

## 5. Mezőgazdasági aszálykockázat-becslés a Vajdaságban

### A mezőgazdasági aszály monitorozásához megfelelő SPEI index kiválasztása a Vajdaságra

Bezdan, Atila; Vranešević, Milica; Blagojević, Boško; Pejić, Borivoj; Bezdan, Jovana; Milić, Dragan; Tica, Nedeljko; Zekić, Vladislav

Vajdaság területén az aszály kialakulása jelentős következményekkel járhat a mezőgazdasági termelésre nézve. Kisebb-nagyobb mértékben szinte minden évben jelentkezik aszály, amely a termés hozamok korlátozó tényezőjeként jelenhet meg (Bezdan, 2014). Mivel a Vajdaság földrajzi-éghajlati viszonyai mellett a csapadék mennyisége és eloszlása a mezőgazdasági termelés egyik fontos korlátozó tényezője, ezért az aszály rendkívül kedvezőtlenül hathat a mezőgazdasági tevékenység eredményességére (Rajić és Bezdan, 2011).

Az előző néhány évben a Vajdaságban a mezőgazdasági termelés jelentős aszálykárokat szenvedett el. 2012-ben a termesztett növényekben keletkezett kár a 45 vajdasági község és város területén mintegy egymilliárd eurót tett ki, miközben az egyes növények hozama több mint 50 százalékkal csökkent.

Globális szinten a természeti csapások közül az aszály érinti közvetlenül a legnagyobb számú népeiséget. Tulajdonképpen az aszály nem rendkívüli természeti jelenség, időnként szinte minden éghajlati területen jelentkezik (Kogan 1997; Wilhelmi és Wilhte, 2002; Wilhite, 2005). Azokon a területeken is kialakul, amelyek jelentősebb csapadékmennyiséggel rendelkeznek, és azokon is, amelyeken csekély mennyiségű csapadék jellemző. Az aszály időszakos eltérés a területre jellemző átlagos ariditástól, amely az éghajlat hosszú távú csapadékelátottsági jellemzője. Az éghajlati, hidrológiai, geológiai, geomorfológiai, ökológiai és társadalmi-gazdasági tényezők egymás közti bonyolult összefüggés-rendszere azt eredményezi, hogy az aszály jelenségét nagyon nehéz teljességében leírni egy egyetemes meghatározással (Pereira és Paulo, 2003).

A gyakorlatban az aszály olyan természeti jelenség, amelyet területileg (regionálisan) kell értékelni több szempontból, több tudományág integrálásával. Meghatározható meteorológiai, hidrológiai, mezőgazdasági és társadalmi-gazdasági szempontokból (Wilhite és Glantz, 1985; Prohaska, 2006). A meteorológiai aszály alatt olyan hosszan tartó időszakokat értünk, amikor a csapadék jóval kevesebb a sokéves átlagnál. A hidrológiai aszály alatt azokat az időszakokat értjük, amikor a folyók vízhozama kifejezetten alacsony, a víztározókban és a tavakban hosszú ideig alacsony a vízállás. A mezőgazdaságban az aszály alatt azokat az időszakokat értik, amikor a talajnedvesség lényegesen az átlag alatt alakul, és nem elégséges a termesztett növények fejlődéséhez. A társadalmi-gazdasági aszály összekapcsolja egy adott gazdasági termék (érték) keresletét és kínálatát a meteorológiai, mezőgazdasági és hidrológiai aszály elemeivel.

Az aszály eltérő jelentőségű és eltérő hatásokat vált ki az egyes területeken, mint amilyen a mezőgazdaság, a vízgazdálkodás, a vízenergia, az ökológia, stb. Például az aszály okozta termés hozam csökkentése nem minden termesztett növény esetében azonos, mivel ez függ a növények vízigényétől, aszálytűrő képességétől, az alkalmazott agrotechnika színvonalától és a talaj vízháztartásától. Az aszály különbözik a többi természeti katasztrófától abban, hogy kialakulása lassú és nehezen felismerhető, és hatásai összegződnek egy hosszabb időszakon keresztül.

Az aszály komplex jelenségét leegyszerűsítve az aszályindex segítségével mutathatjuk ki. Annak érdekében, hogy összehasonlíthassuk a világ különböző részein és a különböző történelmi időszakokban bekövetkezett aszályokat, szükség volt az aszály számszerűsíthető mutatójának (index) kidolgozására. Mivel az aszály meghatározása is sokféle, nagyon nehéz találni valamilyen egyetemes indexet. Ugyanakkor az aszály összetettsége miatt egyetlen index sem képes teljes mértékben leírni az aszályt (Prohaska, 2006).

Napjainkban világszerte számos aszályindex van használatban, ezek közül az egyik leggyakrabban alkalmazott a SPEI – standardizált csapadék- és evapotranspirációs index (Vicente-Serrano et al. 2010; Beguería et al. 2014). A SPEI a csapadék és a potenciális evapotranspiráció különbségén alapul. A jelen kutatás céljára azért választottuk ezt az indexet, mert a mezőgazdasági aszály tanulmányozására a legjobb az az aszályindex, amely egyidejűleg alapul a csapadékon és az evapotranspiráción – a vízháztartás két alapvető komponensén (Moorhead et al., 2015).

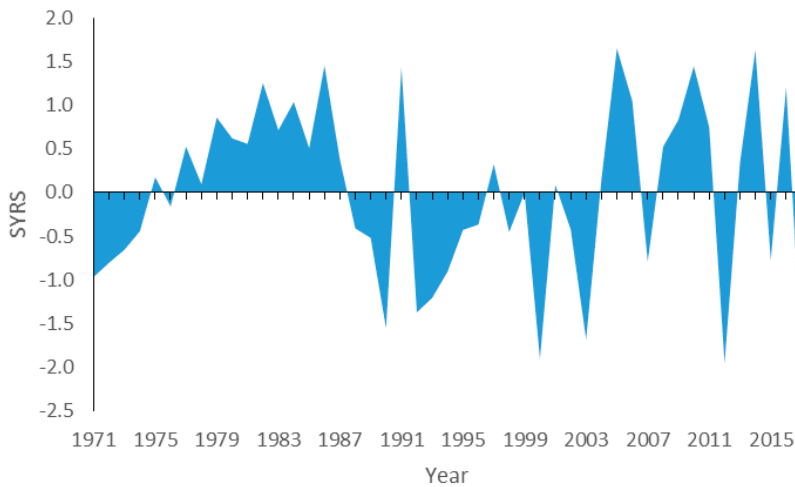
A kutatás első lépéseként azt vizsgáltuk, hogy milyen erős összefüggés van a Vajdaságban kukorica (a térség legtöbbet termesztett és legjelentősebb növényének) átlaghozamai és az egyes hónapokra és különböző időintervallumokra átszámított SPEI értékek között, hogy a vajdasági mezőgazdasági aszály megfigyeléséhez a megfelelő SPEI indexet válasszuk. A folytatásban a kukoricatermesztés költségelemzése alapján megbecsültük azt a kukoricahozamot, amely lehetővé teszi a nyereséges termelést, majd a regresszió korábban felállított egyenletei alapján meghatároztuk azokat a SPEI index-értékeket, amelyeknél károk keletkezhetnek. Ezek a SPEI értékek olyan határértékeket jelentenek, amelyeket figyelembe kellene venni a mezőgazdasági aszály Vajdaságban történő elemzésekor.

Az elemzés kilenc településre (Óbecse, Nagyikinda, Szabadka, Újvidék, Mitrovica, Zomvor, Versec, Nagybecskerek és Belgrád) végeztük az 1971 és 2017 közötti időszakra. Azokat a településeket vontuk be a vizsgálatba, amelyeken a szerbiai Köztársasági Hidrometeorológiai Intézet fő meteorológiai állomásai találhatóak. Az átlagos kukoricahozamokra vonatkozó adatok a Szerb Köztársaság statisztikai évkönyveiből származnak (RZS, 2019). A kukoricatermesztés költségeinek és költség-szerkezetének kiszámolásához az analitikus árkalkuláció módszerét alkalmaztuk (Marko et al., 1998). A regressziós módszer segítségével megállapítottuk azt a becsült SPEI index értéket, amelynél károk keletkezhetnek. A kukoricatermesztés költségeinek kiszámítását a Vajdasági Gazdasági Kamara jelentéseinek az adatai alapján végeztük.

A kukorica a régió legfontosabb szántóföldi növénye, mivel magas hozamú és nagy területeken termesztik szemterméséért, valamint zöldszakarmánynak, fő terményként, illetve másodvetésként egyaránt. Szerbiában a legfontosabb szántóföldi növény, a megművelhető területek 35-40 százalékán termesztik, többnyire

a Vajdaság síkvidéki területein (Spasojević et al., 1994). A kukorica nagy hozamképességű növény (több mint 20 t/ha). Nagybani termesztésnél a közepesen kedvező években öntözés nélkül 7-8 t/ha, öntözéses termesztésénél pedig 10 t/ha körüli hozamok érhetők el.

A mezőgazdasági termelés fejlődése, mint például a mind nagyobb mértékű és gyakoribb tápanyag-utánpótlás, az új fajták használata, a gyomirtás fokozódása, a magasabb színvonalú talajművelési technológiák alkalmazása általában a mezőgazdasági termelés felfelé mutató tendenciáinak, vagyis a trendszerűen növekvő termés hozamok kialakulásához vezet (Potopová et al. Ebben a tanulmányban a hozamok idő-soraiban megfigyelhető trendeket négyzetes regresszióval távolítottuk el. A kukorica hozamok „trend-mentesített” adatsorait tovább használtuk a hozam-reziduumok standardizált sorozatának (SYRS) a kinyerésére (5.1. ábra).



5.1. ábra A kukorica SYRS értékei a Vajdaságban, 1971-2017

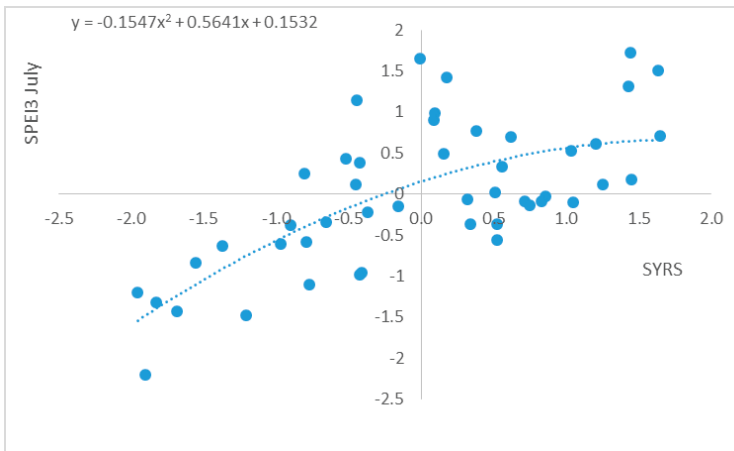
A folytatásban a korrelációs együtthatók számításának az eredményeit mutatjuk be annak érdekében, hogy láthassuk a vajdasági kukorica átlaghozamai és a SPEI index átlagos értékei közötti összefüggések erősségét (5.1. táblázat).

5.1. táblázat Pearson-féle korrelációs együttható a kukorica SYRS és SPEI indexe között

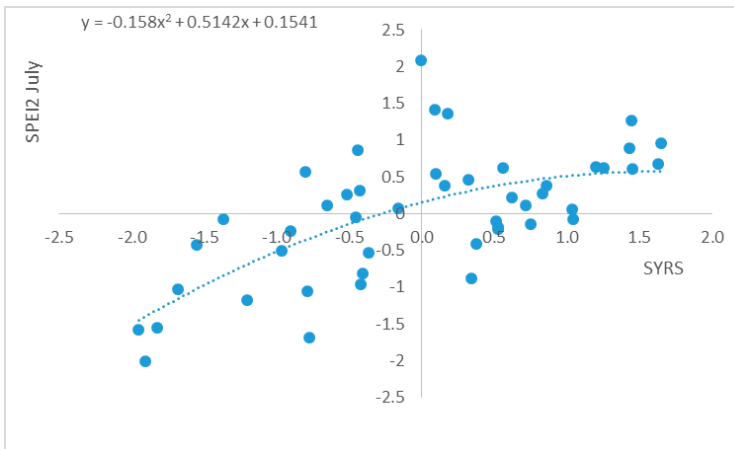
SPEI1_máj	SPEI1_jún	SPEI1_júl	SPEI1_átlag	SPEI1_máj	SPEI2_jún	SPEI2_júl	SPEI2_átlag	SPEI3_máj	SPEI3_jún	SPEI3_júl	SPEI3_átlag
0.398	0.452	0.517	0.545	0.430	0.547	0.636	0.617	0.543	0.541	0.678	0.659

A Pearson-féle korrelációs együttható minden értéke azt mutatja, hogy statisztikailag jelentős összefüggés van a vajdasági kukorica hozamok és a SPEI index értékei között, az  $\alpha = 5\%$  szignifikanciaküszöb alapján. Statisztikailag a hozamok összefüggése a júliusi SPEI3 index-szel és az ugyancsak júliusi SPEI2 index-szel a legerősebb. Ezért ezek az indexek alkalmasak a mezőgazdasági aszály nyomon követésére a

Vajdaság területén. A 5.2. és 5.3. ábra az  $SPEI3_{júl}$  és  $SPEI2_{júl}$  indexek szórását és hatványkitevős regressziós görbét, valamint az átlagos kukorica hozamokat mutatja.



5.2. ábra Szórás-diagram és a hatványkitevős regressziós görbe,  $SPEI3_{júl}$



5.3. ábra Szórás-diagram és a hatványkitevős regressziós görbe,  $SPEI2_{júl}$

A Vajdasági Gazdasági Kamarának a szántóföldi növénytermesztés feltételeiről szóló jelentése (PKV, 2016) alapján készült a 5.2. táblázat, amelyben a kukorica vajdasági átlaghozamai, az átlagárak, a termelés értéke, a közvetlen költségek és a bruttó árrés nagysága szerepelnek. Az adatok átlagosak Vajdaság egész területére és a következő évekre vonatkoznak: 2007, 2008, 2009, 2010, 2011 és 2014. A többi évre nem álltak rendelkezésre adatok. A termelés közvetlen költségei tartalmazzák a vetőmag, a műtrágya (NPK, UREA, KAN), a növényvédő-szerek, valamint a gázolaj költségeit. A vizsgált években a kukorica becsült nyereséges átlaghozama 3880 kg volt.

5.2. táblázat A kukorica termesztési költsége, a bruttó árrés és a számított nyereséges hozam

	2007	2008	2009	2010	2011	2014
Átlaghozam (kg/ha)	4050	5235	5900	6710	5990	10000
Ár (RSD/kg)	14	10	9,4	18,3	15,7	13
Megtermelt érték (RSD /ha)	56700	52350	55460	122811	93908	130000
Termesztési költség (RSD /ha)	31399	42440	52593	43789	52702	70800
Bruttó árrés (RSD /ha)	25301	9910	2867	79022	41206	59200
Nyereséges hozam (kg)	2243	4244	5595	2393	3357	5446

Az előzetes számítások szerint a SPEI3 index július havi kritikus értéke 0,52, míg a SPEI3 index júniusi kritikus értéke -0.6. Az index ezen értékei alatt veszteségek keletkezhetnek a vajdasági kukoricatermesztésben.

## Aszálykockázat becslés

A kockázat, a veszély és az érzékenység fogalmát számos szerző tanulmányozta (pl. Blaikie et al. 1994, Knutson et al. 1998, Wilhite 2005, Greiving et al. 2006, Kumpulainen 2006, Petronijević et al. 2010, Bezdán 2014). A kockázat fogalmának egyik legegyszerűbb definíciója kiemeli, hogy a kockázat valamilyen esemény okozta kár és a veszteség valószínűségének a szorzata.

Az esemény valószínűsége a természeti veszély súlyosságától függ. Minél nagyobb a természeti veszély súlyossága, annál kisebb a bekövetkezési valószínűsége. A kockázat mértéke annak a veszélynek a mértéke, amely egy adott helyzetben felmerül. Thywissen (2006) szerint a veszélyes események bekövetkezésének kockázata a veszély előfordulásának valószínűsége és következményeinek kombinációja, és általában egész sor komplex paraméter területi függvényeként fejezhető ki, mint amilyenek a veszély, a sérülékenység, a kitettség és az ellenálló képesség.

Így a kockázat a bekövetkezés valószínűségétől, valamint egy adott esemény következményeinek intenzitásától függ. A kockázat kialakulásának lehetősége lehet nagyon gyakori, gyakori, ritka vagy semmilyen, a kockázat következményei pedig lehetnek katasztrofálisak, kritikusak, kicsik vagy jelentéktelenek.

Többféle kockázatbecslési módszer létezik, ezek közül az egyik leggyakrabban alkalmazott módszer a Blaikie et al. (1994) által javasolt képletben alapul, ahol a kockázat egyenlő a veszély és a sérülékenység szorzatával:

Kockázat = veszély x sérülékenység

A veszély olyan potenciálisan káros fizikai esemény, jelenség vagy emberi tevékenység, amely életvesztést, sérülést, vagyoni károkat, társadalmi vagy gazdasági változásokat, illetve környezeti károkat idézhet elő (UNISDR, 2004).

A veszély különböző eredetű lehet: természetes eredetű vagy emberi tevékenységből eredő, amely leggyakrabban emberi felelőtlenség következménye. A természeti veszélyek természeti jelenségekből fakadnak és a következők szerint csoportosíthatók (UN/ISDR, 2004):

- geológiai veszélyek (földrengés, földcsuszamlás, cunami, stb.);
- hidrometeorológiai veszélyek (árvizek, aszály, viharok, ciklonok, hurrikánok, stb.) és
- biológiai veszélyek (környezetszennyezés, járvány, kártevő-támadás, stb.).

A sérülékenység rendkívül fontos paraméter a kockázatértékelés során. A sérülékenység fogalmának számos eltérő értelmezése és meghatározása van, attól függően, hogy milyen környezetben használják. A sérülékenység a potenciális kárra utal és előre mutató változó, és ilyen értelemben a sérülékenység lehetővé teszi, hogy megjósoljuk, mi történhet egy adott népességgel, bizonyos kockázatok és veszélyek esetén (Cannon et al., 2005). Általános értelemben a sérülékenységet úgy lehet meghatározni, hogy károsodásáról a különböző eredetű veszélynek, nyomásnak vagy stresszornak való kitettség milyen mértékben károsíthat egy rendszert (Turner, 2003). A sérülékenység több dimenziójú (fizikai, társadalmi, gazdasági, környezeti tényező, intézményi és emberi) és többségük nehezen számszerűsíthető.

Vizsgálataink során a sérülékenység-, veszély- és kockázat-becslést GIS környezetben végeztük. Osztályozási, újraosztályozási és overlay technikákat alkalmaztunk, a rétegek súlyának együtthatóit pedig az analitikai hierarchia eljárás (AHP) segítségével határoztuk meg. Ahhoz, hogy a GIS rendszerben elvégezhessük a különböző típusú adatokat tartalmazó rétegek átfedését, a rétegeket standardizálni kellett, illetve meghatározott kritériumok szerint osztályozni kellett őket. A rétegek meghatározott kritériumok szerinti osztályozása az összes réteget azonos adattípussal és azonos tartományba rendeli. Ebben az esetben a bemeneti rétegek az osztályozás során 1 és 5 közötti egész számú értékeket kapnak, ahol az 1 a legalacsonyabb sebezhetőséget, veszélyt vagy kockázatot jelzi, 5 pedig a legnagyobb mértékűt.

## **Aszályérzékenység becslés**

A terület aszályal szembeni sérülékenységére ható tényezők, illetve mutatók a Vajdaság területén tapasztalható természeti körülmények és antropogén hatások alapján lettek meghatározva. Az aszály kialakulását befolyásoló, illetve az aszály hatását mérsékelő tényezőket a hozzáférhető adatok és korábbi az aszályérzékenységgel kapcsolatos kutatások alapján határoztuk meg. A vizsgálat során a mezőgazdasági aszályérzékenység következő elemeit vettük figyelembe: a talaj termőképessége, a növények öntözési igénye és a talajfelszín használatának módja.

## A talaj termőképessége

A talaj termőképessége a termőföld azon képessége, hogy meghatározott hozamot biztosítson (Živković et al., 1972). Gyakorlatilag a talaj termőképessége, ha a talaj el van látva tápanyagokkal, nem szikes, nem lúgos vagy elláposodott, meghatározható a talaj típusa, altípusa (mechanikai összetétele) és a kőzetmélység alapján. A talajok termőképességének osztályozása ezen kritériumok alapján történt. A talajok négy osztályba lettek besorolva:

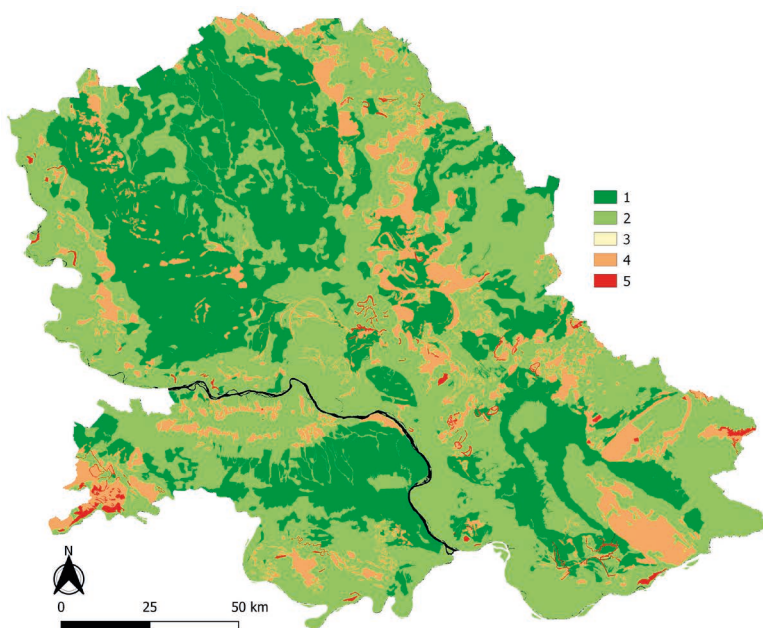
- **I. osztály** – a legstabilabb és legnagyobb termőképességű talajok;
- **II. osztály** – valamivel kisebb termőképességű talajok, amelyeken megfelelő talajműveléssel, nagyobb mennyiségű tápanyag felhasználásával, a szükséges talajnedvesség mellett magas hozamok érhetők el;
- **III. osztály** – gyenge termőképességű talajok, leginkább gyümölcsösnek, szőlőnek, legelőnek, erdőnek használható;
- **IV. osztály** – nagyon alacsony termőképességű talajok, amelyeknél a talajjavítási intézkedéseknek nincs jelentősége a növénytermesztés szempontjából, legelőnek, vagy erdőnek használható.

A talajok termőtulajdonságainak az osztályozása (5.4. ábra) a következő módon történt: a legjobb termőtulajdonságú területek 1-es érzékenységet kaptak, a valamivel gyengébb termőképességű talajok 2-es érzékenységet, a gyenge termőképességű talajok 4-es érzékenységet, míg a nagyon alacsony termőképességű talajok 5-ös érzékenységi besorolást kaptak. (5.4 ábra) A vajdasági talajok 34 százaléka magas termőképességgel (1) rendelkezik, a talajok 54 százaléka valamivel gyengébb termőképességű (2), 11 százalékuk gyenge termőképességű (4), az 5-ös osztályába, a nagyon gyenge termőképességű talajok közé pedig a talajok 1%-a lett besorolva.

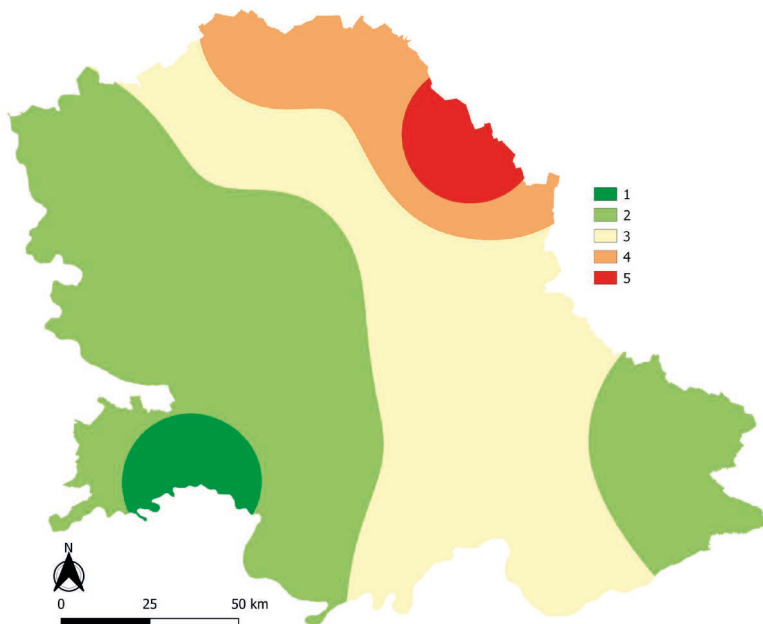
## A termesztett növények öntözési igénye

A termesztett növények öntözési igényét a WinSAREG szimulációs modell felhasználásával határoztuk meg (Pereira et al., 2003; Parades és Pereira, 2010), amely az evapotranszpiráció, vízmérleg és az öntözési igény kiszámításának FAO-56-os módszerén alapul (Allen et al., 1998). Az öntözési igényt kilenc termesztett növényre számoltuk ki (kukorica, szója, cukorrépa, napraforgó, burgonya, borsó, káposzta, szőlő és alma) kilenc vajdasági meteorológiai állomásra (Óbecse, Nagyikinda, Palics, Rimski Šančevi, Mitrovica, Zombor, Versec, Nagybecskerek és Belgrád) 1971–2017 közötti időszakra. A növények evapotranszpirációját a növény fejlődésének bizonyos szakaszaira vonatkozó növényi együtthatók alapján számítottuk. A mezőgazdasági aszályra való érzékenység becslése érdekében az átlagos öntözési igényeket öt equidisztráns osztályba soroltuk, 1-től 5-ig terjedő értékekkel minden növény esetében. Ezután összeadtuk őket, majd újabb öt equidisztráns osztályba soroltuk őket. Ezzel egy olyan térképet kapunk, amely integrálja mind a kilenc elemzett növény

öntözési igényeit, és e kritérium alapján lényegében a mezőgazdasági aszályra való érzékenység térképét mutatja (5.5. ábra).



5.4. ábra A vajdasági talajok termőképesség szerinti osztályozása



5.5. ábra A természetett növények átlagos öntözési igényeinek osztályozott térképe



## A területhasználat típusa

A területhasználat típusának értékelése a CORINE Land Cover 2012 (CLC2012) adatbázis alapján készült.

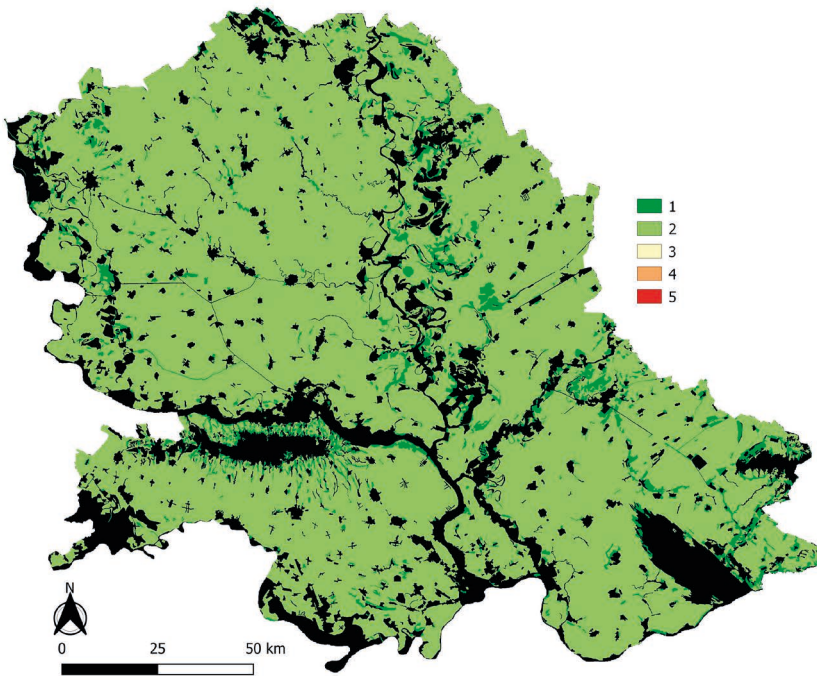
A CLC2012 adatbázis osztályozását úgy végeztük, hogy a „Rét/legelő” és „Elsődlegesen mezőgazdasági területek, jelentős természetes formációkkal” besorolású területek értékét 1-ben határoztuk meg, amely az aszályérzékenység legalacsonyabb értékét jelzi. A „Nem-öntözött szántóföldek”, a „ Szőlők”, a „Gyümölcsösök, bogyósok”, valamint a „Komplex művelési szerkezet” a 2-es értéket kapta, ami valamivel nagyobb fokú érzékenységet jelez, míg a többi osztályt kihagytuk a mezőgazdasági aszálykockázat értékeléséből (5.6. ábra). Ide tartoznak a beépített és mesterséges területek, az erdős területek és a vízfelületek. A legelők és azok az elsődlegesen mezőgazdasági területek, melyeken nagyobb területen képviselteti magát a természetes vegetáció – alacsonyabb aszályérzékenységi indexet kaptak, mint a többi mezőgazdasági terület, mivel ezeken a növényzet jobban alkalmazkodik az időjárási körülményekhez (Wilhelmi és Wilhite, 2002).

## A súlyozó tényezők értékének meghatározása

Bizonyos sérülékenységi és kockázati tényezők - azok előfordulásának természete miatt - nagyobb vagy kisebb hatással lehetnek a kockázatértékelés végső eredményére, ezért megfelelő súlyozó tényezőket kell hozzárendelni. Ebben a tanulmányban a súlyozó tényezők meghatározásához az analitikus hierarchia-eljárást (AHP) alkalmaztuk. Az analitikus hierarchia-eljárás - AHP (Saaty, 1980) a többtényezős elemzések egyik leggyakrabban alkalmazott módszere a mezőgazdasági döntéshozatal támogatásához (Matic-Kekic és Draginčić, 2013). Az AHP eljárás a döntéssel kapcsolatos problémákat hierarchikus sorba állítja, amelynek csúcán a cél, alatta a kritériumok, legalul pedig az alternatívák helyezkednek el. A kritériumokat páronként értékelik a célhoz viszonyítva, majd pedig az alternatívákat is minden egyes kritériumhoz képest. Ez azt jelenti, hogy az értékeléseket az azonos hierarchia szintű elemek magasabb szintű elemekkel történő összehasonlításával végzik el. Minden összehasonlításhoz számértéket rendeltünk a relatív fontosságot jelző Saaty-féle skála alapján (Draginčić et al., 2011). A súlyozott értékek AHP-vel történő meghatározásának részletes leírása megtalálható a szakirodalomban (Blagojević et al., 2016a; Blagojević et al., 2016b; Blagojević et al., 2016c; Srdjevic et al., 2015; Blagojević et al., 2014; Bezdán et al., 2019).

Jelen tanulmány céljaira az alternatívák – érzékenységi tényezők (a talaj termőképessége, a terület használatának módja, a termesztett növények öntözési igénye) közötti összehasonlítás a szakirodalomban található adatok és a szakértők véleménye alapján történt. Az AHP módszer alkalmazása alapján az aszályérzékenység tényezői a következő súlyozott értékeket kapták: a talaj termőképessége (0.5), a növények öntözési igénye (0.4) és a földterület használatának módja (0.1).

Az érzékenységi tényezők súlyozásának eredményei az AHP eljárás alapján azt mutatják, hogy a mezőgazdasági aszályérzékenységre a legnagyobb hatással a terület termőképessége és a természetett növények öntözési igénye van, míg a területhasználata típusa módja jóval kisebb hatással bír.

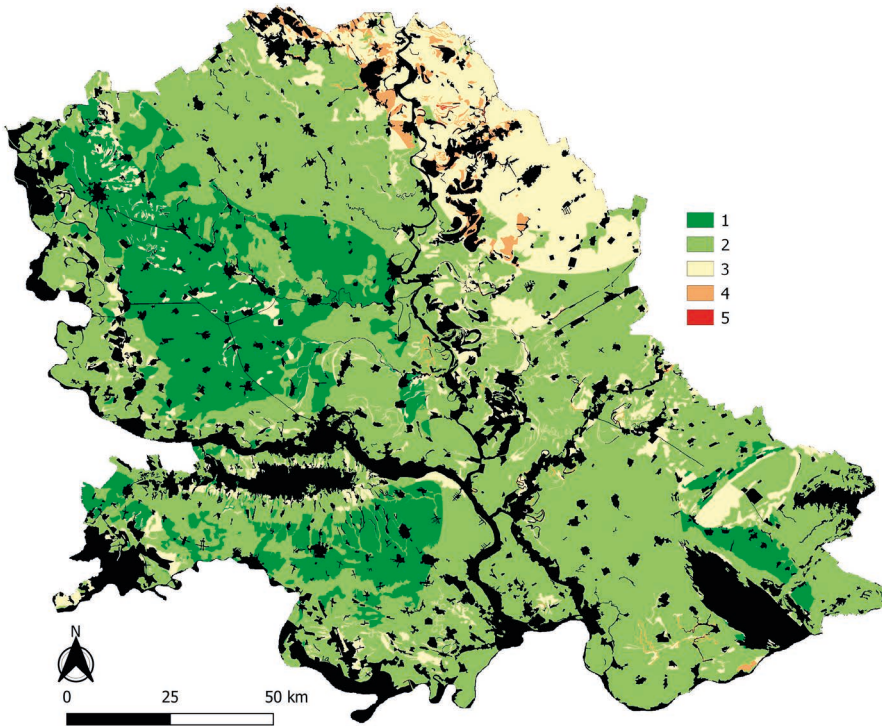


5.6. ábra A területhasználata osztályozott térképe

## A mezőgazdasági aszályérzékenység térképe

A Vajdaság mezőgazdasági aszály-érzékenység térképe a megfelelő súlyozott értékekkel szorzott aszályérzékenységi tényezők raster-rétegeinek (termőföld tulajdonságai, domborzati viszonyok, területhasználata használatának módja, a természetett növények öntözési igénye) GIS rendszerben történő összeadásával és öt egyenlő osztályba történő sorolásával készült el (5.7. ábra).

A Vajdaság területének nagyobb része, a terület mintegy 54 százaléka alacsony aszály-érzékenységi értékekkel rendelkezik (1. és 2. érzékenységi osztály). A legalacsonyabb érzékenységi osztályba tartozó területek a Szerémségben, valamint Bácska középső és nyugati részein található, ahol nagyon kedvezőek a feltételek, mivel alacsony a természetett növények öntözési igénye és kedvezőek a talaj jellemzői. Az aszály-érzékenység szempontjából Vajdaság többi területéhez képest a legkedvezőtlenebb térségek a Bánság északkeleti részei, elsősorban a kedvezőtlen éghajlati és talajtani tulajdonságok miatt.



5.7. ábra Mezőgazdasági aszály-érzékenységi térkép

## Az aszályveszély becslése

Az aszályveszély becsléséhez szükség van a megfelelő mutatók és a megfelelő elemzési módszerek kiválasztására. Ebben a tanulmányban a július havi SPEI3 indexet elemeztük, mivel a korábbi elemzések azt mutatták, hogy ez az egyik legmegfelelőbb index a mezőgazdasági aszály elemzéséhez. Összességében nézve a veszély számszerűsíti egy potenciálisan káros esemény bekövetkezésének valószínűségét. A veszély becsülhető egy potenciálisan káros esemény intenzitása és bekövetkezésének valószínűsége alapján. Ezen az elven alapul a Drought Hazard Index – DHI (Dabanli, 2018; Kim et. al., 2015; Shahid és Behrwan, 2008). A kialakulás valószínűségét az egyes kategóriájú aszályok megjelenési gyakorisága alapján határozzuk meg (Sonmez et al. 2005). Mint az előzőekben jeleztük, az aszályt a SPEI3 július havi indexe alapján vizsgáltuk. A DHI számítási eljárás szerint az aszálykategóriákhoz súlyértékeket kaptak, majd pedig minden aszálykategória megfelelő minősítést kapott az előfordulás gyakoriságától függően (5.3. táblázat). Az volt az elv, hogy az intenzívebb aszálykategóriákhoz nagyobb súlyértékeket társítottunk. Továbbá, ha egy területen gyakran előfordul az aszály, akkor magasabb értéket kell hozzárendelni.

5.3. táblázat Az aszálykategóriák súlyozott értékei és osztályozása

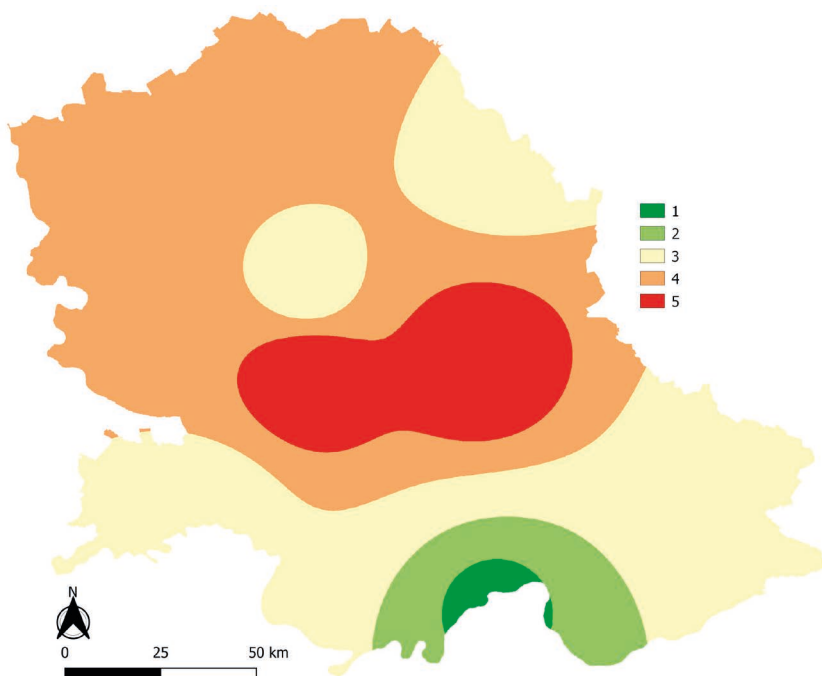
SPEI3 Jul	Aszálykategória	Súlyozó tényező (W)	Előfordulás gyakorisága	Osztályozás (R)
0 - 0.99	Normál / enyhe aszály (ND)	1	Alacsony	1
			Közepes	2
			Magas	3
			Nagyon magas	4
-1.00 -1.49	Mérsékelt aszály (MD)	2	Alacsony	1
			Közepes	2
			Magas	3
			Nagyon magas	4
-1.50 – 1.99	Súlyos aszály (SD)	3	Alacsony	1
			Közepes	2
			Magas	3
			Nagyon magas	4
< -2.00	Extrém aszály (ED)	4	Alacsony	1
			Közepes	2
			Magas	3
			Nagyon magas	4

A DHI a súlyozó tényező értéke és az osztályozás alapján alakult ki a következők szerint:

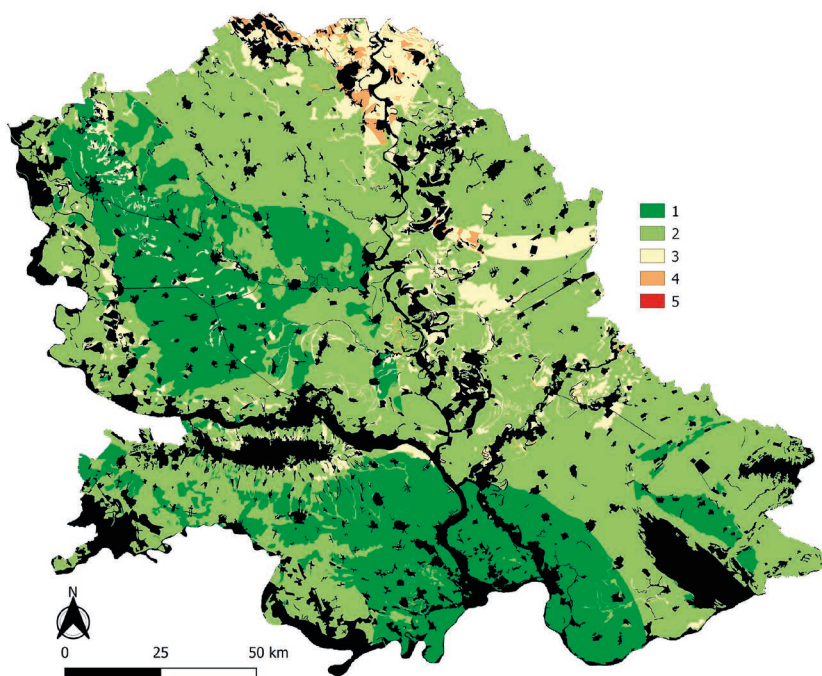
$$DHI = (NDW \times NDR) + (MDW \times MDR) + (SDW \times SDR) + (EDW \times EDR),$$

ahol az ND, MD, SD és ED az aszálykategóriák, a W a megfelelő súlyozó értéket jelöli, az R pedig az osztályozás során kapott érték.

A DHI értékét külön kiszámítottuk minden meteorológiai állomásra az 1971 és 2017 közötti időszakokra. A kapott DHI értékeket 1-5 osztályokba soroltuk az ahol az 1 a legalacsonyabb veszélyt, az 5 pedig a legnagyobb veszélyt jelzi. Az eredményt a 5.8. ábrán látható térkép tartalmazza. Látható, hogy a legnagyobb veszélynek a Vajdaság középső részei vannak kitéve, míg az aszályveszély a déli részeken a legkisebb.



5.8. ábra Aszályveszély a DHI indexek alapján



5.9. ábra A Vajdaság aszálykockázat-bebecslés térképe

## Mezőgazdasági aszálykockázat-becslés

A mezőgazdasági aszálykockázat-becslés azon a módszeren alapul, mely szerint a kockázat a veszély és az érzékenység szorzata. Az előző lépésekben megtörtént a mezőgazdasági aszály-érzékenység és -veszély becslése. Ezeknek a rétegeknek a térinformatikai rendszerben történő átfedésével, szorzásukkal és 5 osztályba sorolásukkal megkaptuk a Vajdaság területére vonatkozó aszálykockázat-becslési térkép (5.9. ábra).

Az elemzések szerint a legnagyobb mértékű mezőgazdasági aszálykockázat, a kockázat 4. szintje a Vajdaság északi és északkeleti részein jellemző. Ezeken a vidékeken a többi területhez képest a legmagasabb a veszély becsült értéke és magas az aszályérzékenység a talajok rosszabb tulajdonsága, valamint a termesztett növények magasabb öntözési igénye miatt. A Vajdaság területének – a beépített és mesterséges területek, az erdős területek és a vízfelületek nélkül – 2 százaléka a 4. kockázati osztályba tartozik. A Vajdaság területének 8% a 3. kockázati osztályhoz tartozik, a terület 64% a 2., míg a terület 26 százaléka az 1. (vagyis legkisebb a mezőgazdasági aszály kockázatú) kategóriába tartozik. A becsült kockázat az éghajlati viszonyok és a talajtani feltételek kedvező kombinációjának köszönhetően a legkisebb Vajdaság északnyugati területén, Zombor környékén, valamint Vajdaság déli részein, Mitrovicától Belgrádon át egészen Versec környékéig.