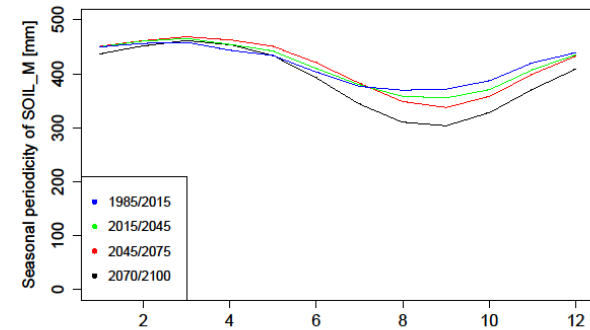
Erdő



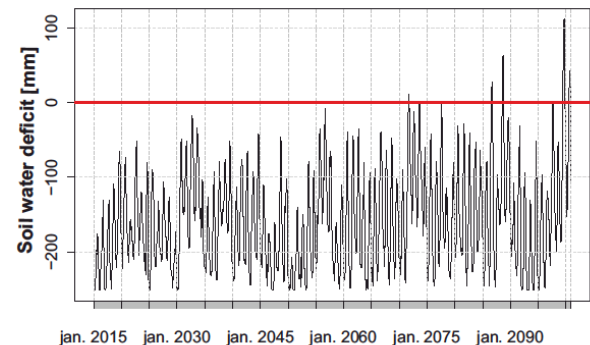
ET



Talajnedvesség



Vízhiány



Intercepció

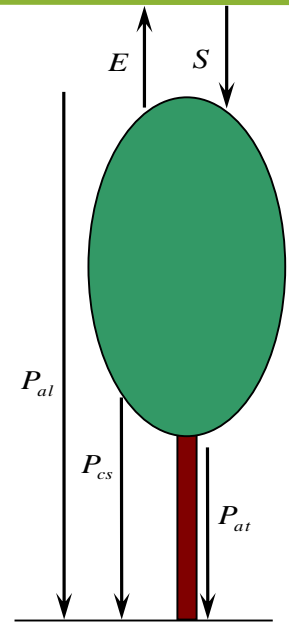
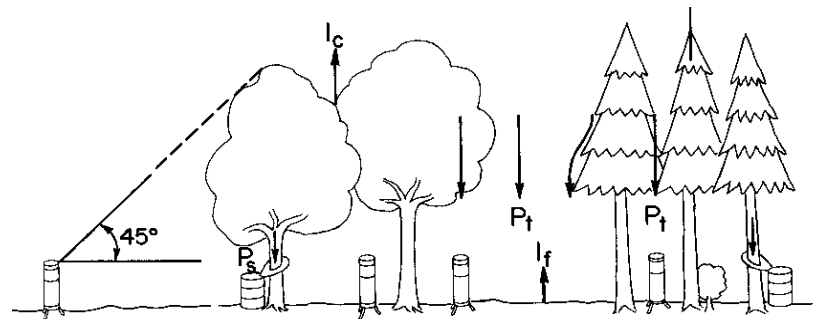


koronaintercepció;
20-40%

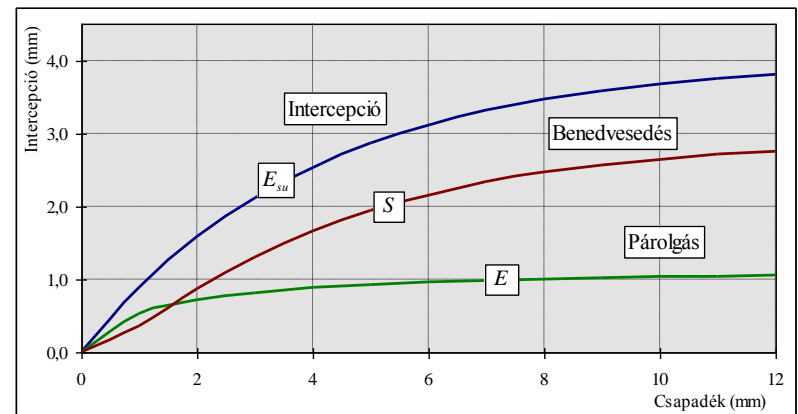
avarintercepció:
1-5%, ill. 5-15%

$$P = P_{al} + P_{cs} + P_{at} + S + E$$

$$P = P_{atot} + E_{su}$$



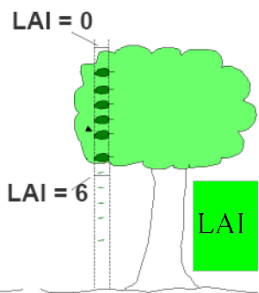
Kucsara 2010



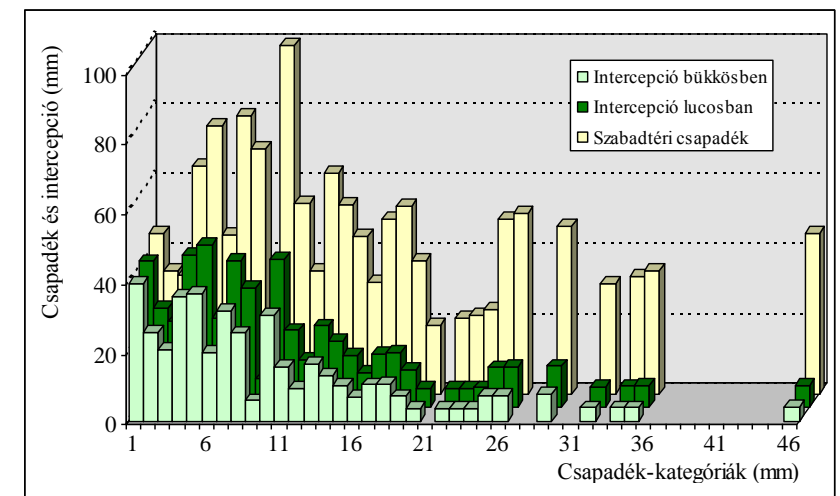
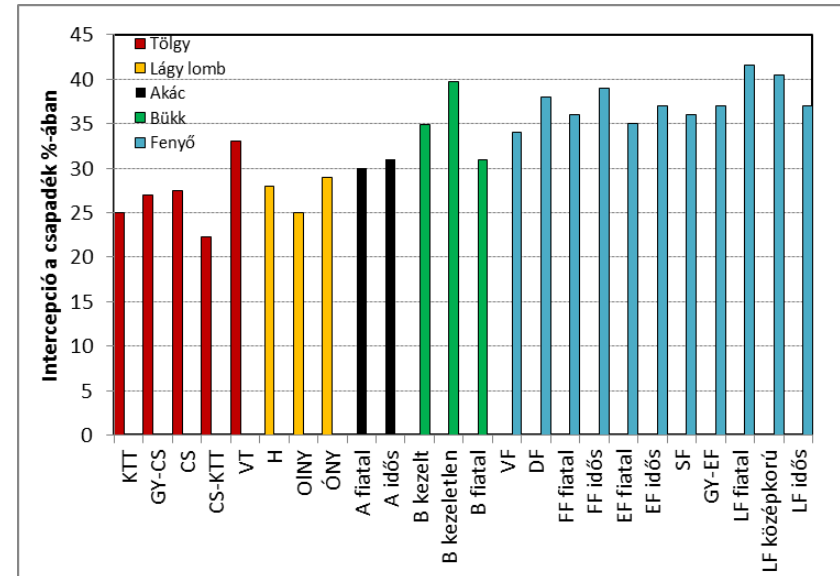
Intercepció

Az intercepciót befolyásoló legfontosabb állományjellemzők:

- a faj (pl. tűlevelű vagy lombos fajok)
- az állomány kora és szerkezete (pl. törzsalak és törzsmínőség; ágszerkezet; koronaalak; stb.)
- az állomány záródása, sűrűsége, elegyaránya és szintezettsége (pl. egy vagy többszintes elegyetlen vagy egyes állomány stb.) (Führer, 1992).
- Összefoglaló par. LAI (levélfelület index)



A csapadékeloszlás (nagyság szerinti) meghatározó jellege.

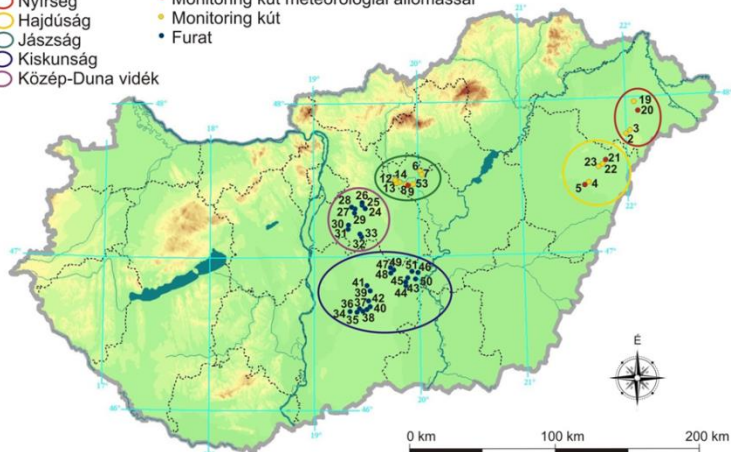


Talajvízfelvétel

Nagyalföld

Jelmagyarázat:

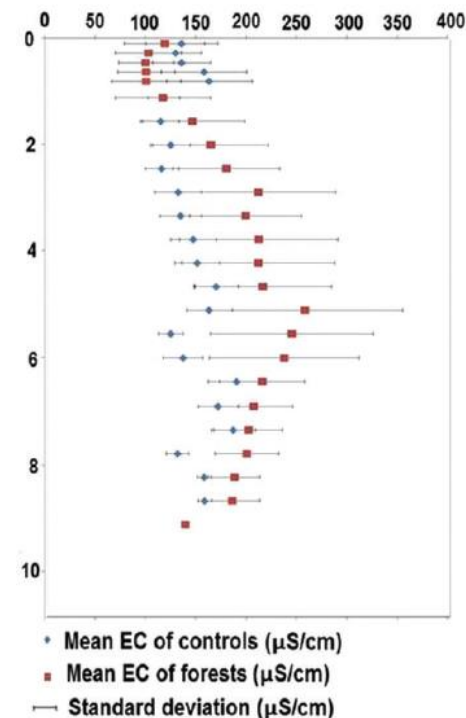
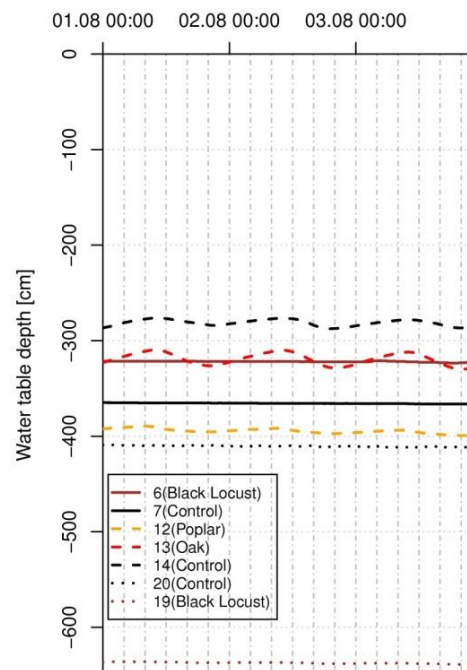
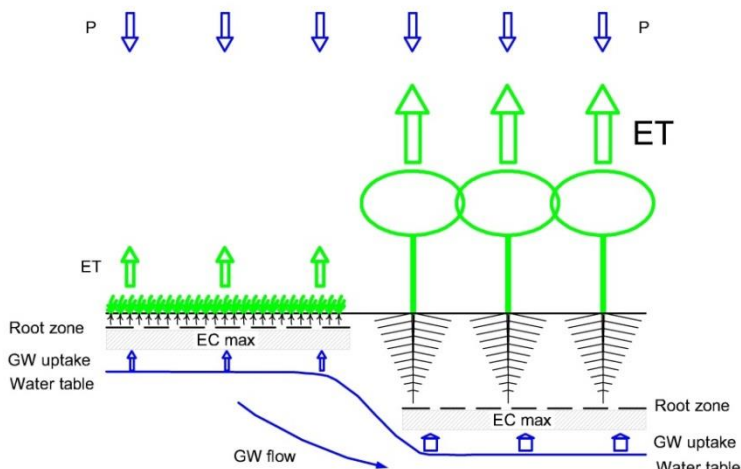
- Nyírség
- Hajdúság
- Jászság
- Kiskunság
- Közép-Duna vidék
- Monitoring kút meteorológiai állomással
- Monitoring kút
- Furat



Talajvízfelvétel (MTA ATK TAKI és ERTI közös projekt):
 Regionális szint: 108 mintapont (erdő, mezőgazdasági terület).

Intenzív monitoring: 18 pont

Tóth et al. 2014



A talajvíz gyakran olyan mélységben van, hogy azt a fatenyészet elérheti. „Ennek a körülménynek az alföldi erdőgazdálkodásban végtelen nagy jelentősége van”. (Ijász 1936)

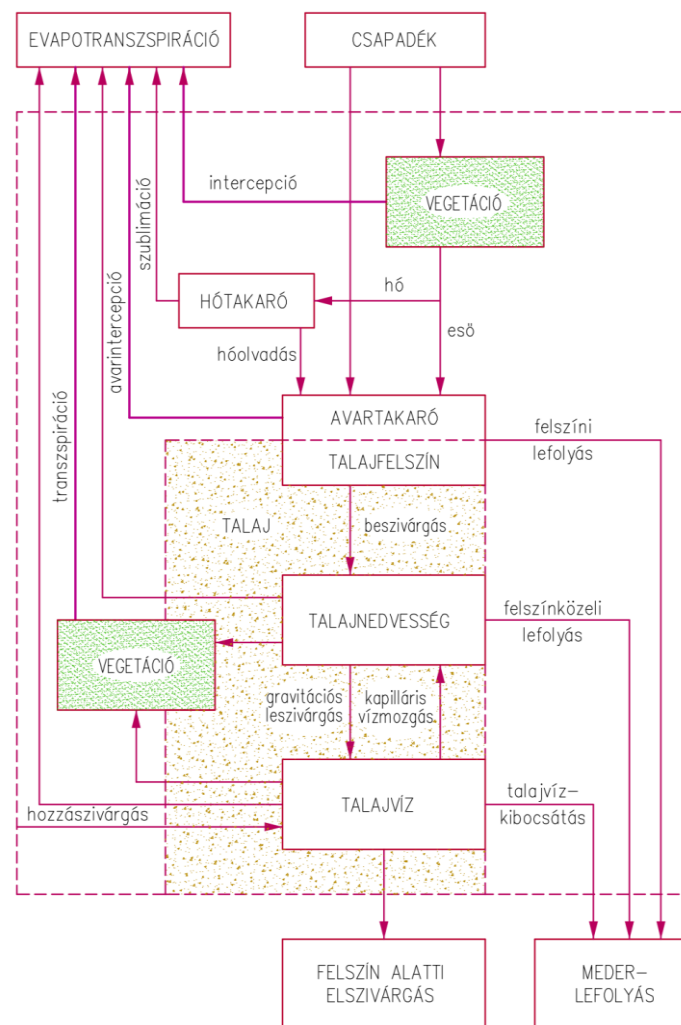
Az erdőtelepítés klimatikus és hidrológiai konzekvenciái



- Befolyásolja a vízháztartási elemek arányait.
- Nagy evapo-transzspiráció (intercepció és transzspiráció) jellemzi.
- Igen jelentős a beszivárogtató, vízviasztartó, víztározó kapacitása (árvízveszélyt csökkenti).
- Kedvező hatás a klímára (pl. nyári időszakban hűtő és csapadéknövelő hatású lehet).
- Jelentős talajvízfelhasználó lehet.

Roth Gyula (1935):

„... hazánk erdőgazdasága főképpen vízkérdés, a vízgazdálkodás kérdése.”



Köszönöm a figyelmet!



Bükkpusztulás Zalában aszály miatt (Fotó: EK)



Vízfolyás menti galériaerdő

Köszönet az AGRARKLIMA.2 VKSZ_12-1-2013-0034 projektnek, a társszerzőknek, a tanszéki kollégáknak, az ERTI és a TAKI közreműködő munkatársainak.