

Matematikai módszer az aszálykockázat becslésére

Szentimrey Tamás (1), Bihari Zita (2), Szalai Sándor (3),
Kircsi Andrea (2), Lakatos Mónika (2), Hoffmann Lilla (2),
Izsák Beatrix (2)

(1) VARIMAX Bt.,

(2) Országos Meteorológiai Szolgálat, (3) Szent István Egyetem



Bevezetés

A DriDanube (Drought Risk in the Danube Region) projekt egyik fő célja az aszálykockázat becslése, és a téma felelőse az Országos Meteorológiai Szolgálat.

Azonban, sajnos nincs egységes, általánosan elfogadott módszer az aszálykockázat becslésére, ezért szükséges volt az aszálykockázat matematikai módszertanának áttekintése és előkészítése a projekt számára. A VARIMAX Bt., mint alvállalkozó kapta a megbízást a matematikai módszertan kidolgozására és a szoftverfejlesztésre.

Az ajánlások alapján, a módszertan kidolgozásához, az Európai Bizottság „Risk Assessment and Mapping Guidelines for Disaster Management” munkaanyagát vettük figyelembe.

5. RISK ASSESSMENT METHODS

5.1. Conceptual Framework and Basic Methodology

According to ISO 31010, risks are the combination of the consequences of an event or hazard and the associated likelihood of its occurrence.

Risk = hazard impact * probability of occurrence

Kockázat = veszteség*valószínűség

Azonban ez csupán egy kvalitatív megfogalmazás! (A Kockázati Mátrix is!)

(Az ókori görögöknek nagy mázlija volt, hogy akkor még nem volt ISO)

Általános Matematikai Módszertan

a meteorológiai (változók okozta mezőgazdasági)
aszálykockázat becslésére

Meteorológiai változók térben (\mathbf{s}) és időben (t év):

$$\mathbf{X}(\mathbf{s}, t) = [X_1(\mathbf{s}, t), \dots, X_N(\mathbf{s}, t)]^T \quad \mathbf{s} \in \mathcal{S} \text{ (pl. rács)}, \quad t = 1, \dots, n$$

Pl. csapadék, hőmérséklet, talajnedvesség (is) stb.

Meteorológiai aszályveszteség: $\text{Loss}(\mathbf{s}, t)$ (termésveszteség)

Meteorológiai aszály veszteségfüggvénye:

$$E(\text{Loss}(\mathbf{s}, t) \mid \mathbf{X}(\mathbf{s}, t)) = L(\mathbf{X}(\mathbf{s}, t))$$

azaz a veszteségnek a meteorológiai változókra vonatkozó regressziója, feltételes várható értéke.

Meteorológiai aszálykockázat (helytől függő):

$$\text{Risk}(\mathbf{s}) = E(\text{Loss}(\mathbf{s}, t)) = E(L(\mathbf{X}(\mathbf{s}, t)))$$

azaz a meteorológiai veszteségfüggvény várható értéke.

A meteorológiai aszálykockázat becslése

$$\hat{Risk}(\mathbf{s}) = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \hat{L}(\mathbf{X}(\mathbf{s}, t))$$

ahol $\hat{L}(\mathbf{X}(\mathbf{s}, t))$ az $L(\mathbf{X}(\mathbf{s}, t))$ veszteségfüggvény egy becslése.

DE: Általában nincs minta az aszályveszteségre!

Veszteségfüggvény származtatása hozamfüggvény és aszályazonosítás alapján

Terméshozam értékek: $Y(\mathbf{s}, t) = \text{Yield}(\mathbf{s}, t)$

Meteorológiai hozamfüggvény:

$$E(\text{Yield}(\mathbf{s}, t) \mid \mathbf{X}(\mathbf{s}, t)) = Y(\mathbf{X}(\mathbf{s}, t))$$

azaz a hozamnak a meteorológiai változókra vonatkozó regressziója,
feltételes várható értéke.

Aszályazonosítás a D halmaz alapján: aszály van, ha $\mathbf{X}(\mathbf{s}, t) \in D$

Az aszály valószínűsége: $P_D = P(\mathbf{X}(\mathbf{s}, t) \in D)$

Veszteségfüggvény a hozamfüggvény és az aszályazonosítás alapján

$$L(\mathbf{X}(s, t)) = 0 \quad \text{ha} \quad \mathbf{X}(s, t) \notin D \quad (\text{nincs aszály})$$

$$L(\mathbf{X}(s, t)) = E(Y(\mathbf{X}(s, t)) \mid \mathbf{X}(s, t) \notin D) - Y(\mathbf{X}(s, t)) \quad \text{ha} \quad \mathbf{X}(s, t) \in D \quad (\text{aszály van})$$

ahol a hozam feltételes várható értéke szerepel, ha nincs aszály.

Ekkor a kockázat kifejezhető, mint

$$Risk = E(L(\mathbf{X})) = \left(E(Y(\mathbf{X}) \mid \mathbf{X} \notin D) - E(Y(\mathbf{X}) \mid \mathbf{X} \in D) \right) \cdot P_D$$

Speciális eset: D definiálása SPI alapján

$$D = \{ \mathbf{X} \mid SPI < C_p \} \text{ ahol } P(SPI < C_p) = P_D$$

Ebben a projektben SPI indexeket használtunk az aszály azonosítására.
Azonban tetszőleges aszályindexek vagy aszálydefiníciók használhat

Aszálykockázat becslése, becsült hozamfüggvény és SPI alapján

$$\hat{Risk}(\mathbf{s}) = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \hat{L}(\mathbf{X}(\mathbf{s}, t)) = \left(\left(\frac{1}{n - n_D} \sum_{SPI(\mathbf{s}, t) \geq C_p} \hat{Y}(\mathbf{X}(\mathbf{s}, t)) \right) - \left(\frac{1}{n_D} \sum_{SPI(\mathbf{s}, t) < C_p} \hat{Y}(\mathbf{X}(\mathbf{s}, t)) \right) \right) \cdot \hat{P}_D$$

ahol $\hat{Y}(\mathbf{X}(\mathbf{s}, t))$ ($t = 1, \dots, n$) a hozamfüggvény becslése minta alapján,

$$n_D = \sum_{SPI(\mathbf{s}, t) < C_p} 1 : \text{aszály gyakorisága}, \quad \hat{P}_D = \frac{n_D}{n} \text{ az aszály becsült valószínűsége.}$$

Ez egy szép formula, ezért jónak kell lennie!

Az aszálykockázat becslésének a projektben alkalmazott algoritmus

1. Az $\mathbf{X}(\mathbf{s}, t)$ meteorológiai változók kiválasztása. Havi csapadékösszeg és középhőmérsékleti sorok.
2. Minta a $\text{Yield}(\mathbf{s}, t)$ terméshozamra és az $\mathbf{X}(\mathbf{s}, t)$ meteorológiai változókra.
3. Becslés a relatív terméshozamnak (%) a meteorológiai változókra vonatkozó regressziójára: $Y_{rel}(\mathbf{X}(\mathbf{s}, t))$
4. Szoftver fejlesztése (RED) az alábbi sorok és becslések számítására, adott $\mathbf{X}(\mathbf{s}, t)$ ($t = 1, \dots, n$) meteorológiai adatsorok alapján:
 - Becsült relatív terméshozamok: $\hat{Y}_{rel}(\mathbf{X}(\mathbf{s}, t))$ (%) ($t = 1, \dots, n$)
 - Különböző $SPI(\mathbf{s}, t)$ ($t = 1, \dots, n$) sorok.
 - Aszálykockázat becslése: $\hat{Risk}(\mathbf{s})$ (%).
5. A szoftver alkalmazásával kockázatszámítások állomás és rácsponti adatsorokra.
Az aszálykockázat térképezése rácsponti adatbázisok alapján (pl. CarpatClim, DanubeClim, E-Obs).

Risk Estimation of Drought

(R E D v1.01)

Tamás Szentimrey

Varimax Limited Partnership

Budapest, Hungary

I. INTRODUCTION.....	2
II. MATHEMATICAL BACKGROUND	3
III. THE STRUCTURE OF PROGRAM SYSTEM	4
IV. THE MAIN STEPS OF RISK ESTIMATION	5
V. THE MAIN INPUT/OUTPUT FILES	8
VI. REGRESSION PARAMETER FILES (REG.PAR)	11
VII. EXAMPLE: MAPPING OF RISK FOR HUNGARY	12

Némi magyarázat az elnevezésre

I retired from the Hungarian Meteorological Service.

I continue my activity in VARIMAX Limited Partnership.

Software **RED**: Risk Estimation of Drought

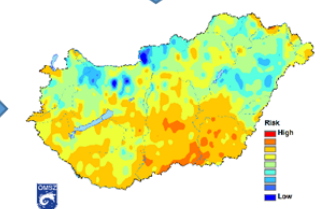
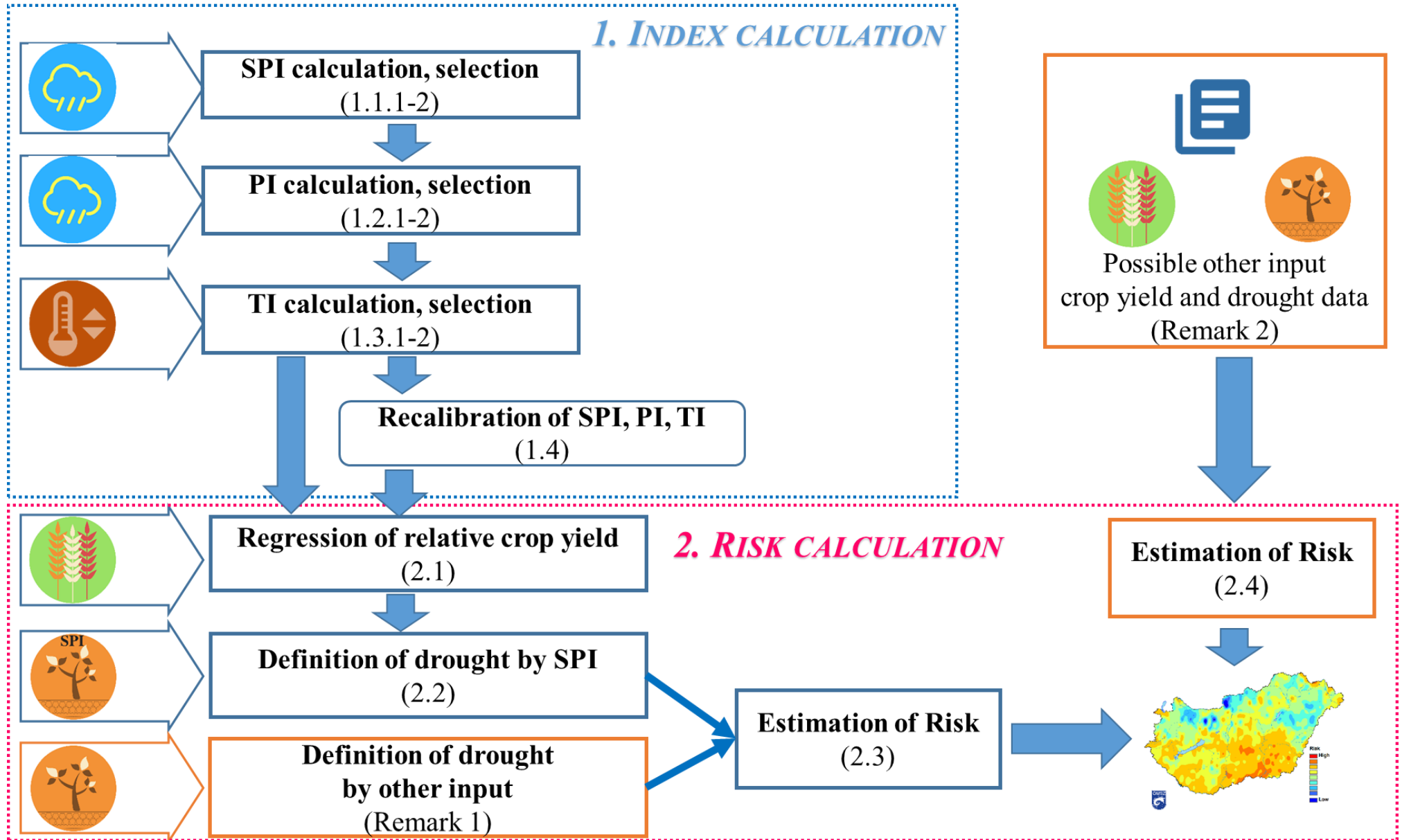
Movie **RED**: Retired, Extremely Dangerous



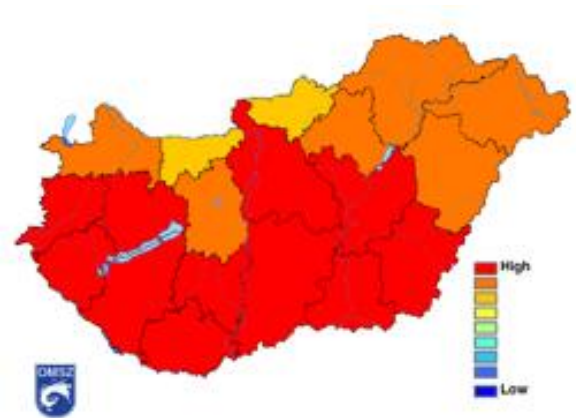
A RED szoftver főbb lépései



E-OBS



ASZÁLYKOCKÁZAT TÉRKÉPEN



Kukorica



Búza



Repce



Árpa

CarpatClim és DanubeClim adatbázisok



Napi rácsponti adatsorok a főbb meteorológiai változókra (1961-2010)

Térbeli felbontás: 0.1°

Módszertan: MASH homogenizálás (Szentimrey)

MISH gridding (Szentimrey, Bihari)
(interpoláció rácspontokba)

JRC Projekt (2011-2013) (10 résztvevő)

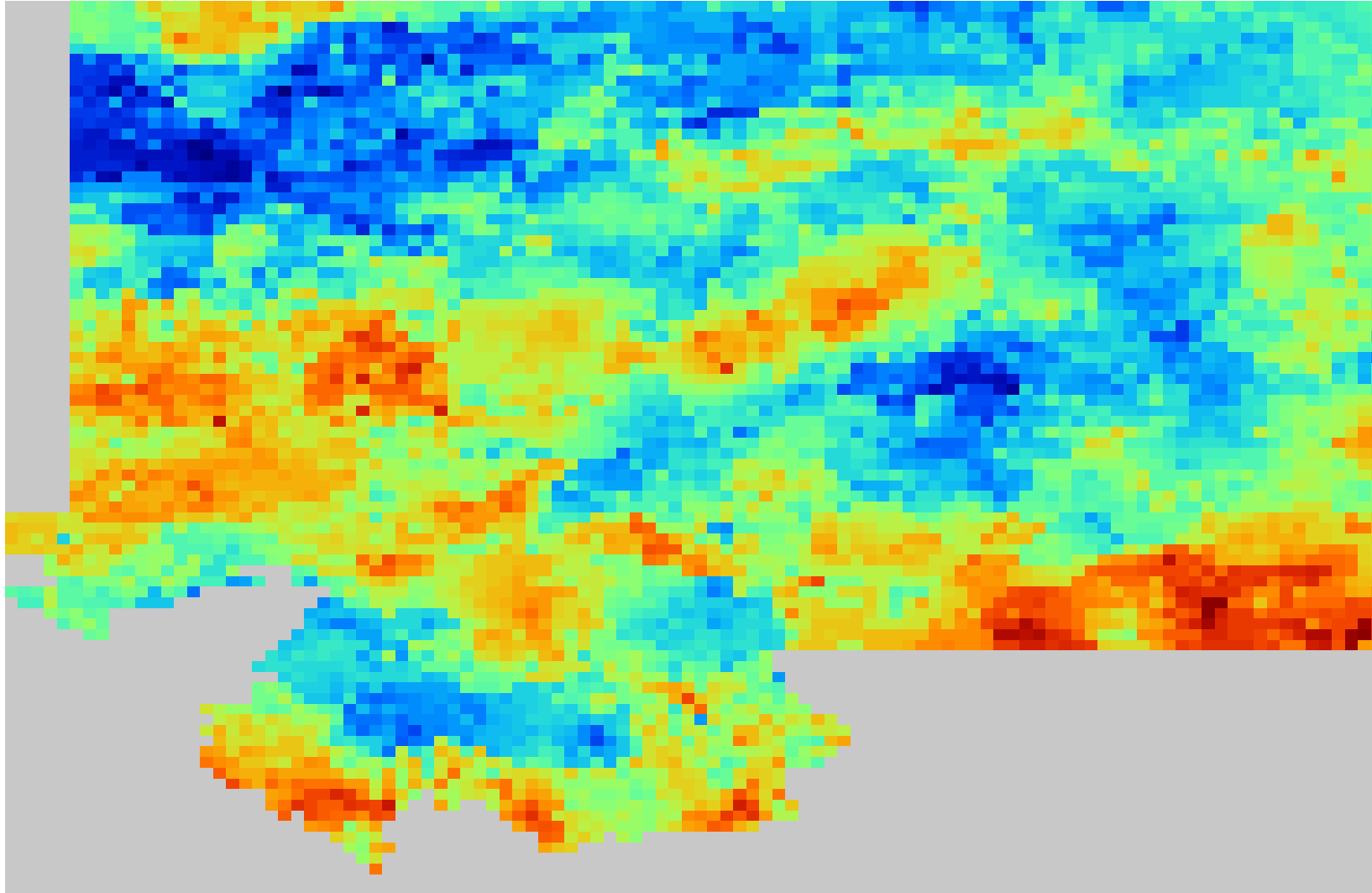


Ugyanazon módszertan: MISH-MASH

Bilaterális szerződések a JRC-vel



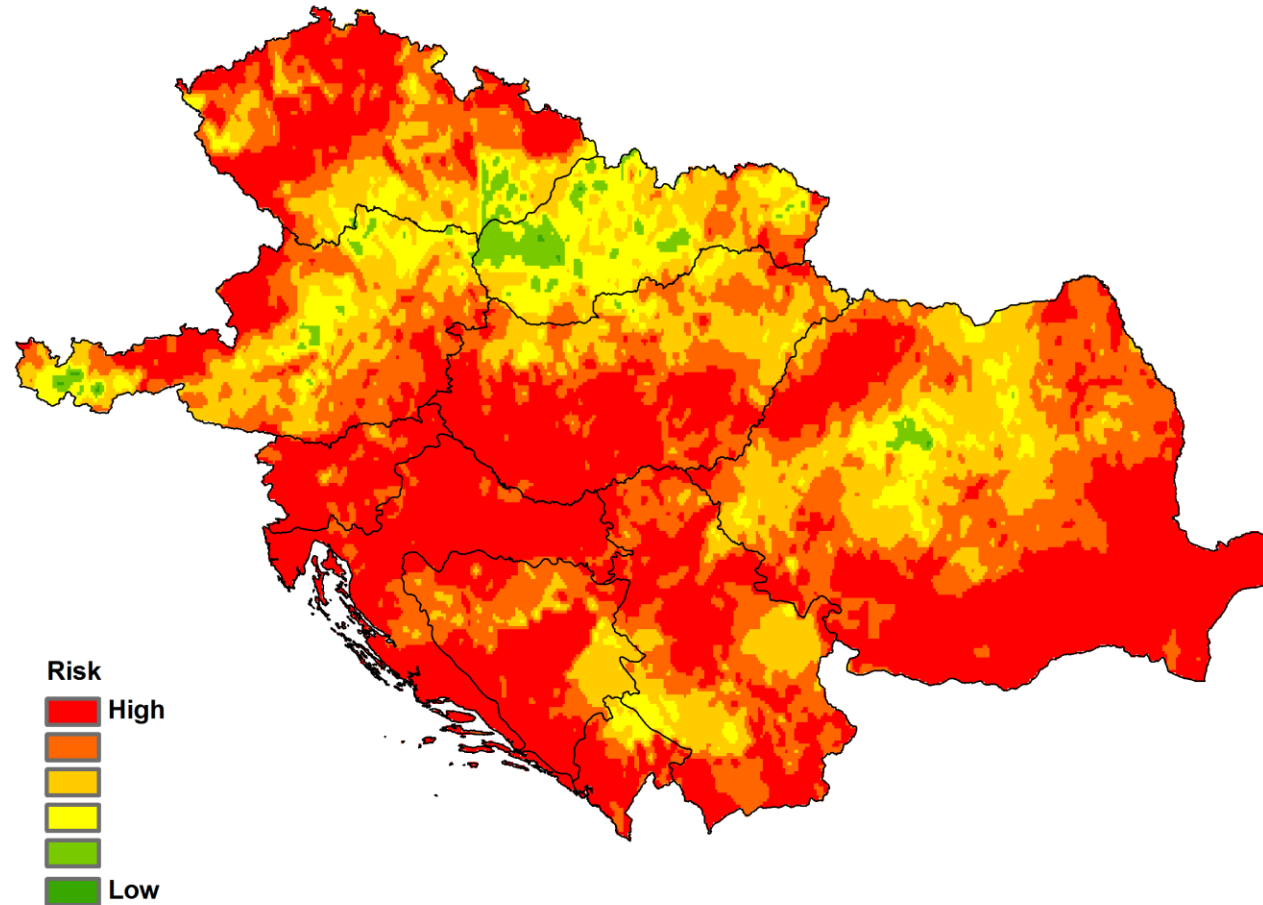
Aszálykockázati térkép a CarpatClim, DanubeClim területre



Rácspon-
ti
adatsorok alapján

Térbeli felbontás
 0.1° (6847 grid)

Aszálykockázat, kukorica (hónapok: 5-7, aszályvalószínűség: 0.2)



Rácspon-
ti
adatsorok alapján

Térbeli felbontás
 0.1° (9007 grid)

Aszálykockázat, kukorica (hónapok: 5-7, aszályvalószínűség: 0.2)

Köszönöm a figyelmet!



Köszönetnyilvánítás

A projekt
a Duna Transznacionális
Programból,
az Európai Regionális Fejlesztési
Alap támogatásával,
az Európai Unió
és a
Magyar Állam
társfinanszírozásával
valósul meg.



Project co-funded by European Union funds
(ERDF, IPA, ENI)