

PANNON EGYETEM

FESTETICS DOKTORI ISKOLA

DOKTORI (PhD) ÉRTEKEZÉS

DOI:10.18136/PE.2016.609

**A hazai talajosztályozási rendszer
talajváltozatainak termékenységi vizsgálata**

Kocsis Mihály

Témavezető:

Dr. Makó András

tudományos főmunkatárs

Magyar Tudományos Akadémia Agrártudományi

Kutatóközpont

Talajtani és Agrokémiai Intézet, Talajtani Osztály

2016.

**A HAZAI TALAJOSZTÁLYOZÁSI RENDSZER TALAJVÁLTOZATAINAK
TERMÉKENYSÉGI VIZSGÁLATA**

Írta:

Kocsis Mihály

Készült a Pannon Egyetem Fesztetics Doktori Iskolája / Növénytermesztési és kertészeti tudományok programja / Növénytermesztés, talajtermékenység, talajterhelés környezeti hatásai alprogramja keretében.

Témavezető: Dr. Makó András, CSc, tudományos főmunkatárs
Elfogadásra javaslom (igen / nem)

.....
aláírás

A jelölt a doktori szigorlaton 84,37 %-ot ért el,

Az értekezést bírálóként elfogadásra javaslom:

Bíráló neve: Prof. Dr. Mezősi Gábor, DSc, egyetemi tanár igen / nem

.....
aláírás

Bíráló neve: Dr. Bidló András, PhD habil. egyetemi docens igen / nem

.....
aláírás

A jelölt az értekezés nyilvános vitáján %-ot ért el.

Keszthely,

.....
A Bíráló Bizottság elnöke

A doktori (PhD) oklevél minősítése:

.....
Az EDHT elnöke

„Emberlelkű földeken sétál gyöngy tekintetem”

Bódi László: „Cipő”

Rövidítések jegyzéke

Általános:

AIIR adatbázis: Agrokémiai Irányítási és Információs Rendszer adatbázisa

AIIR ver1.0 adatbázis: az 1980-as évek második felében mágnesszalagokra rögzített növénytermesztési- és talajtani AIIR adatsorok.

AIIR ver2.0 adatbázis: a 2000-es évek első felében a D-e-Meter földminősítő rendszerhez szakmai szempontok alapján megszürt AIIR adatállomány.

AIIR ver3.0 adatbázis: a 2014-ben térinformatikai alapokra helyezett, Egységes Országos Vetületi rendszerbe illesztett, a rét, legelő, szőlő, gyümölcsös, kert és fásított terület művelési ágak adatsoraival kiegészített AIIR adatállomány.

AK: Aranykorona

AKG Napló: Agrár-környezetgazdálkodási Napló

ALC: Agricultural Land Classification (Mezőgazdasági Területek Osztályozása)

AT: talaj altípus

CHAID: k² négyzet statisztikai vizsgálaton alapuló döntési fa (Chi-squared Automatic Interaction Detector)

CLC2000: CORINE Land Cover (CORINE Felszín Borítási Adatbázis) (1:100.000 méretarány)

DTA-50: Digitális Térképészeti Adatbázis (1:50.000 méretarány)

Ek: Egyedi kódolás

EOTR: Egységes Országos Térkép Rendszer

EOV: Egységes Országos Vetület

FT: talaj főípus

FAO: Food and Agriculture Organization of the United Nations (Egyesült Nemzetek Élelmezési és Mezőgazdasági Szervezete)

FÖMI: Földmérési és Távérzékelési Intézet

GE: gabona egység

GPS: Global Positioning System (Globális Helymeghatározó Rendszer)

HUNSODA: Unsaturated Soil Hydraulic Database of Hungary (Magyarországi Telítetlen Talajok Hidrofizikai Adatbázisa)

IDW: Inverse Distance Weighted (Távolsággal fordítottan arányos súlyozás)

KSH: Központi Statisztikai Hivatal

MAFF: Ministry of Agriculture, Fisheries and Food (Mezőgazdasági, Halászati és Élelmezési Minisztérium)

MARTHA: Magyarországi Részletes Talajfizikai és Hidrológiai Adatbázis

MÉM: Mezőgazdasági és Élelmezésügyi Minisztérium

MÉM NAK: Mezőgazdasági és Élelmezésügyi Minisztérium Növényvédelmi és Agrokémiai Központ

MSZ: magyar szabvány

MTA ATK TAKI: Magyar Tudományos Akadémia Agrártudományi Kutatóközpont Talajtani és Agrokémiai Intézet

NAK: Növényvédelmi és Agrokémiai Központ

NÉBIH: Nemzeti Élelmiszer-biztonsági Hivatal

NPK: nitrogén, foszfor és kálium (tápanyag)

OFTH: Országos Földügyi és Térképészeti Hivatal

OMMI: Országos Mezőgazdasági Minőségvizsgáló Intézet

OMSZ: Országos Meteorológiai Szolgálat

OMTK: Országos Műtrágyázási Tartamkísérletek

PaDI: Pálfai-aszályindex

TT: talajtípus

TIEDIT: Területhasználati Információk Egységes Digitális Térképe

TIM: Talajvédelmi Információs és Monitoring Rendszer

TSZ: termelőszövetkezet

TVG: Talaj- és tápanyagvizsgálatok

VE: természetes vízellátottság (SZÁSZ, 1991)

WGS 1984: World Geodetic System 1984 (Geodéziai Világrendszer 1984)

Talajvizsgálatokhoz köthető:

AL-P₂O₅: Ammónium-laktát-foszfor-pentoxid (Ammónium-laktátos talajkivonatban mért, P₂O₅ formában kifejezett foszfortartalom, pl. a műtrágyák vagy talajok százalékos hatóanyagtartalmát ekvivalens mennyiségű P₂O₅-ra vonatkoztatva adják meg)

AL-K₂O: Ammónium-laktát-kálium-oxid (Ammónium-laktátos talajkivonatban mért, K₂O formában kifejezett káliumtartalom, pl. a műtrágyák vagy talajok százalékos hatóanyagtartalmát ekvivalens mennyiségű K₂O-ra vonatkoztatva adják meg)

CaCO₃: Kalcium-karbonát tartalom

K_A: a talajok Arany-féle kötöttsége

pF: a talajpórusokban mérhető – vízoszlop cm-ben kifejezett – szívóerő tizes alapú logaritmus

pF-görbe: a talaj víztartó képesség függvénye (megmutatja, hogy a talajban adott egyensúlyi nedvességtartalom mellett mekkora szívóerő tapasztalható)

pH_(H₂O): 1:2,5 talaj:víz arányú desztillált vizes szuszpenzióban mért pH (H⁺ koncentráció tizes alapú negatív logaritmus)

pH_(KCl): 1:2,5 talaj:oldat arányú kálium-kloridos szuszpenzióban mért pH (H⁺ koncentráció tizes alapú negatív logaritmus)

ppm: parts per million (az egész milliomod része)

T-érték (mgeé/100 g talaj): kicserélhető kationok relatív mennyisége

tf⁰‰: térfogat százalék

S-érték (mgeé/100 g talaj): kicserélhető bázisok (K⁺, Na⁺, Ca⁺⁺, Mg⁺⁺) összes mennyisége

y₁: hidrolitos aciditás (ammónium-acetátos kivonatban mért savanyúság)

y₂: kicserélhető aciditás (kálium-kloridos kivonatban mért savanyúság)

Tartalomjegyzék

Rövidítések jegyzéke	i
Tartalomjegyzék	1
Kivonatok	4
A hazai talajosztályozási rendszer talajváltozatainak termékenységi vizsgálata	4
Productivity investigations of the Hungarian Soil Classification System's soil varieties....	5
Produktivität Untersuchung der Bodenvariation Ungarische Bodenklassifikation System..	5
1. Bevezetés és célkitűzés	6
2. Irodalmi áttekintés	12
2.1. A talajtermékenységgel, földminősítéssel és földértékeléssel kapcsolatos fogalmak	12
2.2. Földminősítési módszerek és eljárások csoportosítása	14
2.3. Földminősítési és földértékelési rendszerek külföldön	17
2.4. A hazai földminősítés áttekintése az adóztatási célú rendszertől napjainkig	19
2.4.1. Kataszteri hozadékon alapuló Aranykorona-rendszer	19
2.4.2. Kezdeti koncepciók a hazai földértékelés megreformálására	20
2.4.3. A „100 pontos” Termőhely-értékelés.....	25
2.4.3.1. A Termőhely-értékelés mintateres változata	29
2.4.3.2. A Termőhely-értékelés genetikus talajtérképes változata	32
2.4.4. Visszatérés az aranykoronás földértékeléshez a rendszerváltoztatás idején	33
2.4.5. Új utakon a D-e-Meter intelligens termőhely minősítéssel	35
2.5. Hazai földminősítéshez felhasználható talajtérképi és talajadatbázis információk	37
2.5.1. Kreybig-féle átnézetes talajismereti térképek	37
2.5.2. Géczy-féle országos talajismereti és talajhasználati térképezés	38
2.5.3. Nagyméretarányú genetikus üzemi- és földminősítési talajtérképezés	40
2.5.4. Agrokémiai Információs és Irányítási Rendszer (AIIR)	43

2.5.5. Magyarországi Részletes Talajfizikai és Hidrológiai Adatbázis (MARTHA).....	49
2.6. Talajtulajdonságok, termés hozam, évjáráthatás és a talajok termékenységének összefüggése.....	50
3. Anyag és módszer	60
3.1. Dél-alföldi mintaterületek leírása	60
3.1.1. Dél-alföldi mintaterületek földrajzi elhelyezkedése	60
3.1.1.1. Békési-hát.....	61
3.1.1.1.1. Békési-hát természetföldrajzi adottságai	61
3.1.1.1.2. Békési-hát éghajlati adottságai	62
3.1.1.1.3. Békési-hát talajföldrajzi adottságai.....	62
3.1.1.2. Csanádi-hát	63
3.1.1.2.1. Csanádi-hát természetföldrajzi adottságai.....	63
3.1.1.2.2. Csanádi-hát éghajlati adottságai.....	64
3.1.1.2.3. Csanádi-hát talajföldrajzi adottságai.....	64
3.1.1.3. Csongrádi-sík	65
3.1.1.3.1. Csongrádi-sík természetföldrajzi adottságai.....	65
3.1.1.3.2. Csongrádi-sík éghajlati adottságai.....	66
3.1.1.3.3. Csongrádi-sík talajföldrajzi adottságai.....	66
3.1.2. Dél-alföldi mintaterületek 1:10.000 méretarányú genetikus üzemi- és földminősítési talajtérképi információi	67
3.1.3. Dél-alföldi mintaterületek növénytermesztési információi.....	74
3.1.4. Dél-alföldi mintaterületek talajváltozati termékenység becslése iterációs módszerrel.....	76
3.2. Országos léptékű talajtermékenységi vizsgálatok.....	80
3.2.1. Az AIIR adatbázis talajtani- és növénytermesztési adatsorainak rendszerezése, szűrése	80
3.2.2. Az AIIR adatbázis talaj-mintavételi helyeinek térinformatikai feldolgozása.....	82
3.2.3. Az AIIR adatbázis talajrendszertani egység szintű besorolásának vizsgálata	83
3.2.4. Országos léptékű tematikus térképek szerkesztése az AIIR adatbázis információi alapján.....	85

4. Eredmények	89
4.1. Mezőléptékű termékenységi vizsgálatok eredményei	89
4.1.1. Vizsgálati eredmények értékelése Dél-alföldi mintaterületenként ...	89
4.1.2. Vizsgálati eredmények értékelése Dél-alföldi mintaterületeket összevonva.....	94
4.2. Országos léptékű termékenységi vizsgálatok eredményei	98
4.2.1. Az AIIR ver3.0 adatbázis reprezentativitás-vizsgálata	98
4.2.2. Növényenkénti terméshozamok alapján becsült aszályérzékenység	101
4.2.2.1. Kukoricára becsült talajaszály-érzékenységi térkép	101
4.2.2.2. Őszi búzára becsült talajaszály-érzékenységi térkép.....	104
4.2.2.3. Napraforgóra becsült talajaszály-érzékenységi térkép	107
4.2.3. Magyarországi tájak növény-specifikus talajaszály-érzékenysége..	110
4.2.4. A becsült aszályérzékenység a talaj főtípusok és fontosabb talajparaméterek tükrében	117
5. Összefoglalás	124
6. Új tudományos eredmények	129
6.1. Tézisek	129
6.2. Thesis	131
7. Felhasznált irodalom	133
8. Ábrák és táblázatok jegyzéke	157
9. Köszönetnyilvánítás	162
10. Melléklet	I

Kivonatok

A hazai talajosztályozási rendszer talajváltozatainak termékenységi vizsgálata

A doktori kutatómunka országos- és mezoléptékű termékenységi vizsgálatokra terjedt ki. A célja egyrészt az volt, hogy az egyes tájakra vagy termőhelyekre jellemző talajváltozatoknak – a föld minőségét mutató – becsült átlagos termékenységi szintjeit pontosítsa és korigálja. Másrészt, az országos termékenységi vizsgálatainál a klimatikus viszonyok által befolyásolt természetes növényi vízellátottságnak a terméseredményekre gyakorolt hatását tanulmányozza, melyet a szerző a növények talaj-specifikus aszályérzékenységével jellemezett.

A szerző nagyméretarányú (1:10.000) termékenységi vizsgálatait a Dél-Alföldön, Békés és Csongrád megyében nagy agyagtartalmú csernozjom és réti talajok talajváltozatain végezte. Becsléseihez 1:10.000 üzemi és földminősítési genetikus talajtérképek, 1:25.000 Kreybig-féle átnézetes talajismereti térképek talajinformációit, illetve a mintaterületeken mért terméseredmények adatsorait használta fel.

Az országos léptékű vizsgálatait a geokódolt AIIR (Agrokémiai Információs és Irányítási Rendszer) ver3.0 adatbázis őszi búza, kukorica és napraforgó termés adatain végezte. Az AIIR adatállomány 4 millió ha különböző művelési ágú földterület, 80 000 földművelési egységeről származó többéves (1984–1990) talajtani, trágyázási, tápanyag-vizsgálati és terméshozam adatsorait tartalmazza. A szerző a növényi vízellátottságok évjárat-hatásainak tanulmányozására az adatbázishoz Pálfai aszályindex (PaDI) értékeket rendelt.

A térképi vektoros és raszteres műveleteket, egyéb térstatisztikai alkalmazásokat és elemzéseket az ESRI ArcGIS 9.3 térinformatikai programmal végezte el. A további statisztikai vizsgálataihoz – lineáris regresszió, korreláció, egytényezős varianciaanalízis (Oneway ANOVA), klasszifikációs fa módszer (CHAID) – az IBM SPSS Statistics 18.0 szoftvert használta. A mintaterületek talajváltozati becslésénél az iterációs számítást MS Office 2010 Excel Solver bővítménnyel hajtotta végre.

A disszertációban ismertetett mintaterületeken kidolgozott módszer lehetőséget nyújt arra, hogy a begyűjtött különböző talajtérképi- és talajadatbázis információk, valamint többéves termés adatsorok alapján egyes talajtaxonómiai egységekre korigálható, illetve a még hiányzó talajváltozatokra kiegészíthető legyen a földminőséget kifejező mutatószámot.

A talajok klímaérzékenységének országos vizsgálata tényszerű alapinformációkkal szolgálhatnak a szántóterületek célorientált, különbözően – klíma, talajtáj, termőhely és növény szerint – specifikált földminősítéséhez.

Productivity investigations of the Hungarian Soil Classification System's soil varieties

The doctoral research was extended to nation-wide and mezo-scale fertility investigations. The aim of this investigation was to revise and correct the estimated average fertility levels of the soil varieties describing for different areas and sites, which shows the land quality. Another aim was to study the effects of natural plant water supply influenced by climatic terms to the yields.

The author was performed the examinations in the Southern part of the Hungarian Great Plain, on varieties of Chernozem and Meadow soils with high clay content. The nation-wide scale investigations were performed on the yield data of winter wheat, maize and sunflower originated from the geocoded NPCPD (National Pedological and Crop Production Database) ver. 3.0 database.

The results of the soil fertility examinations of the author can provide exact basic information for the land qualification based on different kind of specification (climatic, soil area, site and plant).

Produktivität Untersuchung der Bodenvariation Ungarische Bodenklassifikation System

Die Doktorforscher auf den Fruchtbarkeituntersuchungen die Maßstabes Land und Mezo sich ausdehnt. Erste er gewest deine Ziel, wie mit der Bodenvariationen der Qualität Index durchschnittlich die Fruchtbarkeitstufen auf manchen Landschaft oder Fruchtplatz sie präzisieren und korrigieren. Zweite er studierte bei landesweit die Fruchtbarkeituntersuchung, wie mit der klimatisch Verhältnisse einwirkte der Auswirkung die natürlich pflanzener Wasserstufe die Fruchtergebnisse auf.

Der Verfasser seine 1:10.000 größerverhältniser Fruchtbarkeituntersuchung auf Dél-Alföld, den großer toninhalter der Variationen Wiesenboden und Tschernozemboden beendete. Seiner Landes größerverhältniser Untersuchung an Mais, Weizen und Sonnenblume Fruchtergebnisse der ver3.0 geokodieren Nationaler Bodenkunde und Pflanzenfrucht Datenbasis (NBPD, Ungarn: AIIR) beendete.

Der Verfasser seine Bodenuntersuchungen mit der Grundinformationen dienen zielorientierterer, verschieden Klima, Bodenland und Pflanzen nach zu spezielle Bodenqualität.

1. Bevezetés és célkitűzés

Magyarország 9,30 millió hektárnyi területének több mint a fele (52,9 %) mezőgazdasági használat alatt álló szántóterület, amely döntő hányadban a növénytermesztés számára jó termőhelyi feltételeket biztosít. Hazánk energia- és nyersanyag forrásai igen csekély mértékűek. Egyetlen természetes erőforrásban bővelkedik igazán, a talajban, amely nagy területi kiterjedésben és bizonyos feltételek mellett korlátlan mennyiségben áll rendelkezésre. Világ és európai viszonylatban a mezőgazdasági növénytermelés szempontjából kifejezetten kiváló természeti- és termőhelyi adottságokkal rendelkezünk. Magyarország gazdasági potenciáljának jelentős részét, ahogy a múltban és a jelenben, úgy a jövőben is a mezőgazdasági termelés fogja adni.

A magyar mezőgazdaság, azon belül a növénytermesztés egészséges fejlődéséhez, valamint az Európai Unió fejlettebb, agrárgazdasági régióihoz és térségeihez történő felzárkózáshoz elengedhetetlenül szükséges egy objektív, természeti tényezőket figyelembe vevő, hatékonyan működő földminősítési rendszer megteremtése.

A Magyarországon jelenleg érvényben és használatban lévő, a földterületek hozadékának meghatározásán alapuló aranykoronás földértékelési módszer a természeti tényezőket eredetileg csak közvetett módon figyelembe vevő és mára gazdaságilag is túlhaladott, a modern társadalmi igényeknek megfelelni nem tudó rendszer. Az *1875. évi VII. törvénycikkkel* bevezetett Aranykorona-rendszer elsősorban az akkori államhatalomnak az abszolutista, földadóztatási céljait szolgálta. Nem, vagy csak igen kezdetleges módon használ fel talajtani ismereteket a földek értékeléséhez. Szerkezetéből kifolyólag már megalkotásakor is közgazdasági (ökonómiai) aránytalanságokkal volt terhelt (KIRÁLY, 1993). Mára a talajtani és kapcsolódó természettudományi területek, valamint a közgazdaságtudományok fejlődésének eredményeként lehetségessé vált egy pontosabb és megbízhatóbb, a természeti és gazdasági környezet adottságait és azok változásait is figyelembe vevő új földértékelési rendszer bevezetése.

A 140 éve alkalmazott Aranykorona-rendszer módosítása és korrigálása az idők folyamán többször is megtörtént, ám a leváltására és egy új földminősítés bevezetésre irányuló törekvések eddig még nem jártak sikerrel. 'Sigmund Elek az 1930-as évek elején a Dokucsajev-i genetikus talajtani ismereteket felhasználva, mért talajvizsgálati eredményeken és növényenként regisztrált termés hozam adatokon alapuló, talajrendszertani egységek (térségi talajfoltok) szerint képzelte a földterületek minősítését. Majd az 1960-as években Máté Ferenc 'SIGMOND (1931; 1935; 1936; 1937) elveit továbbfejlesztve, a természeti tényezőket szem előtt tartó, 1:10.000 méretarányú üzemi genetikus talajtérségi adatokra és talaj altípus szintű, valamint idősoros terméseredmények statisztikai feldolgozására épülő földminősítési koncepcióját ismertette.

Elképzelése az 1970-es évek elején kidolgozott „100 pontos” termőhely-értékelésben öltött formát (FÓRIZSNÉ et al., 1971), amelyet 1980-ban először úgynevezett mintateres, majd 1986-tól talajtérképes változatban vezettek be Magyarországon az aranykoronás értékelés helyett. A hazánk szántóterületének kb. 60 %-ára elkészült talajtérképeken alapuló Termőhely-értékelési rendszer további kiterjesztését pénzügyi okok miatt nem folytatták, sőt 1990-ben, a rendszerváltoztatás idején az ún. „Normafai megállapodás” értelmében a földtulajdon viszonyok rendezésekor (a „kárpótláskor”) visszatértek az Aranykorona-rendszerhez (KOCSIS et al., 2014b).

Az 1990-es évek végén Máté Ferenc felügyelete alatt, a Pannon Egyetem Georgikon Kar, Növénytermesztéstan és Talajtani Tanszékén, Tóth Gergely szakmai irányításával új lendületet kaptak a hazai földminősítési kutatások, melynek eredményeként 2001-ben elkezdődött a D-e-Meter intelligens környezeti földminősítő rendszer kidolgozása (GAÁL et al., 2003; TÓTH et al., 2002). Az új földminősítés az eddigi becslésen alapuló hazai földértékelési gyakorlattól eltérően, növényenként (növény-specifikusan), a talajféleségek relatív termékenységének megállapításán keresztül, a mért talajparaméterek (fizikai féleség, pH, humusz- és CaCO_3 -tartalom stb.) és a terméseredmények közti összefüggések statisztikai elemzéseire épült (HERMANN et al., 2005).

Napjainkban egy korszerű, mezőgazdasági célú földminősítésének a következő követelményeknek kell megfelelnie: támogassa a környezetközpontú és ésszerű földhasználatot, a termőföld kultúrállapotának és termékenységének hosszú távú fenntartását, a környezet- és természetkímélő tájhasználat alkalmazását, a táj- és termőhely-specifikus növények termesztésének optimalizálását, a piaci környezethez alkalmazkodó vetésszerkezetek kialakítását, a hatékonyabb tápanyag-gazdálkodást, valamint segítse elő az indokolt talajvédelmi intézkedéseket (HERMANN & KISMÁNYOKY, 2007; TÓTH, 2014). Az utóbbiak hatására csökken a növénytermesztésre fordítandó költség- és energiaigény, valamint a szántókra kijuttatandó tápanyagok és növényvédőszeres mennyiségek felhasználása, ezáltal javul a mezőgazdasági termelés hatékonysága, így a földművelési egységekre – táblákra vagy parcellákra – vonatkoztatott termés hozamok növekedhetnek. Kiszámíthatóbbak és tervezhetőbbek lesznek a várható termés eredmények, amely pozitívan visszahat a talajaink termőképességére. Egy jó földminősítési rendszernek továbbá mindenféleképpen egyszerűnek, hatékonynak, jól használhatónak és érthetőnek kell lennie (KOCSIS & FARSANG, 2007). E koncepció mentén került kialakításra jelenleg tesztelés alatt álló D-e-Meter földminősítés.

A földminősítési módszerek pontosságát, valamint hatékonyságát a jövőben várhatóan tovább fogja növelni az elmúlt 5–8 évben tapasztalható precíziós növénytermesztési és agrotechnikai eljárások gyors, robbanásszerű fejlődése. A GPS-alapú precíziós növénytermesztési technológia nyújtotta lehetőségek kiaknázása, illetve az általa szolgáltatott lényeges földművelési-

és talajinformációk halmaza serkentheti mind a világban, mind pedig hazánkban a földminősítés továbbfejlődését. A parcellákról dm vagy cm pontossággal begyűjtött adatok lehetővé teszik azt, hogy az idősoros mért terméseredményeket hozamtérképek alapján valóban talajfoltokhoz tudjuk kötni, így egyszerűen megállapításra kerüljenek a talajváltozati szintű termékenységi viszonyszámok. Továbbá a precíziós növénytermesztésből származó adatok nem csak arra nyújtanak lehetőséget, hogy a talajváltozati szintű termőképességek mezőgazdasági évjáratokra, tájakra és termőhelyekre kerüljenek meghatározásra, hanem például különböző (becsült) klímaszcenáriókra, vagy a növények egy-egy vegetációs időszakán belül a talajok eltérő vízellátottsági szintjeire.

A doktori dolgozatban ismertetett talajtermékenységi vizsgálatok alapkutatásként szervesen kapcsolódnak a Pannon Egyetem Georgikon Kar Növénytermesztési és Talajtani Tanszékén nagy hagyományokkal rendelkező, már több évtizede folyó földminősítési kutatómunkához. A földminősítési kutatómunka új eredményeihez kapcsolódóan számtalan kérdés merült fel, amelynek tisztázása igen lényeges, hiánypótló kutatási feladat.

Munkahipotézis 1 (mezoléptékű termékenységi vizsgálatok):

Feltételeztem, hogy az országos növénytermesztési és talajtani (Agrokémia Információs és Irányítási Rendszer (AIIR) adatbázis) információk alapján talajváltozatokra – legkisebb talajrendszertani egységekre – becsült átlagos termékenység értékek pontosabbá tehetők az egyes mintaterületek földművelési egységeinek (táblák/parcellák) azonos talajfoltjain mért, hosszú idősoros termésadataival. Megvizsgáltam, hogy az országos termékenységi szintek korrigálása során tovább finomodhatnak-e a változati becslések, ha 1:10.000 méretarányú genetikus talajtérképeken és azok kartogramjain ábrázolt fontosabb talajparamétereken (fizikai féleség, humusz- és mésztartalom, pH) kívül más független változókból (pl. évjárat természetes vízellátottságot (VE), összes kijuttatott NPK hatóanyagot (kg/ha) stb.) képzett kategóriaváltozók is bevonásra kerülnek az iterációs számításokba. Vizsgáltam továbbá, hogy a becslési hatékonyság értékek milyen mértékben növekednek, ha a számításokhoz a talajváltozatokból – különféle (CHAID) összevonások alapján – talajváltozati-csoportokat képezünk. (A dél-alföldi mintaterületek feldolgozása képzi a mezoléptékű termékenységi vizsgálatok eredményeit.)

Munkahipotézis 2 (országos léptékű termékenységi vizsgálatok):

Az országos (1:200.000) léptékű termékenység vizsgálatoknál feltételeztem, hogy igazolható a klimatikus viszonyoktól – elsősorban hőmérséklettől és csapadékmennyiségtől – függő természetes növényi vízellátottságoknak a terméseredményekre gyakorolt differenciált, talajváltozat-specifikus hatása. Megvizsgáltam, hogy a talajok – Pálfi aszályindex-el (PaDI) jellemzett – aszályérzékenysége miképp nyilvánul meg az AIIR adatbázis kukorica, őszi búza és napraforgó terméshozamaiban; milyen mértékű a talajok növény-specifikus aszályérzékenysége az egyes talajparaméterek tekintetében.

A kutatómunkám vizsgálati célja az egy-egy tájon vagy termőhelyen belül előforduló talajváltozatokra – az AIIR adatbázis alapján korábban – kiszámított átlagos termékenységi mutatók pontosítása volt. A jelenleg érvényben lévő hazai talajosztályozás (STEFANOVITS, 1963; MÉM, 1982a; JASSÓ et al., 1989) ritkábban előforduló rendszertani egységein (talajváltozatain) az eddigi adathiányok miatt viszonylag pontatlanul lehetett megállapítani a termékenységi viszonzszámokat. Ezek a viszonzszámok a különféle forrásokból származó növénytermesztési- és talajtani adatbázisok adatainak felhasználásával elvégzett elemzések után – reményeink szerint – pontosabbá tehetők. Megvizsgáltam, hogy a különböző – országos és mintaterületi – léptékű felbontású információk alapján miként lehet a talajváltozati szintű termékenységeket kifejező növényproduktív potenciál becsléseket finomítani úgy, hogy közben megbízhatóságuk javuljon.

Az országos termékenységi becsléseknél azt vizsgáltam, hogy a klimatikus viszonyok által befolyásolt természetes növényi vízellátottság, ami a talajféleségek vízgazdálkodási sajátosságai által is befolyásolt, milyen hatást fejt ki a terméseredményekre. A talajváltozatokat jellemző (átlagos terméseredményekből és klímajellemzőkből számolt) klímaérzékenység (aszályérzékenység) jelentős szerepet kaphat a földminősítés során.

A földminősítési kutatásaim két térképi méretarányra: országos- és mezoléptékre terjedtek ki.

1. A nagyméretarányú (kisléptékű) termékenységi vizsgálataimat a Dél-Alföldön, Tisza-Maros közén – Békés és Csongrád megye területén – elhelyezkedő, nagy agyagtartalmú mezősi (csernozjom) és réti talajok változatain végeztem. A termékenységi becslésekhez

a mintaterületek – 1:10.000 léptékű üzemi és földminősítési genetikus talajtérképeken, illetve 1:25.000 Kreybig-féle átnézetes talajismereti térképeken rendelkezésre álló – talajinformációit, illetve a hosszú idősoros mért terméseredmények adatait használtam fel. A számítások során az Agrokémia Információs és Irányítási Rendszer (AIIR) adatbázis (DEBRECZENINÉ et al., 2003; MAKÓ et al., 2007; KOCSIS et al., 2014a) többéves (1985–1989) terméshozamaiból becsült átlagos talajváltozati termékenységet korrigáltam a mintaterületek talajféleségein – talajfoltjain – mért terméseredményekkel, a számításokat iterációs módszer alkalmazásával hajtottam végre.

2. Az országos léptékű földminősítési vizsgálataimat a térinformatikai (vektoros) alapokra helyezett AIIR ver3.0 adatbázison (KOCSIS et al., 2014a) végeztem el, melynek során a hazai vetésszerkezetben első 3 helyet elfoglaló növénykultúra: őszi búza, kukorica és napraforgó terméseredményein keresztül a szántóterületek, illetve a termőhelyek talajainak termékenységi viszonyait vizsgáltam. A természetes vízellátottságra igen érzékeny kukorica és napraforgó esetében arra kerestem a választ, hogy miként nyilvánul meg az évjáráti-hatás a terméseredményekben, ehhez az AIIR adatbázis tábláihoz rendelt Pálfai aszályindex (PaDI) értékeit használtam fel. Az AIIR éveire megszerkesztett országos léptékű terméstérképek egyedülállóan új lehetőséget kínálnak a klímahatások talaj-specifikus termésreakcióinak tanulmányozására.

A Dél-alföldi mintaterületeken kidolgozott (kisléptékű) módszer lehetőséget nyújt arra, hogy a tapasztalatok alapján – a hazai földértékelés majdani megújításakor – a begyűjtött különböző talajtérképi- és talajadatbázis információk, valamint többéves termés adatsorok alapján egyes talajtaxonómiai egységekre korrigáljuk, illetve az eddig még hiányzóakra kiegészítsük a földminőséget kifejező mutatószámot.

Az országos léptékű talajtermékenységi kutatási eredmények hozzájárulhatnak ahhoz, hogy az elemzések alapján különböző méretarányú termőhelyi klímaérzékenységi talajtérképek készüljenek, melyek segíthetik a talaj-specifikus, klímaváltozáshoz alkalmazkodó növénytermesztést. Továbbá a vektoros AIIR ver3.0 adatbázis növénytermesztési és talajtani adatainak feldolgozása, illetve statisztikai elemzése a termőhelyek fontos sajátosságaira világíthat rá. A termőhelyi viszonyok alapvetően a kialakult talajféleségen a mezőgazdasági haszonnövények termesztési keretrendszerét határozzák meg. Az egyes termőhelyi tényezők (klíma, domborzat, kiettség stb.) a szántóterületeken termesztendő növények körét (minőségét és mennyiségét), így a talajok termékenységét jelentősen befolyásolják.

A különböző léptékű talajtermékenység vizsgálataim fontos és tényszerű alapinformációkkal szolgálhatnak a szántóterületeink célorientált, különbözőképpen – klíma, talajtáj, termőhely és növény szerint – specifikált földminősítéséhez (KOC SIS et al., 2015).

2. Irodalmi áttekintés

A termőterületek minősítése az emberiség történelmében már nagyon régi időkre nyúlik vissza. Különböző földértékeléseket és minősítéseket már az ókori – pl. görög és római – civilizációk államaiban is alkalmaztak a kor ismereteire alapozva (BACSA, 1992). Habár közvetve, de már a Bibliában a *Magvetőről szóló példabeszédében* is megjelenik a földminősítés: „*Kiment a magvető vetni. Amint vetett, némely szem az útfélre esett. Odaszálltak az égi madarak, és fölcsipegették. Némely mag köves helyre esett, ahol nem volt elég talaja. Itt hamar kikelt, mert nem jutott mélyen a földbe. Amikor azonban kisért a nap, megperzselődött, és mivel nem volt elég erős gyökere, elszáradt. Némely mag pedig tövisek közé hullott. Amint a tövisek felnőttek, elfojtották, úgybogy nem hozott termést. A többi mag jó földbe hullott, kikelt, felnőtt, és **harmincszoros, hatvanszoros, sőt százszoros termést hozott.***” (Márk evangéliuma, 4,8).

Az emberiség fokozatos és állandó tanulással szerzett tapasztalatok felhasználásával jutott el a frissen feltört, nem kizsigerelt talajok használatától a háromnyomásos gazdálkodáson, a különféle vetésciklusokon keresztül a korszerű, a talajok termékenységét figyelembevevő és azt környezetkímélő módon fokozó, tápanyag-utánpótláson nyugvó intenzív növénytermesztésig. A 19. és a 20. század elején bővültek legnagyobb mértékben talajtani ismereteink (SZABÓNÉ KELE, 2007). A korszerű talajtani ismeretek, illetve különféle adatbázisok birtokában, a társtudományok (agrokémia, növénytermesztés, földtudományok) kutatási eredményeinek integrálásával lehetőség nyílik földminősítési rendszerünk korszerűsítésére, megújítására is.

2.1. A talajtermékenységgel, földminősítéssel és földértékeléssel kapcsolatos fogalmak

A talajtermékenységgel kapcsolatos fogalmakról Győri (1984) munkájában találunk összefoglaló értékelést. Általánosságban „*a talajtermékenység azt jelenti, hogy a talaj képes ellátni a növényeket a vegetációs idő folyamán vízzel és tápanyagokkal*” (VILJAMSZ, 1950). BOGUSLAWSKI (1965) a talajproduktivitással jellemzi a termékenység mértékét. A talajok termőképességének jellemzésére hazánkban különböző fogalmakat használnak, erről részletes ismertetést STEFANOVITS és munkatársai (1999) adnak.

A talajminőség megmutatja a különböző földhasználati formákra való alkalmasság mértékét, amely a hazai földminősítési gyakorlatban a talajbonítás és földérték megállapítását is szolgálja (MÁTÉ & TÓTH, 2001). A nemzetközi szakirodalomban ismeretes talajminőség („soil quality”) fogalma (DUMANSKI et al., 1998) szerint a talaj három legfontosabb funkciója, hogy biztosítsa a biológiai produkciót, a környezeti minőséget, a növényi és állati (emberi) egészséget (KARLEN et al., 1997; MAUCHBACH & TUGEL, 1997). A talajminőséget nagymértékben befolyásolja a „talajhigiéne (talaj-egészség)”, amely inkább az ökológiai, a környezetkímélő agrárgazdálkodás és a biodiverzitás fenntartása kapcsán használatos kifejezés. Megmutatja, hogy a talaj közel eredeti (természetes) állapotához képest mennyire tudja ellátni funkcióit, illetve milyen mértékű a környezeti érzékenysége (DORAN & PARKIN, 1996; DORAN et al., 1999).

A földminősítés és a földértékelés fogalmát sokan helytelenül, s nagyon gyakran keverve használják. E szavak nem szinonimái egymásnak, hanem igen szorosan összefüggő és egymáshoz kapcsolódó fogalmak. FÓRIZSNÉ és munkatársai (1972) szerint a földminőség nem más, mint *„az adott terület produktív potenciáljának a talajértékszámából, valamint a domborzati, vízrajzi és meteorológiai viszonyok hatását kifejező faktorokból származó mutatószám”*.

VÁRALLYAY (2002) szerint a talaj minősége egy olyan fogalom, amely a legkülönbözőbb társadalmi elvárásokat fejezi ki a talajjal szemben. Az elvárások elsősorban a természeti adottságoktól, a gazdasági helyzettől, a történelmi hagyományoktól és a társadalmi igényektől függenek. A talajminőség egy differenciált célfüggvény, amely térben specifikus, és időben is állandóan változik, így emiatt csak relatív és szubjektív jellemző lehet.

Az agrárgazdasági célú földminősítésnek hazánkban kiemelt jelentősége van. Ennek lényege a termékenység vizsgálat és a földterületek növénytermesztésre való ökológiai alkalmasságának osztályozása. Ha a földminősítést ökonómiai (közgazdasági) elemzésekkel egészítjük ki, akkor azt már földértékelésnek nevezzük, amelynek a pénzbeli kifejezése a föld értéke (földtulajdon érték) (FAO, 1983, 1985). A földérték jelentheti a termőterület árában megtestesülő piaci értéket is, amelynek mértékét mindig a kereslet és kínálat törvényszerűségei, valamint az ingatlanforgalom szabályai határozzák meg. A földterületek ára speciális módon kerül megállapításra (IHRING, 1968; SZÚCS, 1999, 2003; FEHÉR et al., 2007; VINOGRADOV & KAPUSZTA, 2007).

A földértékelés az a folyamat, amely során a mezőgazdasági hasznosítású terület terméshozamából származó jövedelmek kerülnek számbavételre (MÁTÉ & TÓTH, 2001). VAN DIEPEN és munkatársai (1991) minden olyan módszert földminősítésnek tekintenek, amely *„megmagyarázza, illetve becsli a termőföld hasznosíthatóságának (potenciáljának) mértékét”*.

2.2. Földminősítési módszerek és eljárások csoportosítása

A talajtermékenység klasszifikációs módszereket hazánkban TÓTH (2000a) és JUHOS (2014) rendszerezte. A FAO (1976) meghatározása szerint a földminősítés egy olyan folyamat, amely során táji, domborzati, vegetációs, klimatikus és egyéb szempontok értékelése, valamint interpretációja alapján célorientáltan különböző területhasználatokra becslésre kerül a talajok (föld) termőképessége (produkciós potenciálja). A földminőség-becslés feladata az, hogy elősegítse az optimális földhasználati formák megállapítását és azok összehasonlítását. A földminősítés módszereit a környezetminősítés is felhasználja, így megkülönböztetünk mezőgazdasági és nem mezőgazdasági célú földminősítést, az előbbi speciális szerepet tölt be a termőterületek osztályozásában. A földminősítést sok diszciplína keretében, illetve használatával végezhetjük. A nem mezőgazdasági szempontú „környezetminősítésnek” Magyarországon igen nagy hagyományai vannak (ÁDÁM, 1969; GÓCZÁN, 1980; LÓCZY, 1989). LÓCZY (2002) a múlt század utolsó évtizedeiben született környezeti és természeti központú tájértékelési eredményeit a „*Tájértékelés, földértékelés*” című könyvében foglalta össze.

A termőterületek értékelése nemcsak mezőgazdasági vagy környezeti szempontok szerint, hanem ipari- és energiatermelési megfontolások alapján is lehetséges. Németországban az utóbbi 5 évben a mezőgazdasági területek energiatermelési célú értékelése egyre nagyobb szerepet kap, mivel az atomerőműveket 2020 és 2025 között bezárják, ezért a villamos energia előállításuk jelentős hányadát – megújuló energiaforrásokra – napkollektorok és az újabb generációs szélkerekek telepítésére, valamint működtetésére kívánják alapozni. Az utóbbiak következtében az energiatermelésre való alkalmasság szempontjából a németországi földterületeknek az értéke jelentős mértékben megnövekedett.

A nemzetközi szakirodalomban a mezőgazdasági hasznosítású területek földminősítése többféle megközelítés, illetve módszer alapján történhet (MCREA & BURNHAM, 1981). Kvalitatív (leíró) és kvantitatív (osztályozó) jellemzők által, közvetlen és közvetett módon, valamint ezek kombinációjával kialakított módszerekkel is meghatározható a földterületek minősége (1. táblázat: KOCSIS et al., 2014b).

A kvalitatív elven működő földminősítő rendszerek a termőterületeken ható gátló tényezőket (pl. kedvezőtlen éghajlati adottságok, köves és sekély termőrétteg, szélsőséges csapadékeloszlásból fakadó rossz vízgazdálkodási tulajdonságok, nagy sótartalom, domborzati viszonyokból eredő erózió és meredek lejtőszög) veszik számba, illetve e szerint sorolják osztályokba a talajokat. Nyugat-Európában zömében ilyen típusú földminősítési rendszerek alakultak ki (KLINGEBIEL & MONTGOMERY, 1966; SANCHEZ et al., 1982; HAANS et al., 1984;

MAGALDI & RONCHETTI, 1984; SYS, 1985; DE LA ROSA et al., 1992; MACHIN & NAVAS, 1995). A fejlődő világ legtöbb országában is a kvalitatív módszereket alkalmazzák (SHAO, 1984; MAKHDOUN, 1993; FISHER & ANTONIE, 1994; FU & GULINCK, 1994).

A talajok közvetett minősítése általában a haszonnövény-csoportok, vagy növényfajok termeszthetőségének megállapításán alapul, e célból vizsgálta GÉCZY (1968), majd NAGY (1981) hazánkban a termőhelyek búzatermesztésre való alkalmasságát.

A kvantitatív földminősítési eljárások a mezőgazdasági területek természetes termőképességét mennyiségi paraméterekkel fejezik ki, ezért e módszereket másképpen paraméteres talajminősítő rendszereknek is lehet nevezni. E földminősítő rendszereknél a kiszámolt pontszám jelzi a terület termékenységének mértékét, illetve ökológiai alkalmasságát (TÓTH, 2000a; DÖMSÖDI, 2007). A kvantitatív eljárások közé sorolható a hazai „100 pontos” termőhely-értékelés rendszere is, amelyet később bővebben tárgyalunk. A legtöbb volt szocialista, kelet-európai ország az utóbbi elven működő földminősítést használja (KARMANOV & FRIYEV, 1985; SISOV et al., 1991; DZATKO, 1995; VLAD, 1996).

Az első parametrikus alapú rendszer a Németországi Birodalmi Talajbecslés (BASTIAN & SCHREIBER, 1999), valamint az USA-ban használt Storie-index volt (STORIE, 1976; SYS, 1985; KORELESKI, 1988; DAVIDSON, 1992).

Vannak olyan termékenységű talajklasszifikációk, amelyek a leíró és osztályozó módszereket együttesen, egymással keverten használják (RIQUIER et al., 1970; SYS & FRANKART, 1971; SYS et al., 1991; VAN LANEN et al., 1992c; HU et al., 1999). A parametrikus elvű talajminősítő eljárások, rendszerek általában könnyen alkalmazhatók és számszerűsíthetők, precízek, illetve különféle specifikus célokra is jól használhatók (DÖMSÖDI, 2007). A kvalitatív módszerek a földhasználatra való alkalmasságot, a kvantitatív módszerek pedig a talajok becsült termékenységének mértékét adják meg. A kettő ötvözése által meghatározható a földterületeken ható gátló tényezők okozta termés hozam-csökkenés (TÓTH, 1996; 2000a).

Földminősítési eljárások és módszerek csoportosítása

1. táblázat

Földminősítési módszerek csoportosítása (KOC SIS et al., 2014b)

Földminősítés elve	Földminősítés célja	Külföldi példa	Hazai példa	Figyelembe vett paraméter	Referencia
<i>Hozzáadéki (földértékelés)</i>	föld gazdasági hasznának megállapítása	–	Aranykorona-rendszer	terméshozam, közgazdasági és gazdaságföldrajzi tényezők	KIRÁLY, 1993
		Franciaország	–		FEKETE, 1965
		Németország	–		
		Olaszország	–		
		Ausztria	–		
<i>kvantitatív</i>	termőhelyre ható tényezők felmérése	Kanada (CLI) USA (USDA LCC) Franciaország Hollandia	–	éghajlat; domborzat; lejtőviszonyok; vízgazdálkodási tulajdonságok	DE LA ROSA et al., 1992; MACHIN & NAVAS, 1995
	növénytermesztésre való alkalmasság leírása	–	Géczy-féle földminősítés	növénycsoportok- és fajok, talajféleségek	GÉCZY, 1960, 1968
<i>kvantitatív</i>	növénytermesztésre való alkalmasság mértékének számszerűsítése	Németország (Talajbecslés)	–	talajtípus; fizikai féleség; humusztartalom; talajképző kőzet; víztartalom; klíma	KRAUB, 1939
		Anglia (ALC)	–	éghajlat; domborzat; gátló tényezők	MAFF, 1988
		–	„100 pontos” termőhely-értékelés	talaj altípus; mért talajtulajdonságok; éghajlat; domborzat; hidrológiai viszonyok	FÓRIZSNÉ et al., 1971
		–	D-e-Meter rendszer	talaj altípus; mért talajtulajdonság; klimatikus jellemzők; évjárat; vízgazdálkodási tulajdonságok; domborzat; NPK tápanyag szint; művelési mód; terméshozam	TÓTH et al., 2014
<i>kvantitatív, kvantitatív (vegyes)</i>	Földhasználati alkalmasság, termékenység meghatározása	Hollandia	–	termékenységbecslés; mért talajtulajdonságok	BEEK & BENNEMA, 1972

2.3. Földminősítési és földértékelési rendszerek külföldön

Az Osztrák-Magyar Monarchiához hasonlóan a földek hozadékának meghatározásán alapuló földértékelési rendszereket alakítottak ki Franciaországban, Olaszországban, Németországban és Dániában, melyek a termékenység mértékének becslését szolgálták (FEKETE, 1965). Más országokban, mint például Bulgáriában az értékeléshez a termőterületek piaci értéke nyújtott alapot (TÓTH, 2000a). A földek tiszta hozadékán nyugvó földértékelési rendszereket a Második Világháborút követően Európában fokozatosan felváltották a környezeti és természeti (talajtani, domborzati, hidrológiai és éghajlati) tényezőket figyelembe vevők (EGRI, 1974; MÉM, 1978).

Németországban a természeti faktorokon alapuló talajminősítést már az 1930-as évek végén bevezették. KRAUB (1939) – elsősorban éghajlati alapon – termőkörzeteket határozott meg, amelyek elhatárolásához talajtulajdonságokat is figyelembe vett. Az ország délnyugati részén élettani alapú termőhely-térképezést végeztek, és a művelhetőségi jellemzők alapján tízfokozatú minőségi skálán osztályozták a termőhelyeket (KUNTZE et al., 1998). Az értékelésnél a mezőgazdasági területek várható terméseredményeit is számításba vették.

A német talajbecslés viszonyítási pontja, az Else Haberhauffe fennsíkon elterülő „míntagazdaság” volt a Magdeburg melletti Bickendorfban. A német rendszer a szántóföldek talajainak minőségbecslésekor a talaj fizikai féleségét, a talaj humusztartalmát és a talajképző kőzet eredetét (glaciális, lösz, alluviális, mállási, kőzetes mállási, kőzetes glaciális, kőzetes alluviális) veszi figyelembe. A rétek és legelők (németül zöldterületek) esetében ugyancsak a talaj típusát és humusztartalmát, az éves hőmérséklet alapján klímafokozatokat (<5,6 °C, 5,7–6,9 °C, 7,0–7,9 °C, >8,0 °C), valamint a talaj víztartalmát (rendelkezésre álló víz öt kategóriába sorolását) használja fel az értékszámok kialakítására (KUNTZE et al., 1998). A szántók, rétek és legelők minőségi alapértékét módosíthatják különböző természeti tényezők (domborzat, talajvíz, fagyveszély stb.) is (RUST, 2006; SCHMAUCH, 2006). A német termékenységi klasszifikációról bővebben LÓCZY (2002), valamint KOCSIS és FARSANG (2007) közleményéből tájékozódhatunk.

Hollandiában parametrikus elven működő speciális földminősítést alakítottak ki (BEEK & BENNEMA, 1972). Erre épülnek részben a FAO földértékelési irányelvei (1976) is. Számba vették azoknak a környezeti tulajdonságoknak az összességét, amelyek a növényi produktivitásra leginkább hatást gyakorolnak.

Az Angliában alkalmazott földértékelési rendszert a szigetország Mezőgazdasági, Erdészeti és Halászlati Minisztériuma (MAFF) 1966-ban vezette be (BIBBY et al., 1991). Az angol módszer elsősorban a mezőgazdasági területek osztályozásán (Agricultural Land Classification:

ALC) alapszik, s célja, hogy elősegítse az optimális és sokoldalú mezőgazdasági területhasználat megteremtését, a mezőgazdaságilag hasznosítható földterületek minőségének becslését.

Az ALC talajosztályozása azon alapul, hogy a talajok termékenységét meghatározó természeti tényezőket, valamint a korlátozó hatásokat számba veszi. Az angol földminősítés a termékenységet befolyásoló természeti faktorok közül nagy jelentőséget tulajdonít az éghajlatnak és a termőhely domborzati adottságainak. A termőképességet gátló tényezők meghatározhatják a természetű haszonnövények körét, az elérhető átlagos termés hozamok nagyságát, a terméseredmények ingadozását és a mezőgazdasági termelés költségeit.

Az angliai földértékelési rendszerben a mezőgazdasági területeket agroökológiai szempontok szerint öt osztályba különítik el. Egyes szakemberek (BIBBY & MACKNEY, 1966) szerint ennek a földminősítési rendszernek a legnagyobb hibája az, hogy klasszifikációjában a nagyon eltérő termőhelyi adottságokkal és termékenységgel rendelkező talajok – a statisztikai átlagolás következtében – a minőségi osztályok tekintetében nem különülnek el élesen egymástól, határaik összemosódnak. Az angol földminősítési térképek részletessége a középső minőségi kategóriában nem bizonyult kielégítőnek, így az ALC 1988-as javított változatában a harmadik minőségi osztályt 3a és 3b alcsoportra bontották szét (MAFF, 1988). A földminősítő eljárást FÜLEKY (1999) „*Az angol földértékelés rendszere*” című publikációjában részletesen is ismerteti.

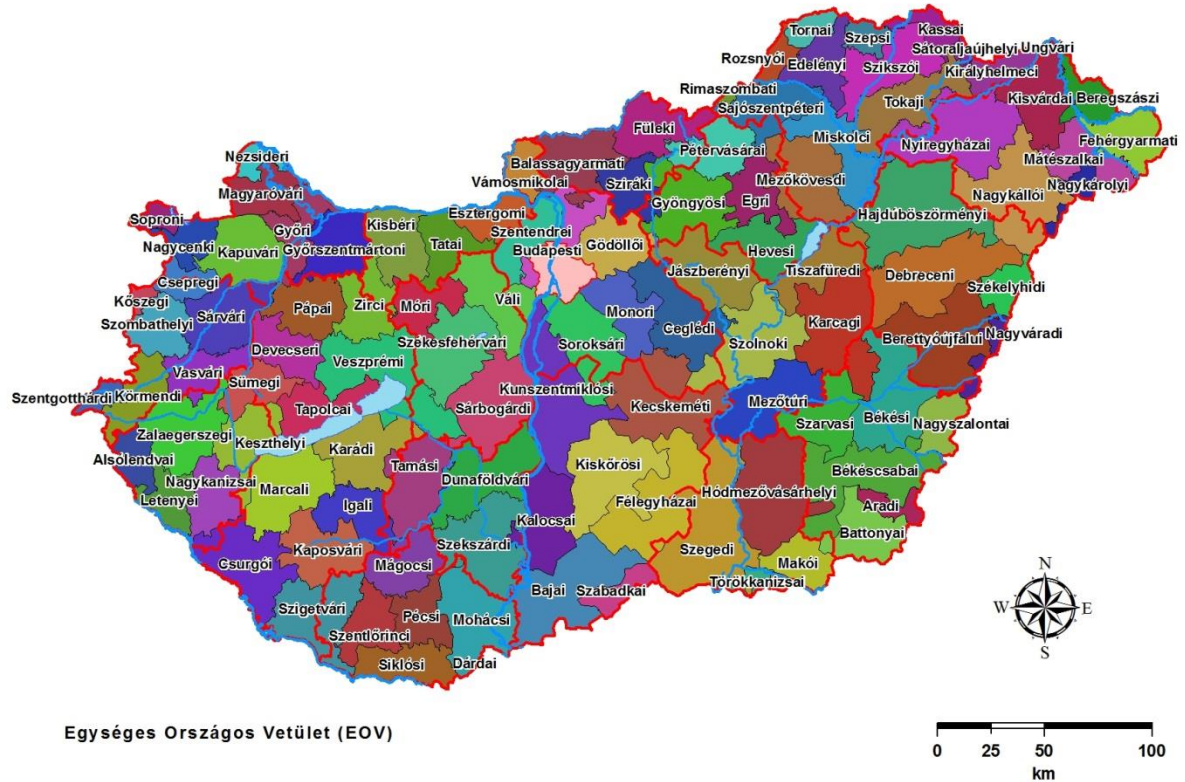
2.4. A hazai földminősítés áttekintése az adóztatási célú rendszertől napjainkig

2.4.1. Kataszteri hozadékon alapuló Aranykorona-rendszer

A 18. században Magyarországon a földek minősítésére irányuló módszerek kidolgozását az abszolutista Habsburg államhatalomnak – a földből nyerhető tiszta jövedelmek figyelembevételével történő – a földek megadóztatásával kapcsolatos törekvései motiválták. A kezdetekben a földminősítés csupán közgazdasági, adóztatási célokat szolgált és nem tükrözte a természettudományos alapokon nyugvó talajtani ismereteket, azok gyarapodását.

A földjövedelmen alapuló adóztatás kialakítására II. József már 1786-ban kísérletet tett, de próbálkozása a nemesi réteg ellenállása miatt kudarcot vallott. Az *1848. áprilisi VIII. törvénycikk* kimondta a közteherviselést, ezzel eltörölték a nemesi adómentességet, és megnyílt a szabad út a földadóztatási-rendszer megteremtése előtt. 1850-ben Magyarországon *császári pátens* (rendelet) ideiglenesen előírta a földkatasztert és a hozadékon alapuló adóztatást. A kiegyezés után az *1875. évi VII. törvénycikk* vezette be az általános, vagy állandó földkatasztert, amely szerint a földek hozadékát, ún. kataszteri tiszta jövedelmét állapították meg (PALLÓS, 1981, 1982). A földek tiszta jövedelmének meghatározását hét (szántó, rét, legelő, szőlő, kert, erdő, nádas) művelési ágra és ezek legfeljebb nyolc minőségi fokozatára végezték el. A művelési ágak minőségi osztályának megállapításánál az ország területét kerületekre osztották fel, valamint ezeken belül – a termelési viszonyokat legjobban reprezentáló – becslőjárásokat jelöltek ki. Ha az adott földterületen – a község közigazgatási egységén belül – a tiszta jövedelemre ható merőben eltérő viszonyok alakultak ki, akkor a becslőjárásokat tovább bontották osztályozási vidékekre (SCHULTEISZ & BALASSA, 1941). Az országban 288 becslőjárást és 570 osztályozási vidéket határoltak le (*1. ábra*: KOCSIS, 2015). Az egyes művelési ágak minőségi osztályai tiszta jövedelmének kiszámításához szántónál 6 év, szőlőnél 15 év, erdőnél 25 év és a többi művelési ág esetében 10 év átlaghozamából vonták le a gazdálkodás költségeit. A gazdálkodási költségek megállapításánál az 1867–1872 időszak átlagait, erdőknél az 1855–1874 évek középpárait levonás nélkül vették alapul (BACSA, 1992). A gazdálkodási és árviszonyokban bekövetkező változások miatt az *1909. évi V. törvénycikkben* rendelkeztek a földadó alapját képező hozadéki rendszer kiigazításáról. A törvény azt is kimondta, hogy az „1875. évi rendelkezés szerint megállapított kataszteri tiszta jövedelmi fokozatok mindaddig nem változhatnak, amíg az ország területére új földszabályozás végre nem hajttatik”. A tiszta jövedelmet az akkori fizetőeszközben, koronában, a pénz értékének romlását követően búza-

egyenértékben, majd 1924-től aranykorona-értékben fejezték ki (PALLÓS, 1981, 1982). Az Aranykorona-rendszerrel részletes áttekintést kapunk KIRÁLY (1993) munkájából.



1. ábra

Magyarország aranykoronás földértékelés becslőjárásainak és osztályozási vidékeinek térképe (KOC SIS, 2015¹)

Megjegyzés: ¹KOC SIS, 2015-ként megjelölt ábrák a doktori (PhD) dolgozathoz készültek.

2.4.2. Kezdeti koncepciók a hazai földértékelés megreformálására

A hazai földminősítés fejlődésére nagy hatást gyakorolt az 1909-ben Budapesten megtartott I. Nemzetközi Agrogeológiai Konferencia. Itt széleskörű publicitást kapott az a tény, hogy az orosz cár által a földterület után kirott adót a Dokucsajev-i talajtani ismeretek alapján elkészített genetikus talajtérképek felhasználásával állapították meg. A tudományos ismereteken alapuló talajgenetikai szemléletet átvéve először Ballenegger tanulmányozta – az őszi búza termesztésére kiválóan alkalmas – csernozjom (mezőségi) talajok termékenységének alakulását.

Vizsgálatainak eredményeit „*A termőföld*” (1921), majd később „*A feketeföld*” (1942) című tanulmányaiban részletesen ismertette.

Hazánkban elsőként ’SIGMOND (1931, 1935, 1936, 1937) írta le annak szükségességét, hogy termőföldjeink minősítését tudományos alapokra helyezzék – a már akkor elavult Aranykorona-rendszer helyett. Megfogalmazása szerint a Dokucsajev és munkatársai által kidolgozott genetikus talajtani elveken alapulva a talajok rendszertani egységeit (akkori elnevezéssel talajnemét), a talajvizsgálati eredményeket, valamint a termelt növények mért termés hozam átlagait kell figyelembe venni a földek minősítésekor. Ebben az esetben az egyes helyi talaj előfordulások (termőhelyek talajváltozatai), termékenységei „*a helyi adottságok szerint fognak változni*”. ’Sigmond szerint a gazdálkodót nem – az 1930-as években már elavultnak számító – Aranykorona-rendszer tiszta jövedelmi értéke érdekli, hanem az, hogy a különböző talajtípusokon milyen önköltséggel, mekkora átlagos termés eredmények érhetőek el, és ez hogyan viszonyul az éves pénzjövödelméhez.

’Sigmond Elek – a hazai talajértékelést új alapokra helyezését sürgető – tanulmányainak megjelenésével egy időben, azzal párhuzamosan KREYBIG Lajos (1935) vezetésével agrogeológiai – talajtani – szempontú országos átnézetes talajismereti térképezés kezdődött el. A munka keretében Kreybigék az elkülönített talajfoltokra termés hozamokat kezdtek el gyűjteni azzal a szándékkal, hogy egy új talajminősítés kialakításához felhasználhassák az adatokat (MÁTÉ & TÓTH, 2003). KREYBIG (1937) felismerte az egyes termőhelyek talajainak termékenysége, az alkalmazott agrotechnika és a termelés agroökonómiai aspektusai közötti összefüggéseket, de a megállapításai és a földminőség közötti összefüggéseket nem vizsgálta. Az I. és II. Bécsi döntés alapján végbement terület-visszacsatolások következtében a térképezést fel kellett gyorsítani, ezért a termés eredmények talajfoltonkénti összeírását a későbbiekben mellőzték. A tiszántúli területeken szerzett ez irányú tapasztalatait a „*Tiszántúl*” (KREYBIG, 1938) című írásában tette közzé. Kreybig azokat a talajtulajdonságokat kívánta térképezni, amelyek közvetlenül hatnak a növénykultúrák fejlődésére. A szántó, a rét és legelő művelési ágakra talajminősítési fokozatokat állapított meg a talaj kémiai tulajdonságai, a fizikai félésege, valamint a vízgazdálkodási és a tápanyag-ellátottsági sajátosságai alapján (KREYBIG, 1952), így a térképezési eredményeiből kiindulva az ország területére 35 talajtípust határolt le. A Kreybig talajtérképek bizonyos kereteken belül – nem küszöbértékek alapján – osztályozzák a talajokat, valamint csak a talajok jellemzésére korlátozódnak.

KOTZMANN (1938) egy talajtani kutatásokkal foglalkozó intézmény létesítésére tett javaslatot, amelynek egyik fő feladata a hazai kataszteri földértékelés talajtérképi alapokon nyugvó kialakítása lett volna. A II. Világháború után DÉR (1957) egy korszerű talajértékelés mellett foglalt

állást, amely 1:10.000 léptékű talajtérképeken alapult volna, a talajtípusokhoz úgynevezett termelési értékszámokat rendelve. Az értékszámok meghatározásánál a kémhatás és mészállapot, a (fel- és altalajhoz tartozó) kötöttség, a talaj vízgazdálkodás, a termő- és humuszos réteg vastagság, a humusztartalom, a domborzat és a fekvés értékelését tartotta fontosnak.

SÍK (1958) – ’Sigmondhoz hasonlóan – a genetikus talajtérképekre és a helyi talajváltozatok minősítésére fektette volna az új földértékelés alapjait. Tanulmányában minden helyi változathoz természetes termékenység-értékeket rendelt, majd azokból tíz csoportot és minőségi osztályokat képzett. A termőképesség-becsléseknél figyelembe vette a vizsgált földterület fekvését és erózióját, valamint a talajvízviszonyokat és az esetleges talajjavítás igényét. Ugyanakkor nem adott semmiféle iránymutatást a természetes termékenységet jellemző számérték képzésének módjára.

MÁTÉ (1960, 1961) – ugyancsak ’Sigmond elveit követve – a talajegységeket több éven át mért termésadatokkal kívánta kapcsolatba hozni. A szerző az utóbbiból kiindulva a kisléptékű talajtérképeken elkülönített talajtipológiai egységek termékenységének jellemzésére, az országos vetésterületi arányból kiindulva a tíz legfontosabb haszonnövény hosszú idősoros termésátlagainak statisztikai elemzésével képzelte el a viszonzyszámok kialakítását. E viszonzyszámok súlyozásával kialakított termékenységi értékszámokat rendelt volna az egyes talajokhoz, ezzel számszerűsítve a CSERHÁTI és KOSUTÁNY (1887), GRÁBNER (1958), VILLAX (1948) és mások által – a hazánkban sikeresen termesztendő növénykultúrákra – létrehozott talajcsoportok termőképességét. Dolgozatában számszerűsítette a különböző talajtípusokkal jellemezhető talajtájak (termőhelyek) értékszámait.

1962-ben a kormányzat a II. Világháború óta első alkalommal arról hozott határozatot (3250/1962. (IX. 6.) Korm. sz. *határozat*), hogy az elavult hozadéki (aranykoronás földminősítés) helyett egy új földminősítési rendszert kell megalkotni (BACSA, 1992). Több neves szakember (Fekete Zoltán, Géczy Gábor, Máté Ferenc) tett javaslatot talajtani és talajosztályozási ismereteken nyugvó földminősítés megteremtésére.

FEKETE (1965) tanulmányában kifejtette, hogy az új talajértékelési módszert nagyméretarányú (1:10.000) talajtérképekre támaszkodva kell kidolgozni. Az ország teljes feltérképezéséhez számításai szerint kb. egy évtizedre lett volna szükség. Talajértékelési eljárásában figyelembe vette az egyes talajvizsgálati paramétereket, továbbá egyes közgazdasági faktorokat, mint pl. az útviszonyok, a piacok távolsága stb.. Munkája során megkísérelte, hogy a Kreybig-féle átnézetes talajismereti térképek talajinformációit felhasználja a Sík által kialakított helyi talajváltozatok termékenységi viszonzyszámainak megállapítására.

GÉCZY (1960, 1968) irányításával kezdődött meg az országos talajtérképezésre épülő termékenységi talajklasszifikáció. A munkához a Kreybig-féle talajismereti térképeket használták fel, így a léptéke 1:25.000 lett. Az ország valamennyi közigazgatási egységére – 3270 településre – községhatáron elkészítették a talajfelmérést. A talajtérképezés 1958 és 1960 között folyt, a Kreybig-térképek talajszelvényeinek felújítását, valamint a laboratóriumi talajvizsgálatokat az Országos Mezőgazdasági Minőségvizsgáló Intézet (OMMI) és a helyi gépállomások szakemberei végezték. Célja térségi szinten – a léptéknek megfelelő részletességgel – a mezőgazdasági hasznosítású területek növénytermesztésre való alkalmasságának minősítése volt a talajsajátosságok, a földrajzi fekvés és az éghajlat figyelembevételével; elősegítve ezzel a „szocialista” mezőgazdasági üzemekben a táji adottságokhoz minél jobban idomuló vetésszerkezet kialakítását. A térképi részletesség miatt a talajfelmérés elsősorban tájtermesztési elképzeléseket szolgált volna (LÓCZY, 2002).

Géczy az általa kidolgozott földminősítésben – Mátéhoz hasonlóan – a haszonnövénycsoportok és a növényfajok térképeken lehatárolt talajtipológiai egységekhez köthető átlagos termékenységből indult ki. Az átlagos termékenység meghatározásánál a terméseredmény mérőszámának azt az alaphozamot vette alapul, amelyet az 1950-es és 1960-as években az elérhető átlagos agrotechnika alkalmazása mellett, a talajerő-utánpótlást nem számítva gabona egységben [GE] becsültek. Az indikációs elv szerint, illetve az országos vetésterület százalékos megoszlása alapján három növényből álló növénycsoportokkal jellemezte a termőterületeket. E csoportok a termelésben nagy jelentőséggel bíró gabona, ipari vagy kapás, valamint pillangós takarmánynövénynek egy-egy jellegzetes kombinációjából álltak (GÉCZY, 1968). Az eljárás növénycsoportokkal fejezte ki a földterületek alkalmasságát aszerint, hogy mennyi növénynek biztosít I. II. és III. rendű termőhelyet, illetve milyen növénykultúrák természetesen gazdaságosan és sikeresen az adott földterületen. A termőhelyeken belül is további „a” és „b” fokozatokat különítettek el, így az országban 21 osztály került kijelölésre. Géczy – Kreybig nyomdokait követve – talajhasznosítási klasszifikációkat is kialakított. A talajhasznosítási osztályokat művelési ágak alapján jellemezte. Az „A” kategóriájú termőföldek szántónak, szántóföldi növények termesztésére alkalmasnak, míg a „B” és a „C” kategóriákba soroltak hasznosítása korlátolt, rét vagy legelő földhasználatra javasolható. A talajfelmérés során domborzati és éghajlati (vízellátottsági) tényezők, valamint talajhasznosítási kategóriák alapján az országban negyven termőkörzetet határoltak le.

Földminősítő módszerét több oldalról is bírálókat érte, mert az általa használt talajmegnevezéseket nem definiálta pontosan, a termőhelyi kategóriák kialakításának ismérveit nem írta le egyértelműen. A termőhelyek alkalmasságát általános érvényű megfogalmazásban

tárgyalta. A talajok különböző haszonnövényekre vonatkozó, egymáshoz viszonyított termékenységét – termésadatok szakszerű feldolgozása és elemzése hiányában – egyéni becslésekre építve adta meg (MÁTÉ, 1999; MÁTÉ & TÓTH, 2005).

A hazai földminősítés fejlődésében ebben az időszakban nagy előrelépést jelentett, hogy Dér, Sík és Fekete tanulmányaiban, majd Géczy térképi felmérésében a földminősítést, a talajtermékenység megállapítását talajtérképekre kívánták alapozni (2. táblázat: KOCSIS et al., 2014b). Nem vizsgálták (illetve nem ismerték) a talajtulajdonságok és a növények mért terméshozamai közötti összefüggéseket, de kísérletet tettek arra, hogy valamiféle becslést adjanak a művelt területek földminőségére.

A 3250/1962. (IX. 6.) *Kormányhatározat* után egy évvel született a földminősítés ügyében döntés, amely elrendelte egy új rendszer megalkotásának a tervét, és a kataszteri aranykoronás értékelés kirívó aránytalanságainak megszüntetését tűzte ki célul. A földminősítés kidolgozása ellen szolt, hogy a végrehajtására szükséges időt (15 év), valamint költségeket (akkori értéken 71 millió Ft) túlzottnak gondolták. Attól is tartottak, hogy mire a munkát hazánk területén befejezik, addigra már az új rendszer is elavul. A földminősítés témáját több évre levették a napirendről, majd csak 1966-ban kezdték el a kataszteri hozadékon alapuló Aranykorona-rendszer durva aránytalanságainak csökkentését célzó tervek kidolgozását. Többek között a megoldás azért is vált egyre sürgetőbbé, mert a mezőgazdasági üzemek 1/3-nál úgynevezett negatív különözeti járadék keletkezett, amelyet valamilyen formában vissza kívántak juttatni az állami gazdaságoknak és a termelőszövetkezeteknek.

1967–1968-ban a Mezőgazdasági és Élelmezésügyi Minisztérium (MÉM) Országos Földügyi és Térképészeti Hivatala (OFTH) a földértékelési rendszer kiugró torzításainak megszüntetéséről hozott intézkedéseket (PALLÓS, 1981, 1982). Elrendelte a becslőjárasi mintatér jegyzékek felülvizsgálatát és a megszünt mintaterek pótlását, valamint ezeknek 1:100.000 léptékű megyei munkatérképen való feltüntetését. Szabályozta a talajromlás és a talajjavítás során bekövetkezett földminőségi változások érvényesítését, valamint a gyümölcsös és a kert művelési ágra előírta új tiszta jövedelmi fokozatok felállítását. Definiálta a kirívó aránytalanság fogalmát, amely legalább egy vagy két minőségi különbséget, de kataszteri holdanként (kh) legalább 5 aranykorona-érték eltérést jelentett (FÓRIZSNÉ, 1985; BACSA, 1992).

Az elavulttá vált Aranykorona-rendszer helyébe lépő egy földminősítési eljárás kidolgozásáról a szakemberek véleménye igen megoszlott. Ez annak volt tulajdonítható, hogy addig a földminősítés fejlesztése érdekében nem folytak koncentrált kutatások. A témában született tanulmányok nagy többsége a hozadéki földértékelés kritikai elemzésén nem lépett túl.

2.4.3. A „100 pontos” Termőhely-értékelés

1969-ben a MÉM pályázatot írt ki a hazai földminősítés korszerűsítésének megoldására, amelyre 19 pályamű érkezett be. A kiírásnak Máté is egyik díjnyertese lett pályázatával. Dolgozatában a „*talajok effektív termőképességének*” megállapítását tartotta fontosnak, amely az 1960-ban és 1961-ben ismertetett – fentebb már leírt – elgondolása alapján került volna kiszámításra (FÓRIZSNÉ, 1985).

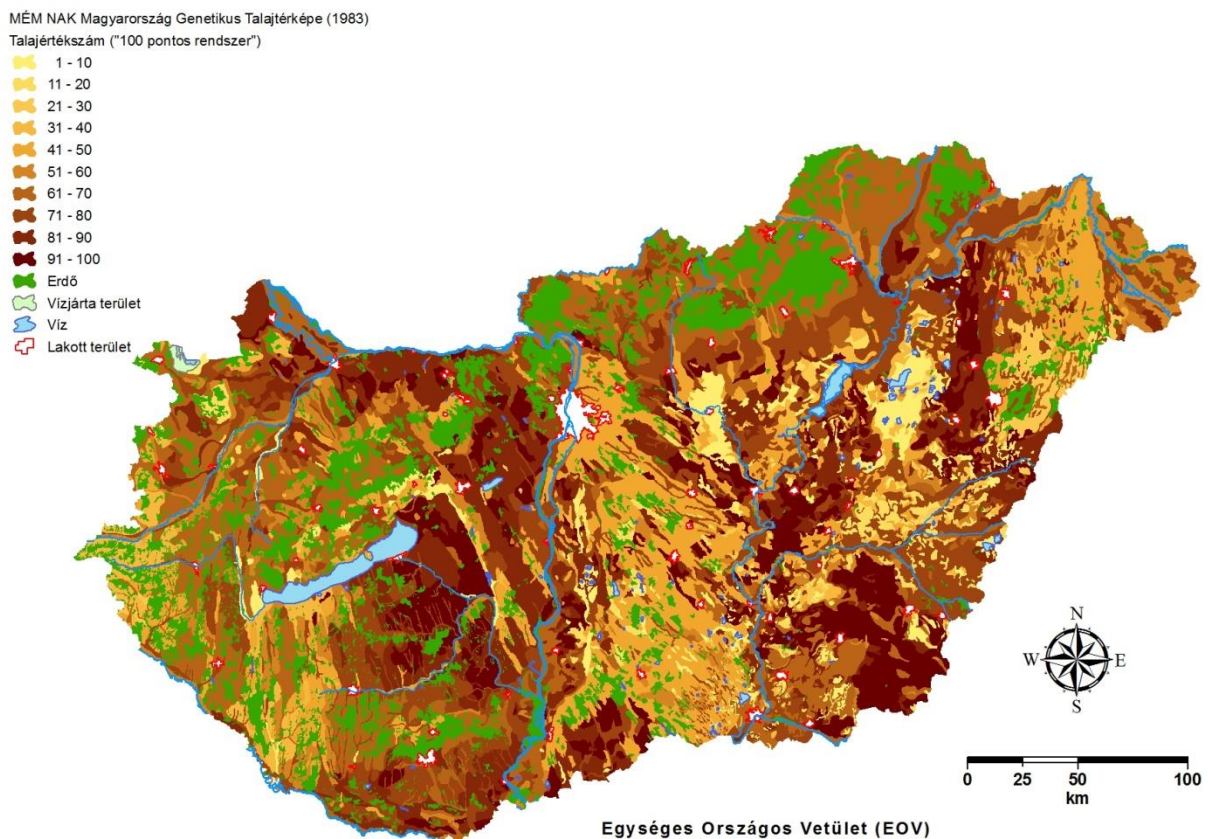
1971-ben kezdődött el az új földminősítő rendszer létrehozása, amellyel a Pénzügyminisztérium Mezőgazdasági Főosztálya az Agrárgazdasági Kutató Intézetben Kállai Kornél irányításával Máté Ferencet és munkatársait bízta meg (FÓRIZSNÉ, 1985). Az eredeti elképzelés szerint talajminősítésük három alappilléren fektetett volna: a genetikai talajosztályozáson alapuló rendszertani egységek termékenység becslése után az egyes talajtulajdonságok hatásának számszerűsítésével létrehozott *talajértékszám*; a domborzati és éghajlati tényezők, valamint a hidrológiai viszonyok – összefoglalóan nevezve természeti tényezők – ismeretében a talajértékszám korrigálásával számított *termőhelyi értékszám* és a földértéket kifejező közgazdasági (ökonómiai) faktorokat figyelembevevő *közgazdasági értékszám* (KOCSIS, 2007; KOCSIS et al., 2008).

FÓRIZSNÉ és munkatársai (1971) úgy vélték, hogy a talajváltozatok termékenységének reális és objektív megállapítása csak nagy elemszámú, valamint kellő területi pontosságú adatgyűjtésből származó többéves mért terméshozamok statisztikai feldolgozásával érhető el, amely bonyolult és időigényes feladat. Javasolt munkamódszerük szerint amíg az elvárt elemszámmal rendelkező termésadathalmaz megfelelő statisztikai feldolgozása el nem készül, addig a talajtermékenységek megítélésénél használni kell a „*kollektív becslés módszerét*” (nagy tekintélyű hazai talajtanos és növénytermesztő professzorok közösen kialakított irányzatai), amelyet majd idővel helyettesíteni lehet terméshozam alapú értékeléssel. A legtermékenyebb talajváltozatok termékenység-értékszámuk 100, míg a legterméketlenebbekét az 1 értékhez kötötték (FÓRIZSNÉ et al., 1971). A szerzők által kidolgozott talajértékelés is döntően becslésen alapszik, bár a módszerük megalkotásánál bizonyos mértékig a rendelkezésükre álló terméseredmények statisztikai feldolgozására is támaszkodtak. A fentebb ismertetett hazai földminősítési módszerekhez képest Fórizsnéék talajfélésegek termékenységbecslésén alapuló „100 pontos rendszere” előrehaladást mutatott.

A 2. ábrán bemutatom a KOCSIS és munkatársai (2015) által korrigált és finomított vektoros állományba helyezett, 1:200.000 méretarányú Magyarország MÉM NAK (Mezőgazdasági és Élelmezésügyi Minisztérium Növényvédelmi és Agrokémiai Központ) által

készített genetikus talajtérkép (JENEY & JASSÓ, 1983) talajfoltjaira a Termőhely-értékelés módszerével kiszámolt átlagos talajértékszámokat (KOCSIS, 2015).

A „100 pontos” földminősítés bevezetését nagymértékben segítette, hogy az 1950-es és 1960-as években genetikai elvekre, valamint talajvizsgálati adatok nagy tömegére alapozva országos áttekintő talajtérképet szerkesztettek (STEFANOVITS & SZÜCS, 1961; STEFANOVITS, 1963). Ezzel párhuzamosan elkészültek hazai talajtípusaink, talajtájaink és az ország talajviszonyainak összegző monografikus leírásai (SZABOLCS, 1954, 1961; MÁTÉ, 1957, 1962; BACSÓ, 1959; SZÜCS, 1961). Főrizsné és munkatársai a talajértékszamos értékelés kialakításánál a hazai genetikus talajosztályozás rendszertani alapegységeit, a talaj altípusokat, illetve az azok egyszerűen és reprodukálhatóan mérhető talajtulajdonságait vették figyelembe. Földminősítésüknél típusokból és altípusokból kiindulva, vélt talajváltozati termékenységi sorrendek alapján az alaptalajértékszámok felső- és alsó határát adták meg. A talajok értékszámát az egyes változatok módosító pontértéke korrigálhatja, amelyet a változati talajtulajdonságok figyelembevételével állapítottak meg.



2. ábra

Magyarország MÉM NAK Genetikus Talajtérképének talajfoltjaira kiszámolt „100 pontos rendszer” talajértékszámjai (KOCSIS, 2015¹)

2. táblázat
 Hazai földminősítő módszerek áttekintése Aranykorona-rendszertől D-e-Meter termőhely-minősítésig (KOC SIS et al., 2014b)

Földminősítő eljárás	Cél	Méretarány	Figyelembe vett tulajdonság	Mutatószám	Használatának ideje	Felújításának módja	Hozzáférhetőség
Aranykorona-rendszer (1875)	földvagon adóztatása	1:2.880	tiszta jövedelmi fokozatok	1875: Korona; 1909: búza-egyenérték; 1924: Arany-korona [AK]	1875–1981, majd 1990-től napjainkban is	1909. évi V. törvények 3250/1962. IX. 6. Kormány-határozat	földhivatalok
Dér-féle módszer (1957)	talajtípusok minősítése	1:10.000	genetikus talajértékelés információi	termelési értékszám	nem vezették be	–	DÉR, 1957
Sík-féle módszer (1958)	talajváltozatok minősítése	–	helyi talajváltozati tulajdonságok	talajcsoportok és minőségi osztályok			SÍK, 1958
Fekete-féle módszer (1965)	talajok minősítése	1:10.000	genetikus talajértékelés információi	–			FEKETE, 1965
Géczy-féle talajértékelés (1960-as évek)	talajtipológiai egységek minősítése	1:25.000	növénycsoportok- és fajok átlagos terméshozama	gabona egység [GE]			GÉCZY, 1960, 1968
„100 pontos” termőhely-értékelés (1971)	talajváltozati termékenység becslése	1:10.000	mért talajparaméterek, domborzat	0–100-as skála	1981–1990	1986: Genetikus talajértékelési módszer	földhivatalok, megyei NÉBIH Növény- és Talajvédelmi Igazgatóságok
D-e-Meter termőhely-minősítés (2000-es évek)	termőhelyek minősítése mért terméshozamok alapján, földértékelés	1:10.000	mért talajparaméterek, NPK tápanyag szintek, főbb gazdasági növények terméshozamai, domborzat, klimatikus tényezők, évijárthatás	egységes skála extenzív és intenzív viszonyokra	nem vezették be (tesztelés alatt)	–	TÓTH et al., 2014

A kvantitatív alapú „100 pontos” termőhely-értékelésnél a talajértékszámokban a talajok termékenységének mértéke jelent meg, viszont a termőhelyi értékszámokban a természeti faktorok is kifejezésre jutottak, amelyek az éghajlati (térsegre jellemző klimatikus adottságok), domborzati és hidrológiai (felszíni, vagy felszín közeli víz) viszonyok hatásaként nyilvánultak meg (FÓRIZSNÉ et al., 1971).

Az eredeti elgondolások szerint a klimatikus viszonyok értékeléséhez a régi becslőjárások határait, 1969-ben elkészült éghajlati körzetbeosztást alkalmazták volna, ami egyben megegyezik a közigazgatási rendszer felosztásával (MÉM, 1982d). A domborzati tényezők módosító hatásainak számbavételénél a lejtő meredekségétől és a kitettségétől függően korrigálták a talajértékszámot (MÉM, 1982c). A hidrológiai viszonyok értékelésénél figyelembe vették a sík területeken az esetlegesen fellépő belvízi jelenségeket, megkülönböztetve a 2 hétnél rövidebb ideig tartó időszakos vízelöntést és az ennél hosszabban fellépő, évenkénti időszakos vízborítást. A vízhatás másik formáját, a lejtőkön vagy a lejtőlábi területeken keletkező fakadó vizeket is indokolt esetben számításba vették a pontértékek módosításánál. A termőhelyi értékszámot csökkentő tényező volt továbbá a fölhasználati egység nagymértékű talajheterogenitása is, mert az erősen talajfoltokkal tagolt üzemi tábla időbeli talajművelését, optimális talajhasználatát megnehezíti (FÓRIZSNÉ, 1985).

FÓRIZSNÉ és munkatársai (1972) egyértelműen kifejtették, hogy a földminősítő módszerük bevezetésének az alapfeltétele, hogy a minősítendő területről az „1:10.000 méretarányú talajtérkép és kartogramjai, valamint a helyszíni és laboratóriumi talajvizsgálatok eredményei” rendelkezésre álljanak.

Igaz, hogy a földterületek aranykorona-értékét tartalmazó földrészlet térképek 1:2.880 léptéke egy nagyságrenddel jobb, mint a 1:10.000-es genetikus talajtérképeké, viszont a Kreybig vagy a Géczy talajismereti térképek (több esetben csak névleges) 1:25.000 méretaránya lényegesen rosszabb térbeli felbontást eredményez (2. táblázat: KOCSIS et al., 2014b). A Kreybig- és a Géczy-térképezés legfeljebb térségi szintű földminősítést tett volna lehetővé, emiatt ezek csupán regionális növénytermesztés tervezéséhez használhatóak (TÓTH & MÁTÉ, 2006). A genetikus talajtérképezés léptéke elegendő pontosságú ahhoz, hogy a „volt szocialista” nagyüzemi (50–80 ha-os) táblák, vagy a mai átlagos méretű (20–40 ha-os) parcellák földminősítéséhez kellő mennyiségű információt szolgáltatson a talajainkról. Ugyan jóval előbb – már 1960-ban – megkezdődött hazánkban a nagyméretarányú üzemi genetikus talajtérképezés (SZABOLCS et al., 1966), viszont az eredményéből származó talajinformációk a szükséges mennyiségben és területi arányban ekkor még nem álltak rendelkezésre a „100 pontos” minősítő rendszer számára.

A termőhely-értékelésre épülő, az ökonómiai faktorok figyelembevételével kialakítandó közgazdasági értékeléssel kapcsolatosan sem történt előrehaladás (BACSA, 1992). A kidolgozott talajértékelést a MÉM vezetése jónak és bevezetésre alkalmasnak találta, de gyakorlati alkalmazása váratott még magára, 1972-ben a rendszer bevezetését határozatlan időre elhalasztották. Ennek oka egyrészt a pénzforrás hiánya, másrészt az új földminősítés bevezetése iránti igény nem egyöntetű szakmai megítélése volt.

A kutatók tovább foglalkoztak hazai földminősítés hányatott sorsával, így BENET és GÓCZÁN (1973a; 1973b) egy másik új és komplex – a 100 pontos termőhely-értékeléstől eltérő – földértékelési rendszert hoztak létre. A szerzők az értékeléshez három mutatószámot használtak: a FÓRIZSNÉ és munkatársai (1971) által megalkotott termőhelyi értékszámot, a termőhelyi rugalmassági együtthatót és a mezőgazdasági földterület alapárát. GÓCZÁN (1974) elfogadta Fórizsnék földminősítésére vonatkozó talajértékszamos koncepcióját, azonban a domborzat, az éghajlat és a hidrológiai viszonyok értékeléséhez módosító javaslattal élt. A domborzati korrekciós szám kialakításához a bolygatatlan szerkezetű talajmonoliton mesterséges esőztetéssel mért felületi lefolyás értékeit óhajtotta felhasználni, de a MÉM a javaslatot nem tudta alkalmazni, mert ekkor még az ország területére nem állt rendelkezésre lejtőkategória térkép. Góczán a hidrológiai viszonyok értékelésénél fontosnak tartotta továbbá a vízhasznosulási vizsgálatok eredményeit is, amelynek korrekciós értékét úgy számolta ki, hogy a vízáteresztést reprezentáló számok összegének átlagával összeadta a talajokban lévő hasznosítható vízkészlet reciprokának ezerszeresét (BACSA, 1992).

2.4.3.1. A Termőhely-értékelés mintateres változata

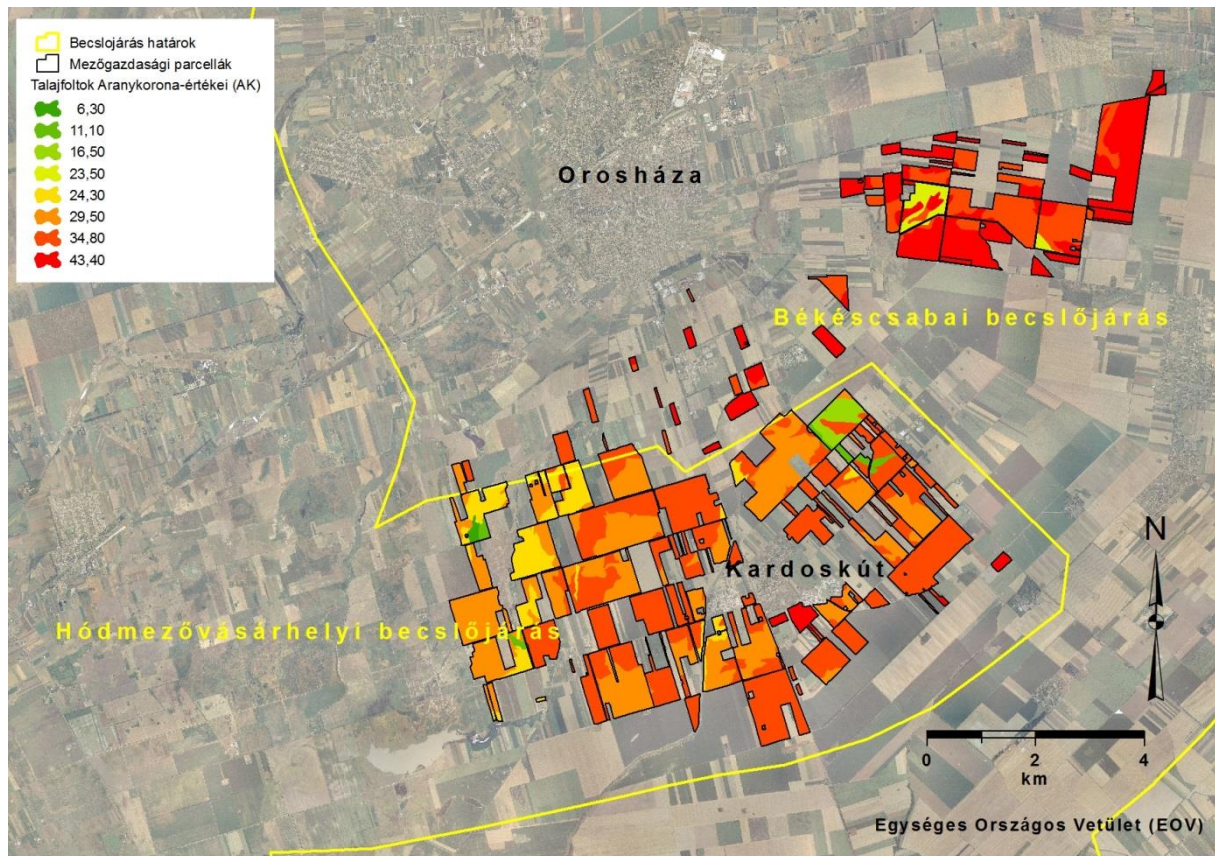
1979-ben *Minisztertanácsi határozat (2012/1979. (V. 26.))* született egy új földértékelési rendszer bevezetésének az előkészítéséről. Az Aranykorona-rendszert leváltó új földminősítéstől a talajok természeti viszonyainak és ökonómiai faktorainak együttes értékelését várták el. Egy évvel később, az 1980. évi 16. számú törvényerejű rendelet előírta (MÉM, 1980), hogy „a földek kataszteri tiszta jövedelmén alapuló földértékelés helyett új, tudományosan megalapozott, korszerű és genetikusan talajosztályozásra épülő földértékelési rendszert kell bevezetni”. Hazánk egész területére kiterjedő, kisléptékű (1:10.000) földértékelési genetikusan talajtérképezésre nem kerülhetett sor az állandó pénzügyi forráshiány miatt, ezért PALLÓS (1981, 1982) a termőhely-értékelés mintateres megvalósítása mellett érvelt. KÁLLAI (1970) már sokkal korábban is a mintateres módszeren nyugvó új földértékelést gondolta bevezetni ideiglenes jelleggel (kb. 6–8 év időtartamra), amíg a végleges térképi felmérések be nem fejeződnek és megbízható földminőségi mutatószámok rendelkezésre nem állnak.

A földminősítési mintateres eljárás az Aranykorona-rendszer 211 becslőjárás mintegy 71 000 mintaterének genetikus talajosztályozás szerinti értékelését és felülvizsgálatát jelentette. KÁLLAINAK még 1970-es javaslatait elfogadva hajtották végre a mintateres termőhely-értékelést, melyek során minden becslőjárásban, az összes művelési ág minőségi osztályaiban „*legalább 10 mintateret*” jelöltek ki. A kiválasztásnál az 1944 év végéig leírt mintatereket vették számításba, mert azok pontosabb művelési ág és minőségi osztálybesorolásokat foglaltak magukba, mint a 1945 után kijelöltek. Viszont nem tűztek ki új mintatereket ott, ahol a természeti viszonyok a minőségi fokozatok megállapítása óta antropogén hatásra jelentősen megváltoztak, vagy a közgazdasági viszonyok változása következtében a földterület új osztályba sorolására került sor. Ha valamelyik mintaterre kiszámolt termőhelyi értékszám plusz vagy mínusz 20 %-nál nagyobb mértékben eltért a környező földterületek értékszámainak számtani átlagától, akkor azt az újraértékelésből kizárták (FÓRIZSNÉ, 1985).

1981-ben elindult a mezőgazdasági területeknek az új földértékelési rendszer mintateres módszerével történő termékenység osztályozása. A földek minősítésének végrehajtásához a MÉM (1981; 1982c) *Földértékelési Szabályzatot és Útmutatót* adott ki, melyet a mintaterek talajértékszámának megállapításánál, illetve a termőhelyi értékszámokat kialakító természeti faktorok vizsgálatánál vettek alapul. Az éghajlati adottságok értékelése ekkor már SZÁSZ (1979) munkáján alapult, amely szerint a termőterületeket községenként az országra kialakított 5 éghajlati körzet valamelyikébe helyezték el. Törekedtek arra, hogy ez a besorolás átfogóan jellemezze a klimatikus adottságokat (LÓCZY, 2002).

A felmérési munka során beigazolódni látszottak azok a vélemények, amelyek nem tekintették tudományosan megalapozottnak és korszerűnek a „100 pontos” földminősítési rendszer mintateres módszerét (MÉM, 1982b). A MÉM az eljárás megbízhatóságának növelése érdekében a mintaterek számának további emelését támogatta; a Pénzügyminisztérium művelési áganként és minőségi osztályonként 5 mintatér leírását javasolta, amely az addigiaknál is nagyobb földértékelési anomáliákat eredményezhetett volna (BACSA, 1992). Egyre több szakember hangoztatta az eljárás ideiglenes bevezetését és korlátozott területű alkalmazását. A felmérési munka során beigazolódni látszott, hogy a mintateres módszer konzerválta az aranykoronás földértékelés hibáinak jelentős részét. Változatlan formában hagyta meg a becslőjárásokat és az osztályozási vidékeket, amelyeknek neve földértékelési körzetekre változott meg. A körzetek határai nem mutattak tudományos kapcsolatot a talajféleségek területi elhelyezkedésével (STEFANOVITS & SZÜCS, 1973; FÓRIZSNÉ, 1982). Nem követték sem hazánk talajtárait (STEFANOVITS, 1981), sem pedig az agroökológiai körzetek tájbeosztását (LÁNG et al., 1983). A mintaterek felülvizsgálatával sikerült ugyan a közigazgatási egységek szántó művelési ágán belül

egy minőségi értékrendet felállítani a jobb és a rosszabb termékenységű földek között, de ez a minőségi sorrend már a becslőjárás területére a „100 pontos rendszer” termőhelyi értékszámával csak nagyon gyenge összefüggést mutatott. A földértékelési körzeten belüli mintaterék termőhelyi értékszámainak számtani átlagolása elfedte az adott földterület reális (valós) értékét (HORVÁTH, 1982). A művelési ágat a szakemberek közgazdasági kategóriának tekintették, ezért a földminősítéstől nem lehetett élesen elválasztani az ökonómiai tényezőket (FÓRIZSNÉ, 1985).



3. ábra

Orosházi mintaterület talajfoltjainak AK értéke két becslőjárás határán
(HERMANN et al., 2010)

A 3. ábrán az orosházi mintaterület vektoros állományú 1:10.000 méretarányú genetikai talajtérképeinek talajfoltjaira Aranykoronában meghatározott földértékek láthatók. A parcellák két különböző – Békéscsabai és Hódmezővásárhelyi – becslőjárás határán helyezkednek el. A földművelési egységek ugyanazon sajátosságokkal és termőképességgel rendelkező talajfoltjai az Aranykorona-rendszer szerint eltérő földértékűek, annak megfelelően, hogy melyik becslőjárás területén fekszenek (HERMANN et al., 2010).

A mintateres fölértékelést a megyei földhivatalok 1981–1985 közötti időszakban teljes mértékben elvégezték. Az értékelési munka során 211 becslőjárásból 6-ot megszüntettek és 19-et felosztottak, így a földértékelési körzetek száma 230 lett. Az újból felmért 71 000 mintatérből

11 000 nem megfelelőt szüntettek meg és ezek helyett 15 000 újat jelöltek ki. 105 000 ha földterület művelési ág változását rögzítették továbbá, valamint 145 000 ha mezőgazdasági hasznosítású külterületi föld minőségi osztályának az átsorolását végezték el (BACSA, 1992).

2.4.3.2. A Termőhely-értékelés genetikus talajtérképes változata

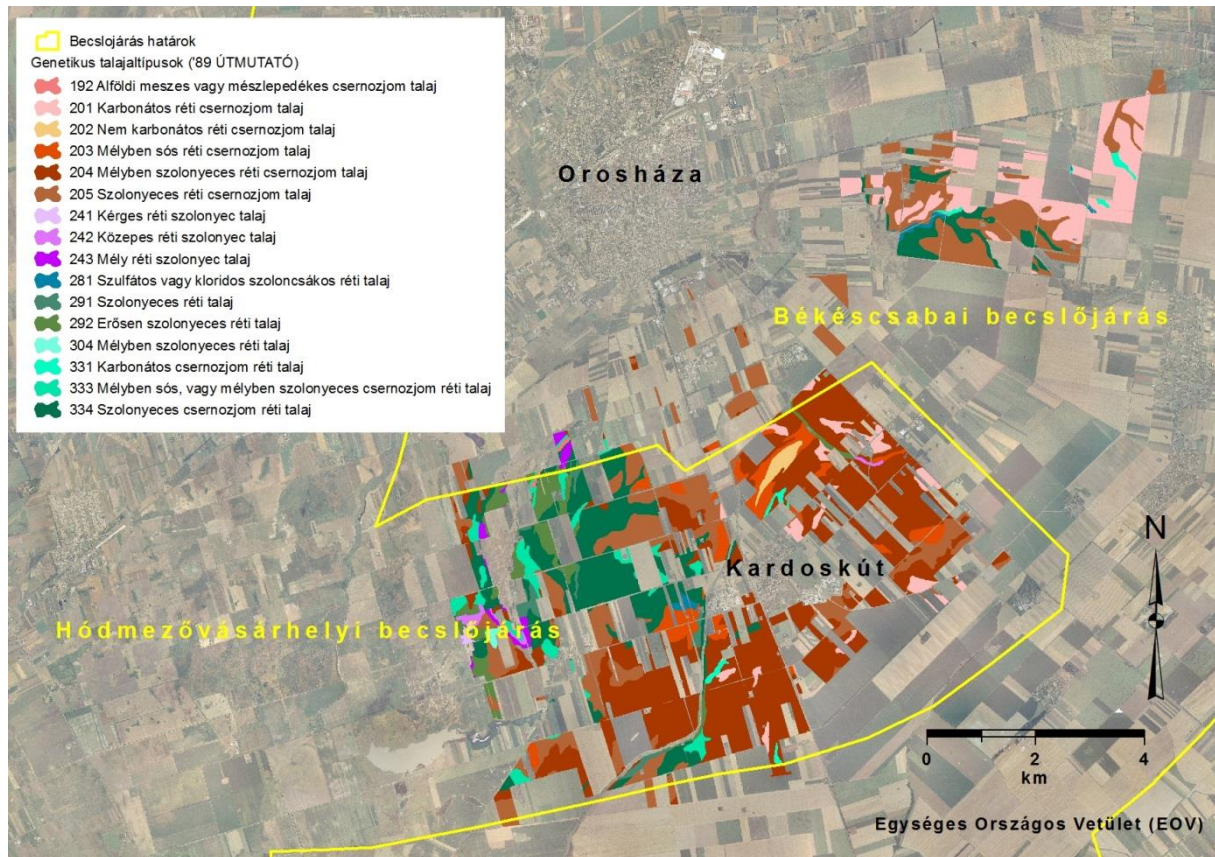
A mintateres talajminősítés jó előre borítékolt eredménytelensége után, illetve annak hibáiból tanulva az *1986. évi 27. számú törvényerejű rendeletben* elrendelték a „100 pontos” termőhely-értékelésnek talajtérképes módszer szerinti elvégzését (IZSÓ, 1986). A térképes módszer bevezetéséhez elsődlegesen áttekintették az 1960-as évek elejétől elkészült 1:10.000 méretarányú üzemi genetikus talajtérképek földminősítésre való alkalmasságát. Döntés született arról, hogy a megfelelőnek ítélt valamennyi üzemi talajtérkép, valamint a hozzá tartozó tematikus (humusz, kémhatás és mészállapot, szikesedési, talajvíz, talajhasználat) kartogram (reambulációját) felújítását is el kell végezni (JASSÓ et al., 1987; JASSÓ et al., 1989). Az 1980-as évek közepére hazánk mezőgazdasági területének mintegy 53–55%-ára készült el a kisléptékű genetikus talajtérkép, 1991-re a feltérképezett területek aránya elérte a 64%-ot. Ebből 1 660 000 hektár (26%) termőterület „100 pontos” földminősítéséhez álltak rendelkezésre használható térképek. Az elkészült genetikus talajtérképek alig 10%-ára határozták meg a termőhelyi értékszámot (SZABÓNÉ KELE, 1999).

A földminősítési munkát a megyei földhivatalokkal és a MÉM Növényvédelmi és Agrokémiai Központtal (NAK) közösen hajtották végre. Földhivatali dolgozók is részt vettek a megyei növényvédelmi és agrokémiai állomások szakemberei mellett a térképi felvételezésben, a talajtani vizsgálatok a megyei NAK laborokban történtek. A végső kiértékeléseket, földminőségi pontszámok képzését újra csak a megyei földhivatalok végezték az elkészült 1:10.000 méretarányú térképek, valamint a leadott helyszíni és laboratóriumi jegyzőkönyvek alapján. A termőhelyi földminősítésnek a harmadik eleme (a közgazdasági tényezők értékelése) sosem került kidolgozásra, így az utóbbi hiányában az Aranykorona-rendszert sosem válthatta volna fel teljes értékűen (VÁGI, 1970; SZABÓ, 1975). Egybehangzottak azok a vélemények is, amelyek szerint „*a termőhelyi értékszám nem fogadható el földadó alapnak a közgazdasági értékelés nélkül*” (FÓRIZSNÉ, 1985).

2.4.4. Visszatérés az aranykoronás földértékeléshez a rendszerváltoztatás idején

A rendszerváltoztatás idején a földminősítési munkákat hirtelen leállították, és az úgynevezett „Normafai megállapodás” szerint visszatértek az aranykoronás értékeléshez (2. táblázat: KOCSIS et al., 2014b). Mivel az 1950-es évek elején a magán földtulajdon szövetkezetekbe vonásakor (TSZ-esítéskor) aranykoronában számították a földek értékét, ezért helyesnek tartották az eredeti mérőszám alapján végrehajtani a kárpótlást, illetve a privatizációt is. Ennek ellenére SZABÓNÉ KELE (2007) véleménye szerint az országos nagyméretarányú talajtérképezési munka leállítását finansiális okokon kívül semmi sem indokolta. A földtulajdonviszonyok rendezésének befejezése után is az aranykoronára épülő földértékelési rendszer maradt használatban, hivatalos állami kezdeményezés nem történt a lecserélésére. Az 1990-es években a földügyi igazgatás és a talajtani szakemberek egyaránt tisztában voltak azzal, hogy az Aranykorona-rendszer már nagyon rég elavult, eredeti földértékelő funkciójának nem képes megfelelni.

KIRÁLY (1993) tanulmányában részletes áttekintést adott az aranykoronás földminősítés fogyatékoságairól, a napjainkban is használt eljárás alkalmazásának hibáiról. Ezek közül csak néhányat emelnék ki: nem konkrét talajtani alapokon nyugszik, hiányzik a természettudományos megalapozottsága. A talajféleségek termékenységét nem veszi figyelembe, arra csak közvetett módon és pontatlanul utal. A talajok egymással országos vagy táji szinten nem összehasonlíthatóak, az összevethetőség csak egy becslőjárásán belül lehetséges, illetve egy közigazgatási egységhez tartozó területek esetében, az azon belüli földek összehasonlítására nyílik mód (KOCSIS, 2007). A kataszteri hozadéki rendszer szubjektív minőségi kategorizálást tesz lehetővé, amely azt jelenti, hogy ugyanazt a földterületet különböző szakemberek eltérően értékelhetik, különböző földminőségi osztályokba sorolhatják (HERMANN et al., 2007). Egy-egy homogén talajtani adottságú terület más-más becslőjáráshoz tartozhat, így nem egyezik meg az Aranykorona értékük sem. Az utóbbi a 3. és 4. ábrán is jól látható, amely azt mutatja be, hogy a Békéscsabai és a Hódmezővásárhelyi becslőjárás találkozásánál az Orosházi szánterületen azonos altípusú és talajtulajdonságokkal rendelkező talajfoltok találhatóak (HERMANN et al., 2010). Előfordulnak pl. nagyvárosok közelében is torz földértéket eredményező alul- és felülértékelések.



4. ábra

Orosházi mintaterületen ugyanazon talajtani sajátosságú talajfoltok és altípusok elhelyezkedése a Békéscsabai és Hódmezővásárhelyi becslőjárások határán (HERMANN et al., 2010)

A Mezőgazdasági Minisztériumban döntés született az Aranykorona-rendszer középtávú fenntartásáról és folyamatos karbantartásáról. Ennek értelmében az 1990-es évek második felében a megyei földhivatalok nekiláttak a mintaterületek újbóli felmérésének, a megszűnt mintaterületek helyett újakat jelöltek ki, illetve a minőségi osztály besorolásokat felülvizsgálták. A Földművelésügyi és Vidékfejlesztési Miniszter rendeletében (105/1999. (XII. 22.)) határozott az aranykoronás földértékelés kiigazításáról, valamint a termőföldről szóló 1994. évi LV. törvény alapján részletesen szabályozta a mezőgazdasági művelés alatt álló területek földminősítését. Új, a kor igényeit kielégítő komplex földértékelési rendszer kidolgozása főleg a szakmai körökben vetődött fel, de ennek kifejlesztésére irányuló törekvések döntéshozói szinten nem történtek meg. 1999-ben az MTA kiadványában szorgalmazta egy szakmai bizottság felállítását, melynek a feladata a hazai földminősítés megújításának koordinálása lett volna, de ez sem valósult meg (SZABÓNÉ KELE, 2007).

2007 októberében az Országgyűlés elfogadta a CXXIX. törvényt a termőföld védelméről, mely szabályozza a földminősítést is. A törvény egyértelműen leírja azt, hogy „A földminősítés az az eljárás, amelynek során a termőföldek minőségi osztálya és kataszteri tiszta jövedelme (Aranykorona értéke) az

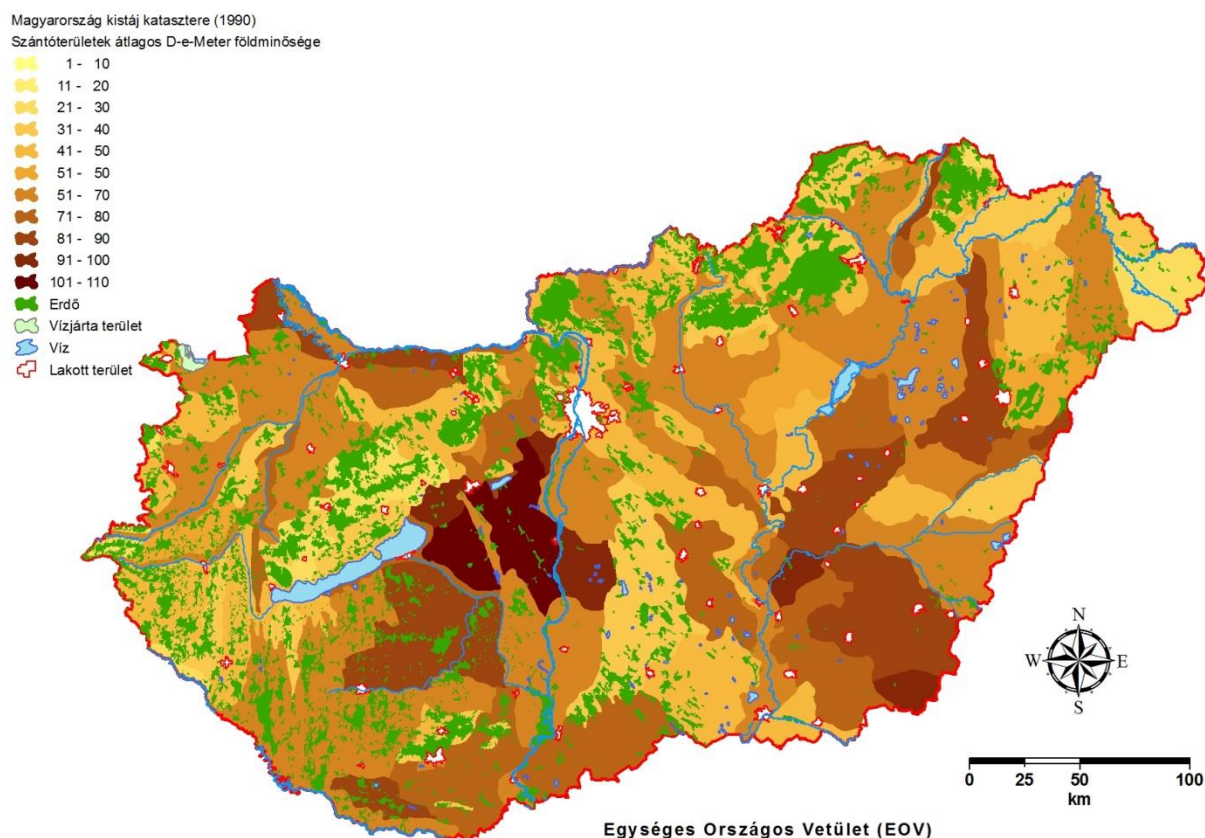
ingatlanügyi hatóság által külön jogszabály rendelkezései szerint megállapításra kerül”. Gondoskodik arról továbbá, hogy a földügyért felelős miniszter rendelet által határozza meg a földminősítés részletes szabályait (SZABÓNÉ KELE, 2007).

Sajnos a mező- és erdőgazdasági földek forgalmáról szóló *2013. évi CXXII. törvény* sem rendezi a hazai földértékelés mostoha sorsát. Jelenleg az 1990-ben a hazai földminősítésbe újból visszavezetett Aranykorona-rendszer mintatereinek folyamatos karbantartása és felülvizsgálata történik. A megyei és a járási földhivatalok illetékes szakemberei a becslőjárások, valamint az ezeken belüli osztályozási vidékek közti kirívó aránytalanságok korrigálására és megszüntetésére törekednek. A munkájuk azon része, amely során kísérletet tesznek a földek Aranykorona-értékeit a valós piaci viszonyokhoz igazítani vajmi kevés sikerrel jár, hiszen a földértékelési rendszer alapjain, hibáin mindez mit sem változtat. A 2000-es évek közepén a földhivatali ingatlan nyilvántartási (TAKARNET) rendszer bevezetésekor a mintaterék GPS koordinátái, valamint a művelési ágak és minőségi osztályok területi elhelyezkedése elektronikusan – DXF. fájl formátumban – rögzítésre kerültek. Az újonnan rögzített információk azonban az Aranykorona-rendszer javítását, korrigálását nem eredményezhették.

2.4.5. Új utakon a D-e-Meter intelligens termőhely minősítéssel

Az 1990-es évek második felében Máté Ferenc kezdeményezésére a Pannon Egyetem Georgikon Karán újra indultak a földminősítési kutatások (TÓTH, 2009). A földértékelésre irányuló munka 2001-ben kapott új lendületet a D-e-Meter intelligens környezeti földminősítő rendszer megalkotásával (GAÁL et al., 2003; TÓTH et al., 2003). Az új talajminősítési rendszert nemzetközi viszonylatban modern és korszerű értékelési módszernek lehet tekinteni (TÓTH, 2000b), amelyet talaj-térinformatikai alkalmazásba foglaltak, valamint interneten elérhető kiszolgáló felülettel is rendelkezett (VASS et al., 2003). Az eddigi becslésen nyugvó hazai földértékelési gyakorlattól eltérően, a D-e-Meter rendszer a talajok relatív termékenységének meghatározását új alapokra, a talajparaméterek terméshozamokkal való kapcsolatának statisztikai elemzésére helyezte. A statisztikai alapú értékeléshez az Agrokémiai Információs és Irányítási Rendszer (AIIR) ver2.0 adatbázis többéves (1985–1989) terméshozam adatai szolgáltatott alapot (DEBRECZENINÉ et al., 2003; MAKÓ et al., 2007). A kialakított D-e-Meter mérőszámok a nagyméretarányú talajtérképezésre épülő, genetikus talajosztályozás taxonómia elemeiből kiindulva jellemzik a talajtermékenységet, hűen tükrözve a termőföldek produkciós potenciálját (HERMANN et al., 2005). Az új földértékelés a szántóterületeket a főbb mezőgazdasági növénycsoportok termőhely-igényei, illetve a mért termésátlagok szerint minősíti. A termőhelyek

minőségét a hazánk területén lehatárolt növény-specifikus meteorológiai nagytájakra és a meteorológiai tényezők által kialakuló (átlagos, kedvező, kedvezőtlen) évjáratípusokra állapítja meg (SZÁSZ, 2002). A D-e-Meter rendszer megalkotásánál függő változóként a termés hozamokat – mint a földminőség objektív mértékét – vették figyelembe, amelyeket a független változók, a termést befolyásoló természeti (talaj-, klíma- és domborzati) tényezők, valamint a gazdálkodási jellemzők (mint pl. a szerves- és műtrágyázás, növényi sorrend, öntözés stb.) határoznak meg (TÓTH, 2009).



5. ábra

Magyarországi szántóterületek átlagos földminősége földrajzi kistájanként a D-e-Meter rendszer szerint (TÓTH et al., 2014)

Az új földminősítés számol a természetű növény tápanyag- (NPK-) igényével, a növény és talaj között lejátszódó tápanyag-reakciókkal, a talajban potenciálisan hasznosuló tápanyag mennyiségével. A D-e-Meter termőhely-minősítés magyarországi bevezetésével az a jól kidolgozott koncepció valósulna meg, amely lehetővé tenné a szántóföldi növénytermesztés gyakorlatában a környezetközpontú és racionálisabb földhasználatot, a termőföld kultúrállapotának hosszú távú fenntartását, a kímélő talajhasználat alkalmazását, a különböző termőhely-igényű növények termesztésének optimalizálását, a hatékonyabb tápanyag-gazdálkodás és tervezhető

mezőgazdasági termelés kialakítását, illetve az indokolt talajvédelmi intézkedések elősegítését (HERMANN & KISMÁNYOKY, 2007; HERMANN et al., 2014a, b).

TÓTH és munkatársai (2014) az AGROTOPO Adatbázis talajfoltjai alapján meghatározták – extenzív és intenzív művelési módokra – a hazai kistájakon előforduló talajféleségek új földminősítési értékszámait (5. ábra).

A jelenleg tesztelés alatt álló D-*e*-Meter rendszer is alkalmas arra, hogy az aranykoronás földértékelés helyébe lépjen. A D-*e*-Meter minősítés tartalmazza mindazt a koncepciót, amelyet elsőként világosan Sigmund Elek fogalmazott meg, majd Máté Ferenc és munkatársai többször is hangoztatottak, hogy a földminősítési eljárás kisléptékű – legalább 1:10.000 méretarányú – talajtérképi információkon és idősoros terméshozam adatok statisztikai elemzésén alapulva minősítse a földterületeket. Ehhez a D-*e*-Meter rendszer korunk legújabb talajtani ismereteit használja fel.

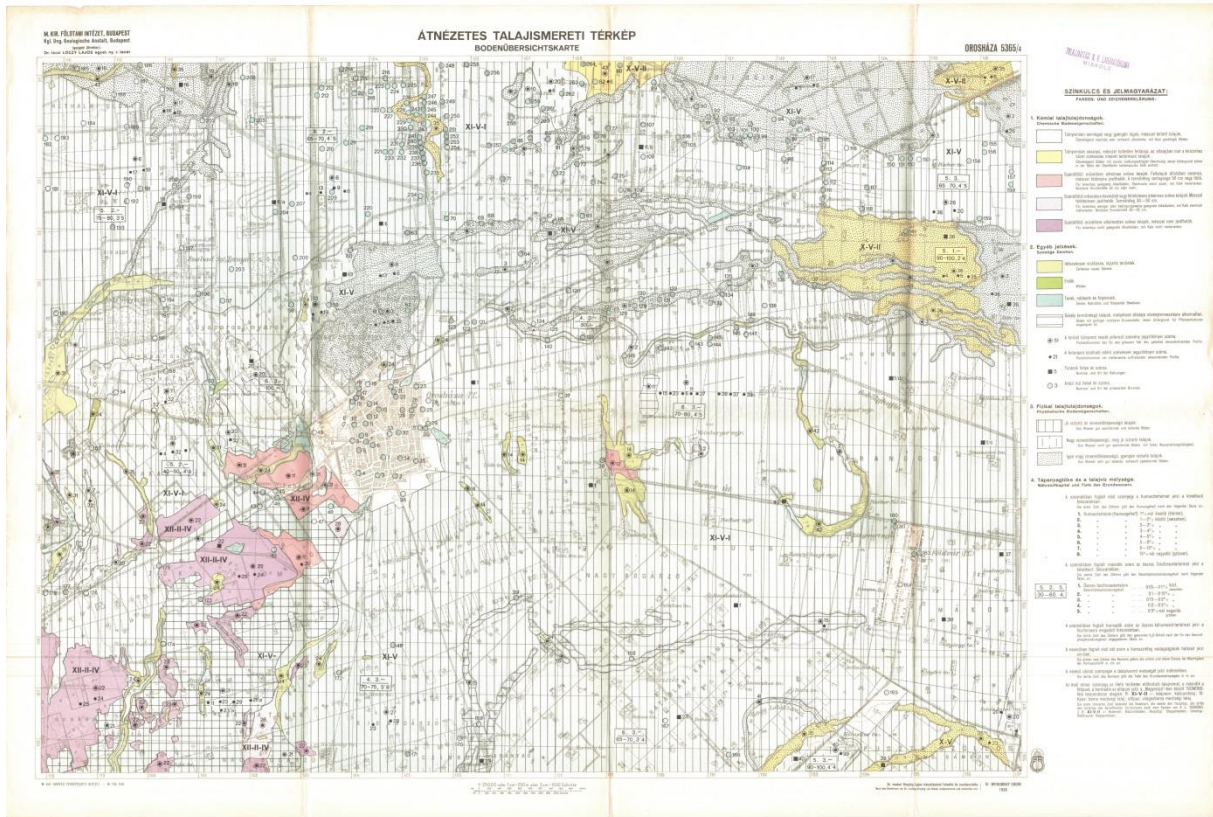
2.5. Hazai földminősítéshez felhasználható talajtérképi és talajadatbázis információk

2.5.1. Kreybig-féle átnézetes talajismereti térképek

Az első nagy országos szintű talajtérképezési munka Kreybig Lajos irányításával 1931-től 1951-ig folyt. E munka keretében készültek el az országra Gauss-Krüger vetületi rendszerben, 1:25.000-es méretarányú átnézetes talajismereti térképek, amelynek a módszerét KREYBIG 1937-ben publikálta. A talajtérképezés eredménye a hazánk teljes területét lefedő 395 db térképlap, amelynek egy részét – 105 lapot – rajzoltak rá topográfiai alapokra, másik részét csak kéziratos formában készítették el (VÁRALLYAY, 2012). A Kreybig-féle talajtérkép lapokon bemutatott területekhez részletes magyar és német nyelvű leírófüzetek tartoznak, amelyek tartalmazzák a terepi- és laboratóriumi vizsgálatok eredményeit (SISÁK & PÓCZE, 2011).

A Kreybig talajtérképeknél a feltárt talajszelvényeket három csoportba sorolták: a terület túlnyomó részét jellemző szelvények; foltonként megtalálható eltérő szelvények; a fűrt szelvények (6. ábra: WITKOWSKY, 1938). A füzet az első két szelvény kategória teljeskörű leírását tartalmazza. A Kreybig talajismereti térképeket a Magyar Tudományos Akadémia Agrártudományi Kutatóközpontjának Talajtani és Agrokémiai Intézete gondozza, és évek óta munkálkodik e talajtérképeken alapuló térinformatikai adatbázis létrehozásán (SZABÓ et al., 2005; NÉMETH et al., 2002; PÁSZTOR & SZABÓ, 2005). A Kreybig-féle térképek – 1:10.000 méretarányú üzemi vagy

földminősítési genetikus talajtérképi források hiányában, bizonyos megkötések és feltételek mentén – csak tájékoztató jellegű talajadatokat nyújthatnak a földminősítés számára.



6. ábra

1:25.000 léptékű Kreybig-féle átnézetes talajismereti térkép (5365/4: Orosháza, WITKOWSKY, 1938) vektoros állománya

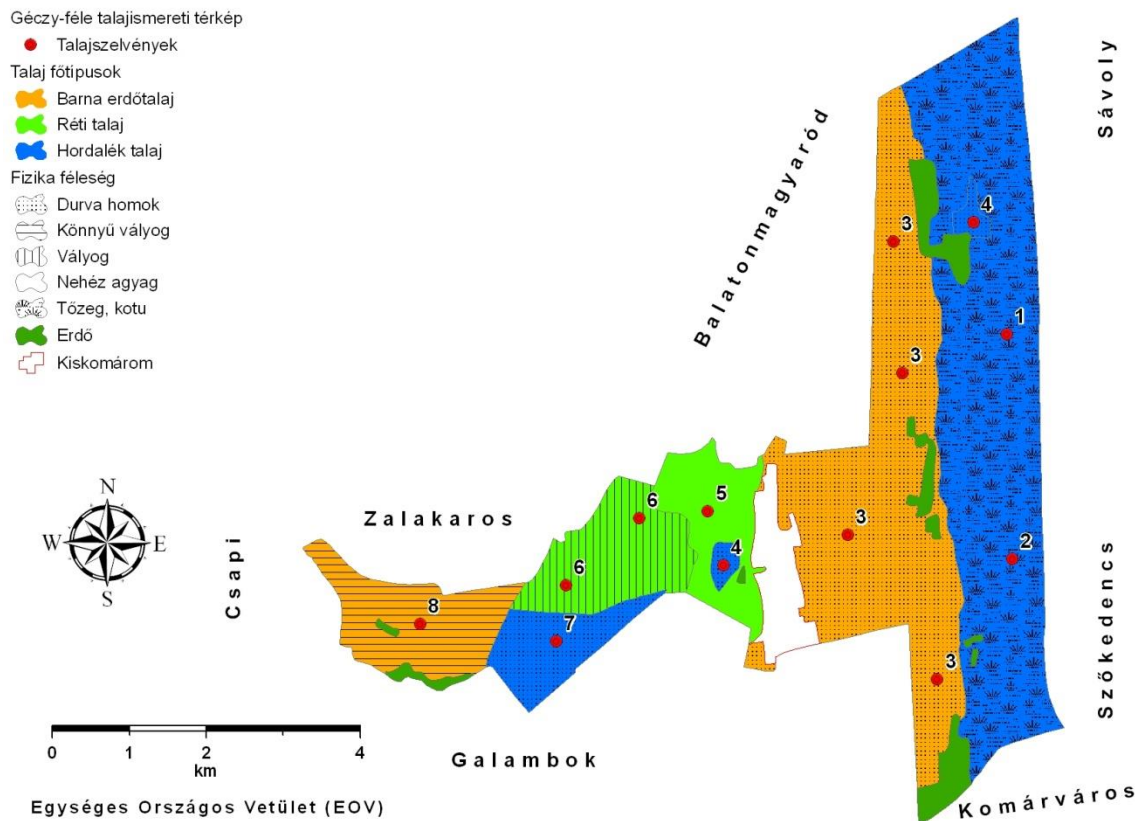
2.5.2. Géczy-féle országos talajismereti és talajhasználati térképezés

A Géczy-féle talajtérképezés eredményeit a hazai földminősítés történetének leírásában, a 2.4.2 fejezetben már részletesen tárgyaltam, ezért itt csak érintőlegesen lesz róla szó. GÉCZY (1959) doktori értekezésében fogalmazta meg egy újabb talajtérképezés alapelveit, majd eredményeinek hasznosítására a talajhasználat és talajminősítés területén későbbi publikációiban tett javaslatokat (1960, 1962, 1964). Később könyv formájában összegezte az időközben ténylegesen megvalósult országos jelentőségű talajtérképezési munka eredményeit (GÉCZY, 1968). A talajismereti térképek 1958–1961 között készültek községhatáros térképlapokon (7. ábra: KOCSIS, 2012). A térképezés során a feltárt és leírt talajszelvény pontok helyét, valamint az azokat magukba foglaló talajfoltokat rögzítették. A lehatárolt foltoknak csak egy része tartalmaz talajtani adatokat (talaj főtípus, fizikai féleség, kövesség, erodáltság), a többi a felszínborítást jelzi (erdő, vízfelszín). A

talajszelvényekről csak a helyszíni leírás adatai állnak rendelkezésre, azok is nehezen feldolgozható módon. Számszerű adatok nem maradtak fenn.

SISÁK és BÁMER (2008) a Balaton vízgyűjtőjére a Géczy talajtérképek szelvényadataiból pont (vektoros) talajadatbázist hoztak létre. Elemzésük során rámutattak arra, hogy a térképek pontadatai a talajtulajdonságok tábla- vagy fizikai blokk szintű közelítő becslésére alkalmasak, de a talajszelvények által reprezentált átlagosan 70 ha terület valójában túl nagy ahhoz, hogy a becsléseket tényleges táblaszintű eredményként fogadjuk el.

A Géczy térképek talajinformációi a részletesebb genetikus talajrendszertani (típus és altípus) besorolás hiánya, az 1:25.000 térbeli részletessége, valamint a fentebb részletezett okok miatt a földminősítésben csak tájékoztató szerepet tölthetnek be.



7. ábra

Zalakomár (Kiskomárom) 1:25.000 méretarányú Géczy talajismereti térképe
(ZIMONYI (1962) alapján KOCSIS, 2012)

2.5.3. Nagyméretarányú genetikus üzemi- és földminősítési talajtérképezés

Hazánkban a nagyüzemi növénytermesztés, műtrágyázási- és agrotechnikai eljárások fejlődése indukálta, hogy méréseken alapuló, mind több talajinformációt tartalmazó, egyre nagyobb felbontású és tematikusan egyre specifikusabbá váló talajtérképek készüljenek el (SZABOLCS et al., 1966; VÁRALLYAY, 1989b). Az 1960-as évek elején kezdődött el hazánkban a mezőgazdasági nagyüzemek területeire kiterjedő kisléptékű (1:10.000) üzemi genetikus talajtérképezés.

A térképezés során a szántóföldekről környezet- és domborzati viszonyoktól függően 10–12 hektáronként talajszelvényeket készítettek. A talajszelvényekről helyszíni vizsgálati jegyzőkönyvet vettek fel, amelyeknek egyes talajrétegeiből mintát szedtek. A helyszíni leírások és a begyűjtött talajminták laboratóriumi vizsgálatainak eredményei alapján szerkesztették meg a talajtérképeket, amelyek tematikus kartogramok térképsorozatából álltak.

A genetikai talajtérkép a talajtípust- és altípust, a talajképző kőzetet, a fizikai féleséget, valamint a földterületeken előforduló talajváltozatot ábrázolta. Az úgynevezett *leíró* – humusz, kémhatás és mészállapot, vízdoldható sók és kicserélhető Na^+ , vízgazdálkodási tulajdonságok, talajvíz, eróziós, tápanyag (külön nitrogénre, foszforra és káliumra) – kartogramok a mezőgazdasági termelés szempontjából az adott üzemi területen a lényeges (változati) talajsajátosságokról tartalmaztak térképi információkat. A *javaslat* kartogramok a mért talajparaméterek feldolgozásából, értékeléséből származó adatok alapján művelési áganként – esetleg vetésszerkezetenként – „*a racionális talajhasználatra, szerves- és műtrágyázásra, víz- és szélerózió elleni talajvédelemre, talajjavításra, öntözésre vagy vízrendezésre*” közöltek javaslatokat (VÁRALLYAY, 2012). A talajtérképi anyagokhoz részletes szakvélemények készültek, amelyek az üzemi területek általános közgazdasági helyzetét, földrajzi leírását, geológiai és geomorfológiai viszonyait, hidrológiai és meteorológiai jellemzését, növényföldrajzi sajátosságait, talajhasználatot befolyásoló tényezőket, általános talajgenetikai jellemzőit, valamint az előforduló talajtípusok- és altípusok részletes leírását és laboratóriumi talajvizsgálatok eredményeit tartalmazták.

Az 1962-től beinduló üzemi genetikus talajtérképezés módszertana és térképi ábrázolása az idő előrehaladtával folyamatos fejlődésen ment keresztül, így ezeknek a térképeknek – a tapasztalataim alapján – 3 generációja különíthető el: az 1962–1973, az 1974–1977 és az 1978–1985 között készült talajtérképeké.

Az 1985-től az üzemi genetikus talajtérképek és a hozzájuk tartozó tematikus kartogramok módszertanának továbbfejlesztéséből bontakozott ki az 1:10.000 léptékű genetikus bonitációs (kontúros) talajtérképek készítésének módszere. Az új módszerrel készített térképek a

„100 pontos” földminősítő rendszer alapját képezték (MAGYAR KÖZLÖNY, 1986; JASSÓ et al., 1987). A térképezési munkát az 1987-ben kiadásra kerülő „*Útmutató a nagyméretarányú országos talajtérképezés végrehajtásához*” című módszerkönyv segítette, amely minden egyes munkafázis menetét pontosan, kötelező jelleggel szabványszerűen meghatározta. Nem tartalmazta azonban a „100 pontos rendszer” termőhelyi értékszámának kiszámítását és a földminősítési térkép elkészítésének leírását (SZABÓNÉ KELE, 1999).

A földminősítési célú genetikus térképekhez kötelezően már csak 5+1 féle tematikus (humusz, kémhatás és mészállapot, talajhasználatot befolyásoló tényezők, talajvíz, talajpusztulás és termőréteg vastagság, valamint – a talajviszonyoktól függően – szikesedési) kartogramot szerkesztettek. A nagyméretarányú országos talajtérképezés végrehajtásához kiadott „*Útmutató*” alapján kezdték el felújítani (reambulálni) az 1962 és 1985 közötti időszakban megszerkesztett üzemi genetikus talajtérképeket is. Az utóbbiak felújításánál 20–30 hektáronként kellett új talajszelvényt feltárni.

A talajtérképeket és azok kartogramjait Egységes Országos Térképrendszer (EOTR) 1:10.000 méretarányú, Egységes Országos Vetületi (EOV) rendszerbe foglalt topográfiai alaptérképek – egyenként 2 400 hektáros – lapjaira rajzolták. Azokon a területeken, ahol nem álltak rendelkezésre EOTR térképlapok, ott „Hazai” szelvényezésű vagy településhatáros sík- és vízrajzi elemeket tartalmazó topográfiai lapokat használtak.

1988-ban három év munka tanúságait levonva, az összegyűjtött tapasztalatok alapján a földminősítési talajtérképezés módszertanát korrigálták (JASSÓ et al., 1989). A javítás során a talajtérkép készítéséhez megadott, az egyes talajképző kőzetek listáját 53-ról 56-ra kibővítették, illetve azok definícióit egyértelműsítették. A humusz kartogram szerkesztésénél a humuszos réteg vastagságát (cm), a humusztartalmak (%) bekódolását egyes talajtípusokra- és altípusokra meghatározott határértékekhez, valamint fizikai féleséghez (K_A) – homok vagy annál kötöttebb talajok esetén – rögzítették. A talajhasználatot befolyásoló tényezők, valamint a talajpusztulás és termőréteg vastagság bemutató kartogramot összevonva, helyettük egy, a talajtermékenységet és talajhasználatot befolyásoló tulajdonságok kartogram szerkesztését írták elő. A többi kartogramok esetében továbbá az ábrázolt talajtulajdonságaira megállapított – kategóriaváltozó intervallumokat – határékeket módosították, így szinte teljesen megváltozott az egész talajtérképezés kódrendszere.

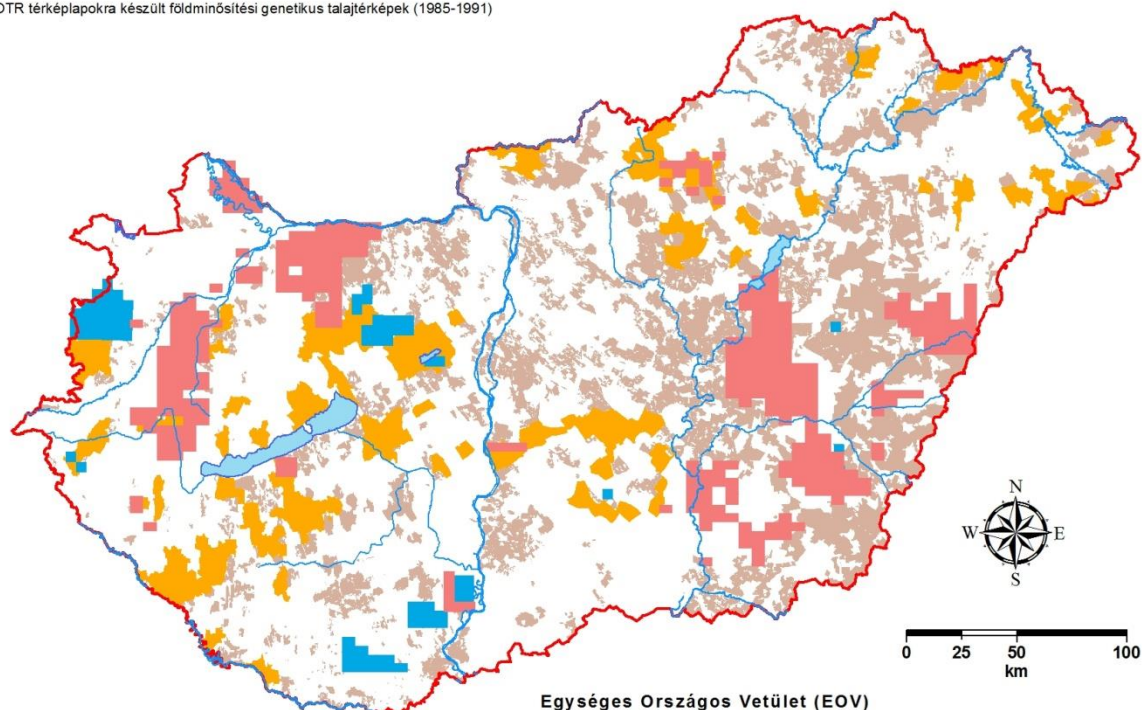
1985-ben még előírták azt, hogy az újonnan feltérképezett földterületekhez szöveges magyarázó készüljön, de 1988-tól ezt már nem tették kötelezővé, így az egyes térképsorozatokhoz csak a talajszelvények helyszíni- és laboratóriumi vizsgálatok jegyzőkönyveit mellékeltek. 1991-re 4 144 680 hektár nagyméretarányú genetikus talajtérképezése készült el, amely hazai a

szántóterületeknek 64 %-át teszi ki (8. ábra: KOCSIS, 2015). Az 1988-as *Útmutató* (JASSÓ et al., 1989) alapján ebből 715 913 ha (17,27 %) felújított, 948 220 ha (22,88 %) újonnan felvételezett terület (SZABÓNÉ KELE, 1999).

A 2000-es évek elején a megyei Kormányhivatalok Növény- és Talajvédelmi Igazgatóságok térkép- és adattárában felelhető 1:10.000 léptékű térképi anyagokat katalógizálták. Az összeírás során a térképi lapokat beszkenelték, ám ezeknek csak töredékét illesztették be EOVS vetületi rendszerbe. Sajnos vektoros állományba való feldolgozásuk (digitalizációjuk), valamint a térképezett földterületek igen értékes talajszelvény adatainak számítógépes állományba való rögzítése a mai napig nem történt meg. Magyarországon napjainkban a készülő talajtani szakvéleményekhez (pl. öntözési vagy hígtrágya elhelyezési szakvélemények) kötelező nagyméretarányú tematikus, illetve specializált talajtérképeket készíteni.

1:10.000 méretarányú genetikus talajtérképek típusai:

- Üzemi genetikus talajtérképek (1962-1985)
- Településhatáros földminősítési genetikus talajtérképek (1980-1985)
- "Hazai" térképszelvényezésre készült földminősítési genetikus talajtérképek (1985-1991)
- EOVS térképlapokra készült földminősítési genetikus talajtérképek (1985-1991)



8. ábra

Szántóterületekre elkészült 1:10.000 méretarányú genetikus talajtérképek elhelyezkedése (NÉBIH (2010) vektoros állományok alapján KOCSIS, 2015¹)

2.5.4. Agrokémiai Információs és Irányítási Rendszer (AIIR)

Az Agrokémiai Információs és Irányítási Rendszer (AIIR) adatbázis alapadatait a Nemzeti Élelmiszer Biztonsági Hivatal (NÉBIH) Növény-, Talaj- és Agrárkörnyezet-védelmi Igazgatóság jogelődje, a Mezőgazdasági és Élelmezésügyi Minisztérium Növényvédelmi és Agrokémiai Központja (MÉM NAK) gyűjtötte az 1980-as években, talajvizsgálati és táblatorzskönyvi (talajtípus/altípus, termesztett növény, tábla mérete, trágyázás, termés hozamok, növényvédelem stb.) adatokból. Az adatokat később a Központi Statisztikai Hivatal (KSH) Mezőgazdasági Főosztálya összegezte és rendszerezte. Folyamatosan mágnesszalagokra rögzítették az AIIR mezőgazdasági információit, amelyek Dbase adatállományba konvertálása az 1990-es évek elején történt meg. Az adatbázist ötéves ciklusokba rendezték. Így az adatállomány összesen három ciklusra (1976–1980, 1981–1985 és 1986–1990) készült el, amelyből napjainkra szinte hiánytalanul az utolsó periódus adatai maradtak fenn. Az adatok a 2000-es évek elején a Vidékfejlesztési Minisztérium és a Pannon Egyetem együttműködésében, a D-e-Meter földminősítési projekt keretében kerültek számítógépes (SPSS.sav) adatállományba (TÓTH, 2009).

A csak szűk szakmai körökben ismert AIIR-t és az adatgyűjtés intézményi hátterét BARANYAI és munkatársai (1987) ismertették részletesen. Ők végezték el az AIIR adatbázisban lévő növénytermesztési és talajtani információk első statisztikai értékelését is, főként agrokémiai szempontok szerint. Az AIIR adatbázis az országos talajerő-gazdálkodási rendszer keretén belül került kialakításra (MÉM, 1976) és illeszkedett azokhoz a törekvésekhez, amelyek a talajtani információk bővítésén keresztül támogatták a mezőgazdaság modernizálását. A talajtulajdonságok és tápanyag-ellátottság változásait is követő AIIR az időben állandóbb talajtulajdonságokat megjelenítő nagyméretarányú talajtérképezés (SZABOLCS et al., 1966) kiegészítő elemeként is tekinthető. A múlt század második felében nagy számban készültek hazánkban egyéb térképi és monitoring célú adatbázisok is, amelyekről VÁRALLYAY (2012) adott részletes áttekintést. A hazai talajadatbázisok fejlesztése lépést tartott, sok tekintetben meg is előzte a külföldi talajadat-gyűjtési törekvéseket. Az európai országokban meglévő talajadatokról, azok gyűjtési céljáról és módszertanáról, valamint a térbeli, időbeli és tematikus részletességéről JONES és munkatársai (2005) szerkesztésében jelent meg összefoglaló tanulmány.

Az AIIR adatbázis az ország különböző (szántó, rét, legelő, szőlő, kert, gyümölcsös és fásított terület) művelési ágú termőhelyeiről, mintegy négymillió hektár földterületről (19 megye 80 ezer mezőgazdasági táblájáról) nyújt talajtani adatot és hét év (1984–1990) komplex növénytermesztési információit foglalja magába. A talajtani adatsorok a hazai talajosztályozás (STEFANOVITS, 1963; JASSÓ et al., 1989) szerint talaj altípus szinten tartalmazzák a táblák vagy

résztablák talajainak felső művelt (0–25 cm-es) rétegéből származó átlagminták fontosabb vizsgálati eredményeit. Ezen felül résztablánként a mű- és szerves trágyázásról, valamint 196 növénykultúra terméshozamairól, előveteményéről szolgáltat idősoros adatot.

Az 1980-as években a növénytermesztési adatok, a földhasználati egységek adatai a MÉM miniszteri rendelete (5/1978. (IV.26.) szerint táblatorzskönyvekben, 3 példányban KSH kódok segítségével kerültek rögzítésre. Egy példány a gazdálkodó mezőgazdasági üzemnél, egy az illetékes megyei növényvédelmi és agrokémiai állomások adattárában maradt, és a harmadik példány a KSH Mezőgazdaság Főosztályához került feldolgozás és ellenőrzés céljából. A tablák egyes ismérveit (elővetemény, termesztett növény, növényfajta) is kódokkal jelölték.

Az AIIR adatbázis adattartalmát az *3. táblázatban* (KOCSIS et al., 2014a) foglaltam össze. (Az *3. táblázatban* szereplő „Rekordszám” az idősoros adatokra vonatkozik, amely kb. 80.000 tábla több éves feljegyzéseiből állt össze.)

Az adatgyűjtési időszakban rendeleti (5/1978. (IV. 26.) MÉM sz.) úton szabályozták a mezőgazdasági tablák rendszeres, átlagosan háromévenkénti talajvizsgálati kötelezettségét (BARANYAI et al., 1987). A talajvizsgálatokhoz szükséges mintavétel úgy történt, hogy a mezőgazdasági földek tábláit 12 ha-os részekre osztották fel, majd a kijelölt részek átlói mentén ún. párhuzamos mintavételi módszerrel legalább 20–20 helyről talajmintát vettek. A részmintákat homogenizálták, így minden mezőgazdasági tábla résztabláiról átlagminta készült. Három hektárnál nagyobb összefüggő talajfolt esetén külön átlagmintát képeztek. A résztablák kialakítását, illetve az eltérő talajfoltok lehatárolását az 1:10.000-es méretarányú topográfiai és genetikus talajtérképek is segítették. Az egyes mintavételeknél elvileg ügyeltek arra, hogy lényegesen eltérő tulajdonságú talajfoltokat nem tartalmazhat egy átlagminta. (A tapasztalatok szerint a valóságban gyakran sérült ez az elv.) A 12%-nál nagyobb lejtésű területekről – az erózióra, ill. a talaj eltérő tápanyag-ellátottságára tekintettel – a lejtő egyes (felső, középső, alsó) szakaszain külön-külön átlagmintákat hoztak létre. A talaj- és tápanyagvizsgálatokhoz (TVG) a felső (termékeny), művelt, 0–25 cm-es talajrétegből gyűjtöttek mintákat.

3. táblázat

Az AIIR ver3.0 adatbázis jellemzői (KOC SIS et al., 2014a)

Jellemző paraméterek	Mértékegység/kód	Mérés gyakorisága	Rekordszám (db)	Mérés elve	Referencia	
<i>Táblaadatok</i>						
Megye	Kód	Egyszeri	321 915	–	KSH kód ²	
Gazdaság	Kód			–		
Mezőgazdasági év	eeee			–	–	
Tábla azonosító	Kód			–	Ek ³	
mérete	ha	Vetésenként		–	–	
Résztábla-azonosító	Kód			–	Ek**	
mérete	ha			–	–	
Talajminta-vételei helyek koordinátái	TIEDIT XY (hosszúság, szélesség)			–	EOV	
Meteorológia körzet	Kód	Egyszeri		–	–	SZÁSZ, 1977 Magyarország meteorológiai körzetei
<i>Növénytermesztési adatok</i>						
Elővetemény	Kód	Vetésenként	321 715	–	Ek ³	
Vetett növény			321 915	–		
Vetett növény fajtája			272 608	–		
Vetés ideje			éééé.hh.nn.	309 875		–
Terméshozam			q·ha ⁻¹	315 953		–
Kijuttatott N-műtrágya			kg·ha ⁻¹	280 738		–
P-műtrágya				242 784		–
K-műtrágya				235 033		–
szerves trágya				q·ha ⁻¹		328
mésztrágya			kg·ha ⁻¹	33 978		–
Művelési ág			Kód	321 915		–
<i>Talajadatok</i>						
Talajtípus	Kód	Egyszeri	321 915	Térképek/szakértői becslés	BARANYAI et al., 1987	
Talaj altípus						
Fizikai féleség	K _A		318 292	MSZ–08 0205 szabvány	BUZÁS et al., 1993	
Humusz-tartalom	%	3–5 évenként	319 671	Tyurin módszer/izzítási veszteség	BUZÁS et al., 1988	
pH _{KCl}	–		321 808	Potenciométer		
CaCO ₃ -tartalom	%		192 054	Scheibler-féle kalciméter		

3. táblázat folytatása

Jellemző paraméterek	Mértékegység/kód	Mérés gyakorisága	Rekordszám (db)	Mérés elve	Referencia
Vízben oldható összes sótartalom	%	3–5 évenként	186 525	Konduktó-méter	BUZÁS et al., 1988
NO ₂ - és NO ₃ -tartalom	ppm		315 253	MSZ–08 0453–70 szabvány	BARANYAI et al., 1987
P ₂ O ₅ -tartalom			318 819	MSZ–08 0455–80 szabvány	
K ₂ O-tartalom			321 105	MSZ–08 0454–80 szabvány	
Mg-tartalom			301 577	MSZ–08 0450–80 szabvány	
Zn-tartalom			311 170	MSZ–08 0451–80 szabvány	
Cu-tartalom			306 606		
Mn-tartalom			260 565		

Megjegyzés: ²Központi Statisztikai Hivatalban meghatározott kódolás, ³Egyedi kódolás

A táblák és résztáblák – talaj-mintavételi – átlóinak metszéspontját TIEDIT (Területhasználati Információk Egységes Digitális Térképe) koordináta-rendszerben rögzítették, melyet az 1970-es évek elején a Kartográfiai Vállalat dolgozott ki (VÁRALLYAY et al., 1980). Pontosan szabályozták, protokollokban írták elő a mintavételek idejét és szakszerű módját és menetét (BARANYAI et al., 1987).

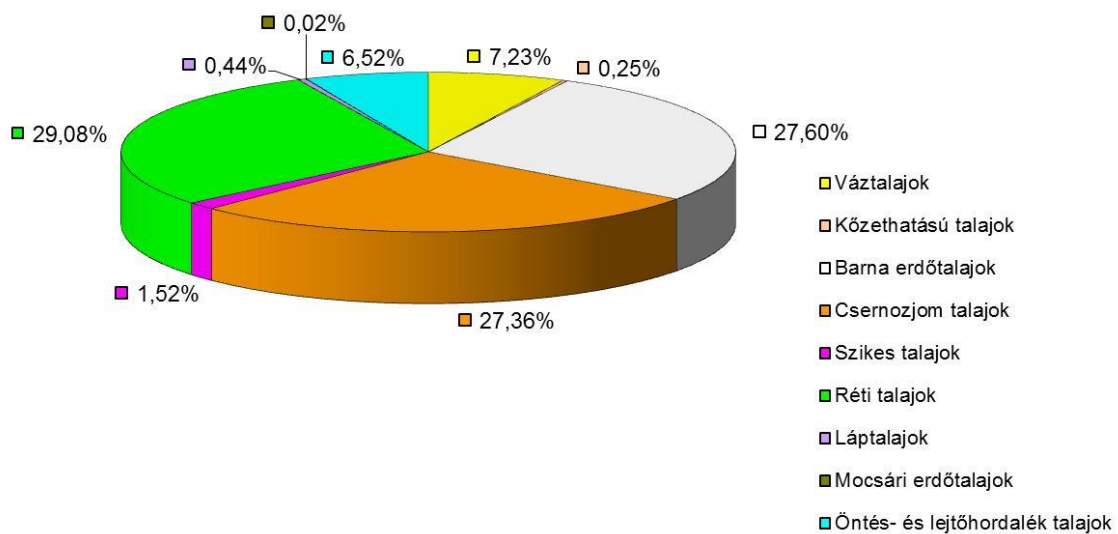
A táblákra jellemző talajok típusának és altípusának megállapítását, talajtani besorolását az adott földterületre elkészült s rendelkezésre álló nagyméretarányú (1:10.000) üzemi vagy földminősítési genetikus talajtérképek alapján általában a helyi talajviszonyokat jól ismerő szakemberek és a megyei növényvédelmi és agrokémiai állomások munkatársai végezték (Máté Ferenc és Szabóné Kele Gabriella szóbeli közlése). (Az 1980-as évek végére – becslések szerint – az ország mezőgazdasági területének kb. 60%-ára elkészült 1:10.000 méretarányú genetikus talajtérkép.) Azokon a területeken, ahol nem álltak rendelkezésre genetikus térképi információk, ott úgymond szakértői becslés alapján sorolták be a talajok típusát és altípusát a talajosztályozási rendszerbe, a feltalaj tulajdonságai (ritkábban és nem dokumentáltan talajszelvény-feltárások) alapján (Várallyay György szóbeli közlése).

A talajminták vizsgálatát a megyei növényvédelmi és agrokémiai állomások talajvizsgáló laboratóriumaiban végezték a magyar szabványok alapján. A minták rendszeresen és kötelezően

vizsgálendő talajparamétereinek körét az 5/1978. (IV. 26.) MÉM rendelet írja elő, amelyeknek mérési eredményeit az AIIR adatbázis tartalmazza:

1. tápanyagvizsgálatok: NO_2^- , NO_3^- , AL- P_2O_5 - (ppm) és AL- K_2O -tartalom (ppm);
2. talajtani alapvizsgálatok: Arany-féle kötöttség (K_A), humusztartalom (%), pH_{KCl} , CaCO_3 -tartalom (%), vízben oldható összes sótartalom (%);
3. kémiai vizsgálatok (ppm): Mg-, Na-, Zn-, Cu-, Mn-, SO_4^{2-} -tartalom.

A 9. ábra (KOCSIS et al., 2014a) tartalmazza az AIIR ver3.0 adatbázis talaj fő típusainak területi megoszlását (a talajtípusokkal jellemezhető táblák mérete alapján számolva). A csernozjom talajok, barna erdőtalajok és réti talajok a legnagyobb arányban előforduló fő típusaink, a vizsgált mezőgazdasági területek ~ 84,04%-át fedik le, de egyes természetett növényeknél (pl. kukoricánál) együttes területük a vizsgált években meghaladhatja a 90%-ot (MAKÓ et al., 2009).



9. ábra

Az AIIR ver3.0 adatbázis talaj fő típusainak területi megoszlása
(földművelési egységek területe alapján számolva)
(KOCSIS et al., 2014a)

Az AIIR ver3.0 adatbázis a 40 talajtípusból 38-at és a 86 altípusból 84-et ír le a mezőgazdasági hasznosítású területeken. A hazai talajosztályozás rendszertani egységei (JASSÓ et al., 1989) és a mért talajparaméterek alapján a 76 849 (db) mezőgazdasági táblán, illetve résztáblán – a felső művelt szint tulajdonságai alapján – összesen 8 530 talajváltozat különíthető el az adatállományban.

A mezőgazdasági területeken nemcsak egy talajtípus, altípus vagy változat található, hanem azok általában talajtani szempontból többé-kevésbé heterogén foltokból állnak össze; a talajfoltok határvonalai természetesen nem esnek egybe a táblákéval. (Ezen a helyzeten csak részben segíthetett, hogy a talaj-mintavételi egységek (résztáblák) kijelölésénél törekedtek a homogenitásra.) Az AIIR adatbázisban az egyes tábláknál (résztábláknál), az adatbázis egyes rekordjaiban a területarányosan legnagyobb kiterjedésű talaj altípus megnevezését tüntették fel. (Ezt a tényt tekinthetjük akár az adatbázis hiányosságának is, melyet a későbbi elemzések, illetve az adatbázis felhasználása során mindenképpen tekintetbe kell venni.)

Az adatbázisban a hazai termőterületeken legnagyobb területi kiterjedésben megtalálható öt talajtípus, s annak legjellemzőbb altípusa a következő:

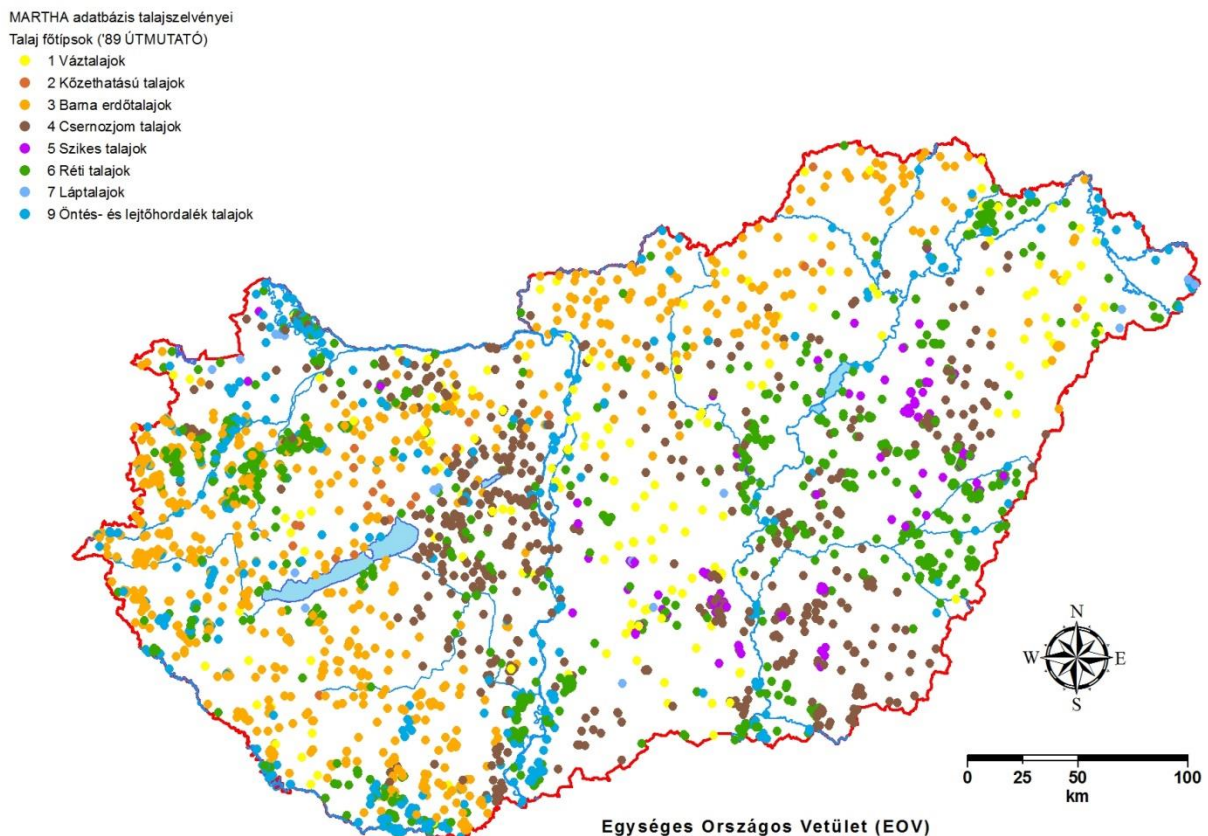
1. Réti csernozjom talaj 422 157,80 ha (14,21%), amelyből a karbonátos altípus 229 380,40 ha (7,72%);
2. Réti talaj 348 578,80 ha (11,73%), amelyből a nem karbonátos altípus 175 555,60 ha-nyi (5,91%);
3. Agyagbemosódásos barna erdőtalaj 336 130,80 ha (11,31%), amelyből a nem podzolos altípus 308 281,20 ha (10,38%);
4. Meszes vagy mészlepedékes csernozjom talaj 285 428,60 ha (9,61%), amely típusos altípusa 212 930,20 ha (7,17%);
5. Öntés réti talaj 274 784,00 ha (9,25%), amelyből a nem karbonátos altípus 174 332,20 ha (5,87%).

Az AIIR ver3.0 adatbázisban talajtípus szinten a szology talaj és a mohaláp talaj, altípus esetében a karbonát-kloridos szoloncsák talaj és a szolonyeces másodlagosan elszikesedett talaj nem jelenik meg.

Az AIIR adatbázis mellett az a lényeges érv szól, hogy mind a mai napig ez az egyetlen olyan létező adatállomány Magyarországon, amely földhasználati egység szinten egyszerre tartalmaz növénytermesztési és talajtani adatokat. Alapvető kiinduló információkat nyújthat a talajokról a jövőben egy országos szintű, nagyméretarányú [1:10.000] talajterképezési és talajtani felmérési, vagy egy új földminősítési program megvalósításához.

2.5.5. Magyarországi Részletes Talajfizikai és Hidrológiai Adatbázis (MARTHA)

A Magyarországi Részletes Talajfizikai és Hidrológiai Adatbázis (MARTHA) elsősorban a hazai talajtípusok talajfizikai vizsgálataihoz nyújt alapot. A talajok vízgazdálkodási tulajdonságiról tartalmaz lényes információt, amelyek segítséget adhatnak pl. a termésbecslő, a tápanyagtranszport, szennyeződésterjedést, CO₂ visszatartást, vagy talaj szerves anyagtartalom változást szemléltető modellek elkészítésében (FARKAS et al., 2009). MARTHA adatbázis a HUNSODA (Unsaturated Soil Hydraulic Database of Hungary) 840 db talajmintájának (576 db talajszintnek) az adatait (NEMES, 2002) és a Talajvédelmi Információs és Monitoring Rendszer (TIM) mért talajparaméter adatait foglalja magába (VÁRALLYAY et al., 2009). Ezen kívül az 1970-es évek közepétől különböző célokra készült (öntözési, meliorációs, hígtrágya elhelyezési) talajtani szakvélemények adatait tartalmazza, így a MARTHA adatbázis jelenleg 3 937 db (10. ábra: KOCSIS, 2015) talajszelvény 15 005 db talajrétegről szolgáltat talajfizikai, talajkémiai és vízgazdálkodási információt (MAKÓ et al., 2010).



10. ábra
MARTHA adatbázis talajszelvényeinek elhelyezkedése talaj főtipusok szerint (KOCSIS, 2015¹)

A MARTHA adatbázis elsősorban az ország mezőgazdasági művelés alatt álló területeinek a talajait reprezentálja megfelelően. Az adatállomány a következő talajinformációkat nyújtja a talajszelvényekről:

1. általános alapadatok: talajszelvény azonosító, pont típus (adatforrása származása), megye neve, EOV koordináták, GPS koordináták (WGS 84), talajszelvény fényképe, genetikai szintek (azok jelei és mélysége (cm));
2. talajkémiai vizsgálatok: humusztartalom (%), desztillált vizes és kálium-kloridos pH, a hidrolitos és kicserélődési aciditás (y_1 , y_2), CaCO_3 (%), vízben oldható összes sótartalom (%), a kicserélhető nátrium mennyiség (%), a T és S érték (%);
3. talajfizikai vizsgálatok: Arany-féle kötöttség (K_A), víztartó képesség – pF0, pF0,4, pF1,0, pF1,5, pF2,0, pF2,3, pF2,5, pF3,4, pF4,2, pF6,2 – (tf %), térfogattömeg (g/cm^3), sűrűség (g/cm^3), hidraulikus vezetőképesség (cm/nap), mechanikai összetétel (agyagtartalom: 0–0,002 mm, portartalom: 0,002–0,02 mm, homoktartalom: 0,02–2 mm) (%).

A talajkémiai- és talajfizikai vizsgálatokat a magyar szabványok (BUZÁS et al., 1988; 1993) alapján végezték el. A Magyarországon jelenleg érvényben lévő genetikus talajosztályozás (STEFANOVITS, 1963; JASSÓ et al., 1989) szerint foglalja magába az egyes talajtípusok- és altípusok adatait.

A MARTHA jelenleg az egyetlen olyan Egységes Országos Vetületbe (EOV) illesztett és országos lefedettséget biztosító talajtani adatbázisunk, melynek talajtani klasszifikációja és vizsgálati módszertana az AIIR adatbáziséval csaknem teljesen megegyezik. Mivel az adatbázis térben nem homogénen, egységes pontsűrűséggel – földhasználati egység szinten – fedi le szelvényadatokkal hazánk mezőgazdasági területeit, ezért vizsgálati alapinformációi csak más talajadat állományokkal – pl. az AIIR adatbázissal – együtt, vagy azokat kiegészítve használhatók fel a földek minősítéséhez.

2.6. Talajtulajdonságok, termés hozam, évjáráthatás és a talajok termékenységének összefüggése

Napjainkban Magyarországon is egyre markánsabban érezteti hatását a klímaváltozás, amely a növénytermesztés feltételeit igen érzékenyen érinti. Az időjárási szélsőségek következményei megnyilvánulhatnak adott területek szárazodásában és aszályérzékenységük fokozódásában, illetve belvízveszélyes helyzetek kialakulásában, amelyek mind nagyobb

problémákat okoznak a növénytermesztés számára. A kiszámíthatatlan éghajlati ingadozások a talajok vízforgalmának módosulását okozzák, ami igen érzékenyen érinti a talajok termékenységét (VÁRALLYAY, 2003). A talajok vízforgalmi megváltozásának kifejezése egy kvalitatív osztályozási tényező a termőképesség megítélésében, amely megmutatja azt, hogy a növények vízhez jutása mennyire gátolt (TÓTH, 2000b). A megszaporodó időjárási anomáliák a termés hozamok ingadozásának növekedését eredményezik (PEPÓ, 2005). A szélsőséges meteorológiai helyzetek (JAN et al., 1994; GEOFFREY, 1995; DORLAND, 2000; PATRICK, 2002; SZÁSZ, 2005a) is tekinthetők a talajokra ható természeti eredetű stressz-hatásoknak. BIRKÁS és munkatársai (2007) a klímaváltozás hatására kialakuló szélsőséges hőmérsékleti és csapadékviszonyok következtében a talajoknál fellépő stresszt és az erre adott úgynevezett „*hatás-specifikus*” válaszreakciókat – a környezeti érzékenység egyik típusaként – a talajok „*klímaérzékenységének*” nevezték. A szerzők szerint a talajok klímaérzékenységének negatív hatásai jól átgondolt és megtervezett („*vízforgalmat gátló tömörödés elkerülése, rögzépződés és porosodás megakadályozása, párologtató talajfelület csökkentése, illetve takarása*”) talajműveléssel tompíthatóak.

Az utóbbi 3 évtizedben mindjobban erősödő klímaváltozás nyomán fellépő környezeti érzékenység talajokra gyakorolt legfontosabb hatásait számos neves hazai kutató (RUZSÁNYI, 1996; VÁRALLYAY, 1989, 2005; VÁGÓ et al., 2006, STEKAUEROVÁ & NAGY, 2006) is összefoglalta. Megállapításaik szerint az éghajlati elemek megváltozása maga után vonja a talajok vízháztartásának megváltozását: a növekvő hőmérséklet hatására pl. növekedhet az evapotranspiráció, csökken a talajba beszivárgó és ott tárolódó víz mennyisége, nő az aszályérzékenység. A csökkenő mennyiségű vagy egyenlőtlen eloszlású csapadék hatására szintén csökken a talajokban visszatartott víz mennyisége, nő az aszályérzékenység, nő a száraz időszakokban a deflációra való hajlam, ugyanakkor a hirtelen lezúduló nagy mennyiségű csapadék a vízerózió vagy a belvíz kockázatát is növeli (CSORBA et al., 2012). Az éghajlatváltozás során a szélsőséges időjárási eseményeknek gyakorisága, intenzitása, térbeli kiterjedése és időbeli hossza változhat meg. MOLNÁR és GÁCSER (2014) szerint extrém (szélsőséges) „*időjárási, vagy éghajlati eseménynek nevezzük valamely időjárási/éghajlati változó olyan értékének előfordulását, amely a változó megfigyelt értékeinek valószínűségi eloszlása alapján meghatározott küszöbérték alatt vagy felett található*”.

A szélsőségesen meleg és csapadékszegény időjárás egyik legközismertebb következménye az aszály kialakulása, amely egy komplex jelenség és számos definíciója létezik. Meteorológiai aszálynak az abnormálisan csapadékhányos időszakokat nevezzük (MOLNÁR & GÁCSER, 2014). A főként a vegetációs időszakban fellépő csapadékhány hatással van a természetes vegetációra (erdők, rétek) és a mezőgazdasági kultúrák terméshozamára. GYURICZA (2004) az aszálynak három formáját különbözteti meg: a légköri, a fiziológiai és a talajaszályt. A légköri aszály esetén a

talajban van elegendő, a növény számára hasznosítható nedvesség, azonban a gyökéren keresztüli vízfelvétel nem tud lépest tartani a forró levegő miatt intenzíven párologtató levélfelület vízleadásával, ez a jelenség a nyári napokon fordul elő gyakran. A fiziológiai aszály a gyökérszóna és a párologtató zóna közötti nagy hőmérséklet különbség miatt, a gyökér vízfelvételi zavara következtében lép fel. A talajaszály – az aszály legkárosabb formája – akkor alakul ki, amikor a talaj nedvessége csak a holtvíztartalomra korlátozódik, ilyen esetben nem áll rendelkezésre felvehető víz a növény számára.

A „talajaszály-érzékenység” az a fogalom, amikor száraz időszak vagy számottevő csapadék hiány hatására a talaj bizonyos funkciói – pl. víztároló és növényi vízszolgáltató képessége – nem tudják ellátni feladatukat. A mezőgazdasági termelésben adott növényfajnál (kukorica, őszi búza, napraforgó, repce stb.) eltérő mértékű termés hozam (t/ha) ingadozással (csökkenéssel, illetve szélsőséges esetekben teljes termés kieséssel) jár, amely a talaj termőképességének a csökkenésében nyilvánul meg.

A világon egyre sokasodik azon kutatások száma, amelyek konkrét válaszokat keresnek a globális, regionális, valamint lokális időjárási anomáliákra (BERTJAN et al., 2002; LÁNG, 2005b), azok tulajdonságaira, előfordulási valószínűségére, reverzibilis és irreverzibilis következményeire, előre jelezhetőségére (ALAN, 1999; CSETE, 2005; LÁNG, 2005a).

A klíma-csapadék-talaj kapcsolatrendszer alapvetően meghatározza a fenntartható agrár- és növénytermelés kereteit, valamint jövőbeli tendenciáit (CSETE & LÁNG, 2005). A klímaváltozással kapcsolatos kutatások közül főként RUNGE (1968), WETHERALD és MANABE (1995), DOWNING és munkatársai (2000), LOBELL és ASNER (2003) nevét; a hazai kutatásban SZÁSZ (1971), PETRASOVITS (1988), KÁDÁR (1992; 1998), HARNOS (2003), SZÁSZ és TŐKEI (1997), VÁRALLYAY (1997), RÁCZ (1999), BOCZ (2001), LÁNG (2003) és MAKÓ és munkatársai (2009) munkáit kell megemlíteni.

Magyarország klimatikus viszonyaiban egyaránt érvényesülnek atlanti, kontinentális és mediterrán hatások, amelyek térben és időben igen változatos időjárási eseményeket idézhetnek elő. Hazánk éghajlatát igen nagyfokú tér- és időbeli variabilitás jellemzi, általánosságban az Alföldön a párolgás mértéke meghaladja a csapadék mennyiségét (VÁRALLYAY & LÁNG, 2001). NAGY (2005) megállapítása szerint Magyarországon a szemiárid éghajlati viszonyok között a növény-talaj vízháztartási kapcsolatrendszerben a párolgás folyamatos, viszont az időjárás szeszélye következtében a csapadék eloszlása nem egyenletes. A mezőgazdasági növénytermesztésnek színteret adó talaj biomassza termelése nagyban függ a vízszolgáltató képességtől és a vízellátástól, ezért a talajok vízraktározó tulajdonságai mind nagyobb szerephez jutnak (RAJKAI, 2004).

MÁTÉ és munkatársai (2008; 2009) a klímaváltozás hatására bekövetkező magyarországi talajzónáknak eltolódását, megváltozását tanulmányozták 16 meteorológiai állomás 120 éves (1881–2000) adatsorainak, 30 éves időintervallumokra bontása segítségével. Vizsgálataik során arra a megállapításra jutottak, hogy mind a mezőségi és az erdőtalaj övezetében periódikusan, de némileg megnőtt az atlanti és a mediterrán éghajlati hatás, ugyanakkor erősen – a mezőségi talajzónában rendkívüli módon – lecsökkent a kontinentalitás hatása.

CSORBA és munkatársai (2012) hazánk természetföldrajzi középtájakat összevonva úgynevezett 18 mezei régiót alakítottak ki, melyeken különböző időjárási- és környezeti indikátorokon (PÁLFAI, 2004; VAN LEEUWEN et al., 2008; RAKONCZAI, 2011) – aszály, árvíz, belvíz, vízerózió, szélrózió stb. – keresztül vizsgálták a klímaváltozás jövőbeni lehetséges hatásait. Megállapították, hogy a várható változás biztosan jelentős mértékben érinti az alföldi nedves élőhelyeket, pl. a Középső- és Alsó-Tisza, valamint a Körösök vidékét.

A klimatikus viszonyok átalakulását RÁCZ (1999) kutatási eredményei jól alátámasztják. Megállapította, hogy az 1900-as évek első felétől a téli, az 1950-es évektől a tavaszi, az 1980-as évektől a nyári, végül az 1950-es évektől napjainkig az őszi csapadék mennyisége fokozatosan csökkent. A Nyírség csapadékellátottságának romlását tükrözik MÁRTON (2002b; 2005) adatai is az utóbbi négy évtizedben. A mezőgazdaságban, azon belül a növénytermesztési ágazatban mind gyakrabban fellépő vízhiány, valamint a velejáráó hóhullámok következtében kialakuló szárazság-stressz jelentős termés kieséseket eredményezhet (LADÁNYI et al., 2014). Az aszályos években a Dél-alföldi megyék területén 40–50 %-os termés csökkenés is tapasztalható (SZILASSI et al., 2014), de szélsőségesen vízhiányos évjáratokban akár teljes termés kiesés is előfordulhat.

A talajok klímaérzékenységének és a talaj-klíma kölcsönhatások vizsgálatára, elemzésére csak szűk eszköztár áll rendelkezésünkre. Közvetett módszerrel, adott termőhelyre (talajtájra), talajféleségre, vagy annak változataira, valamint bizonyos talajtulajdonságok körére hosszú idősoros (több éves) meteorológiai és termésadatsorok vizsgálatával ugyanakkor következtethetünk a klimatikus viszonyok okozta termésingadozások talajtani aspektusaira. Az éghajlat csak részben felelős a termésingadozásokért, amelyre más (pl. növénykórtani, növényélettani) tényezők is hatnak külön-külön, vagy egyszerre egymással bonyolult kölcsönhatásban. Eltéréseket eredményezhetnek pl. a fajtakülönbségek, vadkár, növénytermesztési és talajművelési hibák stb. is (JOLÁNKAI, 2005; PEPÓ, 2005; KOCSIS et al., 2010b).

KÉSMÁRKAI és munkatársai (2005) karbonátos mosonmagyaróvári Duna öntéstalajokon vizsgálták az éghajlatváltozás hatásait több növényfajta (őszi búza, kukorica és lucerna) termésadatain. Kimutatták többek közt azt, hogy a kukoricafajták esetében évjáráthatástól

függetlenül a tenyészidő hossza hatással van a termés hozam növekedésére, valamint hogy az altalajvíz jelentős mértékben csökkenti a talajszály káros hatásait. VARGA-HASZONITS és VARGA (2005) a Nyugat-Magyarországra jellemző barna erdőtalajokon vizsgálták a klíma és a kukorica termés hozamának kapcsolatát. Elemzésüket talaj altípusonként a meteorológiai állomások időjárási adatsorain és a Központi Statisztikai Hivatal termésadatain végezték el. A szerzők a barna erdőtalajok klímaérzékenységgel kapcsolatosan megállapítják, hogy *„a vizsgált területen – mely az ország legnedvesebb területe – elsősorban a nedvesség-ellátottság játszik szerepet a kukoricatermés kialakításában”*. Eredményeik alapján a tenyészidő hossza és a kukorica termés hozama közt igen gyenge kapcsolat van, ami a hőmérsékleti viszonyok másodrendű szerepére utal a várható termés mennyiség kialakításában. JOLÁNKAI és munkatársai (2003) csernozjom talajon beállított búzakísérleteknél (1996–2002) az éghajlati viszonyok és a termés hozamok közötti összefüggéseket vizsgálták. Vizsgálataikkal rámutattak arra, hogy az éves csapadékmennyiség és a búza termés hozam közt nincs kapcsolat, viszont a tenyészidő csapadékelátottsága és a termés átlag közt szoros összefüggést áll fenn. A növényi termékek *„nagyága és ingadozása nagymértékben függött az alkalmazott agrotechnikai kezelésektől és a műtrágyázás szintjétől”*. PEPÓ (2005) Tiszántúlon elhelyezkedő csernozjom és réti talajokon kialakított növénytermesztési tartamkísérletek (1985–2003) termésadatsorait elemezte az évjáráthatások függvényében. Az őszi búzáknál azt állapította meg, hogy elsősorban a csapadékhiánynak közvetlen és összegzett hatása érvényesült (pl. *„az időjárás kedvezőtlen hatásait az optimális műtrágyázás tompította, vagy a kedvezőtlen elővetemény-hatás aszályos évben felerősödött”*). Kukorica esetében a természetes növényi vízellátásnak van döntő szerepe a termés nagyságának alakulásában, amely arra is rá világít, hogy *„a kedvező műtrágya- és elővetemény-hatások csak a megfelelő vízellátottság”* mellett jelentkeztek. A változó termés átlagok a különböző edafikus- és klimatikus tényezők hatására következnek be (BEDŐ & BALLA, 1977; ZATKO & BALSAN, 1987; BIRKÁS & GYURICZA, 2001).

KISMÁNYOKY (2005) a talaj–klíma kapcsolatban a *„határányát átlagosan 0,7:0,3 értékre becsülte”*, amely a termésprodukciónak befolyásolja. A szerző megállapítása szerint az egyre erőteljesebben jelentkező időjárási szélsőségek – főként a nagy termés hozamú növényeknél – a termésingadozások mind gyakoribbá válását eredményezte. Szintén KISMÁNYOKY (2005) Ramann-féle barna erdőtalajon (Keszthelyen) beállított, több évtizede folyó szántóföldi tartamkísérletek termés eredményeit rendszerezte és vizsgálta a mezőgazdasági évjáratok időjárás változékonyságának alapján. Őszi búzáknál azt tapasztalta, hogy száraz években az évek átlagához képest a termés hozamok egyértelműen nem csökkentek, viszont az átlagosnál nedvesebb évjáratokban – *„feltételezhetően kórtani okok miatt”* – az előzőekhez képest szignifikánsan alacsonyabb termés szintek jelentkeztek. Kukoricánál a száraz és nedves évek között számottevő

terméskülönbségek alakultak ki. „*Azonosan alkalmazott agrotechnika mellett a kukorica termése kedvező csapadékos évjárásban közel kétszerese volt a csapadékhiányos évek termésének.*” A két növény klímareakciója közötti különbséget – KÉSMÁRKI és munkatársaihoz (2005) hasonlóan – Kismányoky is a tenyészidőszak hosszával és a csapadékeloszlásával magyarázta.

SZÁSZ (2005a) 23 talajtájra, valamint agrometeorológiai körzetre két legfontosabb szántóföldi növényünk – őszi búza és kukorica – termés hozamainak 30 éves (1961–1990) trendjét statisztikai módszerek (többváltozós lineáris regresszió) segítségével vizsgálta a talajok klímával szemben mutatott érzékenységének függvényében. Vizsgálatai során azt állapította meg, hogy a kukorica esetében a talajok érzékenysége lényegesen nagyobb volt, mint a klímával szembeni reakció, míg az őszi búza termés hozamok ingadozását – az egyes mezőgazdasági évek közt – döntően a klímahatás befolyásolta. Kutatási eredményei alapján egyértelműen elmondható, hogy az egyes mezőgazdasági évjáratok közti termésingadozásokat és azok nagyságát az időjárási tényezők közül a természetett növények természetes vízellátottsága határozza meg, viszont a hőmérséklet csak másodlagos szerepet játszik a várható termés eredmények kialakításában.

A növények természetes vízellátottsága szorosan összefügg a csapadék mennyiségével, illetve a párolgási körülményekkel, amelyeket együttesen különböző szárazsági vagy aszály indexekkel fejezhetünk ki (SZÁSZ 1991; 2005b). Mivel Magyarországon a talajok vízellátottsága a nyári hónapokban a legkritikusabb, ezért ennek jellemzésére SZÁSZ 1991-ben kidolgozta a vízellátottsági-faktor (VE) függvényt. A VE index a nyári időszak csapadékelátottságát és párolgását veszi alapul, de mintegy „visszaemlékezik” a téli-tavaszi elraktározott csapadék mennyiségére is. Megjegyzendő, hogy elsősorban az egynyári növények (kukorica, cukorrépa, napraforgó, burgonya stb.) vízellátottsága becsülhető az előbb említett vízellátottsági faktor alapján (SZÁSZ 1991; 2005b).

A természetes növényi vízellátottságok évjáratok hatásait országos szinten az AIIR ver2.0 adatbázison MAKÓ és munkatársai (2009) vizsgálták. Statisztikai vizsgálataikkal megállapították a talajok – kukorica szemtermés termelésében megnyilvánuló – nagyfokú klíma- és vízellátottság-érzékenységét, valamint kimutatták, hogy az egyes vizsgált talajtani és agrotechnikai tényezők a különböző vízellátottságú évjáratokban eltérő módon fejtik ki hatásukat.

RUZSÁNYI (1996) hazánk 9 meteorológiai körzetében a főbb szántóföldi kultúrák (kukorica, őszi búza, napraforgó, cukorrépa) aszályhajlamát tanulmányozta. Vizsgálatai során a Központi Statisztikai Hivatal (KSH) által gyűjtött és mezőgazdasági üzemi adatokból származó termés eredmények átlagos értékeit körzetenként – néhány esetben járásonként – összehasonlította a természetes csapadékelátottsággal, amelyet 4 évjárat-típus-kategóriába (átlagos, aszályos, száraz, csapadékos) osztott be. Elemzéseiből arra a következtetésre jutott, hogy az egyes

növények és termőhelyek különböző aszályérzékenysége a meteorológiai körzetekre jellemző talajfeleségeknél vizsgáldokodási tulajdonságaival áll összefüggésben.

HERMANN és munkatársai (2014a; 2014b) az AIIR ver2.0 adatbázis által tartalmazott táblaszintű adatsorain arra vonatkozóan végeztek vizsgálatokat, hogy csernozjom és barna erdőtalajú termőhelyeken, különböző (kedvező és kedvezőtlen) évjáratokban, a talaj foszfor- és humusz ellátottsága milyen hatással van a kukorica termés hozamainak alakulására. Elemzéseik során arra a következtetésre jutottak, hogy kedvező évjáratban csernozjom talajon a magasabb szintű foszfor ellátottságnak már nincs termésmenvelő hatása. Kedvezőtlen évjáratban a talaj növekvő foszfor-ellátottsága mindkét termőhely esetében már termésdepressziót okoz. Az eredményeik azt mutatták továbbá, hogy kedvező évjáratban már a közepes humusztartalom mellett is magas kukorica hozamok várhatók a csernozjom és barna erdőtalajon egyaránt. Csernozjom talajokon kedvező évjáratban a közepes ellátottságig a humusztartalom mintegy 15 %-os termésmenvelő hatása figyelhető meg. A barna erdőtalajokon a kedvező évjáratban szintén a közepes humusz-ellátottságig hozamnövekedést tapasztaltak.

SZÁSZ (1973) megállapítása szerint nagy termések csak akkor alakulnak ki, ha a klimatikus feltételek – elsősorban a vízellátottság – optimális mértékben illeszkednek a növénykultúra termesztési igényeihez. SZÁSZ és TŐKEI (1997) megállapították, hogy a „*csapadék a mezőgazdasági termelés egyik legfontosabb éghajlati eleme*”. A termesztett növények vízellátását hazánkban jelenleg, szinte kivétel nélkül a természetes csapadék biztosítja, ezért a csapadék az egyik legfontosabb termést meghatározó tényező.

Hazánk keleti részein megnyilvánuló szárazodás következtében fellépő vízhiány már a vízigényes növények termesztésének a fenntarthatóságát is megkérdőjelezi. A súlyosan aszálykáros területek nagysága 1983-tól a keleti, délkeleti irányból az északi és nyugati tájak felé terjeszkedik (BOCZ, 1995). 1981–2000 közötti időszakban az aszályos évjáratok száma duplájára (52,6 %) növekedett az átlagos évjáratok (26,3%) rovására (PEPÓ, 2007). JOLÁNKAI és BIRKÁS (2009) szerint a jövőben várható aszály és szárazság az eddigiektől minőségileg is eltérő lehet, mert a felmelegedés és a szárazodás egyszerre jelenik meg, a szélsőséges időjárási jelenségekkel együtt. Az aszályos évjáratok gyakoriságát támasztják alá MOLNÁR (2006) hosszú idősoros (110 év) időjárási adatelemzése, valamint SÁRVÁRI és munkatársai (2006) által végzett vizsgálatok is. A vizsgált időszakban (1968–2004) a csapadék éves mennyisége 55,3 mm-rel, a kukorica tenyészidejében, pedig 23,1 mm-rel csökkent a 30 éves átlaghoz képest.

SZÁSZ (1998) úgy gondolta, hogy „*az időjárás minden növénynél, és a fejlődésnek minden szakaszában komplex hatást fejt ki, így a termés kialakulásában is*”. A termés kialakulása folyamán olyan kettős hatások különülnek el, amelyekből az egyik a termés mennyiségét, a másik a termés

minőségét fogja szabályozni. Dunay (1984) véleménye az volt, hogy „*a technológia sem szünteti meg az időjárás termésnövelő vagy csökkentő hatását*”. A kedvezőtlen időjárási körülmények teljes mértékben nem eliminálhatóak, azonban a negatív klimatikus hatások az alkalmazott agrotechnikai eljárásokkal mérsékelhetők (SZABÓ, 2014b).

BLASKÓ és ZSIGRAI (2000) mezőgazdasági évjáratonként elemezték a téli félévben lehullott és június-július hónapok – kukorica vízellátása szempontjából kritikus vízellátási időszak – teljes csapadékmennyiség, valamint parcellák összegzett termésátlaga közötti kapcsolatokat. Eredményeik a kukorica termésátlagok és téli félév csapadéka közt nem mutattak összefüggést, viszont közepesen szoros kapcsolatot találtak a téli félév és a tenyészidőszak összegzett csapadék mennyisége közt. Igen szoros összefüggést figyeltek meg a tenyészidőszakban lehullott csapadék és a kukorica termésátlagok között.

Hazánk éghajlata a búza termesztésére megfelelő, bár nem minden tájon egyformán kedvező, mert a termőhelyek között vannak kedvezőbb és kevésbé jó búzatermő területek is (HORVÁTH, 1994; LÁNG, 1976; NAGY, 1981; RAGASITS, 1998; ANTAL, 2000). Magyarországon az őszi búza kedvező mennyiségi és minőségi termesztése szempontjából, úgynevezett három nagy termőtáj határolható le: Közép-Tisza mente és Délkelet-Alföld, Mezőföld és a Duna melléke, illetve a Kisalföld (ANTAL, 2000; ANTAL, 2005; KISMÁNYOKY, 2013).

Csapadéki igénye szerény, minimálisan 300–350 mm, optimális fejlődéséhez azonban 500–600 mm-re van szüksége (BOCZ et al., 1992). A csapadék mennyiségénél fontosabb annak arányos eloszlása. Az őszi búza októberi vetése után nedves időszak kezdődik, amelyben a lehullott csapadék mennyisége meghaladja azt a vízmennyiséget, amikor a levegő képes elpárologtatni azt, ezért a talaj nedvességtartalma növekszik. A búza őszi kelése és optimális megerősödése csak olyan esztendőkből lehetséges, amikor a növény tenyészidejében a várható csapadék optimumnak közel 60 %-a augusztustól októberig lehullik (NAGY, 1981). Az optimális 350–370 mm körüli csapadékmennyiségnek fennmaradó hányadát a búza a márciust követő időszakban igényli.

Még tavasszal is elegendő nedvesség található a talajban, amely a szántóföldi vízkapacitás 70 %-át is meghaladhatja. Az április-májusi csapadék nagymértékben hat az őszi búzatermés minőségére és mennyiségére, amely annál fontosabb minél rosszabbul gazdálkodik a talaj az őszi- és téli csapadékkal (LÁNG, 1976). Száraz időszakban felértékelődik a fejtrágyázás jelentősége, hatására növekszik a növénytűrő/pufferoló képessége és még kedvezőtlen időjárás esetén is jó termés hozamot lehet elérni (HREZO, 1996; LOPEZ-BELLIDO et al., 2001). GELETA és munkatársai (2002) eredményei azt bizonyították, hogy a környezeti tényezők szignifikánsan befolyásolják a búzafajták termés hozamát és minőségi paramétereit. Az őszi búza fajták rekordtermés adatai

összességében jelzik a fajta, a termőhely és az évjárat közötti bonyolult kölcsönhatásokat (MATUZ, 1997). Az évjárat és a termőhely ökológiai adottságai olyan paraméterek, amelyek az őszi búzafajták termésmennyiségét és minőségi paramétereit döntően befolyásolják (GUTTIERI et al., 2001; FUFU et al., 2005).

Napraforgó szélsőséges edafikus viszonyok között is termesztethető, azonban a legnagyobb termés hozamokat és jó beltartalmi paramétereket a középkötött barna erdőtalajokon, mezőszégi talajokon, valamint réti- és öntéstalajokon lehet elérni (ANTAL, 1978). Ezt támasztják alá GYULAI és NAGY (1995) kutatásai is, mely szerint legnagyobb termésmennyiséget a napraforgó csernozjom talajon, vályog fizikai féleségnél, 6,5–7,5 közötti pH tartományon adta. A napraforgó a semleges körüli vagy az enyhén savanyú talajokat kedveli (BOCZ, 1992). LÁNG (1976) szerint savanyú talajon betegségei fokozottabb mértékben jelentkeznek, mint semleges vagy lúgos pH-júak esetében.

Magyarországon a hűvösebb hegyvidékek és a hegyekkel körülvett zártmedencék kivételével a termőhelyek a napraforgó termesztési feltételeinek megfelelnek (FRANK, 1999). A napraforgó vízigénye eléggé jelentős, amely 470–550 mm közötti. A napraforgó vízigénye eltér a közismert szántóföldi növényekétől, mert virágzás előtt a levélfelület és a szár, a virágzás után a kaszatok és az olajtartalom kialakulásához is nagy mennyiségű vizet használ fel (FRANK, 2011). Fejlődése folyamán jól fel tudja venni a különböző mélységű talajrétegekben tárolt nedvességet. A tenyészidőszak elején a keléstől a tányérkezdemény megjelenéséig az összes vízmennyiség 20%-át használja fel a növény. A legnagyobb vízfogyasztás a tányérkezdemény megjelenése és virágzás vége közötti periódusra esik (VRANCEANU, 1977). A napraforgónak azok a mezőgazdasági évjáratok kedvezőek, amikor az április az átlagosnál csapadékosabb és melegebb, a május és a június átlagosan csapadékos, júliusban és augusztusban átlag körüli csapadék van, ebből legalább két alkalommal 20–30 mm hullik. Az augusztus végi és szeptember eleji meleg, száraz időjárás elősegíti a kaszatok kifejlődését (ANTAL, 1978; BOCZ, 1992).

A napraforgó ugyan képes a hosszantartó szárazságot tolerálni, de termése mérséklődik (ERDEM et al., 2002). BORBÉLYNÉ és munkatársai (2008) szerint a kedvező talajadottságok lehetővé teszik a tenyészidőszak előtti hónapokban lehullott csapadék hasznosulását, ezáltal szárazabb tenyészévben is kimagasló termés érhető el. RUZSÁNYI és CSAJBÓK (2001) szerint a napraforgó víz- és hőigényének, illetve a kórokozókkal szembeni nagymértékű fogékonyságának köszönhetően a legtöbb szántóföldi növénytől eltérően reagál az időjárási szélsőségekre. A napraforgó termésátlaga nagymértékben függ a generatív szakaszban tapasztalt aktuális és a potenciális evapotranszpiráció mértékétől, valamint a kettő egymáshoz viszonyított arányától,

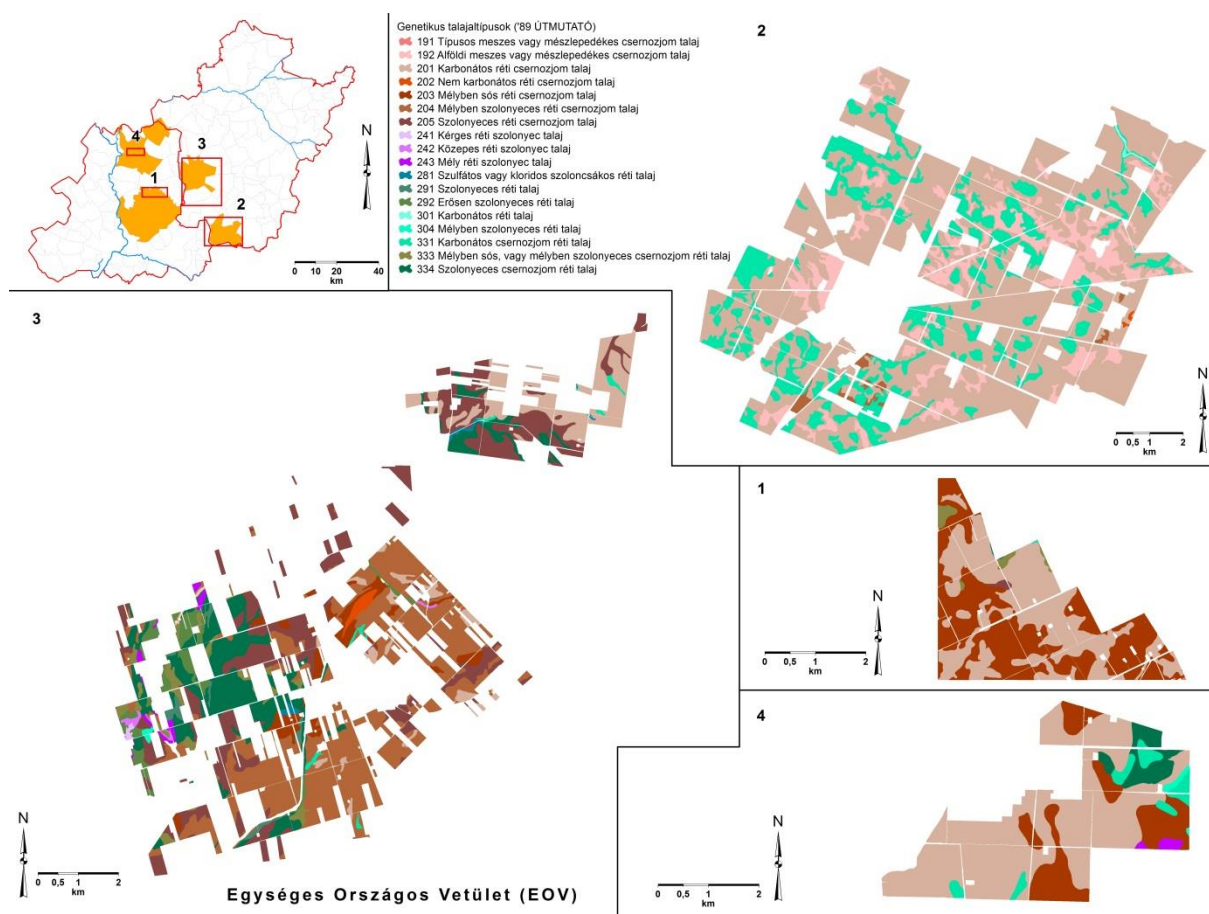
ami arra enged következtetni, hogy a termésmennyiség limitáló faktora a természetes vízellátottság (BARNI et al., 1996).

3. Anyag és módszer

3.1. Dél-alföldi mintaterületek leírása

3.1.1. Dél-alföldi mintaterületek földrajzi elhelyezkedése

A kutatásaim során a Dél-Alföldön vizsgált mintaterületeim Dél-Tiszántúlon, a Körös-Maros köze középtájon terülnek el. Békés megyében az orosházi mintaterület (3), Csongrád megyében a szentesi (4) és hódmezővásárhelyi (1) mintaterület, a két megye határán a mezőhegyesi (2) mintaterület fekszik (11. ábra: KOCSIS, 2015). Az orosházi mintaterület a várostól dél és délkeleti irányba, Orosháza, Kardoskút és Pusztaföldvár közigazgatási területein helyezkedik el. A hódmezővásárhelyi mintaterület a város és Székkutas között terül el, közigazgatásilag Hódmezővásárhelyhez tartozik. (A dél-alföldi mintaterületek feldolgozása képzik a mezoléptékű termékenységi vizsgálatok eredményeit.)



11. ábra

Dél-alföldi mintaterületek elhelyezkedése és talaj altípusai (1: hódmezővásárhelyi mintaterület; 2: mezőhegyesi mintaterület; 3: orosházi mintaterület; 4: szentesi mintaterület) (KOCSIS, 2015¹)

A szentesi mintaterület Szentes közvetlen közelében, attól keletre, a város közigazgatási területén található. A mezőhegyesi mintaterület a várost körülölelve, közvetlen a Magyar és Román határ mentén fekszik, amely a Csongrád megyei Pitvaros, valamint a Békés megyei Mezőhegyes és Battonya közigazgatási területéhez tartozik.

A hódmezővásárhelyi és a szentesi mintaterület a Csongrádi-síkon (1.13.22.), az orosházi az előbbi kistájon és a Békési-háton (1.13.12.) helyezkedik el. A mezőhegyesi a Csongrádi-sík és a Csanádi-hát (1.12.11.) kistájon fekszik (MAROSI & SOMOGYI, 1990; DÖVÉNYI et al., 2010).

A dél-alföldi kistájak bemutatásánál az 1:200.000 méretarányú AGRTOPO Adatbázis szerinti talaj altípusok területi %-os megoszlását Magyarország kistájainak katasztere (DÖVÉNYI et al., 2010) alapján ismerttettem. Az 1:200.000 méretarányú MÉM NAK genetikus talajtérkép (JENEY & JASSÓ, 1983) szerinti altípus megoszlásokat a munkatársaimmal (*Melléklet, V. ábra: KOCSIS et al., 2015*) korrigált és finomított vektorizált térképi állomány talajfoltjaira kiszámolt területi arányokat felhasználva adtam meg.

3.1.1.1. Békési-hát

3.1.1.1.1. Békési-hát természetföldrajzi adottságai

A kistáj Békés és Csongrád megyében helyezkedik el. Területe 1 278 km², amely 82,6 és 105,5 m közötti tengerszintfeletti magasságban helyezkedik el. Térszíne nyugat-északnyugat felé enyhén lejt. Változatos folyóvízi és szélhordta üledékekkel fedett hordalékkúp-síkság. Átlagos relatív reliefe 2,5 m/km², amelyre keleten nagyobb, nyugaton alacsonyabb érték jellemző. A kistáj országhatárhoz közel eső része az ártéri síkság, a további része az alacsony ármentes síkság orográfiai típusba sorolható. Hazánkban területének központi részét Maros-hordalékkúpja alkotja. Felszíni formái folyóvízi és eolikus folyamatokkal keletkeztek. A Békési-medencében a gyors süllyedés következtében a pleisztocén jégkorszakban kb. 1 000 m vastagságú folyóvízi feltöltés alakult ki, kelet-nyugati irányba általában finomodó felszín közeli üledékeit vékony pleisztocén végi holocén kori infúziós lösz, illetve lösziszap borítja. Az ősfolyó medrét jelző kavicslerakódások fokozatosan homokos üledékekbe mennek át, s helyenként másodlagos, áthalmazott, szélhordta homok fedi a felszínt. A Kistáj talajvíz szintje évszakos dinamikától, valamint az időjárási viszonyoktól függően 2 és 4 m között alakul (DÖVÉNYI et al., 2010).

3.1.1.1.2. Békési-hát éghajlati adottságai

A Békési-hát területe a mérsékelt meleg és a meleg éghajlati öv határán terül el, a nyugati vidéke kifejezetten meleg. A kistáj keleti szegélye mérsékelt száraz. Területén évente mintegy 2 000–2 020 óra napsütés várható, ebből nyáron 810 körüli, télen 190 napsütéses óra valószínű.

A hőmérséklet sokévi átlaga 10,5–10,6 °C, de északkeleten ennél pár tized fokkal alacsonyabb (10,3 °C). A tenyészidőszak középhőmérséklete keleten 17,3 °C, nyugaton 17,4–17,6 °C. A napi középhőmérséklet március 31. – április 2. és október 20–21. között, azaz 199–202 napon át meghaladja a 10 °C-ot. A fagymentes időszak hossza keleten mintegy 196–198 nap – április 8–10. és október 24–26. között –, míg nyugaton közel 200–202 nap – április 5–8. és október 26–28. között. A legmelegebb nyári napok maximum hőmérsékletének sokévi átlaga 34,0 °C körüli, a leghidegebb téli napok minimum hőmérsékleteinek átlaga nyugaton -16,0 és -17,0 °C közötti, máshol -17,0 és -18,0 °C közötti (DÖVÉNYI et al., 2010).

A csapadék sokévi átlaga keleten 570–580 mm, a középső vidékeken 540–560 mm, nyugaton 520–540 mm, sőt Nagymágocs és Árpádhalom térségében kevéssel 520 mm alatti. A vegetációs időszakban keleten 340 mm, a középső vidékeken 320 mm körüli, nyugaton 310 mm körüli eső várható. Évente 32–35 hótakarós nap a valószínű, az átlagos maximális hóvastagság 17 cm körül alakul. Az ariditási index keleten 1,20, a kistáj középső részein 1,25–1,30, nyugaton 1,35. A leggyakoribb szélirány az északi és a déli, az átlagos szélesség kevéssel 3 m/s alatti (DÖVÉNYI et al., 2010).

3.1.1.1.3. Békési-hát talajföldrajzi adottságai

Magyarország kistáj kataszterében (DÖVÉNYI et al., 2010) szereplő (1:100.000 névleges méretarányú) Agrotopográfiai Adatbázis (VÁRALLYAY, 1979; 1980) szerint a Békési-hát területén alig több, mint 1 %-án réti szolonyec talajok, a fennmaradó területen pedig csernozjom talajtípusok találhatók. A homokos vályog fizikai féleségű, részben felszíntől karbonátos, részben gyengén savanyú kémhatású (kilúgozott), alföldi mészlepedékes csernozjom talajok 8 %-ot tesznek ki. E talajtípus mélyben sós változata 11 %-on fordul elő. A vályog fizikai féleségű, 4 % humusztartalmú réti csernozjom talajok a terület több mint felét (55 %) alkotják. A réti csernozjom talajok szikes talajvízű, mélyben sós változatai a terület negyedén (25 %) találhatók.

A Növényvédelmi és Agrokémiai Központ (MÉM NAK) Talajtani Főosztályán készült 1:200.000 léptékű Magyarország genetikus talajtérképe (JENEY & JASSÓ, 1983; *Melléklet, V. ábra:*

KOCSIS et al., 2015) alapján, a kistájon döntően homokos vályogtól a nehéz agyagig bezárólag mindenféle fizikai féleségen képződött karbonátos (69,53 %) és szolonyeces réti csernozjom (16,10 %) talajok, továbbá mélyben sós (1,11 %) és mélyben szolonyeces (3,65 %) réti csernozjom altípusok figyelhetők meg. Vályog, homokos és agyagos vályog fizikai féleségű alföldi meszes vagy mészlepedékes csernozjom talaj 0,97 %-nyi területi arányban jelenik meg a tájban. Szikes talajok közül agyag fizikai féleségű karbonátos szoloncsák-szolonyec talajok (1,51%), kerges (0,23 %) és mély (1,16 %) réti szolonyecsek fordulnak elő. A réti talaj főtypusból agyagos vályogon, agyagon és nehéz agyagon kialakult karbonátos (1,60 %), mélyben szolonyeces (2,59 %) és szolonyeces (0,30 %) csernozjom talajok jelennek meg. A genetikus talajtérkép arról tanúskodik, hogy a Békési-háton az erdők 0,28 %-ot és a lakott területek 1,00 %-ot tesznek ki.

A domborzati adottságok kedvező feltételeket teremtenek a nagyparcellás szántóföldi növénytermesztés számára. A Kistáj elhelyezkedéséből eredően éghajlata főként a hőigényes és kisebb vízigényű kultúrák termesztésére alkalmas. A jelentős mezőgazdasági potenciálú táj eredményesen termeszthető haszonnövényei a búza, az őszi árpa, a kukorica, a cukorrépa és a lucerna. A szikes talajféleségek főként legelőként hasznosíthatóak (DÖVÉNYI et al., 2010).

3.1.1.2. Csanádi-hát

3.1.1.2.1. Csanádi-hát természetföldrajzi adottságai

A kistáj Békés megyében helyezkedik el, amelynek területe 409 km² (a Körös-Maros köze 7,9 %-a és az Alföld 0,8%-a). A Csanádi-hát 96,6 és 106,8 m közötti tengerszintfeletti magasságú, löszszappal fedett hordalékkúp-síkság. Ez lényegében a Magyarország területére eső Maros hordalékkúpjának központi – legmagasabb – részének déli része. Domborzattípusát tekintve alacsony ármentes síkság, amely enyhén dél-délnyugati irányba lejt. Az átlagos relatív relief igen kicsi (1 m/km²), csak a déli területeken nő 2 m/km² fölé. A felszíneken a parti dűne vonulatok és az északnyugati-délkeleti tengelyű egykori folyóágak, fattyúágak gazdag felszíni formákat alkotnak. A nagyobb buckák közötti részek, illetve a mélyebb fekvésű kiterjedtebb laposok rossz lefolyásúak (DÖVÉNYI et al., 2010).

A kistáj földtani adottságaira az a jellemző, hogy a felszín közeli üledékekre – a Maros hordalékkúpjához csatlakozva – a homokos összletek épültek, azonban a felszínt – nyugaton az elgátolt laposok kivételével – mindenütt infúziós lösz, homokos lösz fedi. A pleisztocén végén, a holocén elején északkelet-délnyugati és északnyugati-délkeleti irányú folyóvízhálózat jött létre a hordalékkúp déli részén is, amelyek mentén a homok partidűne-vonulatokba rendeződött. Az

elhagyott folyómedrek a holocénban csaknem teljesen feltöltődtek. A mélyedéseket réti agyag, agyagos iszap fedi (DÖVÉNYI et al., 2010).

3.1.1.2.2. Csanádi-hát éghajlati adottságai

Meleg és száraz éghajlat jellemző a kistájra. A napfénytartam évi összege 2 010–2 020 óra; nyáron a napsütéses órák száma kevéssel 810 fölött van, a téli napsütés pedig kevéssel 190 óra fölötti. Az évi középhőmérséklet 10,4–10,5 °C, a vegetációs időszak átlaghőmérséklete 17,3–17,5 °C. A napi középhőmérséklet április eleje körül lépi át a 10 °C-ot, és október második felében süllyed ismét alá, vagyis az időszak hossza 198–200 nap. A fagymentes időszak április 6–9-én kezdődik és október 24–26. körül ér véget, hossza kb. 196–200 nap. Az évi abszolút hőmérsékleti maximumok átlaga kevéssel 34,0 °C alatti, a minimumoké -17,0 °C körüli.

Az évi csapadékösszeg 570–580 mm, a vegetációs időszaki átlag kb. 340 mm. A téli időszakban 32–34 napig takarja hó a földeket, az átlagos maximális hóvastagság 17–18 cm. Az ariditási index 1,20 körül mozog. Az uralkodó északi szélirány mellett elég nagy a déli és a délkeleti szél gyakorisága. Az átlagos szélesség 2,5-3 m/s között alakul (DÖVÉNYI et al., 2010).

3.1.1.2.3. Csanádi-hát talajföldrajzi adottságai

Az Agrotopográfiai Adatbázis alapján igen kedvező mezőgazdasági adottságokkal rendelkező Csanádi-háton, vályog fizikai féleségű, 3–4 % humusztartalmú, az alföldi mészlepedékes csernozjom talajok 10 %-ot, a réti csernozjom talajok 52 %-ot, a mélyben sós réti csernozjom talajok 32 %-ot, az erősebben szikes, a mélyben szolonyeces réti csernozjom talajok pedig 4 %-ot tesznek ki. A kisebb területekre korlátozódó, löszös anyagon alakultak ki, agyagos vályog fizikai féleségű sztyeppesedő réti szolonyec és réti talajok 1–1 % területen fordulnak elő. A kistájat borító löszön képződött talajoknak nagy a káliumtartalma (DÖVÉNYI et al., 2010).

A MÉM NAK Genetikus talajtérkép (*Melléklet, V. ábra*: KOCSIS et al., 2015) adatai alapján a kistájon döntő mértékben vályog, valamint agyagos vályog fizikai féleségen kialakult karbonátos (77,68 %) és szolonyeces (14,28 %) réti csernozjom talaj altípusok helyezkednek el. Nem nagy területi kiterjedésben agyagos közepes réti szolonyec talajok (1,99 %), agyagos karbonátos (4,96 %) és agyagos vályog mélyben szolonyeces csernozjom (0,88 %) réti talajok találhatóak.

A legnagyobb arányban szántóföldi művelésbe vont kistájaink egyike, a hazai tájak közül itt a legalacsonyabb az erdőterületek aránya, mindössze 1,10 % (1 443 ha).

A kistáj klimatikus viszonyai a hőigényesebb, valamint a közepes vízigényű szántóföldi kultúrák termesztésének kedvez. A tájon termesztett fontosabb növények a búza, a kukorica, a cukorrépa és a lucerna. A réti talajokat főként szántóként, a szikéseket legelőként hasznosítják (DÖVÉNYI et al., 2010).

3.1.1.3. Csongrádi-sík

3.1.1.3.1. Csongrádi-sík természetföldrajzi adottságai

A kistáj – mint az előző természetföldrajzi egységek is – Békés és Csongrád megye területén helyezkedik el. Területe 1 829 km², mely a Körös-Maros köze középtájnak 35,4 %-a, illetve az Alföldnek 3,6 %-a. A kistáj 79,5 és 107,6 méter közötti tengerszintfeletti magasságú, enyhén a Tisza-völgy irányába lejtő, a Maros hordalékkúphoz kapcsolódó tökéletes síkság. Orográfiai domborzatát tekintve rendkívül kis relatív reliefű, amelyre 1 m/km² alatti értékek a jellemzőek. A marosi hordalékkúp nyugati zónája a Tisza és Maros áradásai által kialakított holocén felszín. A felszíni formák egyveretűek, változatosságot a lösziszapos felszín szikes agyaggal kitöltött erodált mélyedései és a Szaráz-érhez kapcsolódó, különböző feltöltöttségi állapotban lévő morotvák, valamint a morotvacsonkok jelentenek. A horizontális felszabdaltság értéke nagyon alacsony, 0,5 m/km² alatti (MAROSI & SOMOGYI, 1990; DÖVÉNYI et al., 2010).

Földtani adottságokat tekintve a kistáj területét agyagos, iszapos felszín közeli üledékeket keletről nyugatra egyre vastagodó infúziós, azaz úgynevezett ártéri lösztakaró fedi. A terület felszíni domborzatának a kialakításában két tájalakító tényező játszott szerepet, a szél és a folyóvíz munkája, így a területen belül még a mai napig is néhol több méteres a szintkülönbség (PATARICZÁNÉ KELECSÉNYI & SZIGETI, 1998).

A változatos felszín kialakításában a szél jelentős szerepet játszott. A különböző vízfolyások medreiből kifújta a homokot és az egykori partok mentén halmok, dűnék formájában halmozta fel. A szél alkotta kiemelkedéseket arról lehet felismerni, hogy közelükben mindig (rég) vízfolyás vagy tómeder húzódik. Mivel itt az észak-északnyugati széljárás volt az uralkodó, ezért a keletkezett halmok és dűnék mindig a délkeleti oldalán keletkeztek. A térszín egyenetlenségei közül a legfeltűnőbbek a kiemelkedő halmok és dombok (PATARICZÁNÉ KELECSÉNYI & SZIGETI, 1998).

3.1.1.3.2. Csongrádi-sík éghajlati adottságai

Meleg, száraz klimatikus viszonyok jellemzőek a kistájra. A napfényes órák száma évi 2 000 és 2 020 közötti, ebből nyáron közel 820, télen 190 órán át süt a Nap.

Az évi középhőmérséklet északon 10,3–10,5 °C, délen 10,6 °C. A tenyészidőszak középhőmérséklete 17,4–17,6 °C. A napi középhőmérséklet 199–202 napon át (március 31.–április 2. és október 20–21. között) meghaladja a 10 °C-ot. A Tiszához közel eső északnyugati területeken már április 5. körül, máshol április 10. körül megszűnnek a tavaszi fagyok, az őszi fagyok pedig délen október 24. körül, északon október 25. és 28. között jelentkeznek először. Ez évente 197 nap körüli, de a Tisza mentén 200–202 nap hosszúságú fagymentes időszakot jelent. A legmagasabb nyári hőmérsékletek sokévi átlaga kevéssel 34,0 °C fölötti. A legalacsonyabb téli hőmérsékletek átlaga -16,0 és -17,0 °C közötti (DÖVÉNYI et al., 2010).

Északon 500 mm-nél kevesebb, a középső területeken 500–550 mm, DK-en pedig kevéssel 570 mm feletti évi csapadékösszeg valószínű. A tenyészidőszakban északon 290–310 mm, a középső részekén 320–330 mm, délkeleten 350 mm vagy még kissé több csapadék várható. A hótakarós napok átlagos évi száma a 30–32, az átlagos maximális hóvastagság 17 cm. Az ariditási index északon 1,40 körüli, a középső vidékeken 1,30–1,35, délkeleten 1,25 körüli.

Az uralkodó északi mellett gyakoriak még a délkeleti irányú szelek is. Az átlagos szélsősebesség megközelíti a 3 m/s értéket (DÖVÉNYI et al., 2010).

3.1.1.3.3. Csongrádi-sík talajföldrajzi adottságai

A kistáj talajtakarója igen változatos, amelyben az Agrotopográfiai Adatbázis szerint a csernozjom talajtípusok a meghatározók (80 %). A legnagyobb területen (52 %) az agyagos vályog és vályog fizikai féleségű, gyengén savanyú kémhatású, mélyben sós réti csernozjom talajok találhatóak. A terület 19 %-án előforduló réti csernozjom talajok nagyon kedvező termékenységűek. A talajvízhatástól mentes alföldi mészlepedékes csernozjom talajok 6 %-ot, a szintén felszíntől karbonátos mélyben sós változataik pedig 3 %-ot foglalnak el. Jelentős az ugyancsak löszös alapkőzeten kialakult szikes talajok kiterjedése is (18 %). A réti szolonyec talajok 9 %-on, a sztyepesedő réti szolonyec talajok 8 %-on, a szolonyeces réti talajok pedig 1 %-on fordulnak elő. A táj északi pereme mentén löszös üledéken, agyag fizikai féleségű, gyengén savanyú kémhatású, réti talajok 2 % területen találhatóak (DÖVÉNYI et al., 2010).

A MÉM NAK Genetikus talajtérkép (*Melléklet; V. ábra*: KOC SIS et al., 2015) talajinformációi arról tanúskodnak, hogy a Csongrádi-sík igen heterogén összetételű talajtakaróval

rendelkezik. A fentebb tárgyalt kistájakhoz hasonlóan változatos (homokos vályogtól agyagos vályogig) fizikai féleségen kialakult karbonátos (22,77 %) és szolonyeces réti csernozjom (36,89 %) talajok uralják a területet. A tájon az agyagos vályogon kialakult mélyben sós, valamint az agyagos vályog és agyag fizikai féleségen kialakult mélyben szolonyeces réti csernozjom talajok 0,34 %, illetve 4,88 % területi részesedést érnek el. Nem nagy viszont a területe a vályog, homokos és agyagos vályog fizikai féleségű alföldi meszes vagy mészlepedékes csernozjom talajoknak (0,72 %) és az agyagos karbonátos terasz csernozjom talajoknak (0,08 %). A szikes talajok főtipusába nagy agyagtartalmú (agyagos vályog, agyag és nehéz agyag fizikai féleségű), karbonátos szoloncsák-szolonyec talajok (2,96 %), kérges (3,62 %), közepes (4,74 %) és mély (1,32 %) réti szolonyec, illetve közepes sztyeppessedő réti szolonyec talajok (0,11 %) tartoznak. A réti talaj főtipushoz sorolandók a nagy kötöttséggel rendelkező (agyagos vályog, agyag és nehéz agyag fizikai féleségű) szolonyeces réti talajok (1,97 %), karbonátos réti talajok (0,34 %), valamint a karbonátos (4,70 %), mélyben sós (0,35 %), mélyben szolonyeces (1,97 %) és szolonyeces (4,70 %) csernozjom réti talajok. A genetikus talajtérkép szerint a kistájon az erdők 0,55 %-ot, az állandó vízborítások 0,09 %-ot és a lakott területek 0,69 %-ot foglalnak el.

A melegigényes és mérsékelt vízigényű mezőgazdasági kultúráknak kedvez az éghajlat. A Csongrádi-síkot jelentős mértékben uraló egykori nagyüzemi szántóterületeken főleg őszi búzát, őszi- és tavaszi árpat, kukoricát, illetve napraforgót termelnek. Emellett a vetésszerkezetben csekély arányt tesznek ki a lucernafélék is, míg a szikes talajokat jobbra csak rét- és legelőként hasznosítják (DÖVÉNYI et al., 2010).

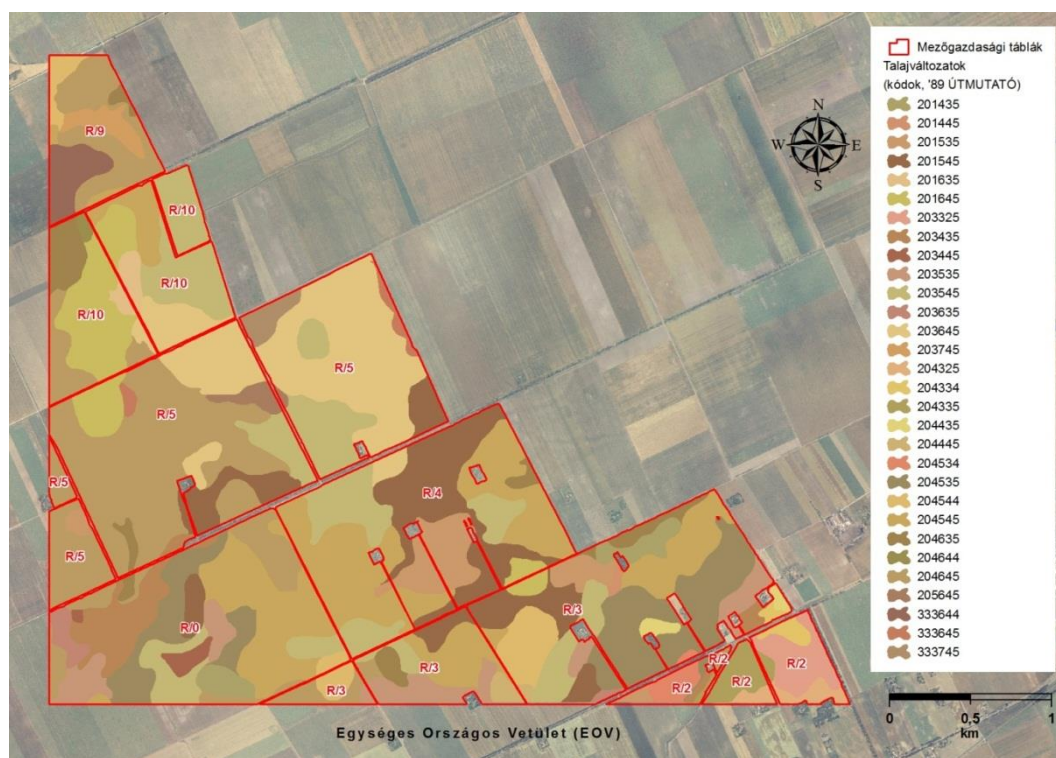
3.1.2. Dél-alföldi mintaterületek 1:10.000 méretarányú genetikus üzemi- és földminősítési talajtérképi információi

A hódmezővásárhelyi, mezőhegyesi és orosházi mintaterületek esetében szűrőpróbaszerűen abból helyszíni- és laboratórium talajvizsgálatokat végeztem abból a célból, hogy megbizonyosodjak a talajváltozati termékenység becslésekhez felhasznált, 1:10.000 méretarányú üzemi- és földminősítési genetikus talajtérképi információk helyességéről, megbízhatóságáról és használhatóságáról. A talajszelvény feltárások (JASSÓ et al., 1989) és laboratóriumi (BUZÁS et al., 1988; 1993) vizsgálatok során megállapítottam, hogy az 1970-es és 1980-as években készült nagyméretarányú talajtérképi felvételezések talajinformációi kellő mértékben megbízhatóak és elfogadhatóak, valamint az előforduló talajviszonyokat megfelelően tükrözik.

Az elvégzett talajtani vizsgálatok eredményeit külön nem ismertettem a doktori dolgozatomban, mert nem képezik a kutatásaim tárgyát.

A 4. táblázat összefoglalóan tartalmazza a dél-alföldi mintaterületeken kialakult talajféleségeket a jelenlegi hazai talajosztályozás (MÉM, 1982a; JASSÓ et al., 1989) rendszertani egységei szerint.

A hódmezővásárhelyi mintaterületen az 1989-ben készült 1:10.000 léptékű EO/TR (37–443) térképszelvény határos földminősítési talajtérképi (BERTÓK, 1989) információk alapján döntő mértékben homokos és iszapos löszön, valamint löszös agyagon képződött nagy agyagtartalommal rendelkező – agyagos vályog, agyag és nehéz agyag fizikai féleségű – legnagyobb területi arányban karbonátos (201), mélyben sós (203), és mélyben szolonyeces réti csernozjom talaj (204), valamint mélyben sós, vagy szolonyeces csernozjom réti talaj (333) található (11. ábra: KOCSIS, 2015).



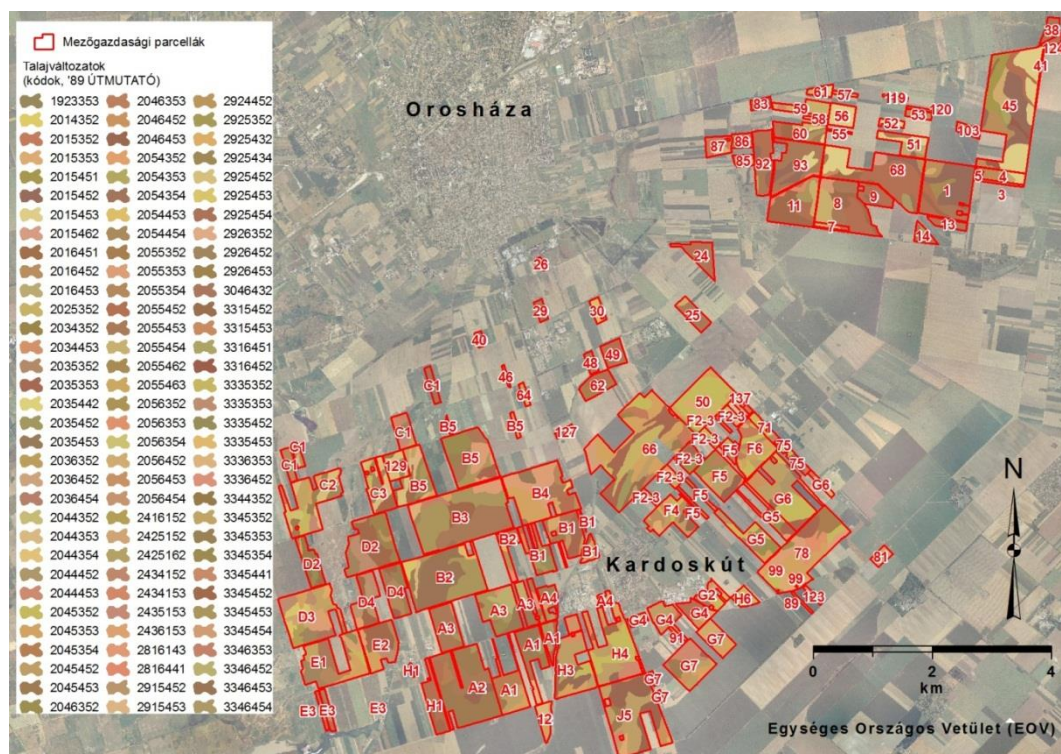
12. ábra

A hódmezővásárhelyi mintaterület talajváltozati térképe (KOCSIS et al., 2008)

Kiseb területi hányadban típusos (191) és alföldi (192) meszes vagy mészlepedékes csernozjom talaj, szolonyeces réti csernozjom talaj (205), valamint karbonátos (331) és szolonyeces (334) csernozjom réti talaj van jelen. A vizsgált 964,67 hektáros szántóterület 7 nagyzemeli parcelláján 43 talajváltozatnak 164 talajfoltja határolható le.

A hódmezővásárhelyi mintaterületnek papíralapra elkészült nagyméretarányú földminősítési talajtérképét, valamint ennek humusz, kémhatás és mészállapot kartogramját digitalizáltam. A következő lépésben a vektoros térképi állományokat egymással összemetszve, és azok talajtípusra, humusz- és mésztartalomra, pH-ra vonatkozó talajinformációit egyesítve talajváltozati folttérképet hoztam létre (12. ábra: KOCSIS et al., 2008).

Az orosházi mintaterületen a 1970-es és 1980-as évek fordulóján 1:10.000 méretarányú genetikus üzemi talajtérképek, valamint 1989-ben részben felújított (kontúros) genetikus földminősítési talajtérképek szerint nagy agyagtartalmú, döntően karbonátos és mélyben magas sótartalmú réti csernozjom (200), és csernozjom réti (300) talajok találhatóak. Jelentős területi hányadban fordulnak elő továbbá réti szolonyecsek (240), szoloncsákos (280) és szolonyeces (290) réti talajok, illetve kis foltban az orosházi szántóterületen figyelhető meg alföldi csernozjom (192) talaj. Az 3 640,58 hektáros orosházi mintaterület 94 parcelláján 98 típusú talajváltozat 631 darab talajfolton helyezkedik el (13. ábra: KOCSIS et al., 2010a).



13. ábra

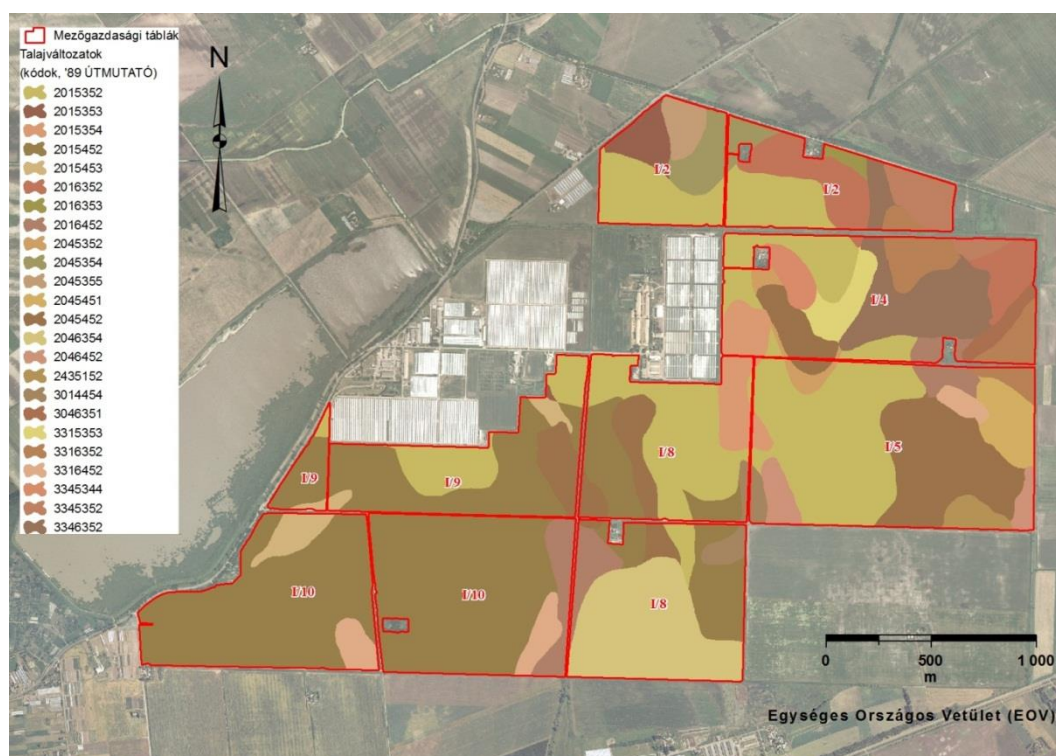
Az orosházi mintaterület talajváltozati térképe (KOCSIS et al., 2010a)

Az orosházi mintaterület talajinformáció 1:10.000 léptékű üzemi és EOTR térképszelvény határosan felújított földminősítési genetikus talajtérképekről származnak. A vizsgálataimnak alapvető feltétele az volt, hogy a talajtani adatok egységes formában, azonos módszertan szerint

legyenek feldolgozva, ezért az üzemi talajtérképeket az 1989-ben megjelent *Útmutató* leírása alapján újítottam fel (JASSÓ et al., 1989). A munkához rendelkezésemre álltak az orosházi Új Élet MgTSz 1 216 ha-os (TORONYKÖY, 1976) és Dózsa MgTSz 3 840 ha-os (KOCSEÁRDI, 1979) mezőgazdasági területeiről, az üzemi talajtérképezéshez készült talajszelvények laboratóriumi vizsgálat eredményei és a hozzátartozó részletes szöveges magyarázó. (Az orosházi mintaterületen földrajzilag egymás mellett fekvő két gazdálkodó szervezet, az Orosfarm Zrt. – Dózsa MgTSz. jogutódja – és a Kardoskúti Mezőgazdasági Zrt. folytat szántóföldi növénytermesztést, ezért a két üzemi területet egyben kezeltem a vizsgálataim során.)

A szentesi mintaterületen az 1989-ben 37–231 és 37–232 térképszelvényezésű, nagyméretarányú földminősítési talajtérképek (FÜLÖP; TÁNCZOS, 1989) alapján folyóvízi- és löszös üledékeken kialakult szintén nagy agyagtartalmú karbonátos (201) és mélyben szolonyeces réti (204) csernozjom talaj, illetve karbonátos (331) és szolonyeces (334) csernozjom réti talaj található meg, továbbá kisebb foltokban még előfordul mély réti szolonyec (243) talaj is. 576,98 hektáros szántóterület 6 nagy tábláján 24 talajváltozatnak 136 talajfoltja található meg (14. ábra: KOCSEÁRDI et al., 2010e).

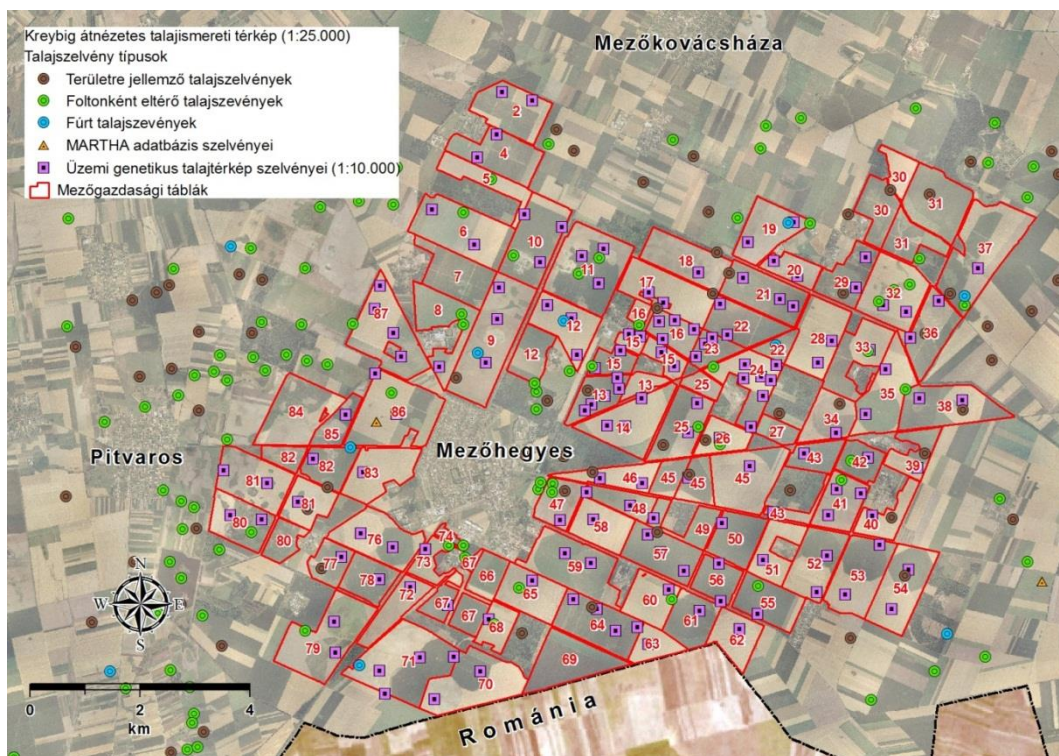
A szentesi mintaterület földminősítési genetikus talajtérképeinek térinformatikai feldolgozásánál azonos módon jártam el, mint a hódmezővásárhelyi vizsgált terület esetében.



14. ábra

A szentesi mintaterület talajváltozati térképe (KOCSEÁRDI et al., 2010e)

A mezőhegyesi mintaterületen kialakult hordalékkúp lösszel fedett homok és homokos iszap anyagán jellemzően vályog, agyagos vályog és agyagos mechanikai összetételű talajok fejlődtek ki. A 2000-es években készült 1:10.000 üzemi genetikus talajterképek (BEREGSZÁSZI, 2006; VAJDULÁK, 2007) alapján, a parcellákon alföldi meszes vagy mészlepedékes csernozjom talaj (192), karbonátos réti csernozjom talaj (201), nem karbonátos réti csernozjom talaj (202), mélyben szolonyeces réti csernozjom talaj (204), karbonátos réti talaj (301), illetve karbonátos csernozjom réti talaj (331) található meg (16. ábra: KOCSIS et al., 2011c). 7 824,66 hektáros földterület, 83 parcelláján 25 talajváltozatnak mintegy 576 darab talajfoltját lehet elkülöníteni. A termékenység talajváltozati becsléshez elengedhetetlenül szükséges – fizikai féleség, pH, humusz- és CaCO₃ tartalom – talajparamétereket tartalmazó, nagyméretarányú talajterképezéshez elkészült tematikus kartogramok megléte.

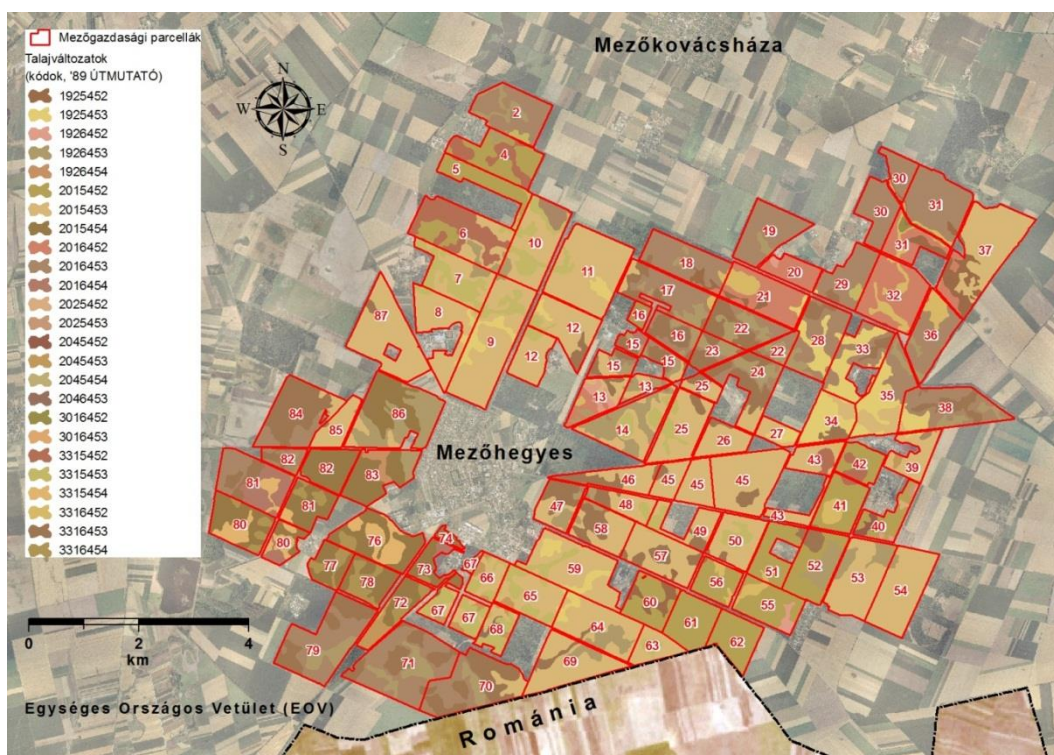


15. ábra

A mezőhegyesi mintaterület változati termékenység becsléséhez felhasznált különböző talajterképi és MARTHA adatbázis talajszelvényei (KOCSIS et al., 2011c)

Mivel az üzemi genetikus talajterképekhez tematikus – humusz, kémhatás és mészállapot stb. – kartogramok nem készültek, ezért ezek hiányában 1935-ben szerkesztett Kreybig Lajos féle 1:25.000 méretarányú 5466/3 (Battonya) és 5465/4 (Mezőhegyes) térképlap számú átnézeti talajismereti térképek (SÍK, 1935) talajszelvény pontadatait használtam fel (15. ábra: KOCSIS et al., 2011c).

A Kreybig-térképek 188 db talajszelvény szántott rétegének (feltalajának) laboratóriumban mért talajparaméter adatait a mintaterületre eső MARTHA pontok információival egészítettem ki. Az így előálló mintegy 387 szelvénypont talajtani információit az Útmutató (JASSÓ et al., 1989) alapján átkonvertáltam kategória-értékekké. Majd az ESRI ArcGIS 9.3 térinformatikai szoftverrel a pH-ra, a humusz- és mésztartalomra vonatkozó pontadatokat Inverse Distance Weighted (IDW) alkalmazással interpoláltam a parcellák (földművelési egységek) területére. Az előbb említett talajparaméterek interpolációjával létrejött raszter térképek értékeit zónastatisztika segítségével a genetikus talajtérkép talajfoltjaira vetítettem le.



16. ábra

A mezőhegyesi mintaterület talajváltozati térképe (KOC SIS et al., 2011c)

A vektoros – genetikus talajtérkép, humusz kartogram, kémhatás és mészállapot kartogram (*Melléklet, I; II; III. és IV. ábra*: KOC SIS et al., 2011c) – térképi állományok (rétegek) poligonjait és a tábla vagy parcellakiosztási térképeket egymásra lapolva létrehoztam a mintaterületek talajváltozati folttérképét (16. ábra: KOC SIS et al., 2011c).

A mintaterületek talajváltozati térképein található 7 számjegyből álló talajváltozati kódok az első három kódszám talaj altípust (MÉM, 1982a), negyedik fizikai féleséget (K_A), ötödik humusztartalmat (%), hatodik kémhatást (pH_{H_2O}) és hetedik mésztartalmat (%) kódolja (JASSÓ et al., 1989).

4. táblázat

Dél-alföldi mintaterületeken előforduló talajtípusok- és altípusok a nagyméretarányú (1:10.000) genetikus talajtérképek szerint, valamint azok területi aránya

Talaj altípus kód	Talaj altípus	Terület összeg (ha)	Területi arány (%)
1. hódmezővásárhelyi mintaterület (964,67 ha)			
191	Tiposos meszes vagy mészlepedékes csernozjom talaj	0,55	0,06
192	Alföldi meszes vagy mészlepedékes csernozjom talaj	0,15	0,02
201	Karbonátos réti csernozjom talaj	179,71	18,63
203	Mélyben sós réti csernozjom talaj	299,52	31,05
204	Mélyben szolonyeces réti csernozjom talaj	458,14	47,49
205	Szolonyeces réti csernozjom talaj	4,76	0,49
331	Karbonátos csernozjom réti talaj	0,57	0,06
333	Mélyben sós, vagy szolonyeces csernozjom réti talaj	20,59	2,13
334	Szolonyeces csernozjom réti talaj	0,67	0,07
2. mezőhegyesi mintaterület (7 824,66 ha)			
192	Alföldi meszes vagy mészlepedékes csernozjom talaj	981,36	12,54
201	Karbonátos réti csernozjom talaj	5 205,57	66,53
202	Nem karbonátos réti csernozjom talaj	5,23	0,07
204	Mélyben szolonyeces réti csernozjom talaj	64,29	0,82
301	Karbonátos réti talaj	9,53	0,12
331	Karbonátos csernozjom réti talaj	1558,69	19,92
3. orosházi mintaterület (3 640,58 ha)			
192	Alföldi meszes vagy mészlepedékes csernozjom talaj	4,22	0,12
201	Karbonátos réti csernozjom talaj	419,14	11,51
202	Nem karbonátos réti csernozjom talaj	24,10	0,66
203	Mélyben sós réti csernozjom talaj	158,45	4,35
204	Mélyben szolonyeces réti csernozjom talaj	1 215,38	33,38
205	Szolonyeces réti csernozjom talaj	886,13	24,34
241	Kérges réti szolonyec talaj	5,98	0,16
242	Közepes réti szolonyec talaj	14,70	0,40
243	Mély réti szolonyec talaj	28,92	0,79
281	Szulfátos vagy kloridos szoloncsákos réti talaj	16,12	0,44
291	Szolonyeces réti talaj	39,54	1,09
292	Erősen szolonyeces réti talaj	142,53	3,92
304	Mélyben szolonyeces réti talaj	6,23	0,17
331	Karbonátos csernozjom réti talaj	25,28	0,69
333	Mélyben sós, vagy szolonyeces csernozjom réti talaj	100,37	2,76
334	Szolonyeces csernozjom réti talaj	553,50	15,20
4. szentesi mintaterület (576,98 ha)			
201	Karbonátos réti csernozjom talaj	377,49	65,43
204	Mélyben szolonyeces réti csernozjom talaj	116,69	20,22
243	Mély réti szolonyec talaj	5,97	1,03
301	Karbonátos réti talaj	5,25	0,91
304	Mélyben szolonyeces réti talaj	3,81	0,66
331	Karbonátos csernozjom réti talaj	31,33	5,43
334	Szolonyeces csernozjom réti talaj	36,44	6,32
Vizsgált mintaterületek nagysága összesen:		13 009,89 ha	

3.1.3. Dél-alföldi mintaterületek növénytermesztési információi

A Dél-Tiszántúlon elhelyezkedő mintaterületekre a rendelkezésemre álló táblatorzskönyvekből és az Agrár-környezetgazdálkodási (AKG) Naplókából eltérő hosszúságú idősoros növénytermesztési adatokat gyűjtöttem (5. táblázat). Majd az összegyűjtött információkat (táblakód/parcellakód; táblanagyság/parcellanagyság (ha); mezőgazdasági évjárat; kijutatott NPK tápanyag (kg/ha); szerves trágya mennyiség (t/ha); elővetemény; termesztett főnövény; termés hozam (t/ha); és esetleg öntözővíz mennyiség (mm)) rendszereztem és feldolgoztam.

A földművelési egységekre meghatároztam az egyes termelési évekre – a kihelyezett műtrágya adagok alapján – az összes kijuttatott NPK hatóanyag kategóriákat. A táblákra és résztáblákra kiadott NPK műtrágya mennyiségek alapján nyolc ($NPK_{összI} = <100$ kg/ha; $NPK_{összII} = 101-200$ kg/ha; $NPK_{összIII} = 201-300$ kg/ha; $NPK_{összIV} = 301-400$ kg/ha; $NPK_{összV} = 401-500$ kg/ha; $NPK_{összVI} = 501-600$ kg/ha; $NPK_{összVII} = 601-700$ kg/ha; $NPK_{összVIII} = >701$ kg/ha) kategóriába rendszereztem (MAKÓ et al., 2009). A békéscsabai, orosházi, szarvasi, szegedi, valamint a pitvarosi meteorológiai mérőállomások csapadék- és hőmérséklet adataiból (DUNKEL, 1978–2009) kiszámítottam SZÁSZ (1991) nyomán továbbá a helyi természetes vízellátottságokat (VE). A vízellátottságokat, mint évjárat-hatásokat háromfokozatú ($VE_{3I} = 10-20$ (száraz év); $VE_{3II} = 21-50$ (normál év); $VE_{3III} = 51-70$ (csapadékos év)) skálába soroltam be. A mezőhegyesi mintaterület esetében ugyanezt nyolcfokozatú ($VE_{8I} = <10$ (rendkívül száraz év); $VE_{8II} = 11-20$ (súlyosan száraz év); $VE_{8III} = 21-30$ (száraz év); $VE_{8IV} = 31-40$ (mérsékelt vízellátású év); $VE_{8V} = 41-50$ (jó vízellátású év); $VE_{8VI} = 51-60$ (bőséges vízellátású év); $VE_{8VII} = 61-70$ (rendkívül bőséges vízellátású év); $VE_{8VIII} = >71$ (károsan bőséges vízellátású év)) kategóriába osztályoztam.

Az AIIR adatbázis szerint az országos vetésszerkezetben jelentős területi arányt kitevő, 15 legfontosabb (őszi búza, kukorica, őszi árpa, tavaszi árpa, borsó, őszi káposztarepce, lucerna stb.) mezőgazdasági kultúrákra a mintaterületeken mért terméseredményeket leválogattam. Majd a mintaterületek talajváltozati feltjükhöz az AIIR adatbázis tábla szintű adataiból – 1-től 100-ig terjedő skálán – normalizált termésszinteket rendeltem (1. egyenlet). Az utóbbit oly módon végeztem el, hogy átlagoltam azoknak a földművelési egységeknek termés hozamait, melyek – az AIIR adatállomány szerint – az adott talajváltozattal jellemezhetőek. A mintaterületek tábláiról/parcelláiról begyűjtött terméseredmények normalizálása az AIIR alapján történt meg növényenként aszerint, hogy az adatbázisban szereplő minimális termésekhez az 1-et, a maximálishoz a 100-at kötöttem.

5. táblázat

Dél-alföldi mintaterületek táblaira/parcelláira vonatkozó növénytermesztési- és talajtani adatok

	Mintaterület	Település	Gazdaság	Földművelési egység típusa	Földművelési egység száma (db)	Terület (ha)
Alapadatok	hódmezővásárhelyi	Hódmezővásárhely	Róna Kft.	tábla	7	964,67
	orosházi ⁴	Kardoskút	Kardoskúti Mezőgazdasági Zrt.	parcella	32	1 975,73
	orosházi ⁴	Orosháza	Orosfarm Zrt.	parcella	59	1 664,85
	mezőhegyesi	Mezőhegyes	Mezőhegyesi Ménesbirtok Zrt.	parcella	83	7 824,66
	szentesi	Szentes	Árpád-Agrár Zrt.	tábla	5	576,98
Összeg:					185	13 009,89
Talajtani adatok	Mintaterület	Kiadási év	Forrás	Méretarány	Felhasznált paraméterek	
	hódmezővásárhelyi	1989	földminősítési genetikus talajtérkép	1:10.000	talaj altípus, fizikai féleség (K _A), pH (H ₂ O), humusz- és CaCO ₃ -tartalom (%)	
	orosházi ⁴	1976; 1979 1989	üzemi / földminősítési genetikus talajtérkép	1:10.000		
	mezőhegyesi	1935; 2006; 2007	Kreybig-féle átnevezetes talajismereti térkép / üzemi genetikus talajtérkép / MARTHA adatbázis	1:25.000 / 1:10.000		
	szentesi	1989	földminősítési genetikus talajtérkép	1:10.000		
Növénytermesztési adatok	Mintaterület	Vizsgált időszak	Forrás	Gazdálkodási adatok		
hódmezővásárhelyi	1978–1987	táblatorzskönyv	AKG Napló ⁵	tábla területe (ha), NPK műtrágya (kg/ha), szervesztrágya (t/ha), elővetemény, fővetemény, termés hozam (t/ha)		Szeged
orosházi ⁴	2000–2007	táblatorzskönyv		Orosháza		
orosházi ⁴	2002–2008			parcella területe (ha), NPK műtrágya (kg/ha), elővetemény, fővetemény, termés hozam (t/ha)		Orosháza
mezőhegyesi	2001–2009	táblatorzskönyv		parcella területe (ha), NPK műtrágya (kg/ha), szervesztrágya (t/ha), elővetemény, fővetemény, termés hozam (t/ha)		Pitvaros
szentesi	1978–2008	táblatorzskönyv		tábla területe (ha), NPK műtrágya (kg/ha), szervesztrágya (t/ha), elővetemény, fővetemény, termés hozam (t/ha), öntözővíz (mm)		Szarvas

Megjegyzés: ⁴Az orosházi mintaterület 2 gazdaságának talajtani- és növénytermesztési információit egy egységként kezeltem a vizsgálatok során. ⁵Agrár-környezetgazdálkodási Naplóból származó adatok.

A következő lépésben a kiválasztott növényekre a mintaterületeken mért legkisebb normalizált termésátlagtól negatív irányba, a legnagyobbtól pozitív irányba 20 %-ban eltérő terméshozamokat a többéves adatsorokból kiszűrtem.

A mintaterületek talajtérképi információiból összeállított talajtani részadatbázist a táblakiosztási vagy parcellakiosztási térképek segítségével kapcsoltam össze a növénytermesztési részadatbázissal, így az egyes szántókra „komplex mintaterületi” adatbázist hoztam létre.

$$Th_{100} = 1 + \left(\frac{Th - Th_{min}}{Th_{max} - Th_{min}} \right) \times 99 \quad (1)$$

ahol:

Th_{100} – adott növény 1–100-as skálára normalizált terméshozama;

Th – adott növény terméshozama (t/ha);

Th_{min} – adott növény minimális terméshozama (t/ha);

Th_{max} – adott növény maximális terméshozama (t/ha).

3.1.4. Dél-alföldi mintaterületek talajváltozati termékenység becslése iterációs módszerrel

A Dél-Tiszántúlon elhelyezkedő mintaterületek talajváltozatainak átlagos termékenységét különböző csoportokat képezve (6. táblázat) a földművelési egység szintű több éves termésadatsorokból és a táblákon/parcellákon lévő talajváltozati foltok területi részarányából becsültem iterációs módszerrel oly módon, hogy kiindulási értéként a talajváltozati foltok AIIR-ből származtatott átlagos (normalizált) termékenységét vettem alapul.

Néhány esetben az iterációs számítás algoritmus az előforduló talajváltozati variánsok nagy számát nem tudta lekezelni. Az MS Excel Solver program limitált elemszámban, egyszerre maximum 199 variánsra képes elvégezni a számítást, ezért egyes mintaterületnél (pl.: orosházi, vagy a dél-alföldi szántóterületeket egybevéve) az összevont termékenység becslésénél az azonos átlagos termékenységű talajváltozatokból csoportot képeztem.

A csoportképzéshez a Chi-squared Automatic Interaction Detection (CHAID) típusú klasszifikációs (döntési) fa módszert használtam, amely során az AIIR adatbázisból származó azonos termékenységi szintek alapján a változatokat úgynevezett talajváltozati-csoportokba (nóduszokba) vontam össze. A CHAID eljárással meghatározható az, hogy az adott talaj altípus és talajparaméter kombinációkhoz mely azonos átlagos talajváltozati termékszintek

(termésátlagok) párosulnak. A módszerrel képzett talajváltozati-csoportokhoz tartozó AIIR termésátlagokat használtam fel a termékenység becslések iterációs számításainak kezdőértékeként.

A CHAID módszert, mint elsősorban adatbányászatra kifejlesztett statisztikai eljárást KASS (1980) dolgozta ki, majd HÁMORI (2001) és RITSCHARD (2010) munkájukban részletesen is ismertetik, amelynek működési elvét TÓTH (2011) doktori disszertációjában jól leírja:

„A módszer kategória típusú függő változó és bármilyen típusú magyarázó változók közötti kapcsolatok jellemzésére szolgál. A CHAID eljárás algoritmusa a függő és független változók közötti kapcsolatrendszerét úgynevezett fastruktúrába rendezi, ami nagymértékben megkönnyíti a kapott eredmények értelmezését és elemzését. A fastruktúra egyes szintjei mutatják meg azt, hogy mely változók alapján különülnek el az adott adathalmazban a csoporttulajdonságok. A módszer az adatállományt úgy csoportosítja, hogy a függő változó variációját a csoportokon belül minél nagyobb, a csoportok között pedig minél kisebb legyen. A CHAID eljárásban a független változók kategóriáinak átlag y – függő változó – értékeinek vizsgálata a Pearson-féle khibingyzet teszttel történik, innen ered a módszer elnevezése.” (TÓTH, 2011)

Az CHAID típusú klasszifikációs csoportbecsléseket MAKÓ és munkatársai (2007) végeztek, ennek során az AIIR ver2.0 adatbázisban szereplő változati talajtulajdonságok alapján természetett növényenként, évjáratonként (kedvezőtlen, kedvező és átlagos), agrometeorológiai körzetenként és lejtőkategóriánként határozták meg a szignifikánsan eltérő termékenységi csoportokat a D-e-Meter földminősítő rendszer talajvíz-gazdálkodási kategóriáinak és a köztes minőségjelző értékeinek kialakításához. Majd TÓTH (2011) a Magyarországi Részletes Talajfizikai és Hidrológiai Adatbázis (MARTHA) talajinformációi alapján CHAID módszerrel becsülte a talajok víztartó képességét. Az eljárást a talajterképek részletességének javítására a magyar kutatók is mind gyakrabban használják (PÁSZTOR et al., 2013; SISÁK et al., 2015).

Az országos termésadatsorokból megállapított azonos talajváltozati termékenységeket CHAID módszer segítségével változati-csoportokat képeztem, amelyeket a becsléseknél korrigálandó termékenységi alapértékeként adtam meg, ez által jelentősen csökkentve a kezelendő talajváltozati variánsok számát és biztosítva az iterációs számítások lefutását.

A CHAID eljárás a talaj altípusok és a talajparaméterek (fizikai féleség, pH, humusz- és CaCO_3 -tartalom) felosztási szempontok alapján egyesíti a normalizált talajtermékenységeket statisztikailag legkevésbé különböző talajváltozati-csoportokba (kategóriaváltozóba). A lefutott algoritmusok fastruktúrájának szintjeit előbb háromban, majd ötben korlátoztam, attól függően, hogy a felosztások során mely független változók – kijuttatott összes NPK kategória, természetes vízellátottságok, természetett növények stb. – körével bővítve képeztem a talajváltozati-csoportokat.

A termékenységi becsléseknél az iterációs módszerhez bemeneti adatként használtam: a mintaterületeken mért parcella/tábla normalizált termésátlagokat; a változati talajfoltok súlyozott %-ban kifejezett területi arányát; az AIIR adatbázis alapján talajváltozatokra, illetve a CHAID módszerrel képzett talajváltozati-csoportokra meghatározott átlagos termékenységeket; az AIIR-ban szereplő termésszintek 50 és 80 %-os valószínűségein előforduló minimális, maximális terméshozamokat (*Melléklet: I. és II. táblázat*).

Minden esetben az optimalizálási becsléseket két variációban futtattam le úgy, hogy a talajváltozati foltok termékenységének alsó és felső peremfeltételeként első esetben a talajváltozatok, majd a CHAID-dal összevont talajváltozati-csoportok AIIR-ban előforduló termésszintjeinek 50 %-os (quartilisek), majd második esetben a 80 %-os (decilisek) valószínűségein a felső és alsó határokat rendeltem hozzá (*Melléklet: I. és II. táblázat*). A termékenységi becsléseknél az előbbit „A” típusú iterációnak, az utóbbit „B” típusú iterációnak neveztem el.

Az iterációs számítást AIIR adatbázis tábla szintű adataiból meghatározott (1) átlagos talajváltozati termékenységek, vagy a változati termésszintekből klasszifikációs fa (CHAID-TREE) módszerrel képzett (2) talajváltozat-csoportok alapján hajtottam végre. A termékenység becsléseken belül többféle változatban: (a) „mintaterületi” adatsorokból nem csoportokat képezve (egyben); (b) műtrágyázási (NPK) kategóriákra; (c) VE évjáratokra; (d) növényekre (kukoricára, őszi búzára, napraforgóra, repcére, borsóra stb.); (e) VE évjáratokra és növényekre szétszedve végeztem el az iterációs számításokat. A különböző csoportosítások szerinti becslések az iterációs számítások pontosságának növelése érdekében történt meg (*6. táblázat*).

A termékenység becsléseket nemcsak (f) táblánként vagy parcellánként, hanem az orosházi és a szentesi mintaterületnél VE évjáratokon belül úgynevezett (g) parcella-csoportokra is elvégeztem a becsléseket (*6. táblázat*). A szántóföldi növénytermesztésben kialakult üzemszervezési gyakorlatból kiindulva – földművelési egységeken összevont művelés és betakarítás folyik – bizonyos mezőgazdasági üzemek (orosházi gazdálkodó) nem parcellánként, hanem az egyes parcella-csoportokra vonatkoztatva adják meg a termésátlagokat. Az utóbbiak alapján talajváltozati termékenység becslések is parcella-csoportokként precízebben számolhatók.

A szentesi szántóterület esetében szintén talajváltozati termékenységek és CHAID módszerrel talajváltozati-csoportokra megállapított AIIR termésátlagok alapján normál és száraz VE évjáratokra, kihelyezett NPK műtrágya kategóriákra, valamint külön-külön (h) öntözetlen (1978–1989) és (i) öntözött (1990–2008) időszakokra hajtottam végre a talajváltozati becsléseimet (*6. táblázat*). A becslés során az országos AIIR adatbázis alapján meghatározott termésszinteket a mintaterületi termésadatokkal korrigáltam iterációs számítás segítségével, amelynek

A becslő eljárások helyességének a jellemzésére RAJKAI (2004) alapján úgynevezett „*becslési hatékonyság*” számoltam, amely érték a vizsgált adatbázisra százalékban kifejezve adja meg a jó és elfogadható pontosságú becslések mennyiségét. Számításaim során azon becsléseket tartottam elfogadható pontosságúknak, ahol a mért és a becsült termékenységi értékek közti átlagos eltérések nagysága a 100-as skálára normalizált termésadatok esetében 10 egységnél kisebb volt.

3.2. Országos léptékű talajtermékenységi vizsgálatok

3.2.1. Az AIIR adatbázis talajtani- és növénytermesztési adatsorainak rendszerezése, szűrése

A legfontosabb 3 szántóföldi növényünkre (őszi búza, kukorica és napraforgó) vonatkoztatott talaj-termés-évjáráthatás közti kapcsolat statisztikai vizsgálatát egy – az adattartalmát tekintve megszürt – AIIR adatbázis (AIIR ver3.0) alapján végeztem. Így, a nyilvánvalóan téves adatrögzítésből adódó hibás rekordok mellett kizárásra kerültek az adott talajosztályozási egységen (altípuson) belül szakmai szempontból elfogadhatatlan, összeegyeztethetetlen alapvizsgálati eredményeket tartalmazó adatsorok is. A szűrés során az AIIR adatbázis legfontosabb talajváltozati paramétereinek adatait az országos nagyméretarányú talajtérképezési *Útmutatóban* (JASSÓ et al., 1989) szereplő térképi kategória-rendszerbe kódoltam át. A kódrendszer jellemzője, hogy a talajvizsgálati eredményekhez nem konkrét értékeket, hanem térképi kategóriákat, mérési tartományokat (pl. vályog fizikai féleség, gyenge humusz- és mérsz tartalom stb.) ad meg (FARKAS et al., 2009; MAKÓ et al., 2003; MAKÓ et al., 2010).

A vizsgálataimhoz felhasznált szűrt adatbázis így jelenleg 321 915 adatsorból áll, éves átlagban 2 970 895 ha mezőgazdasági terület 76 849 földművelési egységéről nyújt információt.

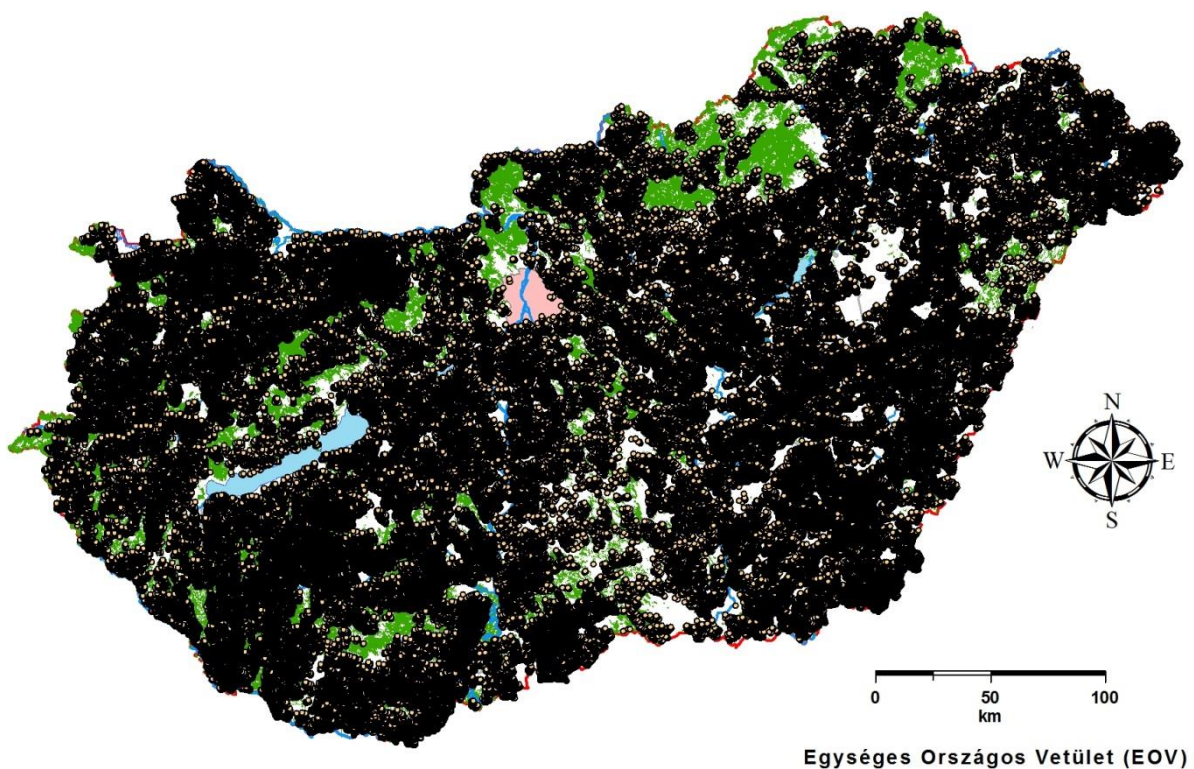
Az őszi búza, kukorica és napraforgó terméseredményein is szűrést végeztem, amely során kiszámoltam a növények országos termésátlagát és a terméseredményeknek szórását. A terméshozamok szórásának kétszeresét negatív és pozitív irányba is felmértem az országos termésátlagokra. A kétszeres szórásértéken mindkét irányban kívül eső terméseredményeket kizártam.

Vektoros állományba helyezett AIIR ver3.0 adatbázis az országos léptékben vizsgált növényekre következő információkat tartalmazza:

1. őszi búza: 87 707 rekord, 332 710 darab talaj-mintavételi pont, 5 éves átlagban 13 566 földművelési egység (tábla- és résztábla), 736 826,40 hektár szántóterület;

2. kukorica: 56 744 rekord, 249 862 darab talaj-mintavételi pont, 5 éves átlagban 8 841 földművelési egység, 488 520,00 hektár szántóterület;
3. napraforgó: 23 140 rekord, 84 628 darab talaj-mintavételi pont, 5 éves átlagban 3 290 földművelési egység, 181 830,20 hektár szántóterület.

A térinformatikai feldolgozásokhoz a művelt résztábla területek nagyságával (ha) súlyozva átlagoltam földművelési egységekre (táblákra) az AIIR ver3.0 adatbázis mintavételi pontok (17. ábra: KOCSIS et al., 2014c) fontosabb (kötöttségi szám, humusz, $\text{pH}_{(\text{KCl})}$ és CaCO_3) talajvizsgálati eredményeit. A talajparaméterek területi súlyozását azért végeztem el, mert nem lehetett teljes egyértelműséggel megfeleltetni az AIIR résztábláit (kódjait) a talajtani információkkal, valamint a mezőgazdasági évek idősoros növénytermesztési adataival. A táblaazonosítókon keresztül tudtam összekapcsolni az adatbázis rekordjait a TIEDIT XY koordinátákkal, és így lehetett csak kellő pontossággal az információkat térben elhelyezni.

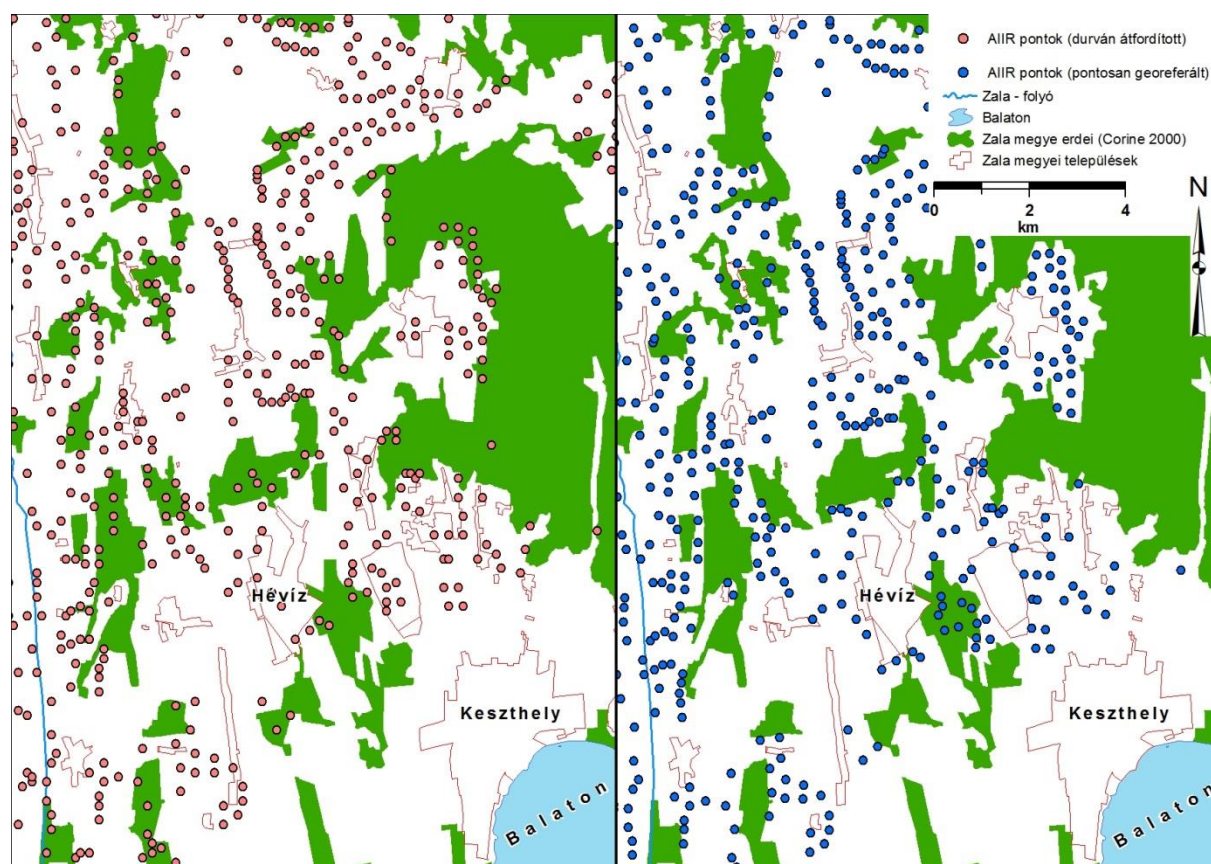


17. ábra

Az AIIR ver3.0 adatbázis 249 862 talaj-mintavételi pontja (KOCSIS et al., 2014c)

3.2.2. Az AIIR adatbázis talaj-mintavételi helyeinek térinformatikai feldolgoása

Az AIIR talaj-mintavételi helyeinek TIEDIT XY koordinátáit – a munkatársaimmal kidolgozott módszer alapján – konvertáltam át EOV rendszerbe. Az 1970-es évek közepén kifejlesztett TIEDIT térképi rendszer részben katonai célokat is szolgált, illetve részben ezen alapult a Magyarország Felszínborítottsági Rendszere nevű térképi adatbázis (DOMOKOS, 2004). A TIEDIT koordináták mesterségesen torzításokat tartalmaznak, így vetületük nagy térrészleteken nem szög- és területtartó. A mesterségesen generált torzításokból fakadó pontatlanságok több kilométeresek is lehetnek (KISS et al., 2013). Tapasztalataim szerint a TIEDIT koordináták Magyarország nyugati felén 3–5 km-re délkeletre, keleti felén 3–5 km-re északnyugatra tolnak el. A torzítások miatt a TIEDIT koordinátákat közvetlenül EOV vetületi rendszerbe nem tudtam áttenni, ezért konverziójukat két lépésben hajtottam végre (18. ábra: KOCSIS et al., 2014c).



18. ábra

Az AIIR ver3.0 adatbázis pontjainak két lépésben történő illesztése Egységes Országos Vetületi (EOV) rendszerbe (KOCSIS et al., 2014c)

Első lépésben ismert EOVS koordinátájú mintavételi helyek felhasználásával, lineáris regressziós illesztéssel egy megközelítő átfordítást végeztem (2. és 3. egyenlet), majd második lépésként a talaj-mintavételi helyek pontos georeferálását hajtottam végre, az ESRI ArcGIS 9.3 térinformatikai szoftver Spatial Adjustment eszközének Rabbbersheet funkciójával. Ehhez felhasználtam az 1:100.000 méretarányú 2000-es CORINE Land Cover (CLC2000) felszínborítási adatbázist (BÜTTNER & MAUCHA, 2006; FÖMI, 2012), a 2000 májusában felújított (1:50.000) DTA-50 (Digitális Térképészeti Adatbázis) folyók és tavak vízrajzát és a közigazgatási (ország, megyei, település belterületi) határokat leíró adatállományát.

$$\begin{aligned}
 EOVS_X &= a \times TIEDIT_X + b \\
 a &= 99,708 \\
 b &= 341\,255,4
 \end{aligned}
 \tag{2}$$

$$\begin{aligned}
 EOVS_Y &= a \times TIEDIT_Y + b \\
 a &= -98,748 \\
 b &= -955\,177,8
 \end{aligned}
 \tag{3}$$

3.2.3. Az AIIR adatbázis talajrendszertani egység szintű besorolásának vizsgálata

A georeferált AIIR ver3.0 adatbázis talajtani adatainak reprezentativitását az egyéb – AGROTOPO és MARTHA – adatbázisokkal történő összehasonlítás módszerével vizsgáltam. Az országos léptékű földminősítő kutatómunkám során az volt az egyik legfontosabb kérdés, hogy az adatállományban szereplő talajok talajosztályozási egységek szerinti besorolása szakmai szempontból mennyire helytálló. Erre választ kaphatunk egyrészt az AIIR taxonómiai adatainak más térképi adatbázisokkal történő térbeli összevetésével, másrészt a taxonómiai egységek egyes mért talajtulajdonságainak más adatbázisok hasonló taxonómiai egységeinek hasonló talajparamétereivel történő összehasonlításával.

Mivel az AIIR ver3.0 és a MARTHA ver2.0 adatbázis legfontosabb változati paramétereinek adatai a nagyméretarányú talajtérképezési *Útmutatóban* (JASSÓ et al., 1989) szereplő térképi kategória-rendszerbe kódoltam át, ezért a két adatállomány talajinformációit egymással könnyen össze lehetett hasonlítani. A kódrendszeren keresztül teremthető meg a kapcsolat az AIIR és a MARTHA adatbázis, valamint a nagyméretarányú (1:10.000) talajtérképi adatbázisok információtartalma között (MAKÓ et al., 2003). A talajtulajdonságokat a további feldolgozás során a kódrendszer szerint csoportosítottam, értékelttem, illetve vettem össze egymással.

Az AIIR ver3.0 adatbázis talajtípus reprezentativitás-vizsgálatát – Csongrád megyei kiválasztott mintaterületeken – szintén az ESRI ArcGIS 9.3 program segítségével végeztem. Az elemzéshez a 2000-ben vektoros formában elkészült 1:100.000 névleges méretarányú AGROTOPO adatbázis talajtérképét (MTA ATK TAKI, 2013), Csongrád megye 1:100.000 méretarányú MÉM NAK genetikus talajtérképét (PASZT, 1982; JENEY & JASSÓ, 1983; KOCSIS et al., 2015), valamint a Csongrád megyei mintaterületekre 1989-ben EOV térképlapokra szerkesztett 1:10.000 méretarányú földminősítési genetikus talajtérképeket (BERTÓK, 1989; FÜLÖP, 1989; PASZT, 1989; TÁNCZOS, 1989) használtam.

Az említett térkép része az 1:200.000 léptékű Magyarország MÉM NAK genetikus talajtérképnek (JENEY & JASSÓ; 1983). Az országos MÉM NAK talajtérképet az üzemi genetikus talajtérképek, a Géczy-féle talajismereti térképek, valamint szakértői becslések információi alapján szerkesztették. A munkát a MÉM NAK szakmai koordinálásával, valamint ezen intézmény megyei állomásain dolgozó talajtani szakembereinek segítségével készítették el (MARKÓ, 2014; szóbeli közlés). A talajtérkép térinformatikai feldolgozását a 2000-es évek végén a megyei növény- és talajvédelmi szolgálatok térinformatikusai végezték a Növény- és Talajvédelmi Központi Szolgálat koordinálásával.

A MÉM NAK talajtérképe az első olyan egységesen szerkesztett országos térképi állomány, amely nagy részben tartalmazza a hazai genetikus talajosztályozás (STEFANOVITS, 1963; MÉM, 1982a; JASSÓ et al., 1989) rendszertani egységeit (típus és altípus), a talajok fizikai féleségéről és a talajképző kőzetekről is áttekintő tájékoztatást ad. A térkép a talajinformációkat a SZABOLCS és munkatársai (1966) által kiadott „*A genetikus üzemi talajtérképezés módszertana*” című könyvben ismertetett nomenklatúra alapján tünteti fel.

Munkatársaimmal (KOCSIS et al., 2015) a vektorizált térképi állományt korrigáltuk és finomítottuk, valamint a térkép talajinformáció tartalmát kiegészítettük a raszteres (papír alapú) térképi lapok alapján (*Melléklet: V. ábra*). Munkánk során átfordítottuk a nagyméretarányú talajtérképezéshez kiadott *Útmutató* (JASSÓ et al., 1989) szerint a talajtérkép adattartalmát.

A MÉM NAK genetikus talajtérkép vektoros állományában lévő 5 214 poligonból 3 333 darab rendelkezik talajinformációval, tehát 1 881 térképi folt nem mezőgazdasági célú – erdő, állóvíz, vízjárta- és lakott terület – területhasználatot jelöl. A jelenleg érvényben lévő hazai talajosztályozási rendszer (MÉM, 1982a) szerinti 40 talajtípusból 36-ot, és 86 altípusból 70-et jelenít meg.

Munkám során az AGROTOPO adatbázis talajtípus információit megfeleltettem a nagyméretarányú talajtérképezés módszertanában leírt hazai talajosztályozás talaj főtípusoknak és típusoknak, valamint talajparaméter kategóriáknak (JASSÓ et al., 1989). Az AGROTOPO adatbázis 31 talajtípusát a genetikus talajosztályozási rendszer 25 típusával tudtam megfeleltetni. Az AGROTOPO csernozjom jellegű homok, mészlepedékes csernozjom, alföldi és mélyben sós mészlepedékes csernozjom talajait összevontam egy csoportba, amelyet a genetikus talajosztályozás mészlepedékes, vagy meszes csernozjom talajtípusával feleltettem meg. A mélyben sós és a mélyben szolonyeces réti csernozjomokat szintén egy típusként kezeltem, és a genetikus talajosztályozás réti csernozjom talajtípusával azonosítottam. A réti öntéstalajokat típus szinten a humuszos öntések közé soroltam. Az AGROTOPO adatbázisban nem megjelenő genetikus talajtípusokat nem vettem figyelembe a reprezentativitás-vizsgálatoknál. A talajtérképek vektoros állományát és az illesztett AIIR adatbázis talaj-mintavételi pontjait egymással fedésbe hoztam. Vizsgáltam, hogy a térképi fedvények és az AIIR pontok talajosztályozási kategóriái milyen mértékben egyeznek, illetve térnek el egymástól.

3.2.4. Országos léptékű tematikus térképek szerkesztése az AIIR adatbázis információi alapján

Országos léptékben az őszi búza, kukorica és napraforgó terméstérképeket szintén az ESRI ArcGIS 9.3 program Geostatistical Analyst Wizard moduljának Kriging menüjének segítségével szerkesztettem meg. A térképeket évjáratonként általános krigeléssel (Ordinary Kriging) állítottam elő. Növényenként a terméseredmények térbeli kiterjesztését úgy végeztem, hogy a becslésnél minden AIIR talaj-mintavételi pont 20 környező másik pontnak a termésértékét is figyelembe vettem. A pontokból becsült térképek krigelésénél a legnagyobb, 0,5 értékű térbeli simítást alkalmaztam.

Az évjárat-hatások elemzésére a kukorica, őszi búza és napraforgó terméshezamaihoz az éves Pálfai aszály indexet (PaDI) rendeltem hozzá. Magyarországon (többek közt) az aszályok számszerű jellemzésére az 1980-as években kidolgozott Pálfai-féle aszályindexet használják, amely egy mezőgazdasági év aszályerősségét egyetlen számértékkel jellemzi (*4. egyenlet*). A PaDI meghatározásához mindössze a havi középhőmérséklet és a havi csapadékösszeg adatokra van szükség (LAKATOS et al., 2013).

A gyakorlati alkalmazás érdekében módosítottak az aszályindex kiszámításán (BIHARI et al., 2012). Ez alapján a Pálfai-féle aszályindex alapértéke az alábbi képlettel számolható:

$$PaDI_0 = \frac{[\sum_{i=ápr}^{aug} T_i]/5 \times 100}{c + \sum_{i=okt}^{szept} (P_i \times w_i)} \quad (4)$$

ahol:

PaDI₀ – a Pálfai-féle aszályindex alapértéke (°C/100 mm);

T_i – havi középhőmérséklet áprilistól augusztusig (°C);

P_i – havi csapadékösszeg októbertől szeptemberig (mm);

w_i – súlyozó tényező;

c – állandó érték (10 mm).

A vizsgálatokhoz felhasznált aszályindex adatok a www.carpatclim.eu.org honlapról származnak.

Az aszályosságára vonatkozó információkat WGS (World Geodetic System) 1984 vetületű vektoros állományok tartalmazzák, amelyekben az értékek hazánk területére – Magyarország nyugati peremvidékének kivételével – 10×10 km-es térbeli felbontású 1045 darab gridből álló meteorológiai rácshálóban helyezkednek el. A grid adatokat WGS 1985 koordináta rendszerből EOVS vetületbe konvertáltam.

Évjáratonként a meteorológiai gridháló értékeiből az ArcGIS 9.3 3D Analyst tools, Raster interpolation Spline with Barriers alkalmazásával az ország területére 200×200 m-es felbontású az aszályosság mértékét mutató raszter térképet hoztam létre. Majd az aszálytérkép PaDI értékeihez (aszálymentes év=<4; enyhe aszály=4–6; mérsékelt aszály=6–8; közepes erősségű aszály=8–10; súlyos aszály=10–15; nagyon súlyos aszály=15–30; extrém erősségű aszály=>30) kategória változókat rendeltem BIHARI (2012) nyomán, amelyekkel az AIIR adatbázis mezőgazdasági éveit (1985–1989) jellemeztem.

Térinformatikai eszközök segítségével az aszálymentes területeket szintén évjáratokra lehatároltam, amelyek összevonásával előállítottam az 1985–1989 (5 éves) időszak aszálymentes területi térképét. Ahol az AIIR éveire nem tudtam lehatárolni aszálymentes területeket (pl. Duna-Tisza közti Homokhátság), ott a legmérsékeltőbb (enyhe) aszályfokozatot vettem figyelembe. Az utóbbi térkép segítségével meghatároztam az AIIR adatbázis éveire a növények aszálymentes évekre vonatkozó (az időjárási viszonyok évjárat-hatásaitól függetlenül) 0–100-as skálára normalizált növények terméseredményeit. A következő lépésként statisztikai vizsgálataimhoz a

krigelt terméstérképek, valamint a PaDI értékeket tartalmazó aszálytérkép raszter értékeit az ArcGIS 9.3 program 3D Analyst tools, Funtcional surface Surface spot eszközével az AIIR ver3.0 adatbázis térinformatikai állományához rendeltem hozzá.

Statisztikai vizsgálatokat IBM SPSS Statistics 18.0 programmal végeztem. A talaj *aszályérzékenységi mutató* képzése során növénykultúráként számítottam a talajféleségek a „normál” és a fent leírt módon meghatározott aszálymentes terméshozamainak a különbségét vettem, majd ezt elosztottam a Pálfai-aszályindex értékével. Az *aszályérzékenységi mutatókat* talajváltozati paraméterek (altípus, fizikai féleség, pH_(KCl) érték, humusz- és mésztartalom) figyelembevételével klasszifikációs (döntési) fa (CHAID: Chi-squared Automatic Interaction Detection) (TÓTH, 2010; TÓTH et al., 2012; MAKÓ et al., 2013) módszerrel csoportosítottam, melyek eredményeként 133 csoport (nódusz) képződött. A CHAID-módszerrel becsült csoportokat (a csoportok átlagos aszályérzékenységi mutatói alapján) egy 0-tól 10-ig terjedő, egyenlő beosztású kategória-skálán helyeztem el (SPSS/Transform/Visual binning).

A következő lépésben növény-specifikusan egytényezős varianciaanalízissel (Oneway) megvizsgáltam azt, hogy a képzett kategória csoportok aszályérzékenységi mutatói különböznek-e szignifikánsan egymástól. Az elemzés során megállapítottam, hogy a Levene-féle homogenitás teszt alapján a szóráseloszlások különböznek, a Duncan teszt nem használható, ezért helyette a Tamhane T₂ próbát alkalmaztam. A próba eredménye alapján minden egyes kategória csoport határozottan nem vált szét egymástól, így bizonyos csoportok összevonásra kerültek. Végeredményben a magyarországi talajokat 7 különféle aszályérzékenységi csoporttal (kategóriával) tudtam jellemezni.

A Magyarország nyugati peremvidékén elhelyezkedő talajokra – Vas megye, Győr-Moson-Sopron és Zala megye nyugati része – meteorológiai és (PaDI) aszályindex adatok hiányában nem tudtam talajaszály-érzékenységi mutatót számolni. A nyugati határ-menti vidékre az ország más területein megtalálható, ismert talajváltozati tulajdonságok és növények terméseredményei alapján becslési eljárással határoztam meg az aszályérzékenységi kategóriákat.

Vizsgáltam ezek után az aszályérzékenységi kategóriák országos megoszlását közép- és kistájanként (MAROSI & SOMOGYI, 1990; DÖVÉNYI et al., 2010), majd talaj főtípusonként, fizikai talajféleségenként, humusz, mész és pH kategóriánként. Az általam képzett aszályérzékenységi kategóriaváltozókra talajtulajdonság-kombinációkra definiált, amely egymástól szignifikánsan eltérő aszályérzékenységi mutatókkal jellemezhető csoportokat különböztet meg. (Az aszályérzékenységi mutató a talajváltozatoknak a – Pálfai index-szel leírt – aszály függvényében bekövetkező termékenység változását jelzi, természetett növényenként.

Ezért az aszályérzékenységi kategória is növény-specifikus: természetett növényenként eltérhet a talajtulajdonság kombinációkkal jellemzett egyes talajféleségek aszály hatására bekövetkező termékenység-változása).

4. Eredmények

4.1. Mezőléptékű termékenységi vizsgálatok eredményei

4.1.1. Vizsgálati eredmények értékelése Dél-alföldi mintaterületenként

A *mezőhegyesi mintaterület* esetében arra kerestem a választ, hogy VE évjáratokra számított termékenységi értékek becslési hatékonysága tovább javul-e, ha a mezőgazdasági évek jellemzésére 8 fokozatú vízellátottsági kategória-rendszert alkalmazok (SZÁSZ, 1991). A vizsgált időszakra súlyosan száraz évet (VE_{8II}), száraz évet (VE_{8III}), mérsékelt vízellátású évet (VE_{8IV}), valamint jó vízellátású évet (VE_{8V}) tudtam megkülönböztetni (*Melléklet, II. táblázat*).

A 7. táblázat (KOCSIS et al., 2013) a mezőhegyesi mintaterületre (döntően csernozjom talajváltozatokra) elvégzett talajváltozati termékenységi vizsgálatok eredményeit mutatja be. Első lépésben az adatállományt nem bontottam szét csoportokra („egyben” vizsgáltam) és az iteráció peremfeltételeiként AIIR-ban előforduló az átlagos termésszintek quartilis, valamint a decilis alsó- és felsőértékeit adtam meg (*Melléklet, II. táblázat*). Megállapítható volt, hogy ha csupán a CHAID klasszifikációs fa módszerrel végeztem talajváltozati csoportképzést, ez az iterációt megelőzően mindössze 1,06 %-kal növelte a termékenységi becslések hatékonyságát.

7. táblázat

A mezőhegyesi mintaterületre számított talajváltozati termékenységek becslési megbízhatósága különböző iterációs csoportok képzése szerint (KOCSIS et al., 2013)

Becslési hatékonyság változása (%)					
Iteráció típus		Egyben	NPK kategóriák	VE kategóriák	Növények
AIIR átlag		0,00	-1,06	0,00	0,00
„A” típus	Talajváltozati	9,57	41,49	1,06	148,94
„B” típus		10,64	52,13	0,00	273,40
AIIR átlag	Talajváltozati-csoport (CHAID)	1,06	15,96	1,06	1,06
„A” típus		10,64	38,30	2,13	140,43
„B” típus		10,64	53,19	2,13	276,60

Megjegyzés: A hódmezővásárhelyi mintaterület termékenységbecsléseit – mezőhegyesi és szentesi számításokkal való megegyezőség miatt – külön nem ismertettem, hanem a következő a 4.1.2.-es fejezetben a többi mintaterületek vizsgálati eredményeivel együtt tárgyalom.

Abban az esetben, amikor az iteráció során már alsó és felső peremfeltételeként AIIR-ban előforduló termésszintek 50 %-os, illetve 80 %-os valószínűség szintű alsó és felső határértékeit állítottam be („A” és „B” típusú iteráció), a becslési hatékonyságok – az előzetes talajváltozati szintű csoportképzéstől függően – kisebb mértékben (9,57 és 10,64 %-kal) megnőttek.

A talajváltozati szintű termékenységbecslések hatékonyságai abban az esetben javultak jelentősen, amikor a mintaterületi adatállományt különböző módokon csoportokra bontottam és azok szerint futtattam le az iterációs becsléseket. Az „A” típusú iterációs módszert alkalmazva, a kijuttatott műtrágya adagok szerint képzett NPK kategóriák alapján csoportosítva az adatokat 38,3–41,49 %-os; termesztett növények szerint csoportosítva 140,43–148,94 %-os becslési hatékonyságnövekedést tapasztaltam. (A vízellátottsági kategóriák (VE) szerinti csoportosítás nem okozott jelentős hatékonyság növekedést (1,06–2,13 %)). A számítások megbízhatósága tovább nőtt a „B” típusú iteráció alkalmazása során (NPK kategóriák szerint bontva: 52,13–53,19 %; növények szerint bontva: 273,40–276,6 %). Megállapítható, hogy a csernozjom talajváltozatok termékenységi becslése akkor javult a legnagyobb mértékben, amikor az az iterációs számítás a termesztett növények – repce, kukorica, napraforgó, őszi búza, borsó – szerint képzett csoportokra egyenként külön-külön hajtottam végre.

A talajtermékenység számítására szolgáló módszer megbízhatósága és becslési hatékonysága nagyban függ a vizsgálandó mintaterület adatbázisának elemszámától. Kis elemszámú adatbázisoknál kisebb mértékű becslési hatékonyság növekedés érhető el az optimalizálás során, mint a nagy elemszámúak esetében a termékenység számításánál. A becslési hatékonyságokban bekövetkező nagymértékű javulások attól is függenek másrészt, hogy milyen megfontolások szerint csoportosítva végeztem el az iterációt.

A **szentesi mintaterületre** becsült átlagos talajváltozati termékenységi értékek a 8. táblázatban (KOC SIS et al., 2010e) láthatók. A szentesi mintaterület termékenységi vizsgálta a többi földterületétől abból a szempontból eltért, hogy 1990-től a rendszeres öntözés érzékelhető mértékben „árnyalta” az összefüggéseket. Nem csupán a mezőgazdasági évjáratok természetes vízellátottságainak hatását lehetett megfigyelni, hanem a mintaterület lehetőséget teremtett arra, hogy az iterációs becslések módszertanát alkalmazzam és leteszteljem az öntözött talajok termékenység becslésére is.

A mélyben szolonyeces réti csernozjom (204) talajok termékenysége esetében az *öntözött* és az *öntözetlen* időszakoknál egyaránt a talajok mésztartalmának kiegyenlítő hatása figyelhető meg. A kisebb vagy azonos humusztartalom mellett jelenlévő nagyobb kalcium-karbonát tartalommal jellemezhető talajváltozat becsült termékenysége jobb (8. táblázat: KOC SIS et., 2010e).

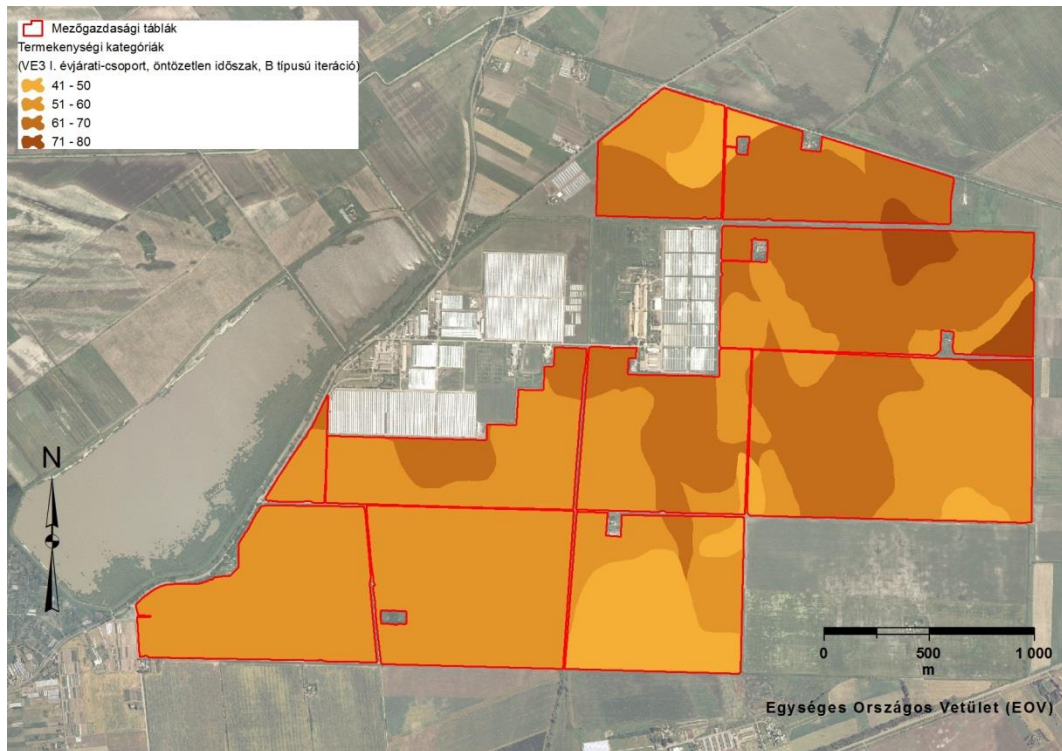
8. táblázat

Szentesi mintaterület talajváltozataira az AIIR adatbázis alapján és iterációval becsült átlagos termékenységek különböző vízellátottsággal jellemezhető évjáratokban (KOC SIS et al., 2010e)

Szentesi mintaterület talajváltozatai (kódok, '89 Útmutató)	AIIR termésátlagok alapján becsült termékenységek	Iterációval számított átlagos termékenységek			
		Öntözött száraz évjáratok (VE _{3I.})	Öntözött normál évjáratok (VE _{3II.})	Öntözetlen száraz évjáratok (VE _{3I.})	Öntözetlen normál évjáratok (VE _{3II.})
		0–100 normalizált skála			
2015352	56,26	78,28	95,00	71,24	62,85
2015353	55,03	54,10	85,94	67,20	54,32
2015354	51,36	52,08	80,47	65,15	51,72
2015452	58,36	58,28	95,00	91,64	51,85
2015453	55,97	55,25	85,31	71,05	57,79
2016352	56,57	56,95	75,95	70,46	61,99
2016353	55,07	54,38	81,35	65,97	54,46
2016452	55,61	56,90	83,49	70,40	54,58
2045352	53,46	54,88	58,50	54,79	55,72
2045354	52,57	52,81	55,85	50,13	49,53
2045355	52,57	52,81	55,85	51,42	51,19
2045451	55,83	58,65	56,62	55,53	56,83
2045452	55,83	71,45	72,25	73,03	59,57
2046354	48,87	48,94	47,30	51,39	45,00
2046452	51,63	54,57	50,00	52,41	52,24
2435152	55,90	50,00	55,90	50,00	50,00
3014454	47,78	55,00	55,00	55,00	50,00
3046351	51,30	51,74	54,54	53,27	54,94
3315353	55,03	54,57	62,67	57,92	64,80
3316352	56,57	63,02	71,63	67,64	72,66
3316452	55,61	55,08	58,08	54,85	58,01
3345344	52,52	53,11	66,21	59,88	67,29
3345352	53,46	53,81	65,64	57,82	64,29
3346352	48,87	51,19	63,68	57,44	65,79
Termésátlag:		65,70	81,36	69,05	59,31

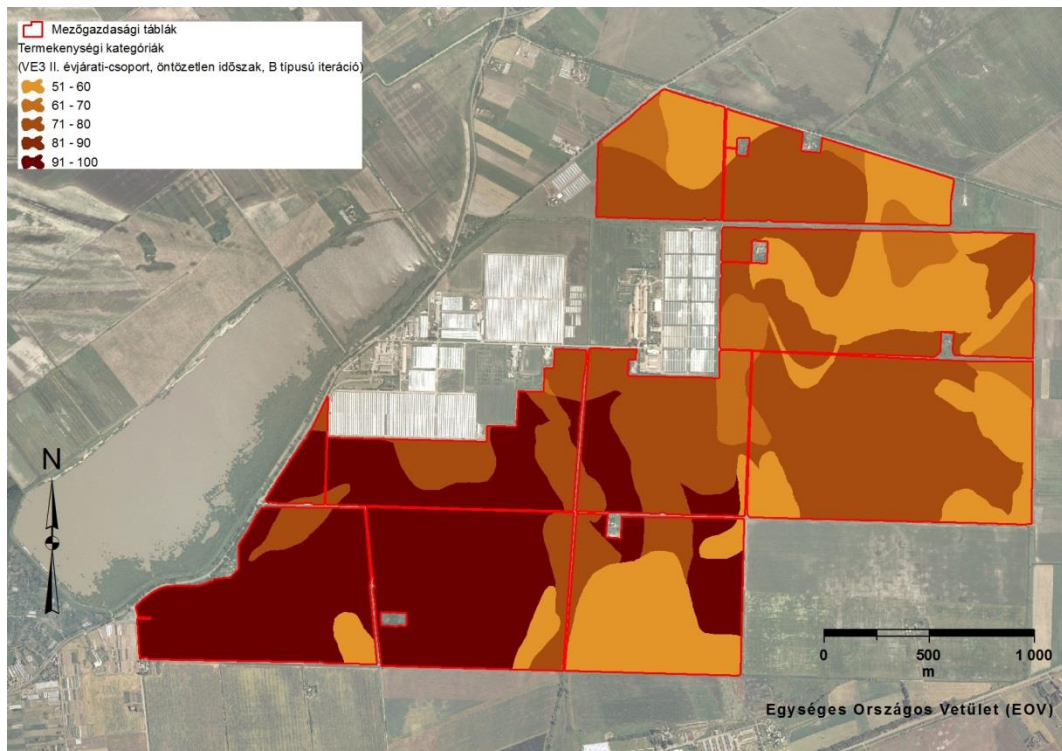
Ez a tendencia tapasztalható a karbonátos réti csernozjom (201) talajváltozatok becsléssel megállapított termékenységi mutatóinál is. Ha az előbb említett talajféléseket fizikai féleség oldaláról közelítjük meg, akkor az agyagtartalom növekedésével a termékenységi szintek csökkennek.

Az öntözött és nem öntözött időszakokat összevetve megállapítható az, hogy az öntözéstől függetlenül az agyagosabb karbonátos csernozjom réti (331) talajoknak nagyobb a termékenysége, ezen belül pedig a humuszban szegényebb talajváltozatoknál termékenység csökkenés tapasztalható. A kalcium-karbonát kompenzáló szerepet tölt be a talajok termékenységében. A nagyobb karbonát-tartalom ellensúlyozza a kisebb humusztartalmat (ezt a hatást még jobban erősíti a nagy agyagtartalom) (Melléklet, VI. ábra; 19; 20; 21. és 22. ábra: KOC SIS et al., 2010e).



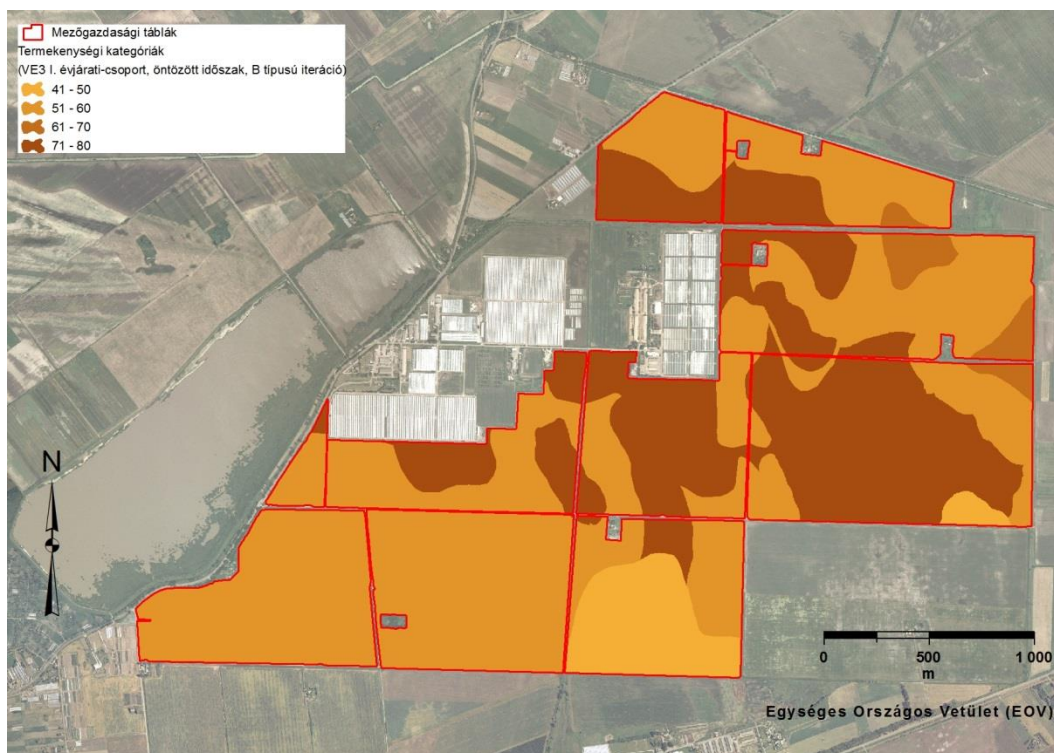
19. ábra

A szentesi mintaterület öntözetlen (1978–1989) időszak száraz (VE_{3I}) évjáraitára becsült talajváltozati termékenységek (0–100 normalizált skála) (KOCSIS et al., 2010e)



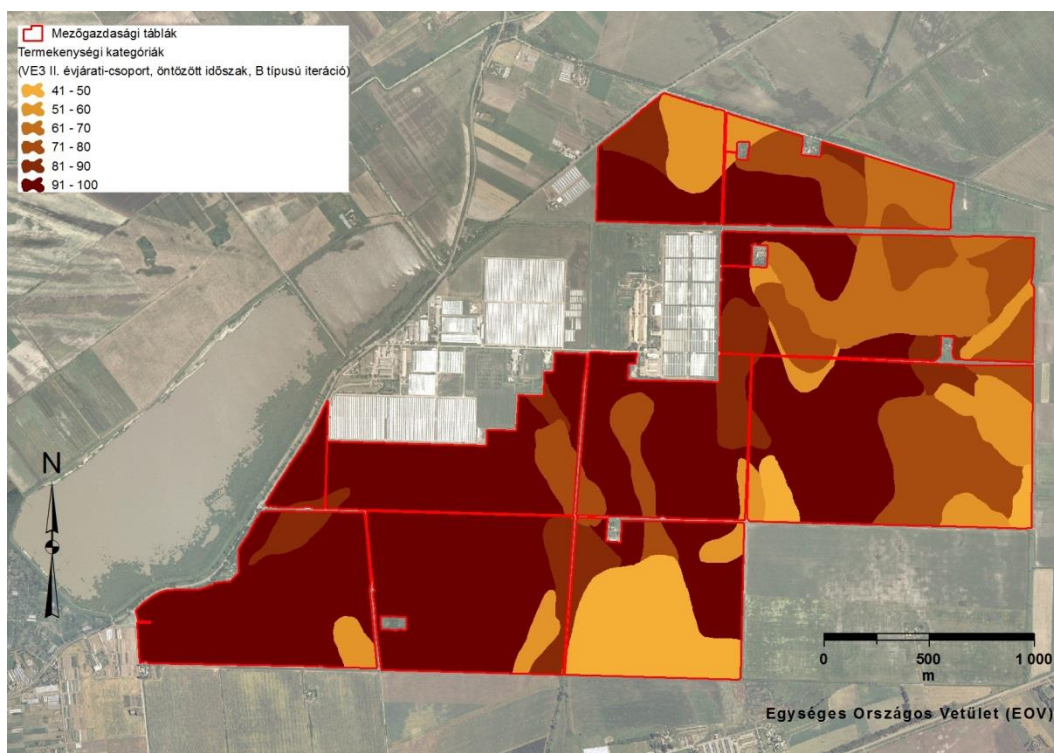
20. ábra

A szentesi mintaterület öntözetlen (1978–1989) időszak normál (VE_{3II}) évjáraitára becsült talajváltozati termékenységek (0–100 normalizált skála) (KOCSIS et al., 2010e)



21. ábra

A szentesi mintaterület öntözött (1990–2008) időszak száraz (VE_{3I}) évjáraira becsült talajváltozati termékenységek (0–100 normalizált skála) (KOC SIS et al., 2010e)



22. ábra

A szentesi mintaterület öntözött (1990–2008) időszak normál (VE_{3II}) évjáraira becsült talajváltozati termékenységek (0–100 normalizált skála) (KOC SIS et al., 2010e)

Az iterációs becslések eredményei szerint az *öntözetlen* perióduson belül a száraz vízellátottságú évjáratokban (VE_{3I}) kisebb termésszintek jelentkeztek, mint normál években (VE_{3II}) (19. és 20. ábra: KOCSIS et al., 2010e). (A szentesi mintaterület esetében a vizsgált (1978–2008) időszakra kiszámolt Szász-féle természetes vízellátottságok alapján a háromfokozatú kategóriarendszer szerint csak száraz és normál évjárat-csoportokat – mezőgazdasági éveket – tudtam megkülönböztetni.) Az öntözetlen évjáratok esetében az agyagos vályog fizikai talajféleségű szolonyeces csernozjom réti talaj változatainak (334) nagyobb $CaCO_3$ tartalma magasabb termékenységgel jár együtt. Az *öntözött* száraz (VE_{3I}) és normál (VE_{3II}) mezőgazdasági évjárat-csoportok termésátlagai között is jelentős az eltérés.

A száraz években az öntözés kismértékben növelte ugyan a táblák termékenységét, de nem tudta kompenzálni a ~ 120 mm/év kiadagolt öntözővíz a vízhiányt. A várttal ellentétben az öntözés hatása nem tudta elfedni az évjáratok csapadékellátottságának különbözőségét, amelyet a becslési eredményeim is jól alátámasztanak. Normál években viszont – amikor lehetőség volt az öntözésre – a kiadagolt víztöbblet eredményesen növelte az – amúgy is magasabb – termésszintet (21. és 22. ábra: KOCSIS et al., 2010e).

4.1.2. Vizsgálati eredmények értékelése Dél-alföldi mintaterületeket összevonva

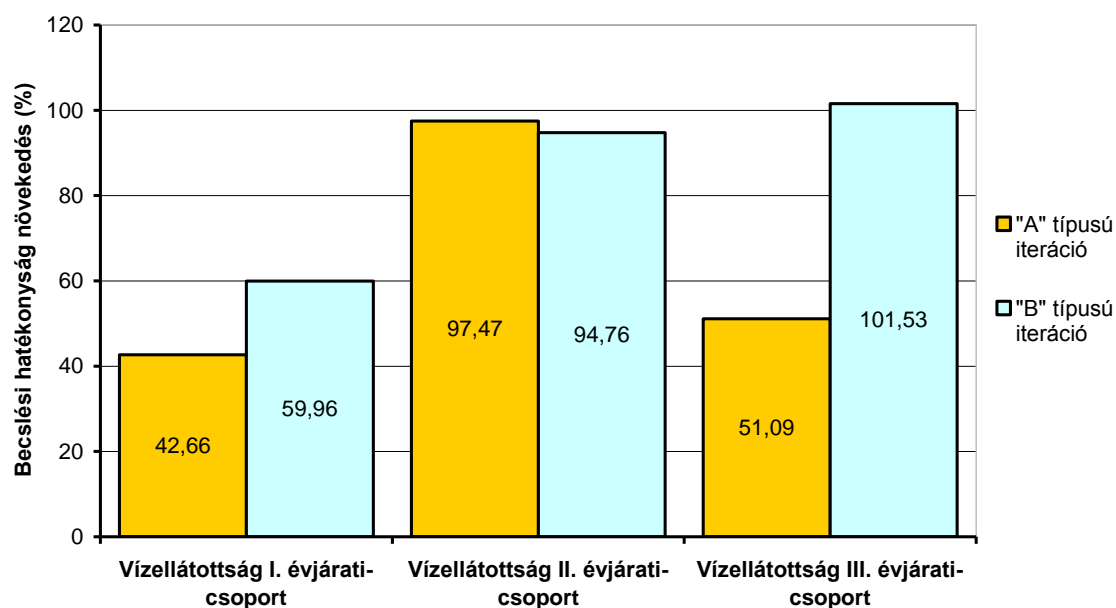
A Dél-Alföldön található mintaterületeimre nemcsak egyenként különálló gazdasági egységenként (földterületenként), hanem egymással összevonva, egyben is elvégeztem az iterációs talajváltozati termékenység becslést, amelynek eredményét és értékelését az alábbiakban ismertetem.

A dél-tiszántúli mintaterületeken a termőhely-specifikusságot tekintve arra a megállapításra jutottam, hogy az alföldi csernozjom és a réti csernozjom talajváltozatok termékenységi szintjei kevésbé függenek a területre jellemző évjárat szintű vízellátottságtól. Ez annak köszönhető, hogy csernozjom talajok kedvező vízgazdálkodási tulajdonságai miatt a csapadékvíz, illetve a párologtatás hatása alárendelt szerepet játszik. Az egyes földművelési egységeken a vízellátottság hatása abban az esetben erősödik fel, ha a réti csernozjom talajok mellett számottevő mértékben fordulnak elő gyengébb minőségű szikes talajváltozati foltok.

A 23. ábra (KOCSIS et al., 2011a) bemutatja az iterációval történő talajváltozati szintű termékenység becslés hatékonyságának javulását az AIIR adatbázisból számított termésátlagok alapján történő termékenységbecsléshez képest. Megállapítható, hogy a mért és becsült földművelési egység szintű termésadatok közt csökkennek a különbségek, ha iterációs módszerrel

pontosítjuk a táblák vagy a parcellák talajváltóati feltjainak termékenységet (*Melléklet, VII; VIII; és IX. ábra*: KOCSIS et al., 2011a). Az egyes iterációk „megbízhatósága” közt is különbség mutatkozott: pontosabban tudtam becsülni – a termékenységi becslés hatékonysága lényegesen javult –, amennyiben a „B” típusú iterációt alkalmaztam.

Az *orosházi és szentesi mintaterület* esetében az *24. ábra* (KOCSIS et al., 2011a) az AIIR adatbázisból számított átlagos terméseredményeket és a különböző módszerekkel becsült vízellátottság évjáratonkénti, valamint parcella-csoportokra érvényes termékenyséértékeket mutatja be. A becslési megbízhatóság százalékban kifejezve némiképp (60–90%) nőtt, amikor VE évjáratonként és parcella-csoportonként iterációval becsültem a termékenységeket (*Melléklet, X; XI. és XII. ábra*: KOCSIS et al., 2011a). A becslési számítások alapján az előbbiekhöz hasonló következtetéseket vonhattam le: az iterációs módszerrel – természetes vízellátottságtól függően – pontosabbá tehető a talajváltóati termékenységi mutatók.



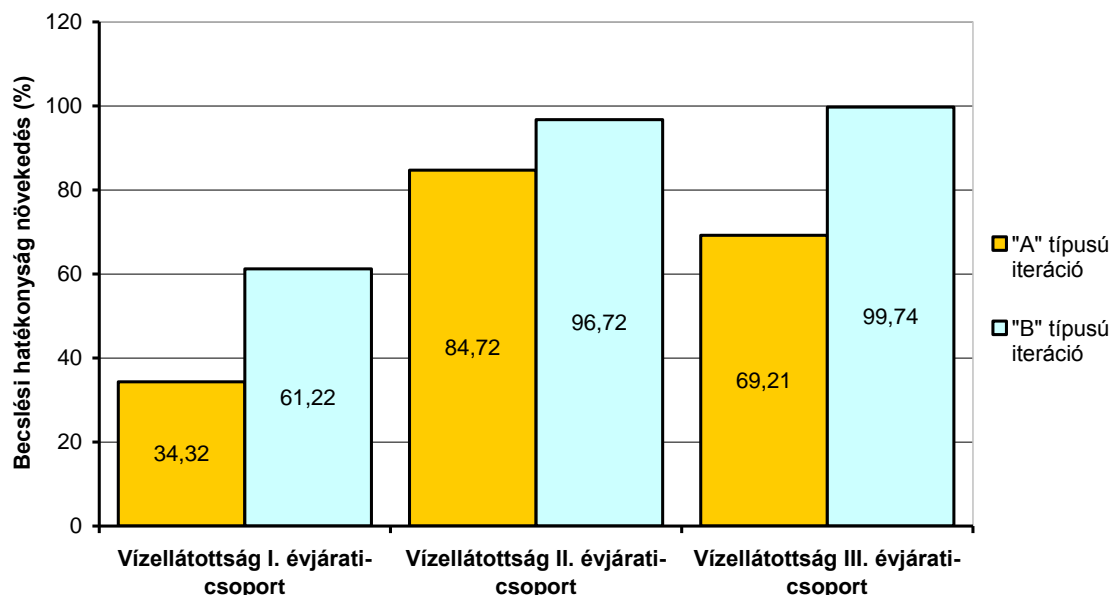
23. ábra

Az orosházi és szentesi mintaterületek parcelláira iterációs módszerrel számított átlagos termékenységek becslési hatékonyságának (%) javulása az AIIR adatbázis alapján meghatározott termésátlagokhoz képest természetes vízellátottságok szerint (vízellátottság I. évjárat-csoport=száraz év (VE_{3I}); vízellátottság II. évjárat-csoport=normál év (VE_{3II}); vízellátottság III. évjárat-csoport=csapadékos év (VE_{3III})) (KOCSIS et al., 2011a)

Az általában igen változó becslési megbízhatóság százalékos értékei arra hívják fel a figyelmet, hogy a földművelési egységek termékenységi viszonyait csak részben tudjuk modellezni, magyarázni az egyes talajfeltők termőképességi jellemzőivel. Évjáratonként igen sok

egyéb „zavaró” tényező – belvízkár, viharkár, fagykár, vadkár, rágcsáló invázió, növénybetegségek stb. – is befolyásolhatja a ténylegesen mért termésértékeket.

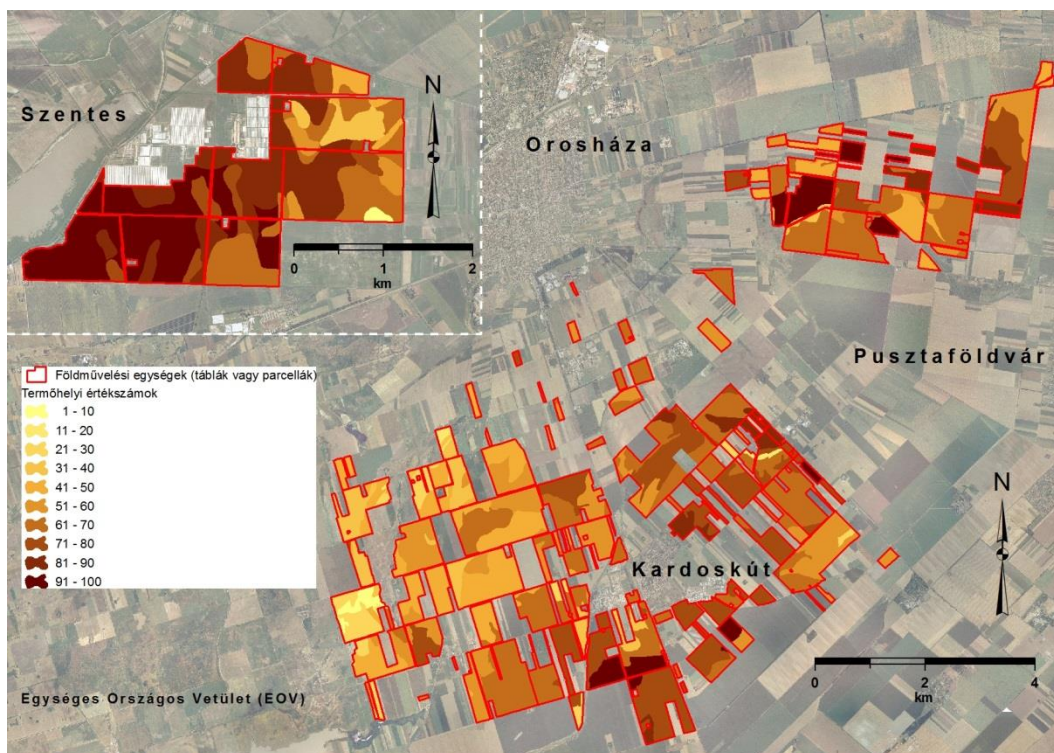
A mintaterületi idősoros termésadatok feldolgozása hozzásegíthet bennünket országosan nem jelentős területi hányadban, de egy-egy talajtájon vagy termőhelyen gyakorta előforduló talajváltozatok termékenységi jellemzőinek pontosításához. Az alkalmazott iterációs módszerrel pontosíthatóak, „finomhangolhatóak”, az országos AIIR adatbázis alapján megadott talajváltozati szintű termékenységi adatok. Az iteráció során az AIIR adatbázis átlagos termés hozam adataiból kiindulva a talajváltozati termékenységek korrigálásra kerülnek, a mintaterületek földművelési egység – tábla vagy parcella – szintjén mért, s a talajfoltok területi arányával súlyozott termésátlagokkal. A becslési eljárás még jobban pontosítható akkor, ha az „A” típusú helyett, a „B” típusú iterációt használunk.



24. ábra

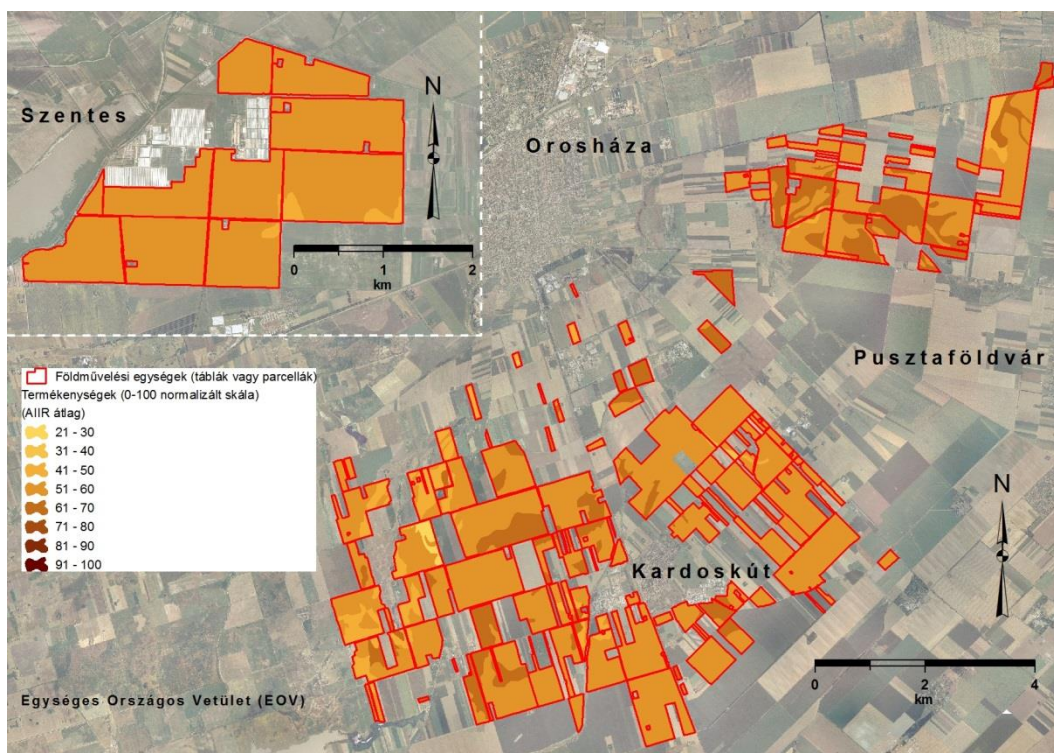
Az orosházi és szentesi mintaterületek parcella-csoportjaira iterációs módszerrel számított átlagos termékenységek becslési hatékonyságának (%) javulása az AIIR adatbázis alapján meghatározott termésátlagokhoz képest természetes vízellátottságok szerint (KOCSIS et al., 2011a)

Vizsgálataim eredményei arra is felhívják a figyelmet (25. és 26. ábra: KOCSIS et al., 2011a), hogy mind a szikes talajváltozatok termékenységét jellemző – az AIIR adatbázisból származtatott – átlagértékekhez képest, mind pedig mintaterületi termés hozamok alapján az iterációs becsléssel kialakított termékenységi értékekhez képest a 100 pontos termőhely-értékelési rendszer szikes talajváltozatokra megadott talajértékszámai lényegesen alábecsültek.



25. ábra

Az orosházi és szentesi mintaterület talajváltozati foltjaira kiszámolt „100 pontos rendszer” termőhelyi értékszámok (KOC SIS et al., 2011a)



26. ábra

Az orosházi és szentesi mintaterület talajváltozati foltjaira az AIIR adatbázis terméshozamai alapján számított átlagos termékenységek (0–100 normalizált skála) (KOC SIS et al., 2011a)

A talajértékszámok megállapításánál figyelmen kívül maradt az, hogy a mezőgazdasági termelésre csak a megfelelő minőségű (esetlegesen már javított) szikes területeket használják. Az utóbbiból fontos következtetésként az vonható le, hogy FÓRIZSNÉ és munkatársai (1971) által kidolgozott „kollektív becslésen” alapuló 100 pontos termőhely-értékelésnél a szikes talajfélésekre megállapított földminőségi viszonyszámok kialakításakor csupán talajtani- és talajföldrajzi ismeretekre hagyatkoztak. Nem úgy, mint a többi talaj típusok- és altípusok esetében, ahol a kollektív szakértői becslésekbe beépítették egyes mezőgazdasági nagyüzemek – reprezentatív állami gazdaságok – terméseredmény adatsorait, valamint az összegyűlt agronómusi tapasztalatokat (MÁTÉ FERENC szóbeli közlése, 2014).

4.2. Országos léptékű termékenység vizsgálatok eredményei

4.2.1. Az AIIR ver3.0 adatbázis reprezentativitás-vizsgálata

Reprezentativitás-vizsgálat során tisztában voltam azzal, hogy a talajtérképek feltjai nem, vagy nem teljes megbízhatósággal feleltethetők meg a foltokra eső pontszerű talajinformációknak, így a genetikai talajféléseknek sem. Ugyanakkor úgy gondolom, hogy a nagy mintaszámra és mintasűrűsége alapon megtehettem a különféle térbeli (AIIR, AGROTOPO, MARTHA) adatbázisok megfelelő megbízhatóságú összehasonlítását. Az AIIR ver3.0 adatbázis és a különböző térképi állományok közötti talajtaxonómiai azonosságokat, illetve különbségeket az összes esetszámra vonatkoztatva – a talaj-mintavételi pontok térbeli ki nem terjeszthetősége miatt – százalékos találati arányban adtam meg. Ugyanezen vizsgálat eredményeit a különböző talajtérképek egymás közötti összevetésénél a talajfoltok (poligonok) területi arányával fejeztem ki.

A Csongrád megyei mintaterületeken elvégzett reprezentativitás-vizsgálataimat a 9. táblázat (KOCSIS et al., 2014a) mutatja be. A mintaterületekre eső AGROTOPO adatbázisban és a részletesebb 1:10.000 földminősítési talajtérképen szereplő talajfélésekkel főtípus és típus szinten viszonylag szoros egyezést (kapcsolatot) mutat az adatállomány (55,1–60,8% és 53,8–54,3%). A Csongrád megyei MÉM NAK talajtérképpel gyengébb a megfeleltethetőség (38,1% és 36,5%). Ugyanezek az osztályozási szinteken a többi adatbázis egymásnak való térbeli megfeleltethetősége 62,1–76,1%-os, illetve 56,7–72,6%-os. A választott összehasonlítási módszer táblázatban szereplő eredményei tehát azt támasztják alá, hogy az AIIR adatbázis talajtani besorolása a vizsgált mintaterületen főtípus és típus szinten elfogadható pontosságú, hasonló a többi vizsgált hazai talajadat-állományhoz, valamint talajtérképhez képest. Ez megerősíteni látszik

azt a szóbeli információt, hogy az adatszolgáltató, illetve az adatsorokat ellenőrző üzemi és MÉM NAK szakemberek a felhalmozott saját szakmai tapasztalataik alapján, illetve a rendelkezésre álló talajtani információkból kiindulva hajtották végre a nyolcvanas években az AIIR adatbázis tábláinak talajtani besorolását.

Altípus szinten azonban meglehetősen gyenge az összefüggés az adatállományok között (6,2–20,0%-os térbeli egyezés). Az AGROTOPO nem nyújt információt a talaj altípusokról; az AIIR adatok kapcsolata a Csongrád megyei MÉM NAK térképpel gyengébb (6,2%), a földminősítési talajtérképekkel szorosabb (14,3%). Altípus szinten leginkább a megyei MÉM NAK térkép és a földminősítési térképek feleltethetőek meg egymásnak (20,0%), de ez az összefüggés sem túl szoros.

9. táblázat

Az AIIR ver3.0 adatbázis térbeli reprezentativitás-vizsgálatának eredménye a Dél-alföldi mintaterületeken (KOCSIS et al., 2014a)

Talajtani adatbázisok/ talajtérképek	AGROTOPO adatbázis (1:100.000)	Csongrád megyei MÉM NAK genetikus talajtérkép (1:100.000)	Földminősítési genetikus talajtérkép (1:10.000)	AIIR adatbázis (1:10.000)
AGROTOPO adatbázis (1:100.000)	–	FT: 63,5%** TT: 63,5%** AT: –	FT: 76,1%** TT: 72,6%** AT: –	FT: 60,8%* TT: 53,8%* AT: –
Csongrád megyei MÉM NAK genetikus talajtérkép (1:100.000)	FT: 63,5%** TT: 63,5%** AT: –	–	FT: 62,1%** TT: 56,7%** AT: 20,0%**	FT: 38,1%* TT: 36,5%* AT: 6,2%*
Földminősítési genetikus talajtérkép (1:10.000)	FT: 76,1%** TT: 72,6%** AT: –	FT: 62,1%** TT: 56,7%** AT: 20,0%**	–	FT: 55,1%* TT: 54,3%* AT: 14,3%*
AIIR adatbázis (1:10.000)	FT: 60,8%* TT: 53,8%* AT: –	FT: 38,1%* TT: 36,5%* AT: 6,2%*	FT: 55,1%* TT: 54,3%* AT: 14,3%*	–

Megjegyzés: *százalékos találati arány; **területekkel súlyozott százalékos összeg; FT: talaj főtypus; TT: talajtypus; AT: talaj altípus.

Az eltérő léptékű térképek és adatállományok altípus szintű gyenge megfeleltethetősége nem meglepő, ám az, hogy a földminősítési talajtérképek és az AIIR adatok között ennyire gyenge a kapcsolat, magyarázatot igényel. Feltételezhető, hogy a táblák talajtani jellemzése során a szakemberek nem rendelkeztek még a részletes üzemi vagy földminősítési térképekkel vagy nem vették figyelembe azok információit. Valószínűsíthető az is, hogy a mintaterületen eltérő időben, más-más szakemberek, a hazai genetikus talajosztályozás ismeretének különböző fokú ismeretében végezték a talajok altípus szintű besorolását, és ez is oka lehet az eltéréseknek.

Mindenesetre a vizsgált mintaterületek eredményeiből csak tájékozódó következtetéseket vonhatunk le az AIIR adatbázis altípus szintű besorolásának használhatóságáról, további mintaterületeken, az ország más tájain elvégzett hasonló vizsgálatok teszik majd csak lehetővé az általános érvényességű következtetések levonását.

Amennyiben a vizsgált adatbázis egyes rendszertani egységeire vonatkozó vizsgálati paraméterenkénti elemszámokat vizsgáltam, akkor azt tudtam megállapítani, hogy az adatállományban nem egyforma reprezentativitással szerepelnek a talajféleségek. Az utóbbiból adódóan a ver3.0 AIIR adatbázis alapján a későbbi (pl. földminősítési célú) elemzéseknél nem tudunk minden rendszertani egységre egyforma megbízhatósággal – a változati tulajdonságokra vagy a termékenységekre vonatkozó – megalapozott következtetéseket levonni.

Az AIIR-nak a Csongrád megyei mintaterületeken végzett reprezentativitás vizsgálatából kiderült, hogy az adatbázis – eddigi tapasztalataim alapján – talaj főttípus és típus szinten megbízható (vagy a többi adatállománynál nem kevésbé megbízható) talajtani besorolásokat tartalmaz, míg az altípus szintű klasszifikáció helyességének megállapítása további, kiterjedtebb vizsgálatokat igényel. Statisztikai vizsgálataim szerint taxonómiai egységenként – az esetek túlnyomó többségében – jelentős az eltérés az AIIR és MARTHA adatbázis közt. Ez azonban nem jelenti feltétlenül egyik vagy másik adatállomány hibás voltát, hiszen keletkezésük – mintavételi helyek kijelölése, mintavételi módszerek – szintén jelentősen különbözõ.

A közeljövõben el kellene végezni az AIIR adatbázis és a nagyméretarányú genetikus talajtérképek összehasonlítása mellett az eredeti mintavételi pontok (talajszelvények) vizsgálati adataival történõ összehasonlítást a meglévõ helyszíni és laboratóriumi jegyzõkönyvek alapján. Az általam az egész országra georeferált, s EOV vetületi rendszerbe illesztett mintavételi helyek lehetővé teszik azt, hogy a termõhelyi aspektusok oldaláról az AIIR ver3.0 adatbázis talajtani információinak további elemzésére sor kerüljön. Ezáltal megtörténhet a termõhelyi adottságok és viszonyok alapján az adatállományban található talajadatok – joggal kifogásolt – elmaradt felülvizsgálata. Hiszen a termõhelyi viszonyok a talajféleségek kialakulását és elõfordulását határozzák meg. A talajok változati sajátosságait, s azok termékenységet az egyes termõhelyi tényezõk – klíma, domborzat, kitettség stb. – is igen jelentõsen befolyásolják.

Az AIIR adatbázis mellett az a lényeges érv szól, hogy mind a mai napig ez az egyetlen olyan létező adatbázis Magyarországon, amely földhasználati egység szinten egyszerre tartalmaz növénytermesztési és talajtani adatokat. Alapvetõ kiinduló információkat nyújthat a talajokról jövõben egy országos szintű, nagyméretarányú (1:10.000) talajtérképezési és talajtani felmérési, vagy egy új földminõsítési program megvalósításához.

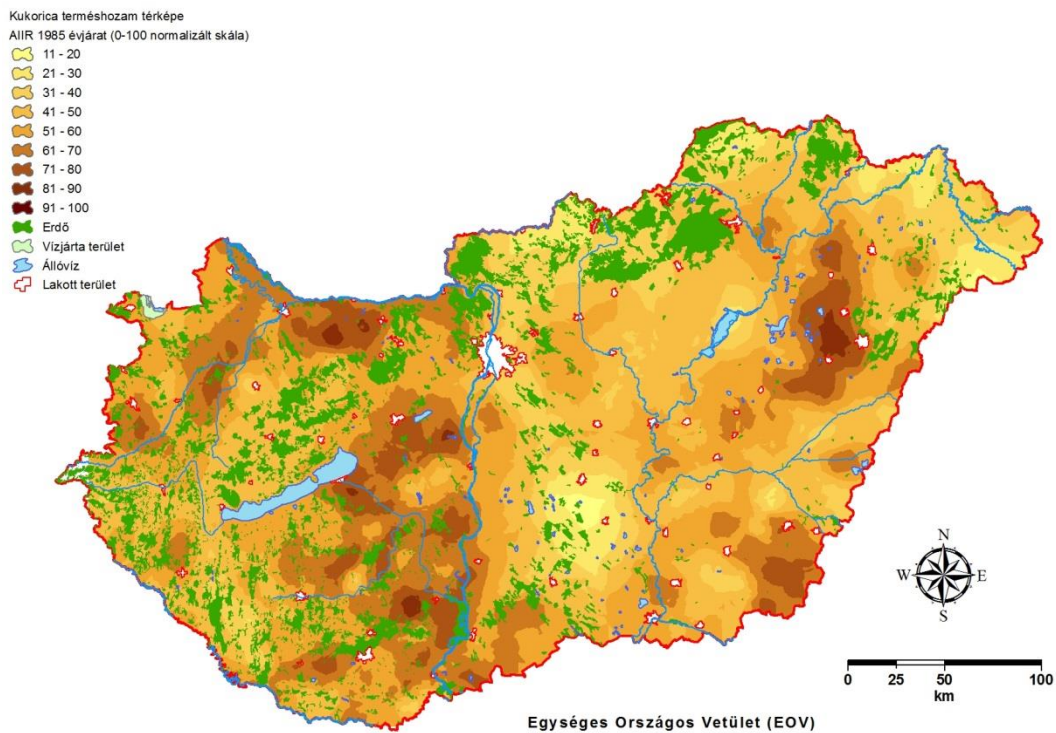
4.2.2. Növényenkénti terméshozamok alapján becsült aszályérzékenység

Országos léptékű vizsgálataim során az AIIR (ver3.0) adatbázis 5 éves termésadatai alapján becsültem talajok növény-specifikus aszályérzékenységét. A talajok aszályra való érzékenysége többek között a termőképességben nyilvánulhat meg (lásd a 87. oldal alja). Elsősorban a hosszú csapadékmentes időszakok és kánikulai hőmérsékleteknél kialakuló aszályok a növénytermesztésben terméssingadozást, vagy annak csökkenését, extrém esetekben terméskiesést okozhatnak. A talajaszály-érzékenység becslésén keresztül fontos információt kaphatunk arról, hogy a talajokra ható aszályok „stressz-faktorként” miképp hatnak és hogyan befolyásolják a talajtermékenységet. Vizsgáltam azt, hogy miként határozzák meg külön-külön a legfontosabb talajtulajdonságok (talajtérképi kategóriák szerint bontva) a becsült aszályérzékenységet. Az eddigi tapasztalataim szerint általában az egyes talajtulajdonságok hatása az aszályérzékenységben komplexen mutatkozik meg.

4.2.2.1. Kukoricára becsült talajaszály-érzékenységi térkép

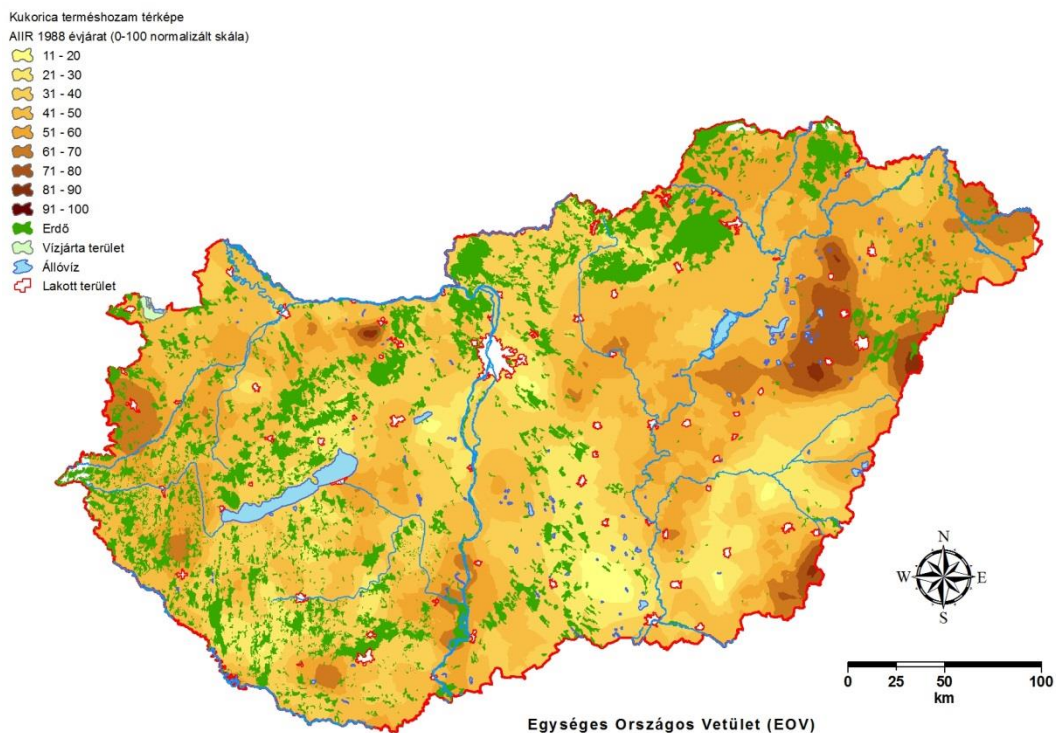
A térinformatikai alapokra helyezett AIIR ver3.0 adatbázis alapján (KOCSIS et al., 2014a) a mezőgazdasági évekre (1985–1989) elkészített terméstérképekről az mondható el, hogy évjáratihatástól függően a legnagyobb kukorica terméshozamok csernozjom talajainkon érhetőek el (PEPÓ, 2005; SZÁSZ, 2005a). A kiszámolt átlagos PaDI értékek szerint az 1985-ös és 1989-es évet az aszálymentes időszakokhoz, a köztes 3 évet az enyhén aszályosokhoz tudtam besorolni. A 27. és 28. ábrákon (KOCSIS, 2015) bemutatott 1985., illetve 1988. évi kukorica terméstérképeken látható, hogy hazánk legjobb kukorica termőhelyei közé sorolhatók a Mosoni-sík, Szigetköz, Közép-Mezőföld, Dél-Mezőföld, Tolnai-Sárköz, Békési-sík, Békési-hát, Csanádi hát, Nagykunság, Hajdúság, Sajó-Hernád-sík stb. kistájak. Az 1989-es átlagosan aszálymentes évjáratban a Hatvani-sík és Jászság a többi évekhez képest, kimagasló terméseredményt mutat (*Melléklet, XV. ábra*: KOCSIS, 2015). A jó kukorica termőképességű területek az egykori vagy jelenlegi folyó hordalékkúpon, löszös talajképző kőzeten, vályog és agyagos vályog fizikai féleségű, valamint megfelelő vízgazdálkodási tulajdonságokkal rendelkező talajféleségeken alakultak ki. Az enyhén aszályos évek közül – országos PaDI 5,28 átlag alapján – legszárazabbnak bizonyult 1988-ban (28. ábra: KOCSIS, 2015), a növény termesztetősége szempontjából a legtöbb ideális termőterületen szokatlanul alacsony terméshozamok születtek.

Kukoricára becsült talajaszály-érzékenységi térkép



27. ábra

AIIR adatbázis alapján készült 1985-ös (átlagosan aszálymentes) év kukorica terméshozam térképe (KOCSIS, 2015¹)

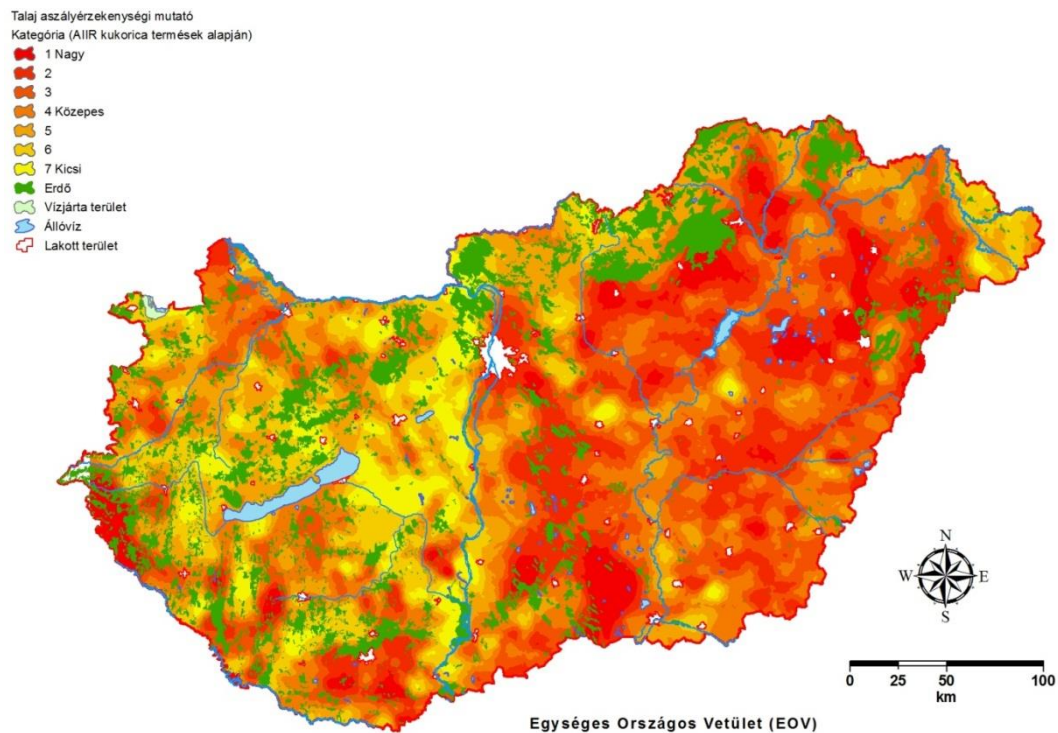


28. ábra

AIIR adatbázis alapján készült 1988-as (átlagosan enyhén aszályos) év kukorica terméshozam térképe (KOCSIS, 2015¹)

Néhány kistájon, például a Hajdúháton, Érmelléki löszös háton, valamint a Békési-sík, Békési-hát és Csanádi-hát keleti részein keletkeztek magas terméseredmények. A többi év terméshozam térképei is mutatják (*Melléklet, XIII; XIV. és XV. ábra: KOCSIS, 2015*), hogy a száraz és nedves évek közötti terméskülönbségek lényegesen nagyobbak mutatkoznak (LÁNG & BEDŐ, 1997; KISMÁNYOKY, 2005). Általánosságban homok fizikai féleségű (Homokhátság) és nagy agyagtartalmú, igen kötött talajokon (pl.: Körösmenti-sík, Kis-Sárrét) születtek legalacsonyabb kukorica terméseredmények.

A kukorica talaj-specifikus aszályérzékenységét bemutató térképen (*29. ábra: KOCSIS, 2015*) az is jól látszik, hogy az Alföld középső részén a kukorica terméshozamokat igen jelentősen befolyásolja a korlátozottan – csapadék és talajnedvesség formájában – rendelkezésre álló vízmennyiség (CSAJBÓK, 2000; JOLÁNKAI et al., 2003).



29. ábra

Magyarország talaj-specifikus aszályérzékenységi térképe kukoricára (KOCSIS, 2015¹)

Az utóbbi évtizedekben a Hajdúság, a Nagykunság és a Körös-Maros köze területén mind súlyosabb formát öltő, átlagosan 200–300 mm körüli csapadék hiány miatt az aszály mind jobban fokozódik (MOLNÁR, 1996; BOCZ, 1995; MÁRTON, 2002b; 2005; SÁRVÁRI et al., 2006; PEPÓ 2007; JOLÁNKAI 2009), mely az arra érzékenyebb talajokon nagyobb mértékű termés kiesésben mutatkozik meg. Nemcsak a szárazság mértékének erősödése jelenthet nagy problémát, hanem az átlagos hőmérséklet emelkedése is kiválhatja aszályérzékenység erősödését.

Az utóbbi figyelhető meg Délnyugat-Magyarországon, Kerka-vidék (Hetés), Mura-balparti sík, Közép-Zalai dombság (Göcsej) és Vasi-hegyhát területén, – amely hazánk legcsapadékosabb vidéke – ahol átlagosan 800 mm körüli csapadékmennyiség áll rendelkezésre (VARGA-HASZONITS & VARGA, 2005). A térségben a mediterrán klimatikus hatás fokozódik, az Országos Meteorológiai Szolgálat (BARTHOLY et al., 2011) 30 éves (1980–2010) idősoros adatai szerint a középhőmérsékletek átlagosan 2 °C fokkal növekedett. Az utóbbit igazolják MÁTÉ és munkatársainak (2008; 2009) talajok klímaérzékenységi kutatásai is, miszerint a kialakult magyarországi talajzónák eltolódnak, valamint egyes területeken a mediterrán éghajlati hatás dominánssá válik a kontinentális hatás rovására.

A Délnyugat-Magyarországon található alapvetően amúgy is alacsony termőképességű, erősen savanyú – agyagbemosódásos, pszeudoglejes, mocsári – erdőtalajok aszályérzékenységét erősítheti továbbá az, hogy e talajfélések kavicsos folyóvízi hordalékos talajképző kőzeten kialakult, többnyire homok és homokos vályog fizikai féleségűek, amelyek rossz vízraktározó képességgel rendelkeznek.

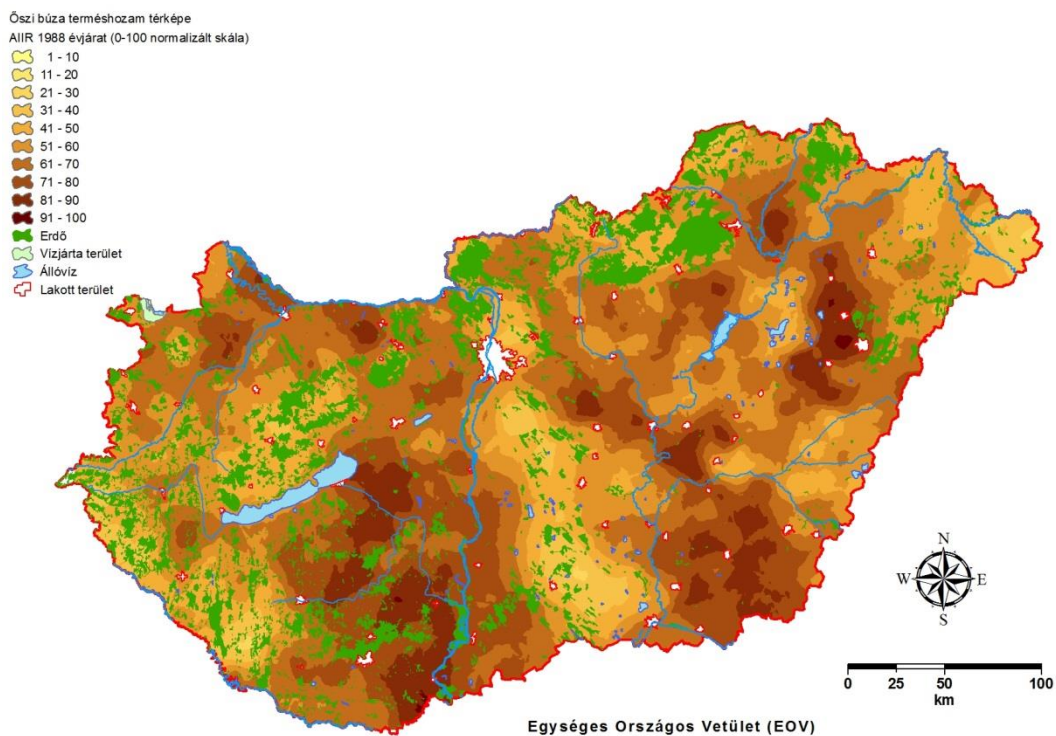
4.2.2.2. Őszi búzára becsült talajaszály-érzékenységi térkép

Az országos (1:200.000) léptékű terméshozam térképek (*Melléklet, XVI; XVII. és XVIII. ábra*: KOCSIS, 2015), valamint a talaj-specifikus aszályérzékenységi térkép (*32. ábra*: KOCSIS, 2015) is egyaránt megmutatja, amit KISMÁNYOKY (2013) tapasztalatai is igazolnak, hogy a Közép-Tisza mentén és Dél-Tiszántúlon, a Mezőföldön és Duna mellékén, valamint a Kisalföldön legnagyobb terméseredmények őszi búzából érhetők el. Kutatásaim szerint továbbá – évjáratról függően – Bükkalja és Mátralába térsége, Nyárád-Harkányi-sík, Nyugati vagy Lössös-Nyírség, Dél-Hajdúság, Hajdúhát, Mohácsi teraszos sík, Tolnai-Sárköz stb. kistájak hazánk legjobb szántóföldi termőhelyei közé tartoznak (*30. ábra*: KOCSIS, 2015). Hasonlóan, mint a kukoricakultúra esetében, az őszi búza terméstérképek jelentős eltéréseket mutatnak a hozamokban a száraz és nedves évjáratok közt (LÁNG & BEDŐ, 1997; KISMÁNYOKY, 2005).

Ha az AIIR időszakon belül az egyes őszi búza évjáratok közötti különbségeket hasonlítjuk össze, akkor kukoricával ellentétben a terméstérképek alapján, az enyhén aszályos évek közül az átlagosan legszárazabb 1988-as év volt a legtermékenyebb (*30. ábra*: KOCSIS, 2015). Azonos évben a két növény terméseredményei közti jelentős eltérésekre a különböző tenyész- és vízigényük ad magyarázatot, míg az őszi-téli félében lehullott, majd a talajban elraktározott csapadék biztosítja a búza kellő vízellátását, addig a kukorica – vízszükséglete miatt – a tavaszi-nyár elejei száraz időszakoknak igen kitett. Hasonlóan, mint a kukorica esetében az 1985-ös és az

1989-es évek is nagyon jónak számítanak a termések szempontjából. Az átlagos PaDI aszályindex (4,51) szerint, a második legkevésbé száraz szintén enyhén aszályos 1987-es évvjárat mutat legalacsonyabb terméseredményeket országos szinten (31. ábra: KOCSIS, 2015).

Az AIIR ver3.0 adatbázis terméshozamai alapján szerkesztett térképeim (Melléklet, XVI; XVII. és XVIII. ábra: KOCSIS, 2015) is igazolják, hogy a búza termesztésére hazánkban csak a Dunántúli- és Északi-középhegység területe alkalmatlan (NAGY, 1981). Az Alföldön a szélsőségesebb éghajlat hatására gyakorta előforduló csapadékhiány – aszályos időszakok – következtében nagyobbak a terméshozam ingadozások, mint a kiegyenlítettebb Dunántúlon, viszont a termés minőségére az Alföld éghajlata a megfelelőbb, mivel a szárazabb klíma kedvez a jobb minőségű termés kialakulásának (LÁNG, 1976; HORVÁTH, 1994). Az is kitűnik jól, hogy az őszi búza termesztését leginkább befolyásoló csapadék mennyisége és térbeli eloszlása, valamint a hőmérséklet alakulása igen nagy heterogenitást mutat az egyes termőhelyek közt (RAGASITS, 1998).

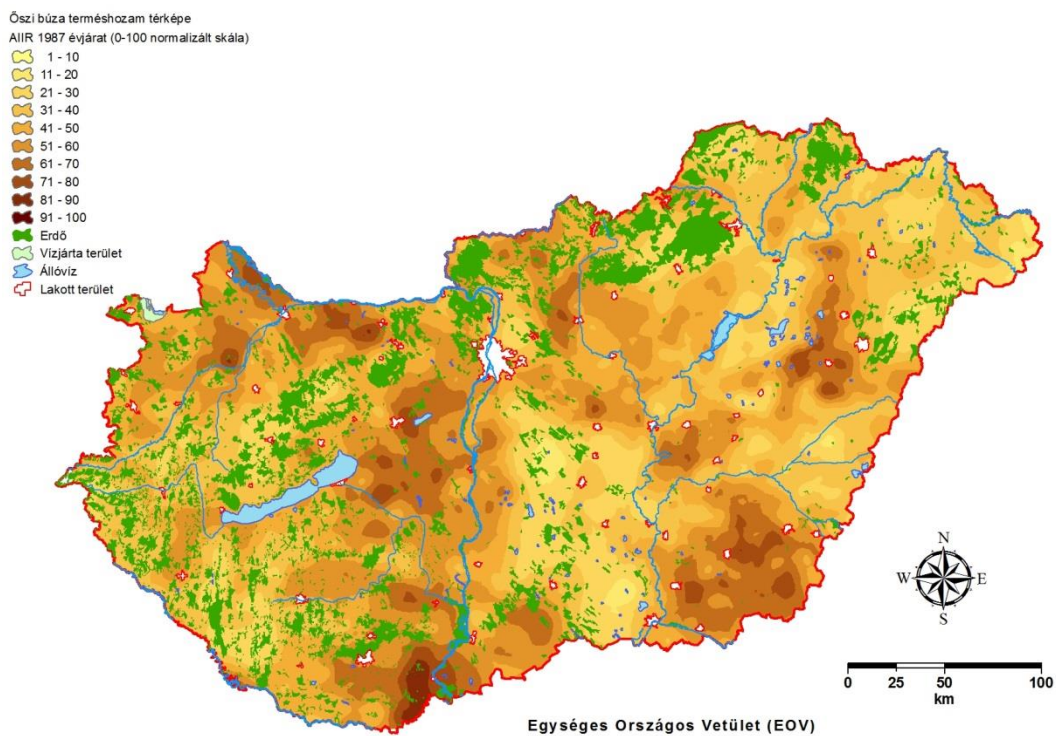


30. ábra

AIIR adatbázis alapján készült 1988-as (átlagosan enyhén aszályos) év őszi búza terméshozam térképe (KOCSIS, 2015¹)

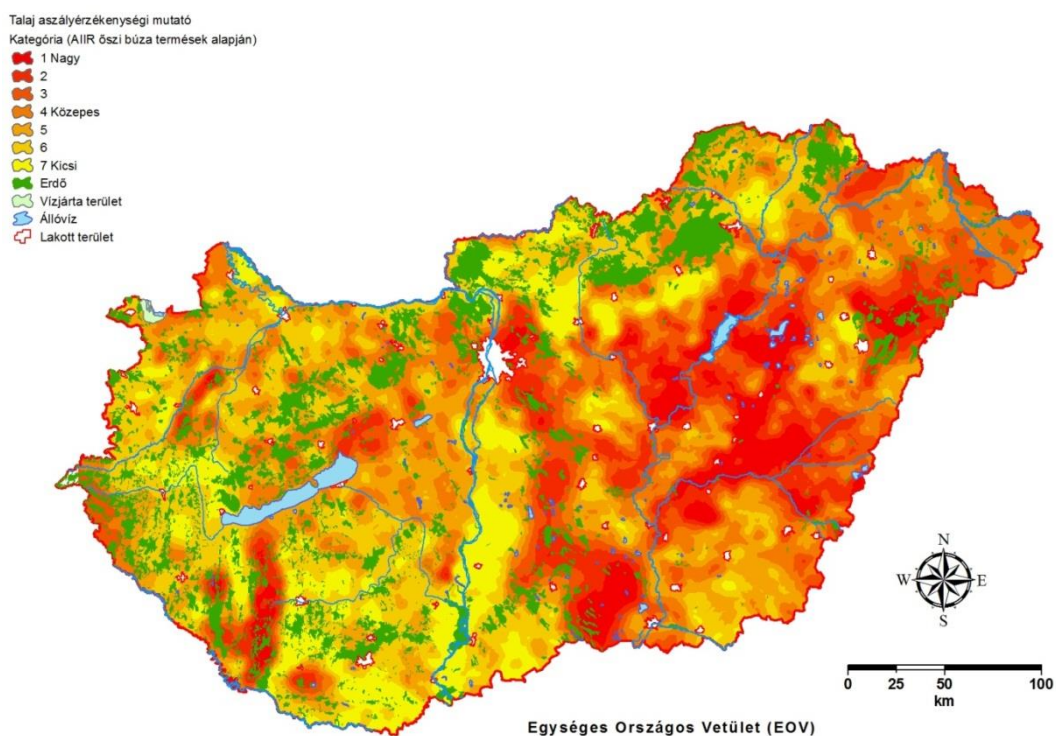
Az őszi búzára elkészített aszályérzékenységi talajtérkép megerősíti BOCZ (1995) megállapításait, miszerint 1983-tól a súlyosan aszálykáros területek aránya jelentősen megnőtt, a növekedés a hagyományosan vízhiányos, keleti-délkeleti térségektől északi és nyugati irányba történt.

Őszi búzára becsült talajaszály-érzékenységi térkép



31. ábra

AIIR adatbázis alapján készült 1987-es (átlagosan enyhén aszályos) év őszi búza terméshozam térképe (KOC SIS, 2015¹)



32. ábra

Magyarország talaj-specifikus aszályérzékenységi térképe őszi búzára (KOC SIS, 2015¹)

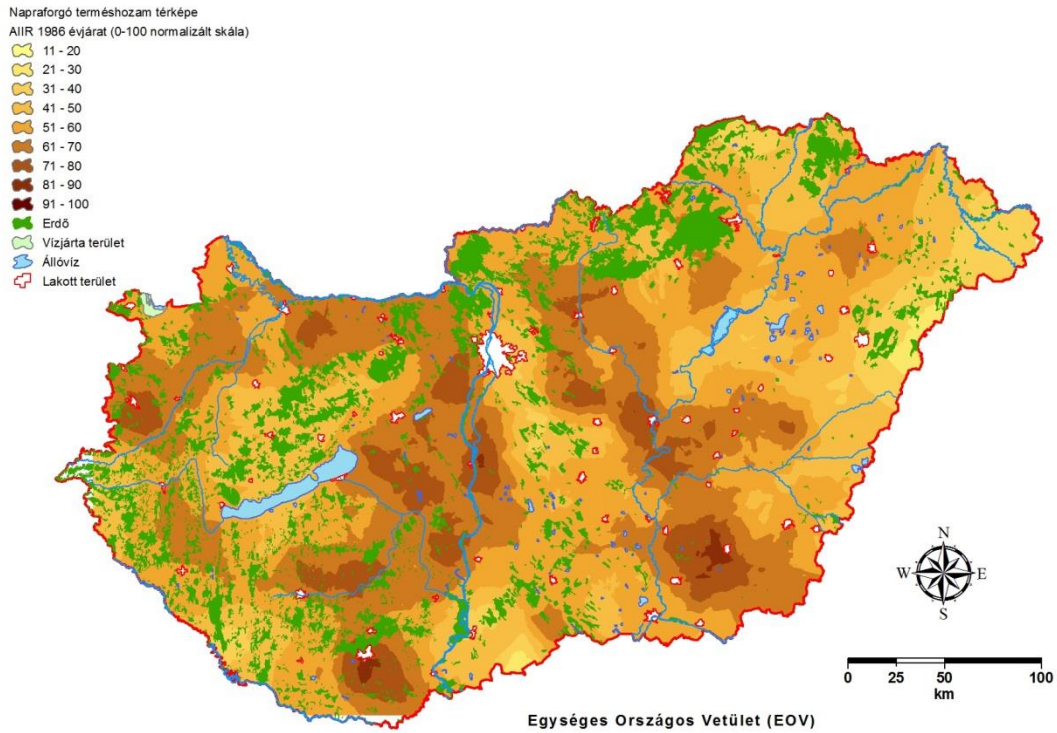
A kukorica növénynél tapasztaltakkal (29. és 32. ábra: KOCSIS, 2015) megegyezően a Délnyugat-Dunántúlon kialakult erősen savanyú kémhatású barna erdőtalajok, valamint a folyóvízi kavicsos-homokos összleten – pl. a Rábai teraszos síkon – képződött talajtípusok sem kedveznek az őszi búza termesztésének.

Sekély termőrétegű talajokon a szárazságot megsínyli a növény, csak igen kedvező csapadék eloszlású évben várhatunk jó termést. A heterogén mezőgazdasági táblákon, a kora tavasszal vízállásos és a mély fekvésű talajokon termése kisebb, de szárazabb tavasz esetén ezeken is kedvező termést adhat. A kultúra termesztési feltételeinek a nagy homoktartalmú, rossz víztartó képességgel rendelkező talajfélések – pl.: belső-somogyi homokterületek – sem felelnek meg, mert az őszi búza nagy vízigényét virágzáskor és szem kitelítődésekor nem tudja kielégíteni (ANTAL, 2000; ANTAL, 2005; KISMÁNYOKY, 2013).

4.2.2.3. Napraforgóra becsült talajaszály-érzékenységi térkép

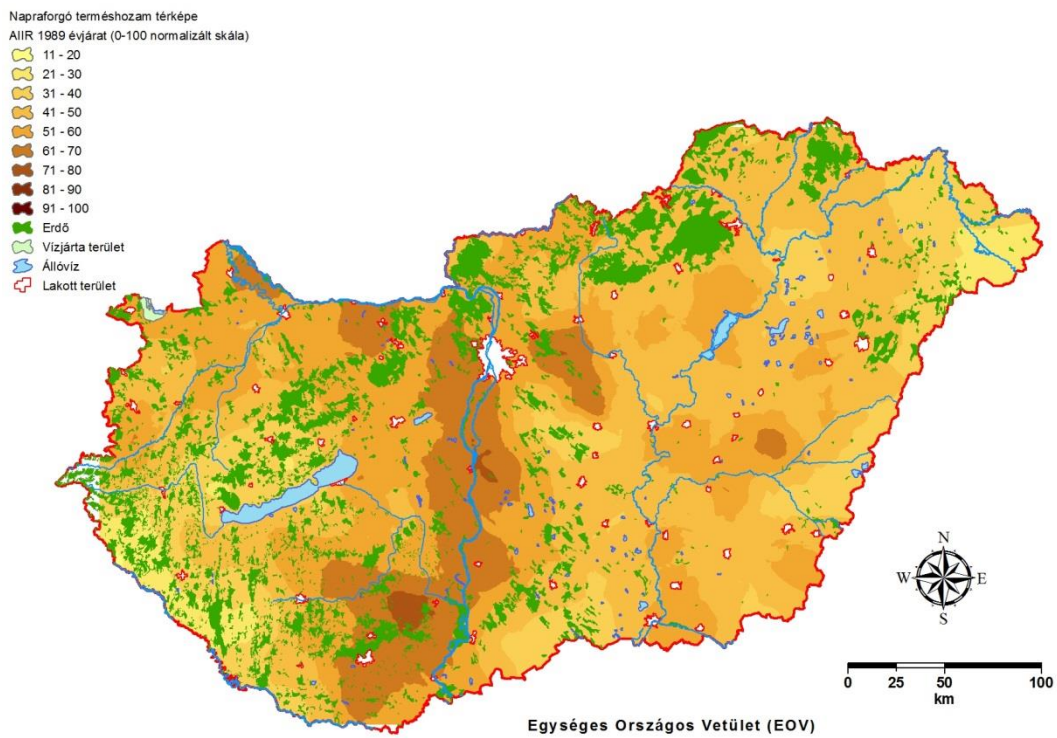
Az 1985 és 1989 közötti éveket felölelő napraforgó terméstérképeken az látszik, hogy mezőgazdasági évektől függően középtáj szinten: a Győri-medence, Komárom-Esztergomi-síkság és Sopron-Vasi-síkság; valamint kistáj szinten: a Beregi-sík, Csepeli-sík, Dél-Baranyai-dombság, Csongrádi-síkság, Hajdúhát, Körös-szög, Közép- és Dél-Mezőföld, Marosszög, Nyugati vagy Lőszös-Nyírség, Taktaköz, Tápíóvidék stb. a legjobb napraforgó termőhelyek közé tartoznak (33. ábra: KOCSIS, 2015).

Az egyes hozamtérképek alapján elmondható, hogy a napraforgó nem olyan nagy és összefüggő kiterjedésű területen mutat magas termésszinteket, mint a kukorica vagy az őszi búza. Az 5 éves időszakon belül országos átlagban a legkisebb terméshozamot 1989-ben (34. ábra: KOCSIS, 2015), az átlagosan legszárazabb enyhén aszályos évjáratban hozta, mint az a kukorica esetében is tapasztalható volt. Az 1989-es évben a Szekszárdi-dombság és Völgyseg kistájak térségében alakultak ki elfogadható nagyságrendben termések. A napraforgó hozamok szempontjából az 1986-os (33. ábra: KOCSIS, 2015) és 1987-es év volt kimagasló, viszont ezekben az évjáratokban az előbb említett termőhelyek nem bizonyultak kiugróan termékenynek. Az 1985-ös (átlagosan aszálymentes) év a többi évjárat termésszintjeihez viszonyítva közepesen jó termékenységűnek számít ott; országos viszonylatban a Dél-Baranyai-dombság nyugati és Dél-Zselic déli része, a Fekete-víz síkja és Dráva-sík egy része, valamint a Gyöngyösi-sík, Győr-Tatai-teraszvidék és Szigetköz napraforgó terméseredményei emelkednek ki (Melléklet, XIX; XX. és XXI. ábra: KOCSIS, 2015).



33. ábra

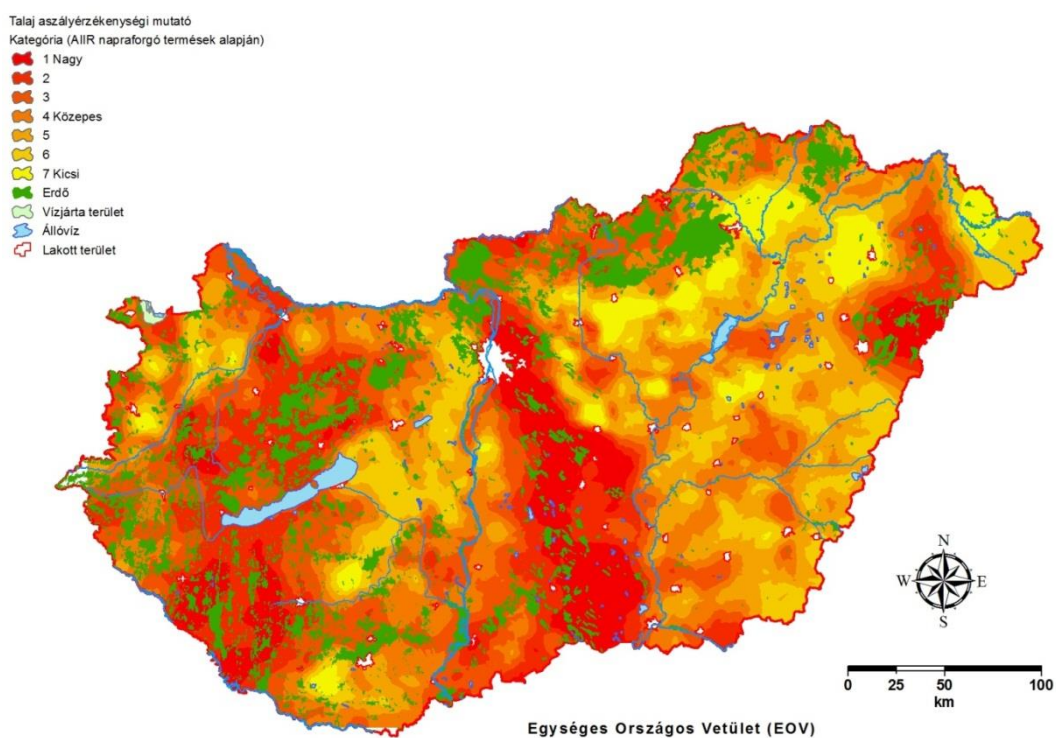
AIIR adatbázis alapján készült 1986-os (átlagosan enyhén aszályos) év napraforgó terméshozam térképe (KOC SIS, 2015¹)



34. ábra

AIIR adatbázis alapján készült 1989-es (átlagosan enyhén aszályos) év napraforgó terméshozam térképe (KOC SIS, 2015¹)

A napraforgóra vonatkozó terméstérképek ANTAL (1978) megállapítását igazolják, miszerint legnagyobb terméshozamokat a mezősegi és a jó minőségű barna erdőtalajokon lehet elérni. Eredményeiből arra lehet következtetni (ld. a 35. ábrán (KOC SIS, 2015) a napraforgóra készített talaj-specifikus aszályérzékenységi térképet), hogy egyáltalán nem kedveznek a homokos fizikai féleségű (Duna-Tisza közti Homokhátság, Belső-Somogy, Nyírség) tájak és az erősen szikes talajok, valamint a nagy agyagtartalmú (igen kötött) réti- és öntés talajféleségek a növénykultúra termesztésének. Vizsgálataim is igazolják FRANK (1999) állítását, miszerint a napraforgó termésmennyiségét a homok és a nehéz agyag kötöttségű talajok esetében – a szélsőséges vízháztartási tulajdonságok következtében – az évjárat-hatás igen érzékenyen befolyásolja.



35. ábra

Magyarország talaj-specifikus aszályérzékenységi térképe napraforgóra (KOC SIS, 2015¹)

Tény, hogy a szántóföldi növénykultúrák terméshozamainak nagyságát, és azok minőségi mutatóit az egyes termőhelyek és az évjáratok közötti bonyolult kölcsönhatások határozzák meg (MATUZ, 1997; RUZSÁNYI & CSAJBÓK, 2001), amelybe döntő szerepet játszik a termesztett növényfajta a klimatikus viszonyokra adott válasza (BEDÓ & BALLA, 1977; ZATKO & BALSAN, 1987; BIRKÁS & GYURICZA, 2001).

Az egyes termőhelyek jellemző talajtípusainak vízgazdálkodási tulajdonságaival magyarázható nagy bizonyossággal a növénykultúrák és termőterületek különböző aszályérzékenysége (RUZSÁNYI, 1996; GUTTIERI et al., 2001; FUFA et al., 2005), amelynek

mértékét tompítani tudja az altalajvíz talaj-aszályt csökkentő szerepe (KÉSMÁRKI et al., 2005). Elsősorban a lehullott csapadékból származó természetes vízellátottság határozza meg a vízigényes – kukorica és napraforgó – növények várható termésmennyiségének nagyságát (SZÁSZ, 1973; SZÁSZ & TÓKEI, 1977; BARNI et al, 1996; VARGA-HASZONITS & VARGA, 2005). A kedvező talajadottságok lehetővé teszik a mintegy „emlékezőhatásként” fellépő, a tenyészidőszak előtti periódusban – őszi, tél és kora tavasz folyamán – lehullott csapadékmennyiség hasznosulását, ezáltal a szárazabb mezőgazdasági évszakban az őszi vetésű szántóföldi kultúráknál (pl.: árpánál és búzánál) a vártnál jobb terméshozam érhető el (BORBÉLYNÉ et al., 2008). A szélsőséges időjárási események – aszályos vagy károsan nedves időszakok – negatív hatásait bizonyos mértékig képes tompítani, mérsékelni a helyes agrotechnikai és tápanyag-gazdálkodási gyakorlat (LÁNG, 1976; DUNAY, 1984; HREZO, 1996; LOPEZ-BELLIDO et al., 2001; PEPÓ, 2004b; SZABÓ, 2014b).

4.2.3. Magyarországi tájak növény-specifikus talajaszály-érzékenysége

Növényenkénti (kukorica, őszi búza és napraforgó) talajaszály-érzékenységet a *10. táblázatban* Magyarország 33 középtájára mutatom be, de a fejezetbe néhány jellegzetességet kiemelve a vizsgálati eredményeimet kistájak szerint tárgyalom.

230 kistáj közül a kukorica esetében az aszályérzékenységi-kategóriák közti százalékos területi megoszlásokat tekintve a Kerka-vidék (91,75 %), Nyugati-Mátraalja (32,60 %), Dorozsma-Majsai-homokhát (30,64 %) és Nyugati vagy Lössös-Nyírség (28,14 %) a legérzékenyebb a szárazságra. Az előzőeknél kevésbé, de jelentős mértékben aszályérzékenyek: Miskolci-Bükkalja; Harangod; Dévaványai-sík; Bugaci-homokhát; Érmelléki löszös hát; Nyugati-Cserhát; Villányi-hegység; Kiskunsági-homokhát; Keleti-Mátraalja; Délkelet-Nyírség, amelyeknek a területét 82,66–68,88 % között érinti a vízhiány.

Kukorica növény tekintetében középhegységi területeken és azok medencéiben (pl.: Bakonyi-kismedencék, Soproni-medence, Nógrádi-medence), valamint Beregi- és Szatmári-síkon, Sárréten, Baranyai-hegyháton közepesen aszályérzékeny talajok találhatóak. Az aszályra egyáltalán nem érzékeny, a kultúra termesztésére legmegfelelőbb termőhelyek – a teljesség igénye nélkül – a Dráva-sík, Csornai-sík, Enyingi-hát, Közép-Mezőföld és Csepeli-sík kistájakon helyezkednek el.

Őszi búza termesztése szempontjából leginkább az aszálynak kitett területek ott alakultak ki, ahol nagy agyagtartalmú, igen kötött (pl.: Dévaványai-sík, Szolnoki-ártér, Körösmenti-sík stb.), valamint nagy homoktartalmú (Dorozsma-Majsai-homokhát, Pesti hordalékkúp-síkság, Dél-Nyírség) talajok fordulnak elő. Az agyag és nehéz agyag fizikai féleségű talajok kiugró mértékű

aszályérzékenysége a nagy holtvíztartalommal magyarázható. A közepes aszályérzékenyséű területek esetében ugyanaz a megállapítás mondható el, mint a kukoricánál.

10. táblázat

Magyarország középtájainak növény-specifikusság szerinti talaj-aszályérzékenysége

Közép-táj	Talaj-aszályérzékenységi kategória	Kukorica		Őszi búza		Napraforgó	
		Terület nagyság (ha)	Terület megoszlása (%)	Terület nagyság (ha)	Terület megoszlása (%)	Terület nagyság (ha)	Terület megoszlása (%)
<i>1. Alföld</i>							
1.1. Dunamenti síkság	1	3 551,12	0,66	0,00	0,00	75 380,43	14,03
	2	83 510,86	15,55	44 396,54	8,26	100 130,01	18,64
	3	193 963,87	36,11	51 824,86	9,65	295 265,38	54,96
	4	189 918,64	35,35	93 926,42	17,48	58 840,68	10,95
	5	55 662,46	10,36	238 507,44	44,40	7 226,12	1,35
	6	10 235,67	1,91	108 187,36	20,14	0,00	0,00
	7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.2. Duna-Tisza közí síkság	1	55 142,15	7,81	34 483,83	4,89	341 779,48	48,42
	2	316 311,87	44,81	147 654,82	20,92	271 381,25	38,45
	3	297 848,47	42,20	275 530,44	39,04	56 659,97	8,03
	4	27 074,77	3,84	190 954,07	27,05	24 310,29	3,44
	5	7 693,41	1,09	56 114,42	7,95	8 261,47	1,17
	6	1 403,80	0,20	736,89	0,10	3 082,01	0,44
	7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.3. Bácskai-síkvídek	1	8 385,66	4,09	0,00	0,00	8 503,92	4,14
	2	38 498,40	18,75	0,00	0,00	98 788,95	48,13
	3	121 060,11	58,97	22 689,18	11,05	96 030,43	46,78
	4	35 917,14	17,50	64 256,17	31,30	754,68	0,37
	5	216,67	0,11	117 132,63	57,06	0,00	0,00
	6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.4. Mezőföld	1	1 006,46	0,26	0,00	0,00	0,00	0,00
	2	13 915,43	3,57	8 838,46	2,27	14 329,26	3,67
	3	39 697,16	10,17	48 560,11	12,44	86 609,81	22,20
	4	175 085,25	44,87	310 455,62	79,56	265 992,84	68,17
	5	149 057,93	38,20	22 348,69	5,73	23 270,97	5,96
	6	11 440,65	2,93	0,00	0,00	0,00	0,00
	7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.5. Dráva menti síkság	1	442,97	0,35	0,00	0,00	0,00	0,00
	2	17 275,47	13,55	3 562,89	2,79	0,00	0,00
	3	67 059,45	52,60	10 333,83	8,11	81 372,48	63,83
	4	35 293,51	27,68	28 007,90	21,97	30 000,26	23,53
	5	1 581,88	1,24	64 984,63	50,98	10 280,54	8,06
	6	0,00	0,00	14 764,03	11,58	0,00	0,00
	7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.6. Felső-Tisza-vidék	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	2	3 616,57	1,35	3 670,74	1,37	0,00	0,00
	3	65 108,48	24,31	140 521,40	52,48	35 725,07	13,34
	4	174 989,49	65,35	121 971,09	45,55	123 617,70	46,16
	5	22 448,70	8,38	0,01	0,00	105 790,77	39,51
	6	0,00	0,00	0,00	0,00	1 029,70	0,38
	7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Magyarországi tájak növény-specifikus talajaszály...

10. táblázat folytatása

Középtáj	Talajaszályérzékenységi kategória	Kukorica		Őszi búza		Napraforgó	
		Terület nagyság (ha)	Terület megoszlása (%)	Terület nagyság (ha)	Terület megoszlása (%)	Terület nagyság (ha)	Terület megoszlása (%)
<i>1. Alföld folytatása</i>							
1.7. Közép-Tisza-vidék	1	1 504,48	0,21	76 418,50	10,67	0,00	0,00
	2	216 740,32	30,27	209 478,71	29,25	7 631,69	1,07
	3	442 743,29	61,82	244 134,44	34,09	188 183,86	26,28
	4	48 172,64	6,73	174 420,96	24,36	442 865,71	61,84
	5	6 968,99	0,97	11 677,11	1,63	72 243,83	10,09
	6	0,00	0,00	0,00	0,00	5 204,63	0,73
	7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.8. Alsó-Tisza-vidék	1	0,00	0,00	0,00	0,00	341,23	0,21
	2	1 484,78	0,90	4 071,95	2,46	28 671,77	17,34
	3	73 025,75	44,17	52 438,06	31,72	91 264,67	55,20
	4	88 646,82	53,62	90 538,76	54,76	43 673,51	26,42
	5	793,83	0,48	16 902,41	10,22	0,00	0,00
	6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.9. Észak-Alföldi-hordalék kúp síkság	1	4 829,29	1,22	5 754,27	1,45	0,00	0,00
	2	189 101,46	47,81	57 660,42	14,58	11 099,11	2,81
	3	180 974,40	45,76	135 256,46	34,20	71 576,79	18,10
	4	18 345,24	4,64	112 376,56	28,41	178 041,06	45,02
	5	2 264,07	0,57	66 448,98	16,80	104 137,54	26,33
	6	0,00	0,00	18 017,77	4,56	30 659,96	7,75
	7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.10. Nyírség	1	23 946,65	5,19	15 392,58	3,34	63 702,38	13,81
	2	202 351,76	43,88	92 480,36	20,05	135 430,61	29,37
	3	212 707,43	46,12	174 053,51	37,74	131 336,72	28,48
	4	21 838,52	4,74	165 126,08	35,80	64 012,80	13,88
	5	0,00	0,00	13 791,83	2,99	37 812,76	8,20
	6	0,00	0,00	0,00	0,00	28 549,09	6,19
	7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.11. Hajdúság	1	13 299,82	8,19	0,00	0,00	0,00	0,00
	2	91 338,58	56,26	1 427,98	0,88	726,05	0,45
	3	56 909,75	35,05	22 843,26	14,07	31 502,41	19,40
	4	814,55	0,50	93 726,11	57,73	94 894,77	58,45
	5	0,00	0,00	37 623,86	23,17	34 055,67	20,98
	6	0,00	0,00	6 741,49	4,15	1 183,80	0,73
	7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.12. Berettyó-Körös-vidék	1	1 267,94	0,29	44 835,93	10,21	1 127,45	0,26
	2	145 669,34	33,17	123 733,39	28,18	8 804,96	2,01
	3	256 032,03	58,31	187 551,78	42,71	111 517,45	25,40
	4	33 795,06	7,70	78 950,07	17,98	294 644,41	67,10
	5	0,00	0,00	1 693,20	0,39	20 670,10	4,71
	6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.13. Körös-Maros köze	1	1 621,72	0,31	9 233,96	1,76	0,00	0,00
	2	111 225,36	21,25	46 163,16	8,82	17 352,00	3,32
	3	357 834,51	68,37	91 756,81	17,53	180 011,76	34,40
	4	46 098,19	8,81	311 540,78	59,53	311 071,37	59,44
	5	4 874,77	0,93	62 959,84	12,03	13 219,42	2,53
	6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

10. táblázat folytatása

Középtáj	Talaj- aszályérzékeny- ségi kategória	Kukorica		Őszi búza		Napraforgó	
		Terület nagyság (ha)	Terület megoszlása (%)	Terület nagyság (ha)	Terület megoszlása (%)	Terület nagyság (ha)	Terület megoszlása (%)
<i>2. Kisalföld</i>							
2.1. Győri- medence	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	2	19 261,64	7,69	2,07	<0,00	47 848,60	19,11
	3	152 350,39	60,84	18 395,85	7,35	106 112,07	42,37
	4	57 930,66	23,13	150 117,25	59,95	75 790,03	30,27
	5	19 895,63	7,94	72 899,64	29,11	19 687,62	7,86
	6	0,00	0,00	8 023,51	3,20	0,00	0,00
	7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2.2. Marcal- medence	1	0,00	0,00	0,00	0,00	12 139,64	7,50
	2	2,74	<0,00	0,00	0,00	106 657,28	65,92
	3	31 766,76	19,63	10 117,94	6,25	42 271,44	26,13
	4	108 689,65	67,18	87 781,98	54,26	725,68	0,45
	5	21 334,89	13,19	63 283,67	39,11	0,00	0,00
	6	0,00	0,00	610,45	0,38	0,00	0,00
	7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2.3. Komárom- Esztergomi-síkság	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	2	296,42	0,24	0,00	0,00	5 115,39	4,15
	3	27 140,98	22,03	4 477,41	3,63	86 523,60	70,24
	4	74 265,57	60,29	71 330,14	57,91	30 867,20	25,06
	5	20 352,34	16,52	46 690,50	37,91	0,00	0,00
	6	450,88	0,37	8,14	0,01	0,00	0,00
	7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>3. Nyugat-magyarországi-peremvidék</i>							
3.1. Alpokalja	1	326,39	0,35	0,00	0,00	0,00	0,00
	2	4 599,07	4,93	0,00	0,00	12 758,02	13,66
	3	25 283,89	27,08	2 411,33	2,58	54 690,55	58,57
	4	48 903,78	52,37	33 005,45	35,35	12 211,96	13,08
	5	1 417,05	1,52	45 113,40	48,31	869,65	0,93
	6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3.2. Sopron-Vasi- síkság	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	2	9 834,74	5,26	416,48	0,22	13 969,26	7,46
	3	54 285,56	29,01	11 397,77	6,09	85 298,92	45,58
	4	111 041,37	59,33	81 510,55	43,55	68 867,88	36,80
	5	9 638,95	5,15	91 475,82	48,88	16 387,57	8,76
	6	0,00	0,00	0,00	0,00	276,99	0,15
	7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3.3. Kemeneshát	1	1 405,67	1,25	0,00	0,00	2 508,92	2,22
	2	1 790,16	1,59	9 918,17	8,79	39 713,59	35,18
	3	30 035,73	26,61	19 623,29	17,38	60 899,28	53,95
	4	75 605,69	66,97	30 601,98	27,11	9 731,52	8,62
	5	4 054,09	3,59	52 199,61	46,24	38,03	0,03
	6	0,00	0,00	548,29	0,49	0,00	0,00
	7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3.4. Zala- dombság	1	55 393,22	16,31	0,00	0,00	19 659,05	5,79
	2	32 694,50	9,63	0,00	0,00	132 207,12	38,93
	3	86 169,03	25,37	44 033,24	12,97	177 719,30	52,33
	4	119 525,06	35,20	128 468,85	37,83	7 398,52	2,18

Magyarországi tájak növény-specifikus talajaszály...

10. táblázat folytatása

Középtáj	Talajaszályérzékenységi kategória	Kukorica		Őszi búza		Napraforgó	
		Terület nagyság (ha)	Terület megoszlása (%)	Terület nagyság (ha)	Terület megoszlása (%)	Terület nagyság (ha)	Terület megoszlása (%)
<i>3. Nyugat-magyarországi-peremvidék folytatása</i>							
3.4. Zalai-dombság folytatása	5	42 167,69	12,42	153 049,86	45,07	0,00	0,00
	6	1 034,49	0,30	11 432,04	3,37	0,00	0,00
	7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>4. Dunántúli-dombság</i>							
4.1. Balaton-medence	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	2	0,00	0,00	2 025,55	1,47	70 036,76	50,79
	3	33 858,03	24,55	13 336,50	9,67	43 326,27	31,42
	4	83 223,41	60,35	93 545,32	67,84	23 084,38	16,74
	5	20 807,06	15,09	28 989,90	21,02	1 449,86	1,05
	6	8,77	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
	7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4.2. Külső-Somogy	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	2	245,12	0,08	0,00	0,00	46 086,40	15,89
	3	139 899,91	48,23	6 386,06	2,20	135 959,76	46,88
	4	108 619,83	37,45	124 856,88	43,05	88 048,92	30,36
	5	39 168,03	13,50	155 700,75	53,68	16 826,19	5,80
	6	2 106,57	0,73	3 095,77	1,07	3 118,19	1,08
	7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4.3. Belső-Somogy	1	7 951,57	2,50	12 398,40	3,89	105 354,51	33,06
	2	47 413,66	14,88	71 028,47	22,29	203 802,22	63,96
	3	131 890,27	41,39	73 015,55	22,91	8 090,56	2,54
	4	10 2137,29	32,05	71 921,95	22,57	0,00	0,00
	5	27 854,50	8,74	85 537,80	26,84	0,00	0,00
	6	0,00	0,00	3 345,12	1,05	0,00	0,00
	7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4.4. Mecsek és Tolna-Baranyai-dombság	1	1 596,07	0,35	0,00	0,00	3 939,36	0,87
	2	92 651,60	20,57	1 676,14	0,37	55 207,02	12,26
	3	149 683,07	33,24	5 342,09	1,19	262 074,76	58,19
	4	151 560,85	33,65	116 631,11	25,90	112 616,51	25,01
	5	54 861,69	12,18	306 356,12	68,03	16 515,63	3,67
	6	0,00	0,00	20 347,82	4,52	0,00	0,00
	7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>5. Dunántúli-középhegység</i>							
5.1. Bakony-vidék	1	0,00	0,00	0,00	0,00	3 015,78	0,85
	2	7 742,52	2,17	4 114,60	1,16	290 686,08	81,62
	3	66 146,17	18,57	37 621,13	10,56	59 466,92	16,70
	4	214 235,68	60,16	217 775,74	61,15	2 962,92	0,83
	5	68 007,33	19,10	95 695,79	26,87	0,00	0,00
	6	0,00	0,00	924,44	0,26	0,00	0,00
	7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.2. Vértes-Velencei-hegyvidék	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	2	0,00	0,00	471,21	0,34	28 864,45	21,08
	3	32 769,91	23,94	36 255,45	26,48	84 014,64	61,37
	4	66 827,94	48,81	89 292,79	65,22	24 028,67	17,55
	5	37 230,02	27,19	10 888,31	7,95	0,00	0,00
	6	79,89	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00
	7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

10. táblázat folytatása

Középtáj	Talaj- aszályérzékeny- ségi kategória	Kukorica		Őszi búza		Napraforgó	
		Terület nagyság (ha)	Terület megoszlása (%)	Terület nagyság (ha)	Terület megoszlása (%)	Terület nagyság (ha)	Terület megoszlása (%)
<i>5. Dunántúli-középhegység folytatása</i>							
5.3. Dunazug- hegyvidék	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	2	0,00	0,00	0,00	0,00	1 460,00	0,95
	3	23 556,18	15,30	47 338,79	30,74	49 015,61	31,83
	4	69 706,44	45,27	89 303,99	58,00	91 630,06	59,51
	5	48 191,98	31,30	17 335,79	11,26	11 872,90	7,71
	6	12 523,97	8,13	0,00	0,00	0,00	0,00
	7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>6. Észak-magyarországi-középhegység</i>							
6.1. Visegrádi- hegység	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	2	0,00	0,00	0,00	0,00	7 579,74	22,50
	3	2 086,87	6,19	0,00	0,00	26 029,56	77,25
	4	13 960,88	41,43	7 168,46	21,27	0,00	0,00
	5	17 561,55	52,12	26 440,84	78,47	0,00	0,00
	6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6.2. Börzsöny	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	2	0,00	0,00	0,00	0,00	14 392,12	35,78
	3	0,00	0,00	0,00	0,00	25 676,72	63,84
	4	10 455,61	25,99	4 439,81	11,04	0,00	0,00
	5	29 613,23	73,62	35 629,03	88,58	0,00	0,00
	6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6.3. Cserhát-vidék	1	0,00	0,00	0,00	0,00	9 973,94	3,78
	2	7 477,42	2,84	14 917,42	5,66	42 352,90	16,07
	3	66 763,33	25,33	41 000,58	15,55	140 676,03	53,36
	4	159 712,33	60,58	51 452,84	19,52	59 079,67	22,41
	5	29 509,90	11,19	136 138,69	51,64	11 380,44	4,32
	6	0,00	0,00	19 953,45	7,57	0,00	0,00
	7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6.4. Mátra-vidék	1	6 095,17	5,35	0,00	0,00	0,00	0,00
	2	36 528,86	32,06	0,00	0,00	13 463,26	11,82
	3	37 102,03	32,56	10 942,51	9,60	47 687,71	41,85
	4	34 216,70	30,03	58 023,56	50,92	29 508,60	25,90
	5	0,00	0,00	42 612,06	37,40	17 693,70	15,53
	6	0,00	0,00	2 364,63	2,08	5 589,49	4,91
	7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6.5. Bükk-vidék	1	12 006,35	6,74	0,00	0,00	0,00	0,00
	2	73 877,59	41,46	0,00	0,00	0,00	0,00
	3	61 280,35	34,39	3 384,24	1,90	54 709,67	30,70
	4	31 017,46	17,41	130 555,75	73,27	76 597,18	42,99
	5	0,00	0,00	39 397,23	22,11	45 099,45	25,31
	6	0,00	0,00	4 844,53	2,72	1 775,45	1,00
	7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

10. táblázat folytatása

Középtáj	Talajaszályérzékenységi kategória	Kukorica		Őszi búza		Napraforgó	
		Terület nagyság (ha)	Terület megoszlása (%)	Terület nagyság (ha)	Terület megoszlása (%)	Terület nagyság (ha)	Terület megoszlása (%)
<i>6. Észak-magyarországi-középhegység folytatása</i>							
6.6. Aggtelek-Rudabányai-hegyvidék	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	3	25 019,68	68,27	0,00	0,00	19 221,96	52,45
	4	11 128,34	30,37	32 297,01	88,13	16 926,06	46,19
	5	0,00	0,00	3 851,01	10,51	0,00	0,00
	6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6.7. Tokaji-Zempléni-hegyvidék	1	541,34	0,52	0,00	0,00	0,00	0,00
	2	7 425,38	7,14	0,00	0,00	0,00	0,00
	3	87 319,26	84,00	6 994,18	6,73	29 928,38	28,79
	4	75 49,16	7,26	72 084,74	69,35	54 958,03	52,87
	5	0,00	0,00	22 640,05	21,78	17 948,73	17,27
	6	0,00	0,00	1 116,17	1,07	0,00	0,00
	7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6.8. Észak-Magyarországi-medencék	1	1 195,96	0,37	0,00	0,00	2 573,53	0,79
	2	42 426,67	12,98	0,00	0,00	26 930,57	8,24
	3	72 992,55	22,33	6 207,99	1,90	20 205,10	61,81
	4	19 6064,79	59,98	177 563,66	54,32	62 935,42	19,25
	5	11 830,83	3,62	133 707,27	40,90	22 603,03	6,91
	6	0,00	0,00	7 031,88	2,15	74 14,15	2,27
	7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

A vizsgált növénynél a Tolnai-Sárköz, Cserhátalja, Mohácsi-sziget és Nyárad-Harkányi-sík kistájaink mutatkoznak legkevésbé érzékeny területeknek.

A napraforgó esetében döntően a homokvidékeink – Dorozsma-Majsai-homokhát (83,23 %), Pesti hordalékkúp-síkság (76,66 %), Kiskunsági-homokhát (55,44 %), Dél-Nyírség (52,05 %) – érzékenyek legnagyobb mértékben az aszályos időjárási periódusokra. Szintén megmutatkozik a homoki területek érintettsége, amely elsősorban az itt kialakult talajok előnytelen vízgazdálkodási tulajdonságaira (jó vízvezető, rossz víztartó-képességre) vezethetők vissza. Az előbbi kistájakhoz képest például a Marcali-hát, Kemenesalja, Ikva-sík, Szigetköz stb. kisebb az érzékenyséjük. A vizsgálati eredményeim is alátámasztják FRANK (1999) a domborzati hatásra tett megállapítását, miszerint a hűvösebb hegyvidékek és a zártmedencék a napraforgó termőhelyi igényeinek nem felelnek meg.

Az eredményeket táji egységenként elemezve az tapasztalható a növényt illetően, hogy nagy kiterjedésben előforduló láptalajú területek, Kis-Balatoni-medence (100,00 %), Nagyberek (100,00 %) és Fertő-medence (72,03 %) igen érzékenyek bizonyultak. E kistajak annak ellenére sorolhatók a 2-es aszályérzékenységi-kategóriába, hogy az ország csapadékosabb – az Alföldhöz képest – nyugati részén helyezkednek el. A növény-specifikussággal kapcsolatosan érdekes

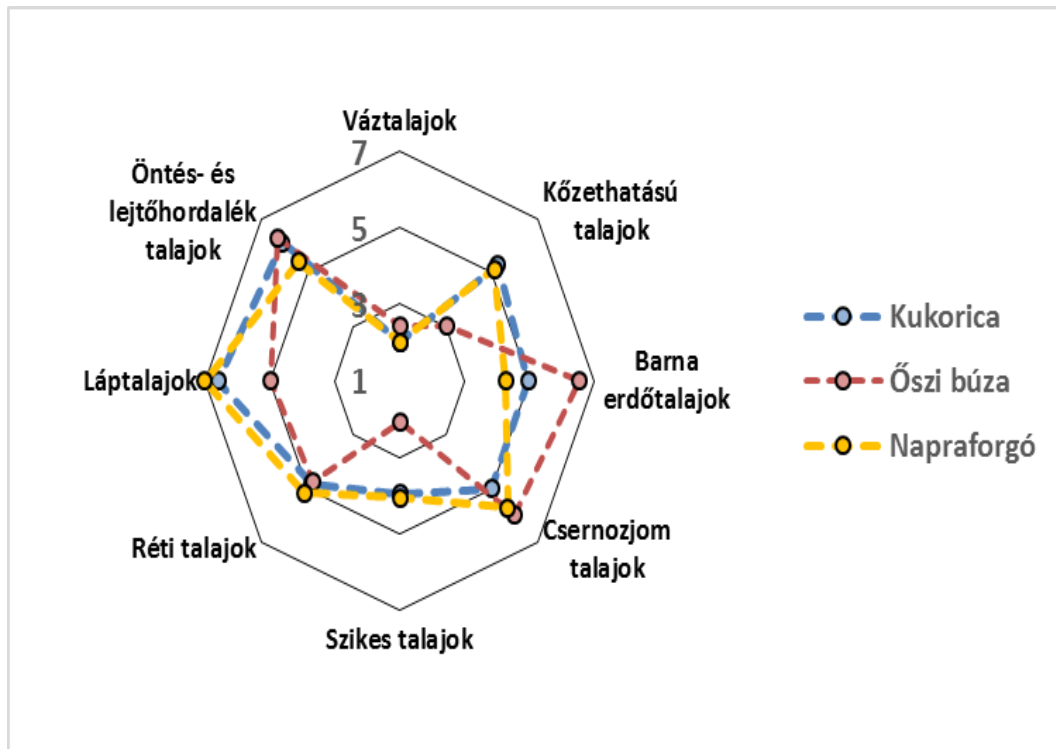
tapasztalat továbbá az, hogy míg az őszi búzánál a Mohácsi-sziget területe nem bizonyult érzékenynek, addig a napraforgó esetében ezen a területen nagyfokú aszályérzékenység tapasztalható.

Közepesen aszályérzékeny vidékek közé tartozik pl. az Enyingi-hát (100,00 %), Csanádi-hát (99,30 %), Sió-völgy (96,87 %), Békési-hát (79,73 %) és Jászság (67,81 %) területe. A vizsgálatok alapján, a napraforgónál – többek között – a Szerencsi-dombság (98,62 %), Beregi-sík (68,38 %), Szatmári-sík (63,67 %), Nyugati vagy Lőszös-Nyírség (41,34 %), Harangod (77,59 %) kistájak talajai nem, vagy csak igen jelentéktelen mértékben bizonyultak érzékenynek.

Az országos léptékű termékenységi eredmények is jól alátámasztják, hogy növényenként az egyes termőterületek talajaszály-érzékenysége más és más, erre az eltérésre a kukorica, őszi búza és napraforgó különböző vízigénye, illetve tenyészideje ad magyarázatot. Másrészt a kalászos növényünk sekély (20–30 cm) gyökerezésű, így csak a feltalajban tárolt vízkészletet tudja hasznosítani, elvileg ezáltal a csapadékhiányos időszakoknak kitett, de októberi vetése révén az őszi-téli félévben – fentebb már említett – lehullott csapadékmennyiséggel is gazdálkodhat. A kukoricát és a napraforgót jobban megviselik a tavaszi száraz periódusok, mint az őszi vetésű kultúrákat. Az utóbbi növények gyökérzete a 2–3 m közötti talajréteget eléri, így a talaj kapillárisain keresztül a mélyebben elhelyezkedő nedvességhez is könnyen hozzá tudnak jutni.

4.2.4. A becsült aszályérzékenység a talaj fő típusok és fontosabb talajparaméterek tükrében

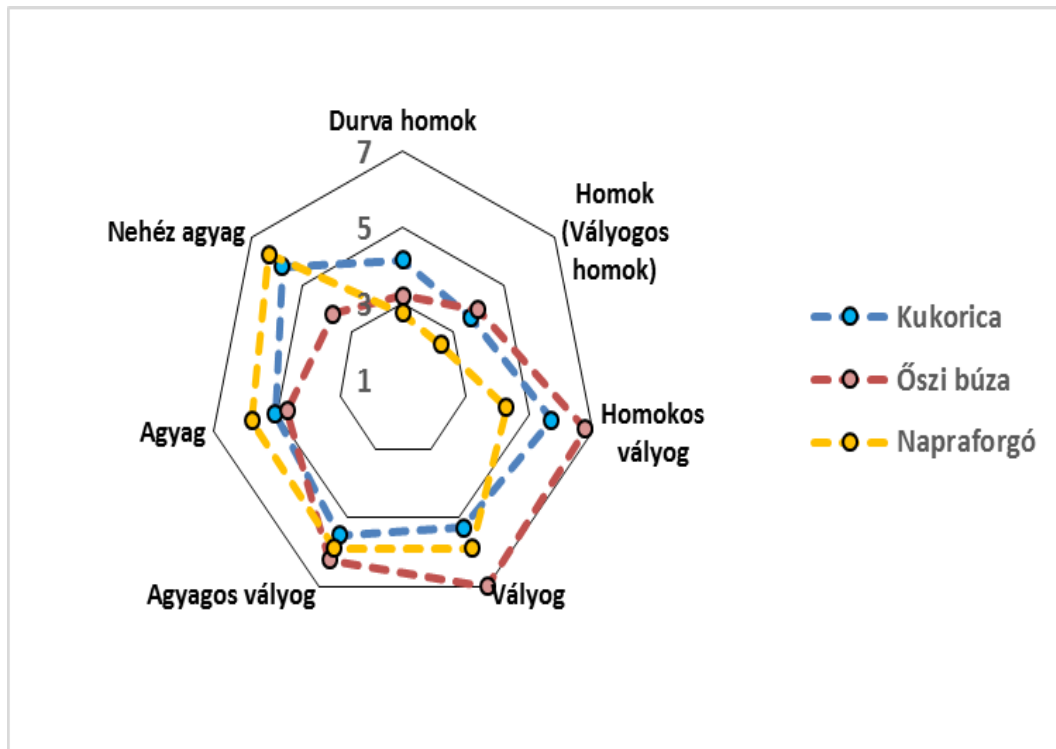
Az országos léptékű vizsgálati eredményeim alapján az állapítható meg (36. ábra: KOCSIS, 2015), hogy hazánkban termesztett három legfontosabb szántóföldi növénykultúra (kukorica, őszi búza és napraforgó) esetében a barna erdőtalajok, csernozjom talajok, láptalajok, öntés- és lejtőhordalék talajok a legkevésbé érzékenyek az aszályra. A főként a nagy homoktartalmú talajtípusokat magába foglaló váztalajoknak, valamint a szélsőséges vízgazdálkodási tulajdonságokkal rendelkező szikes talajoknak a legnagyobb az aszályérzékenységük. A váztalaj fő típusba tartozó homoktalajok igen szerény humusztartalommal rendelkeznek, a termékenységük is alacsony. A réti talaj fő típus közepesen érzékeny a természetes vízellátottságra. Növények alapján elemezve a kapott vizsgálati eredményeket az mondható el, hogy az őszi búza esetében a barna erdőtalajoknak, míg a két vízigenyes növénynél, a kukoricánál és napraforgónál a jó vízellátottságú láptalajoknak legkisebb az aszály hajlama. Az utóbbi fő típus viszont az őszi búzánál közepes érzékenységet mutat. A kőzethatású talajoknak kukoricánál és napraforgónál közepes, ezzel ellentétben őszi búzánál már nagy az aszályérzékenysége.



36. ábra

A talaj fő típusokon belül az aszályérzékenységi kategóriák megoszlása a hazai vetésszerkezetben 3 legnagyobb területi arányban termesztett szántóföldi kultúra esetében⁸ (Lásd a 36.–40. ábrákhoz 116. oldalon lábjegyzetében a megjegyzést.) (KOC SIS, 2015¹)

Fizikai féleség alapján csoportosítva a talajokat az látható, hogy a homoktalajok a leginkább aszályérzékenyek, a vályog és agyagos vályog talajok a legkevésbé (37. ábra: KOC SIS, 2015), amely jól összecseng GYULAI és NAGY (1995) kutatási eredményeivel. Az aszályérzékenység az agyagtalajok esetében kis mértékben újra növekszik. A nagy agyagtartalmú talajok a szárazsággal szembeni ellenálló képességének csökkenése – a már említett – igen magas holtvíztartalommal függ össze. Az agyagtalajok aszályérzékenységét igazolják CSORBA és munkatársainak (2012) kutatási eredményei, miszerint az Alföldön elhelyezkedő jobbára nedves és igen kötött talajféleségekkel rendelkező termőhelyeket – pl. Dél-Tisza-völgy, Kis-Sárrét, Körösmenti-sík kistájakat – jelentős mértékben érintheti az éghajlatváltozás okozta szárazodás. A kukorica és napraforgó esetében a nehéz agyag talajok aszályérzékenysége kicsi, míg az őszi búzánál e fizikai talajféleségbe tartozó talajféleségek a szárazságnak jóval kitettebbek. A kukoricánál és az őszi búzánál homoktalajok aszályérzékenysége kedvezőbb, mint a napraforgó kultúra esetében.



37. ábra

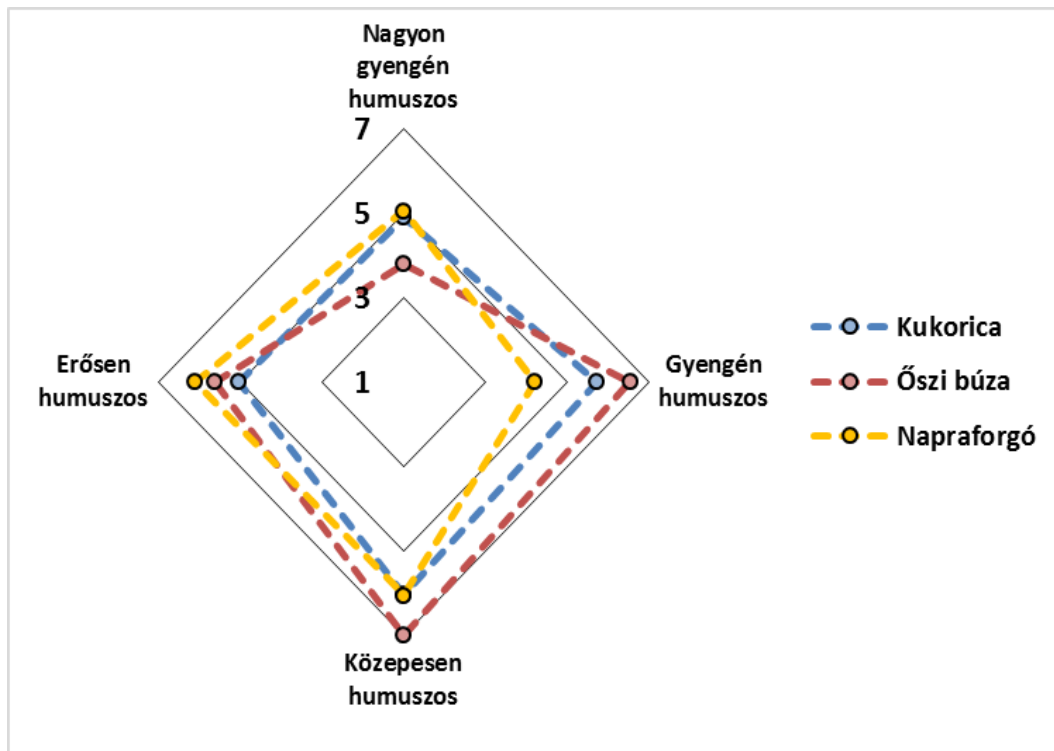
A fizikai talajféleségeken belül az aszályérzékenységi kategóriák megoszlása a hazai vetésszerkezetben 3 legnagyobb területi arányban termesztett szántóföldi kultúra esetében⁸ (KOCSIS, 2015¹)

Mindhárom szántóföldi növény esetében a közepes humusztartalmú talajok a legkevésbé aszályérzékenyek (HERMANN et al., 2014b). A kis humusztartalmú talajok aszályérzékenységét valószínűleg az is növeli (38. ábra: KOCSIS, 2015), hogy ide tartozik a nagy homoktartalmú talajaink zöme is, illetve, hogy ebbe a csoportba tartoznak azok a talajok is, ahol a humusztartalomnak (pl. szikes talajok) alárendelt szerepe van. Az erősen humuszos talajok aszályérzékenység-növekedése is feltehetően egyéb talajtulajdonságok (fizikai féleség, pH, humusz- és CaCO₃-tartalom stb.) kombinált hatásával magyarázható.

A vizsgálati eredmények is jól tükrözik, hogy a nagy agyagtartalmú talajok aszályérzékenységét növelheti ugyan a nagy holtvíztartalom, ugyanakkor ezzel ellentétes hatást fejt ki az, hogy az agyag a felületéhez kötve a szerves-anyagot megvédi a gyors lebomlástól. Az adott talajféleségek esetében humusz- és agyagtartalom közötti összefüggéseket, valamint egymásra kifejtett hatásukat döntően a kettőjük mennyisége és minőségi összetétele határozza meg.

Megjegyzés: ⁸A 35.–40. ábrák rácsának szürkés keresztvonalai az aszályérzékenységi kategóriákat ábrázolják: 1 rendkívül nagy aszályérzékenység; 3 mérsékelt aszályérzékenység; 5 kedvező aszályérzékenység; 7 nagyon alacsony aszályérzékenység.

Arra, hogy az agyagtartalom vagy a humusztartalom befolyásolja-e jobban az aszályérzékenységet, arra csak célzott vizsgálatok eredményei adhatják meg választ. Az agyagtartalom „kettős szerepéből” kiindulva nehéz megítélni azt, hogy az egyes talajtulajdonságok milyen súllyal és hogyan vesznek részt a kombinálódó hatásban, így együttesen kialakítva az egyes talajoknak az aszály okozta stressz-hatásra adott válaszát.



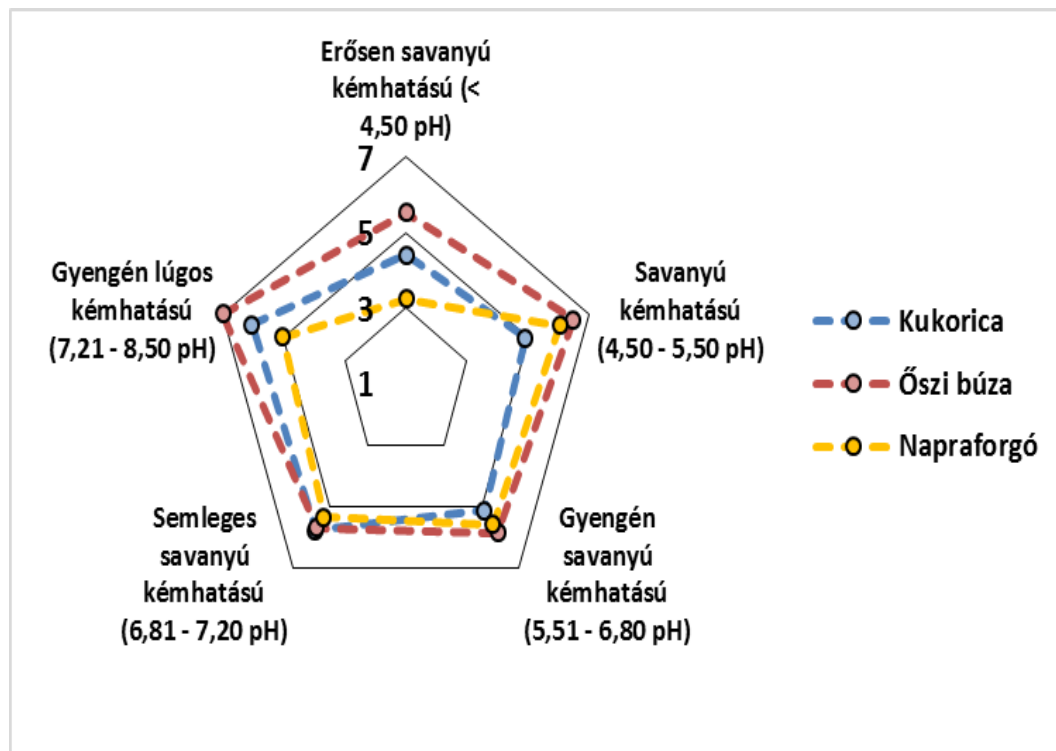
38. ábra

A humusztartalom kategóriákon belül az aszályérzékenységi kategóriák megoszlása a hazai vetésszerkezetben 3 legnagyobb területi arányban termesztett szántóföldi kultúra esetében⁸ (KOCSIS, 2015¹)

Egyértelműen kimutatható, hogy az erősen savanyú talajoknak legnagyobb fokú az aszályérzékenysége (38. ábra: KOCSIS, 2015). Általában az erősen savanyú talajokban a humuszanyagok feltáródása igen lassan vagy csak korlátozottan megy végbe, amelynek következtében szerves-ásványi komponensekben szegények. CaCO_3 -tartalmuk is elenyésző, így a megfelelő diós-morzsás talajszerkezet kialakulását elősegítő Ca-kötések (hidak) száma kicsi. Az utóbbiak miatt a savanyú talajok szerkezete hajlamos a leromlásra és a tömörödéésre, ezért vízgazdálkodásuk is kedvezőtlen. Alacsony pH tartományon a talaj biológiai aktivitása is csökken, a baktériumok tevékenységének visszaszorulásával a mineralizáció és a nitrifikáció lelassul, a tápanyagok feltárolódása gátoltá válik. Felelősek mindezek a rossz tápanyag-gazdálkodási körülmények kialakulásáért, így a savanyú talajok termékenysége elmarad az átlagos szinttől.

Közepesen savanyú és semleges kémhatású talajok közepes mértékben képesek tolerálni a vízhiány okozta stressz-hatást. Érdekes tapasztalat figyelhető meg a kémhatás-aszályérzékenység kapcsolatánál: az őszi búza esetében a savanyú és a gyengén lúgos kémhatású talajok egyaránt kedvezően tolerálják a csapadékhiányt.

A napraforgónál a savanyú kémhatású talajoknak kedvező az aszályérzékenysége, amely egyértelműen BOCZ (1992) megállapítását támasztja alá, hogy a napraforgó termesztésének az enyhén savanyú, vagy a semleges körüli kémhatású talajok kedveznek. Ezzel szemben az erősen savanyú talajoknál általában már csökkenhet a napraforgó terméshozama, mert fokozottabb mértékben jelentkezhetnek a növény betegségei, mint a gyengén savanyú vagy semleges kémhatásúaknál (LÁNG, 1976). A kukoricánál a gyengén lúgos talajok képesek nagymértékben tolerálni az aszályos időszakok negatív hatásait. Az utóbbi esetben is azt kell feltételeznem, hogy az egyéb talajjellemzőkkel való kombinált hatás érvényesül.

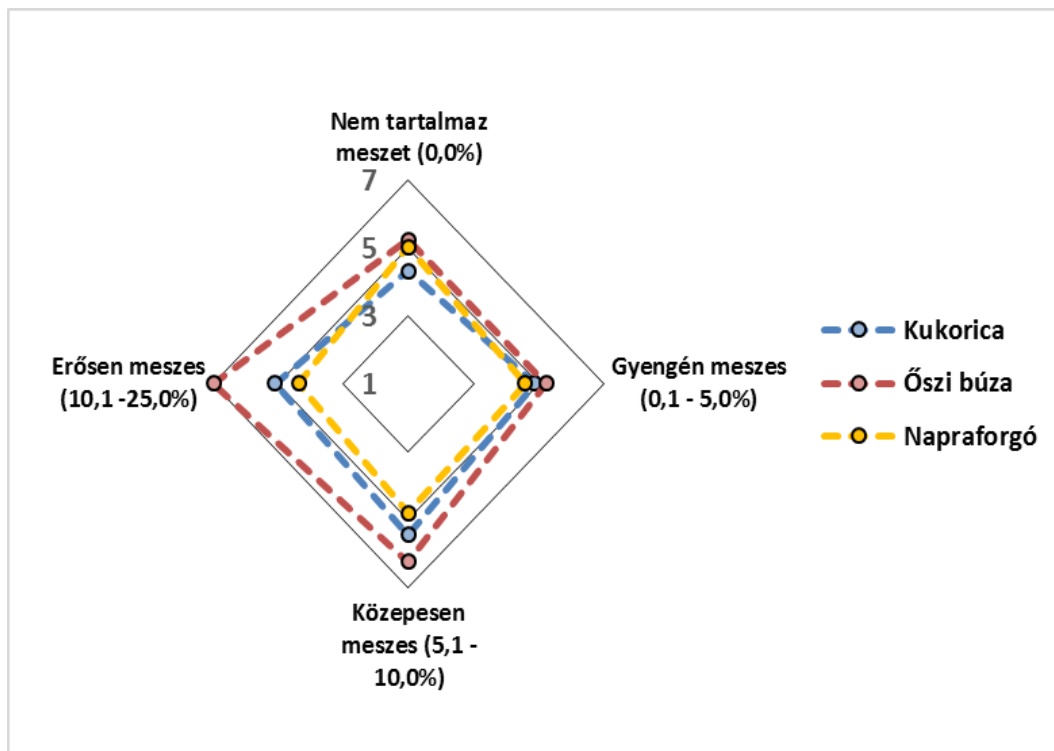


39. ábra

A pH kategóriákon belül az aszályérzékenységi kategóriák megoszlása a hazai vetésszerkezetben 3 legnagyobb területi arányban termesztett szántóföldi kultúra esetében⁸ (KOCSIS, 2015¹)

A mésztartalmat tekintve vizsgálati eredmények (KÉSMÁRKI et al., 2005) azt támasztják alá, hogy általában a közepes mésztartalom a legkedvezőbb a szárazságot tűrőképesség szempontjából (40. ábra: KOCSIS, 2015). Az őszi búza esetében az erősen meszes talajok legkevésbé hajlamosak az aszályérzékenységre.

A karbonát-tartalom szerkezetstabilizáló szerepet tölt be, a Ca-hidak nagy száma lehető teszi a megfelelő mennyiségű ásványi-szerves komplexek létrejöttét a talajokban, amely kedvez a morzsás és porhanyós agronómiai szerkezet kialakulásáért. Csökken a talajok kérgesedési, cserepedési hajlama, ezáltal jobb lesz a művelhetőségük, valamint a talajfelszínre érkező csapadék be tud jutni a talajba, amelynek rétegeibe elraktározódhat. Kedvezően befolyásolja a talajok vízgazdálkodását, jó minőségű szerves-anyag alakul ki, javul a tápanyag-forgalom, valamint a talajerő-utánpótlás hasznosulása is növekszik, amelyek szintén pozitívan hatnak a termőképességre.



40. ábra

A mésztartalom kategóriákon belül az aszályérzékenységi kategóriák megoszlása a hazai vetésszerkezetben 3 legnagyobb területi arányban termesztett szántóföldi kultúra esetében⁸ (KOCSIS, 2015¹)

A három szántóföldi – kukorica, őszi búza és napraforgó – növénynél kidolgozott módszerem az időjárási faktorok kedvezőtlen kumulatív hatásainak figyelembevételére sajnos nem alkalmas, mert a számításokkor nem veszi tekintetbe az előző évi vízhiány mértékét.

Az országos léptékű termékenységi kutatómunkám során, szubjektív módon, az eddigi földminősítés kutatási tapasztalatokból kiindulva csak néhány fontos talajtulajdonságot ragadtam ki, amelyek meghatározzák a talaj-specifikus aszályérzékenységet. Mindenképp ki kell tehát hangsúlyoznom, hogy a vizsgált talajparaméterek hatása az aszályérzékenységre mindig a többi (ismert és kevésbé ismert) talajtulajdonsággal együtt érvényesül. Korán sem tisztázott még az,

hogy egyes talajrendszertani egységeken – főtipuson, típuson és altípuson – belül az egyes talajváltozati tulajdonságok miként hatnak az aszályérzékenységre. Problémásnak tűnhet ezért kiragadva, önállóan elemezni és értelmezni az egyes paraméterek hatását. A kapott vizsgálati eredmények első lépésben úgymond egy durva közelítésnek felelnek meg, csak fő tendenciák szemléltetésére alkalmasak. Eredményeim – későbbi új vizsgálatokkal kiegészítve – viszont alkalmasak lehetnek arra, hogy talaj-specifikus klímaérzékenységi (aszályérzékenységi) modellek kidolgozását segítsék elő.

Jövőbeni kutatási irányként munkatársaimmal tervezzük azt, hogy BLASKÓ & ZSIGRAI (2000), majd JOLÁNKAI és munkatársai (2003) által megállapított a tenyészidő csapadékellátottsága és a termés hozamok közti igen szoros összefüggés szerint, a vegetációs időszakra vonatkozó meteorológiai adatsorok alapján pontosítjuk az aszályérzékenységi mutatókat. Lehetne továbbá az egyes növények talaj-specifikus aszályérzékenysége és az alkalmazott agrotechnikai eljárások, valamint a tápanyag-gazdálkodás közötti kapcsolatot vizsgálni (miként függ az aszályérzékenység az egyes talajváltozatokon az alkalmazott agrotechnikától, az elővetemény-hatásától és a műtrágya hatóanyagok kijuttatásától stb.). Érdemes lenne a leírt módszerrel meghatározni továbbá egyéb szántóföldi növénykultúrák – tavaszi árpa, repce, lucerna stb. – esetében is a talaj-specifikus aszályérzékenységi mutatóit először országosan, majd termőhelyi szinten is.

Az Országos Műtrágyázási Tartamkísérletek (OMTK) és a különféle helyi tartamkísérletek kutatási eredményeiből származó, a talaj-specifikus klímaérzékenységre utaló kutatási tapasztalatok már rendelkezésre állnak, de ezek szintetizálására és statisztikai feldolgozására, valamint országos méretű kiterjesztésére eddig még nem került sor. A dolgozatomban bemutatott valós növénytermesztési adatokon alapuló termés hozam térképek (melyek hazai vonatkozásban újdonságnak számítanak), segíthetik a fenti munka elvégzését.

A munkatársaimmal végzett nagyléptékű (országos) talajtermékenységi kutatásaink megteremtik továbbá annak lehetőségét, hogy 1:10.000 méretarányú termőhelyi klímaérzékenységi talajtérképek készüljenek, melyek segíthetik a talaj- és növény-specifikus, klímaváltozáshoz alkalmazkodó növénytermesztést.

5. Összefoglalás

A doktori dolgozatban ismertetett talajtermékenységi vizsgálatok szervesen kapcsolódnak a Pannon Egyetem Georgikon Kar, Növénytermesztéstani és Talajtani Tanszékén nagy hagyományokkal rendelkező, már több évtizede folyó földminősítési alapkutatásokhoz. A földminősítési kutatások során született eredményekkel kapcsolatosan több olyan kérdés merült fel, amelyek tisztázása eddig még nem történt meg. Megoldandó feladatként jelentkezett többek közt, hogy az országos összesítésben nem jelentős területi arányt elfoglaló, de egy-egy tájra vagy termőhelyre jellemző talajváltozatokra a becsült átlagos termékenység értékek – mintaterületi adatbázisok növénytermesztési- és talajtani információinak felhasználásával – pontosításra kerüljenek.

A doktori kutatómunkám célja az egy-egy tájon vagy termőhelyen belül előforduló talajváltozatokra kiszámított átlagos termékenységi mutatók pontosítása volt. A jelenleg érvényben lévő hazai talajosztályozás (STEFANOVITS, 1963; MÉM, 1982a; JASSÓ et al., 1989) ritkábban előforduló rendszertani egységein (talajváltozatain) az eddigi adathiányok miatt viszonylag pontatlanul lehetett megállapítani a termékenységi viszonyszámokat, mely viszonyszámok a különféle forrásokból származó növénytermesztési- és talajtani adatbázisok adatainak felhasználásával elvégzett elemzések után – reményeink szerint – pontosabbá tehetők. Vizsgáltam, hogy a különböző – országos és mezo – léptékű felbontás alapján miként lehet a talajváltozati szintű termékenységeket kifejező növényprodukcións potenciál becsléseket finomítani úgy, hogy közben megbízhatóságuk javuljon, valamint egyúttal a statisztikai hibák kiküszöbölésével növekedjen a számításaink pontossága.

Az országos termékenységi becsléseknél azt vizsgáltam, hogy a klimatikus viszonyok által befolyásolt természetes növényi vízellátottság, amely meghatározza a talajféleségek vízgazdálkodási sajátosságait, milyen hatást fejt ki a terméseredményekre. A bekövetkező változások hatására a növények talaj-specifikus klímaérzékenysége eltérő mértékben terméshozam változást vagy termésingadozást eredményez, amely jelentősen kihat a termőföldek minőségére is.

A földminősítési kutatásaim két térképi méretarányra: országos- és mezoléptékre terjedtek ki.

A nagyméretarányú termékenységi vizsgálataimat (mezoléptékben) a Dél-Alföldön, a Tisza-Maros közén – Békés és Csongrád megye területén – elhelyezkedő, zömében nagy agyagtartalmú (nagy kötöttséggel rendelkező) csernozjom és réti talajváltozatokon végeztem. A termékenységi becslésekhez a mintaterületek rendelkezésre álló talajinformációit (1:10.000 léptékű üzemi és földminősítési genetikus talajtérkép, 1:25.000 Kreybig-féle átnézetes talajismereti térképek), illetve földművelési egység (tábla vagy parcella) szintű, hosszú idősoros mért terméseredményeit használtam fel. A számítások során az Agrokémiai Információs és Irányítási Rendszer (AIIR) adatbázis többéves (1985–1989) terméshezamaiból becsült átlagos talajváltozati termékenység értékeket korrigáltam a mintaterületek talajféleségein (talajfoltjain) mért terméseredményekkel, a számításokhoz iterációs módszert használtam.

Az országos léptékű földminősítési kutatásaimat a georeferált – vektoros adatállományba rendezett – AIIR ver3.0 adatbázison végeztem el. Vizsgálataim során a hazai vetésszerkezetben a legnagyobb százalékos területi arányt elfoglaló, három szántóföldi növénykultúra – őszi búza, kukorica és napraforgó – terméseredményein keresztül a természeti földrajzi (közép és kis) tájak, valamint a termőhelyek talajainak termékenységi viszonyait vizsgáltam. Az AIIR adatbázis az ország különböző (szántó, rét, legelő, szőlő, kert, gyümölcsös és fásított terület) művelési ágú termőhelyeiről, mintegy négymillió hektár földterületről nyújt talajtani adatot és hét év (1984–1990) komplex növénytermesztési információit foglalja magába. A talajtani adatsorok a hazai talajosztályozás szerint talaj altípus szinten tartalmazzák a táblák vagy résztáblák talajainak felső művelt (0–25 cm-es) rétegéből származó átlagminták fontosabb vizsgálati eredményeit. Az adatbázis ezen felül résztáblánként a mű- és szerveztrágyázásról, valamint 196 növénykultúra terméshezamairól, előveteményéről szolgáltat idősoros adatokat.

A természetes vízellátottságra igen érzékeny, vízigényes kukorica és napraforgó esetében arra kerestem a választ, hogy miként nyilvánul meg az évjárat-hatás a terméseredményekben. Ehhez az AIIR adatbázis tábláihoz rendelt Pálfai aszályindex (PaDI) értékeket használtam fel. Az AIIR éveire megszerkesztett országos léptékű terméstérképek egyedülálló (hazai viszonylatban újdonságnak számító) lehetőséget kínálnak a klímahatások növény- és talaj-specifikus termésreakcióinak tanulmányozására.

Országos léptékű földminősítő kutatómunkám során az volt az egyik legfontosabb kérdés, hogy az AIIR adatbázisban szereplő talajok talajosztályozási egységek szerinti besorolása szakmai szempontból mennyire helytálló. Ezért vizsgáltam a georeferált adatállomány talajtani információinak reprezentativitását más magyarországi – AGROTOPO és MARTHA – adatbázisokkal történő összehasonlítás módszerével.

A mintaterületi- és országos szintű vektoros (térképi) műveleteket, az AIIR ver3.0 adatbázis térképvetületi rendszerbe helyezését, valamint egyéb térstatisztikai alkalmazásokat és elemzéseket az ESRI ArcGIS 9.3 térinformatikai program segítségével végeztem el. A további – regresszió, korreláció, egytényezős varianciaanalízis (Oneway), klasszifikációs fa módszer (CHAID) – statisztikai vizsgálataimhoz az IBM SPSS Statistics 18.0 szoftvert használtam. A Dél-alföldi mintaterületek esetében az iterációs számítást MS Office 2010 Excel Solver bővítménnyel hajtottam végre.

A dél-alföldi mintaterületeken kidolgozott (kisléptékű) módszer lehetőséget nyújt arra, hogy a hazai földértékelés majdani megújításakor a begyűjtött különböző talajtérképi- és talajadatbázis információk, valamint többéves termés adatsorok alapján egyes talajtaxonómiai egységekre korrigáljuk, illetve az eddig még hiányzó talajváltozatokra kiegészítsük a földminőséget kifejező mutatószámot. Az alkalmazott iterációs módszerrel – akár termőhelyenként – pontosíthatóak, korrigálhatóak az egyéb országos talajtani- és növénytermesztési (pl. AIIR) adatbázisok alapján megadott talajváltozati termékenységi adatok. A mintaterületekre kapott eredmények arról tanúskodnak, hogy a becslési eljárás még jobban pontosítható az iterációs számítás („A” típusú helyett „B” típusú becslés; különböző szempontok szerinti csoportképzések) helyes megválasztásával.

A nagyon eltérő becslési megbízhatóság értékek arra hívják fel a figyelmet, hogy a földművelési egységek termékenységi viszonyait csak részben tudjuk modellezni, magyarázni az egyes talajváltozati foltok termékenységi viszonyaival. Évjáratonként igen sok egyéb „zavaró” tényező – belvízkár, viharkár, fagykár, vadkár, rágcsáló invázió, növénybetegségek stb. – is befolyásolhatja a ténylegesen mért terméshozamokat.

Az AIIR adatbázisnak a Csongrád megyei mintaterületeken végzett reprezentativitás vizsgálatából kiderült, hogy az adatállomány talaj főtypus és típus szinten megbízható (vagy a többi hazai szinten rendelkezésre álló adatállománynál nem kevésbé megbízható) talajtani besorolásokat tartalmaz. Statisztikai vizsgálataim alapján a taxonómiai egységenként – az esetek túlnyomó többségében – jelentős az eltérés az AIIR és MARTHA adatállomány között. Az utóbbi azonban nem jelenti feltétlenül azt, hogy az egyik vagy a másik adatbázisban szereplő adatok nem helyesek, hiszen két eltérő forrásból származó talajtani információk keletkezésének körülményei (pl.: mintavételi helyek kijelölése, mintavételi módszerek) szintén jelentősen különböznek.

A nagyléptékű talajtermékenységi kutatási eredmények hozzájárulhatnak ahhoz, hogy 1:10.000 méretarányú termőhelyi klímaérzékenységi talajterképek készüljenek, melyek lényeges információkkal segíthetik a talaj-specifikus, klímaváltozáshoz alkalmazkodó növénytermesztést. A vektoros AIIR ver3.0 adatbázis növénytermesztési és talajtani adatainak további feldolgozása, illetve statisztikai elemzése a termőhelyek fontos sajátosságaira világíthat rá.

A termékenységi vizsgálatokból is kitűnik, hogy az utóbbi évtizedekben a Nagyalföld (pl.: Hajdúság, Nagykunság, Tisza-Maros köze) területén egyre nagyobb mértékű a csapadékhány miatt az aszály mind jobban fokozódik, mely az arra érzékenyebb talajokon nagyobb mértékű terméskiesésben mutatkozik meg. Nemcsak a szárazság mértékének erősödése jelenthet nagy problémát, hanem az átlagos hőmérséklet emelkedése is kiválthatja az aszályérzékenység erősödését. Az utóbbi figyelhető meg Délnyugat-Magyarország (mely hazánk legcsapadékosabb vidéke) erősen savanyú agyagbemosódásos, pszeudoglejes és mocsári erdőtalajain. A térségben a mediterrán klimatikus hatás fokozódása következtében a kialakult magyarországi talajzónák eltolódása figyelhető meg (Nyugat- és Délnyugat-Dunántúlon a mediterrán éghajlati hatás dominánssá válik a kontinentális hatás rovására).

A kis- és középtáj szintű térstatisztikai elemzések is jól mutatják egyrészt hazánk délnyugati részén elhelyezkedő barna erdőtalajokon a növények talaj-specifikus aszályérzékenységének növekedését, másrészt azoknak a területeknek nagyfokú aszályérintettségét, ahol nagy homoktartalmú vagy igen kötött, agyag fizikai féleségű talajok fordulnak elő. A vizsgálati eredmények alapján az aszály hatásainak leginkább kitett kistájak közé sorolhatók pl. Dorozsma-Majsai-homokhát, Kerka-vidék, Dévaványai-sík, szárazságra nem érzékeny termőterületeknek minősül az Enyingi-hát, Dráva-sík, Nógrádi-medence stb.. Megállapítható, hogy növényenként az egyes termőhelyek talaj-specifikus aszályérzékenysége más és más, ez az eltérés a kukorica, őszi búza és napraforgó különböző víz- és termesztési igényére eredeztethető vissza.

A kukorica, őszi búza és napraforgó szántóföldi növényeknél kidolgozott aszályérzékenység becslő módszer az időjárási faktorok kedvezőtlen kumulatív hatásainak figyelembevételére sajnos nem alkalmas, mert a számításokkor nem veszi tekintetbe az előző évi vízhiány mértékét.

Az országos térbeli felbontású termékenységi vizsgálataim során, szubjektív módon csak néhány fontos talajtulajdonságot ragadtam ki, amely meghatározza a talaj-specifikus aszályérzékenységet. Ki kell hangsúlyoznom, hogy a vizsgált talajparaméterek – a még nem tisztázott hatásmechanizmusokon keresztül – a többi talajtulajdonsággal együtt határozzák meg a

talaj-specifikus aszályérzékenységet. A kapott vizsgálati eredmények első lépésben egy durva közelítésnek felelnek meg, csak fő tendenciák szemléltetésére alkalmasak. Az új eredmények viszont alkalmasak lehetnek arra, hogy a talaj-specifikus klímaérzékenységi (aszályérzékenységi) modellek kidolgozását segítse elő.

Nagy- és kisléptékű (hazai vonatkozásban újszerű) talajtermékenységi kutatásaim eredményei hozzájárulhatnak szántóterületeink célorientált, (klíma, talajtáj, termőhely és termesztett növény szerint) specifikált földminősítéséhez.

6. Új tudományos eredmények

6.1. Tézisek

Mezőlépték vizsgálati eredményeinek tézisei:

1. A dél-alföldi mintaterületek vizsgálati eredményei alapján megállapítható, hogy a nagy agyagtartalommal rendelkező alföldi csernozjom és réti csernozjom (mezőségi) talajváltozatok termékenysége kevésbé függ az évjárat-hatásoktól és az éves természetes növényi vízellátottságtól.
2. A természetes növényi vízellátottság hatása akkor erősödik fel, ha a mezőségi talajok mellett számottevő mértékben fordulnak elő gyengébb minőségű – szikes, mélyben sós vagy mélyben szolonyeces, szolonyeces altípusok – változati talajfoltok.
3. Az országos Agrokémiai Információs és Irányítási Rendszer (AIIR) adatbázisa alapján számított átlagos talajváltozati termékenységek korrigálhatók és pontosíthatók a mintaterületi talajtérképek és mért terméseredmény adatok felhasználásával kidolgozott iterációs becslési módszer segítségével. A földművelési egységek (táblák, parcellák) növényi produkciós potenciálját (termőképességét) csak részben lehet modellezni, illetve magyarázni az egyes talajváltozati foltok termékenységi sajátosságaival. Évjáratonként igen sok egyéb „zavaró” tényező (belvízkár, viharkár, fagykár, vadkár, rágcsáló invázió, növénybetegségek stb.) is befolyásolhatja a ténylegesen mért eredményeket.
4. Az AIIR adatbázisból származó termésátlagokhoz, valamint a mintaterületek terméshozamai alapján számított növényi produkciós potenciálokhoz képest a mezőgazdasági termelésre alkalmas szikes talajok változataira megadott termékenységi viszonyszámok – „100 pontos” termőhely-értékelési rendszer talajértékszámai – lényegesen alábecsültek.

Országos lépték vizsgálati eredményeinek tézisei:

5. Az országos kutatási eredményekből megállapítható, hogy a kukorica termesztése szempontjából a nagy homoktartalmú talajtípusok (váztalajok) a leginkább, míg a jó vízellátottságú barna erdőtalajok, csernozjom talajok, öntés- és lejtőhordalék talajok, valamint a láptalajok a legkevésbé aszályérzékenyek. A réti talaj fő típusba tartozó talajfélések közepesen érzékenyek a természetes vízellátottságra. A három legfontosabb

- szántóföldi kultúrát figyelembe véve az őszi búza esetében a barna erdőtalajoknak, míg a két vízigényes növénynél, a kukoricánál és napraforgónál a nagy vízellátottságú láptalajoknak legkisebb az aszály hajlama.
6. A talajparamétereket tekintve egyértelműen kimutatható, hogy a vályog és agyagos vályog fizikai féleségű, a közepes humusztartalmú, az enyhén savanyú és semleges kémhatású, valamint a közepes mésztartalmú talajváltozatoknak az aszályérzékenysége legkisebb mértékű. Az aszálynak legjobban a nagy homok- és agyagtartalmú, erősen savanyú kémhatású talajféleségek vannak kitéve. A talajok termékenységében megnyilvánuló aszályérzékenység természetett növényenként – kukorica, őszi búza és napraforgó esetében – igen eltérő lehet, amelyet jelentősen módosíthat különböző talajtulajdonságok (fizikai féleség, pH, humusz- és CaCO_3 -tartalom stb.) kombináló hatása.
 7. A közép- és kistájakra elvégzett növény-specifikus termékenységi vizsgálatok alapján általában az mondható el, hogy leginkább azoknál a termőterületeknél jellemző az aszályérzékenység, ahol – a tapasztalható csapadékhiány és átlagos hőmérsékletemelkedés mellett – nagy homoktartalmú vagy igen kötött, agyag fizikai féleségű talajok alakultak ki. Legnagyobb mértékben aszályérzékenyek pl. kukoricánál: Dorozsma-Majsai-homokhát, Kerka-vidék, Nyugati-Mátraalja; őszi búzánál: Dévaványai-sík, Szolnoki-ártér; napraforgónál: Kiskunsági-homokhát, Pesti hordalékkúp-síkság stb. kistáják bizonyultak. Nem minősülnek aszályérzékeny területeknek pl. kukoricánál: Enyingi-hát, Sió-völgy, Tolnai-Sárköz; őszi búzánál: Dráva-sík, Mohácsi-sziget, Nógrádi-medence; napraforgónál: Harangod, Nyugati- vagy Lössös-Nyírség, Szerencsi-dombság stb..
 8. Az AIIR ver3.0 adatbázis alapján megszerkesztett termés hozam térképek alapján jól körülhatárolhatók az ideális termesztési feltételeket biztosító hazai termőhelyek, amelyet növény-specifikusan – kukoricára, őszi búzára és napraforgóra – elkészített talaj-aszályérzékenységi térképek mutatnak be.

6.2. Thesis

Thesis of the investigation of the meso-scale:

1. Based on the results of sampling areas situated in the southern part of the Hungarian Great Plain it is determinable, that the fertility of lowland chernozem and meadow chernozem soils with high clay content depends less from the seasonal effects and the annual natural plant water supply.
2. The effect of natural plant water supply intensify if beside the chernozem soils, appears soil variety spots with poor quality – salt-affected, salty in deeper horizons, solonetz-like in deeper horizons, or solonetz-subtypes – in notable extent.
3. The average soil variety fertility data calculated based on the National Database (NPCPD) can be corrected and can become more accurate with the iteration method executed with the utilization of yield data originated from measured and soil map data of the sampling areas. The plant production potential of the tillage units (fields/plots) can be modelled or explained only partially with fertility attributes of the each soil variety spots. There are many seasonal „disturbing” factor – inland water, storm, frost damages, damages done by game, rodent invasion, plant diseases etc. – could influence the effective measured yields.
4. The soil value numbers – (fertility ratios) of the „Hundred-type” – land evaluation system given to the agronomically exercisable salt affected soils are significantly underestimated compared to the average yield data originated from the NPCPD database and the crop production potentials calculated based on the yields of the sampling areas.

Thesis of the results of the national-scale investigation:

5. From the national-scale research results it is determinable that in terms of the production of maize, mainly the soils with high sand content – skeletal soils – are the most drought sensitive, while soils with good water supply – brown forest soils, chernozem soils, alluvial and sedimentary soils, bog soils are the least drought sensitive. The soil varieties concerned to the meadow main soil type are moderate sensitive to the natural water supply. In the aspect of the three main field crops, in case of winter wheat, brown forest soils, while by maize and sunflower as two water-demand crops, the bog soils with high water supply have the least drought tendency.

6. In consideration of soil parameters it can be concluded, that soils with loam and clayey loam textures, moderate humus content, moderate and neutral pH and moderate lime content are exposed in the least extent to the effects of drought. Soils with high sand- and clay content and the highly acid soils are exposed in the highest extent to the drought. The drought sensitivity expressed on the fertility could be very different in case of the different crops, which could be remarkably modified by the combination effect of different soil parameters (texture, pH-, humus- lime content etc.).
7. Based on the crop-specific fertility examinations accomplished to meso- and microregions, it can be generally said, that the drought sensitivity is characteristic by that sites, where – besides of the lack of precipitation and average increasing of temperature – soils with high sand or clay content were developed. By maize, Dorozsma-Majsai-homokhát, Kerka-vidék, Nyugati-Mátraalja; by winter wheat, Dévaványai-sík, Szolnoki-ártér and by sunflower, Kiskunsági-homokhát, Pesti hordalékkúp-síkság etc. microregions were proved to be the highest extent of drought sensitivity. By maize, Enyingi-hát, Sió-völgy, Tolnai-Sárköz; by winter wheat, Dráva-sík, Mohácsi-sziget, Nógrádi-medence and by sunflower Harangod, Nyugati- or Lőszös-Nyírség, Szerencsi-dombság were not proved to be drought-sensitive.
8. According to the constructed yield maps based on NPCPD ver3.0 are well circumscribable the fields which provided ideal production conditions. These are confirmed by the soil-specific drought sensitivity maps prepared for crop-specifically (maize, winter wheat and sunflower).

7. Felhasznált irodalom

- 1) Alan W., 1999. A deep anthropocentric approach to environmental ethics. *The Department of Environmental. Science and Policy Journal* **2**. 23–29.
- 2) Antal J., 1978. *Olajnövények termesztése*. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- 3) Antal J., 2000. *Növénytermesztők zsebkönyve*. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- 4) Antal J. (Szerk.), 2005. *Növénytermesztés I. A növénytermesztés alapjai – Gabonafélék*. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- 5) Ádám L., 1969. Domsági kistájak természetföldrajzi értékelésének feladatai. *Földrajzi Értesítő*. **XVIII.** (1) 19–52.
- 6) Bacsó I., 1992. *A földértékelési rendszerek kritikai elemzése*. MTA Közgazdaságtudományi Intézete. Budapest. (Kézirat)
- 7) Bacsó A., 1959. Adatok hazánk csernozjom és réti csernozjom talajairól, különös tekintettel a debreceni löszhátra. Kandidátusi értekezés.
- 8) Ballenegger R., 1921. *A termőföld*. Ethika Tudományterjesztő és Könyvkiadó K. t., Hungária Könyvnyomda és Kiadóüzlet, Budapest.
- 9) Ballenegger R., 1942. A feketeföld. *Természettudományos közlemények* **74**. 65–70.
- 10) Baranyai F., Fekete A. & Kovács I., 1987. *A magyarországi tápanyag-vizsgálatok eredményei*. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- 11) Barni N. A., Berlato M. A., Bergamaschi H. & Ribold J., 1996. Agrometeorological model for predicting sunflower yield. I. Relationship between yield and water index. *Pesquisa Agropecuaria Gaucha* **2** (1). 7–17.
- 12) Bastian O. & Schreiber K. F., 1999. *Analyse und ökologische Bewertung der Landschaft* **2**. Neubearbeitete Auflage. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg–Berlin.
- 13) Bedő Z. & Balla L., 1977. Őszi búzafajták termőképesség stabilitása különböző ökológiai viszonyok között. *Növénytermelés* **26** (6). 443–449.
- 14) Beek, K. J. & Bennema, J., 1972. *Land Evaluation for Agricultural Land Use Planning: An Ecological Methodology*. Department of Soil and Geology, Agricultural University. Wageningen.
- 15) Benet I. & Góczán L., 1973a. Kísérlet új fölértékelésre. *Közgazdasági Szemle* **20**. 699–714.
- 16) Benet I. & Góczán L., 1973b. Mezőgazdasági mikrorégiók értékelésének megközelítése új földértékelési módszerrel. *Földrajzi Értesítő* **22** (1–2). 55–70.

- 17) Bertjan H., Marcel K. & Jan V., 2002. Future research and the climate issue. *Change* **60**. 16–18.
- 18) Bibby, J. S. & Mackney, D., 1966. Land Use Capability Classification. Soil Survey Technical Monograph No. **1**. Harpenden, England.
- 19) Bibby, J. S. et al., 1991. Land Capability Classification for Agriculture. Macaulay Land Use Research Institute. Aberdeen.
- 20) Birkás M. & Gyuricza Cs., 2001. A szélsőséges csapadékellátottság hatása az őszi búza néhány termesztési tényezőjére barna erdőtalajon. *Növénytermelés* **50** (2–3). 333–344.
- 21) Birkás M., Jolánkai M., Stingli A. & Bottlik, L., 2007. Az alkalmazkodó művelés jelentősége a talaj- és klímavédelemben. „AGRO-21” Füzetek 51. 34–47.
- 22) Blaskó L. & Zsigrai Gy., 2000. A műtrágyázás hatása a kukorica termésére és néhány talajjellemzőre réti csernozjom talajon. *Gyakorlati Agrofórum* **11** (3). 48–50.
- 23) Bocz E., 1992. Szántóföldi növénytermesztés. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- 24) Bocz E., 1995. A fenntartható fejlődés időszerű kérdései. In: A fenntartható fejlődés időszerű kérdései a mezőgazdaságban. **XXXVII**. Georgikon Napok, Keszthely. 1–20.
- 25) Bocz E., 2001. Magyarország vízellátottságának romlása. In: Vízellátottsági és öntözési jelzés (Szerk.: Lunczer S.), 1–2. DATE, Debrecen.
- 26) Bocz E., Késmárki I., Ruzsányi L., Kováts A. & Szabó M., 1992. Szántóföldi növénytermesztés. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- 27) Boguslawski, E. von, 1965. Zur Entwicklung des begriffes Bodenfruchtbarkeit. *Zeitschrift für Pflanzernährung, Düngung und Bodenkunde* **108** (2). 97–115.
- 28) Borbélyné H. É., Csajbók J. & Lesznyák M.-né, 2008. Az évjárat hatása a napraforgó hibridek termésstabilitására. In: A környezetvédelem és élelmiszerbiztonság a növénytermesztésben (Szerk.: Pepó P.), Debrecen. 120–124.
- 29) Buzás I. (Szerk.), Bálint I., Füleky Gy., Győri D., Hargitai L., Kardos J., Lukács A., Molnár E., Murányi A., Osztóics A.-né, Pártay G., Rédly L.-né & Szebeni Sz.-né, 1988. Talaj- és agrokémiai vizsgálati módszertan 2. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- 30) Buzás I. (Szerk.), Daróczi S., Dódony I., Kálmán A., Kocsis I., Pártay G., Rajkai K., Rózsavölgyi J., Stefanovits P., Szili Kovács T., Szűcs L. & Várallyay Gy., 1993. Talaj- és agrokémiai vizsgálati módszertan 1. INDA 4231 Kiadó. Budapest.
- 31) Büttner, G. & Maucha, G., 2006. The thematic accuracy of Corine Land Cover 2000: Assessment using LUCAS (land use/cover area frame statistical survey). EEA Technical Report No. **7/2006 85**. Copenhagen.

- 32) Csajbók J., 2000. A termesztési tényezők és a produkció összefüggései kukoricában. In: Agrár-termékpiacok és környezetük. **XLII.** Georgikon Napok, Keszthely. 231–235.
- 33) Csete L., 2005. A nyugat-dunántúli agrárgazdaság klímaváltozáshoz való alkalmazkodási stratégiájának áttekintése. „AGRO-21” Füzetek **43.** 114–142.
- 34) Cserhádi S. & Kosutány T., 1887. Trágyázás alapelvei. Országos Gazda Egyesület, Budapest.
- 35) Csete L. & Láng I., 2005. A fenntartható agrárgazdaság és vidékfejlesztés. MTA Társadalomkutató Központ. Budapest.
- 36) Csorba P., Blanka V., Vass R., Nagy R., Mezősi G. & Burghard M., 2012. Hazai tájak működésének veszélyeztetettsége új klímaváltozási előrejelzés alapján. Földrajzi Közlemények **136** (2). 237–253.
- 37) Davidson A. D., 1992. The Evaluation of Land Resources. Longman Scientific & Technical. Essex, England.
- 38) Debreczeni B.-né, Kuti L, Makó A., Máté F., Szabóné Kele G., Tóth G. & Várallyay Gy., 2003. D-e-Meter földminősítési viszonyszámok elméleti háttere és információ tartalma. In: Földminősítés és földhasználati információ (Szerk.: Gaál Z., Máté F. & Tóth G.). Veszprémi Egyetem. Keszthely. 23–36.
- 39) De la Rosa D., Moreno J. A., Garcia L. V. & Almorza J., 1992. MicroLEIS: A microcomputer-based Mediterranean land evaluation information system. Soil Use and Management **8** (2). 89–96.
- 40) Dér J., 1957. Kataszteri újraosztályozás talajtani alapon. Agrártudomány **9** (4). 11–18.
- 41) Doran J. W. & Parkin T. B., 1996. Quantitative Indicators of soil Quality: A Minimum Data Set. P. In: Methods of Assessing Soil Quality (Eds.: Doran J. W. & Jones A.J.). SSSA Spec. Publ. 49. SSSA. Madison, WI. 25–37.
- 42) Doran J. W., Jones A. J., Arshad M. A. & Gilley J. E., 1999. Determinants of soil quality and health. In: Soil Quality and Erosion (Ed.: Lal R.). Soil and Water Conservation Society. Ankey, IA. 17–36.
- 43) Dorland Van R., 2000. Climate change and greenhouse effect. Change 50. 16–18.
- 44) Downing T. E., Harrison P. A., Butterfield R. E. & Lonsdale K. G., 2000. Climate Change, Climatic Variability and Agriculture in Europe. University of Oxford. Oxford.
- 45) Dövényi Z. (Szerk.), Becse A., Mezősi G., Ádám L., Juhász Á., Marosi S., Somogyi S., Szilárd J., Ambrózy P., Konkolyiné Bihari Z., Király G., Molnár Zs., Bölöni J., Csiky J., Vojtkó A., Rajkai K., Tóth G., Tiner T., Michalkó G. & Keresztesi Z., 2010.

- Magyarország kistájainak katesztere. Második, átdolgozott és bővített kiadás. MTA Földrajztudományi Kutatóintézet, Budapest.
- 46) Dumanski J., Gamelda S. & Pieri C., 1998. Indicators of Land Quality and Sustainable Land Management. An Annotated Bibliography. A joint publication of the World Bank and Agriculture and Agri-Food Canada. Washington, D. C.
- 47) Dunay S., 1984. Növényeink fejlődése és az időjárás - Milyen időben mekkora a termés? Élet és Tudomány **38**. 1192–1193.
- 48) Dunkel Z., 1978–2009. Időjárási napi jelentés. Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSZ), Budapest.
- 49) Dzatko M., 1995. Recent development in land evaluation and sustainable land use planning in Slovakia. In: From Soil Suvey to Sustainable Farming. Conference to 35th Anniversary of the Institute Organized within ENCY activities. 3–5 October 1995, High Tatras, Stara Lesna, Proceedings publ. by Soil Fertility Research Institute. Bratislava, Slovakia. 203–210.
- 50) Egri A., 1974. Útjelentés a Német Szövetségi Köztársasági ösztöndíjas tanulmányútról Mezőgazdasági és Élelmiszeripari Minisztérium. Budapest. (Kézirat)
- 51) Erdem T., Delibas L. & Orta A. H., 2002. Water use characteristics of sunflower (*Helianthus annuus* L.) under deficit irrigation. Pakistan Journal of Biological Sciences **7**. 766–769.
- 52) FAO, 1976. A Framework for Land Evaluation. FAO Soils Bulletin No. **32**. FAO, Rome.
- 53) FAO, 1983. Guidelines: Land Evaluation for Rainfed Agriculture. FAO Soils Bulletin No. **52**. FAO, Rome.
- 54) FAO, 1985. Guidelines: Land Evaluation for Irrigated Agriculture. FAO Soils Bulletin No. **55**. FAO, Rome.
- 55) Farkas Cs., Hernádi H., Makó A., Marth P. & Tóth B., 2009. A Magyarországi Részletes Talajfizikai és Hidrológiai Adatbázis (MARTHA) bemutatása. Mezőgazdasági Szakigazgatási Hivatal Központ, Növény- és Talajvédelmi Igazgatósága, Budapest.
- 56) Fehér I., Kapusztá Á. & Vinogradov Sz., 2007. A földpiac változásai az EU-csatlakozás után. In: Földminősítés, földértékelés és földhasználati információ (Szerk.: Tóth T., Tóth G., Németh T. & Gaál Z.). MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézet – Pannon Egyetem. Budapest–Keszthely. 225–232.
- 57) Fekete Z., 1965. Direktívák a gyakorlati földértékeléshez. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.

- 58) Fisher G. & Antoine J., 1994. Agro-ecological land resources assessment for agricultural development planning, A case study of Kenya, Making land use choices for district planning. World Soil Resources Report **71/9**. FAO and IIASA, Laxenburg, Austria.
- 59) Fórizs J.-né, 1985. Földértékelés – termőhelyi értékelés problémái, javaslat a termőhely korszerű értékelésére. Agrárgazdasági Kutató Intézet. Budapest.
- 60) Fórizs J.-né, Máté F. & Stefanovits P., 1971. Talajbonitáció – földértékelés. Agrártudományi Közlemények **30**. 359–378.
- 61) Fórizs J.-né, Máté F. & Stefanovits P., 1972. A talajminősítés módszere. Agrártudományi Egyetem. Gödöllő.
- 62) Frank J. (Szerk.), 1999. A napraforgó biológiája, termesztése. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- 63) Frank J., 2011. Ökológiai igények. In: A napraforgó (Szerk.: Frank J & Szendrő P.). Szent István Egyetemi Kiadó, Gödöllő.
- 64) Fu B. & Gulinck H., 1994. Land evaluation in an area of severe erosion: the loess plateau of China. Land Degradation & Rehabilitation **5**. 33–40.
- 65) Fufa H., Baenzinger P. S., Beecher B. S., Graybosch R. A., Eskridge K. M. & Nelson L. A., 2005. Euphytica 144 (1–2). 187–198.
- 66) Füleky Gy., 1999. Az angol földértékelés rendszere. In: A talajminőségre épített EU-konform földértékelés elvi alapjai és bevezetésének gyakorlati lehetősége (Szerk.: Stefanovits P. & Michéli E.). Agroinform Kiadó. Budapest. 43–69.
- 67) Gaál Z., Debreczeni B.-né, Kuti L, Makó A., Máté F., Németh T., Nikl I., Speiser F., Szabó B., Szabóné Kele G., Szakadát I., Tóth G., Vass J. & Várallyay Gy., 2003. D-e-Meter az intelligens környezeti fölminősítő rendszer. In: Földminősítés és földhasználati információ (Szerk.: Gaál Z., Máté F. & Tóth G.). Veszprémi Egyetem. Keszthely. 3–21.
- 68) Geleta B., Atak M., Baenziger P. S. Nelson L. A., Baltenesperger D. D., Eskridge K. M., Shipman M. J. & Shelton D. R., 2002. Seeding rate and genotype effect on agronomic performance and end-use quality of winter wheat. Crop Science **42** (3). 827–832.
- 69) Geoffrey L., 1995. Down to Earth. UNCCD. Germany, Bonn.
- 70) Géczy G., 1959. A gyakorlati talajtérképezés. Új rendszerű talajismereti és talajhasznosítási térkép ismertetése és gyakorlati használhatósága. Doktori értekezés. Gödöllői Agrártudományi Egyetem, Mezőgazdaságtudományi Kar.
- 71) Géczy G., 1960. Újabb mezőgazdasági talajhasznosítási rendszer. Agrokémia és Talajtan **9**. 405–413.

- 72) Géczy G., 1962. Magyarországi talajok osztályozási rendszere és térképezése hasznosíthatóságuk alapján. MTA Agrárgazdálkodási Kutató Intézet **29.** számú kiadványa. Budapest.
- 73) Géczy G., 1964. Mutatószám a magyarországi talajok természetes termékenysége alapján történő minősítésre Agrokémia és Talajtan **13.** 325–344.
- 74) Géczy G., 1968. Magyarország mezőgazdasági területe. Akadémiai Kiadó. Budapest.
- 75) Góczán L., 1974. Adalékok egy új földértékeléshez. Agrártudományi Közlemények **33.** 501–512.
- 76) Góczán L., 1980. Magyarországi területek agroökogeográfiai kutatása és értékelése. Földrajzi tanulmányok. Akadémiai Kiadó. Budapest.
- 77) Guttieri M. J., Stark J. C., O'Brien K. & Souza E., 2001. Relative sensitivity of spring wheat grain yield and quality parameters to moisture deficit. *Crop Science* **41** (2). 327–335.
- 78) Grábner E., 1958. Szántóföldi növénytermesztés. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- 79) Győri D., 1984. A talaj termékenysége. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- 80) Gyulai B. & Nagy J., 1995. A napraforgó termesztés legfontosabb agrokémiai szempontjai. *Agrofórum* **6** (4) 40–41.
- 81) Gyuricza Cs., 2004. A víztakarékos talajművelés lehetőségei. *Agro Napló* **8** (5). 16–18.
- 82) Haans J. C., Steur F. M. & Heide G., 1984. Dutch and German methods of soil survey interpretation: A critical comparison. In: *Progress in Land Evaluation* (Eds.: Haans J. C. F. M., Steur G. G. L. & Heide G.). Proceedings of the Seminar on Soil Survey and Land Evaluation, Wageningen, Netherlands, 26–29 September 1983. 225–254.
- 83) Harnos N., 2003. A klímaváltozás hatásának szimulációs vizsgálata őszi búza produkciójára. „AGRO-21” Füzetek **31.** 56–73.
- 84) Hámori G., 2001. A CHAID alapú döntési fák jellemzői. *Statisztikai Szemle* **79** (8). 703–710.
- 85) Hermann T., Makó A., Máté F., Tóth G. & Tóth Z., 2005. Talajaink termékenységi csoportosítása a legfontosabb szántóföldi növények szempontjából. In: *Erdei Ferenc III. Tudományos Konferencia, Kecskemét, 2005. augusztus 23–24.* 777–782.
- 86) Hermann T. & Kismányoky T., 2007. A föld minőségére alapozott földhasználat. *Agro Napló* (február). 44–45.
- 87) Hermann T., Speiser F., Tóth G. & Makó A., 2007. A D-e-Meter földminősítés gyakorlati alkalmazhatósága. In: *Földminősítés, földértékelés és földhasználati információ* (Szerk.:

- Tóth T., Tóth G., Németh T. & Gaál Z.). MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézet–Pannon Egyetem. Budapest–Keszthely. 31–38.
- 88) Hermann T., Kocsis M. & Tóth G., 2010. Termőföldek minősítése ma. Birtokpolitika – Földkérdés – Vidékfejlesztés országos konferencia. Nyugat-magyarországi Egyetem Geoinformatikai Kar, Székesfehérvár. 2010. november 3–4.
- 89) Hermann T., Kismányoky T. & Tóth G., 2014a. A foszfor-ellátottság hatása a kukorica (*Zea mays* L.) termőképességére mezősi és barna erdőtalajú termőhelyeken, különböző évjára-tokban. *Növénytermelés* **63** (1). 1–18.
- 90) Hermann T., Kismányoky T. & Tóth G., 2014b. A humuszellátottság hatása a kukorica (*Zea mays* L.) termésére csernozjom és barna erdőtalajú termőhelyeken, különböző évjáratokban. *Növénytermelés* **63** (2). 1–22.
- 91) Horváth B., 1982. Tájékoztató a földértékelés 1982. évi tervének végrehajtásáról. Mezőgazdasági és Élelmezésügyi Minisztérium Országos Földügyi és Térképészeti Hivatal (MÉM-OFTH)/1982. sz. ügyirata. Budapest.
- 92) Horváth F., 1994. A főbb ágazatok természetstechnológiai összefüggései. In: Szántóföldi növénytermesztés, rét- és legelőgazdálkodás, erdészet (Szerk.: Husti I.). Info-Prod Kiadó, Budapest.
- 93) Hrezo F., 1996. Cropping systems under conventional and organic fertilization in East Slovakia lowlands. *Vedecke Prace Vyskumneho Ustavu Zavlachoveho Hospodarstva v Bratislava* **22**. 75–90.
- 94) Hu Y., Dai J. & Wang R., 1999. GIS-based Red Soil Resources Classification and Evaluation. *Pedosphere* **9** (2). 131–138.
- 95) Ihring K., 1968. A földár és földjradék a kapitalizmusban. MTA Közgazdasági Intézetének Kiadványai. Újsorozat **2**. Budapest. 9–69.
- 96) Izsó I. (Szerk.), 1986. Táblázatok a termőföld értékeléséhez. Mezőgazdasági és Élelmezésügyi Minisztérium Földügyi és Térképészeti Hivatal (MÉM-OFTH), Földvédelmi és Földértékelési Főosztály, Budapest.
- 97) Jacques D., 1997. FAO's Emergency Activities. FAO. Italy, Rome.
- 98) Jan R., Mike H. & Thomas E. D., 1994. Climate change implications for Europe. *Global Environmental Change* **4**. 97–124.
- 99) Jassó F. (Szerk.), Jeney I., Juhász I., Király L., Kulcsár Mné., Parászka L., Szentesi A., Szilágyi A. & Várallyay Gy., 1987. '87 útmutató a nagyméretarányú országos talajtérképezés végrehajtásához. Agroiinform Kiadó. Budapest.

- 100) Jassó F. (Szerk.), Horváth B., Izsó I., Király L., Parászka L. & Szabóné Kele G., 1989. '88 útmutató a nagyméretarányú országos talajtérképezés végrehajtásához. Agroinform Kiadó. Budapest.
- 101) Jolánkai M., Szentpétery Zs. & Szöllősi G., 2003. Az évjárat hatása az őszi búza termésére és minőségére. „AGRO-21” Füzetek **31**. 74–82.
- 102) Jolánkai M., 2005. A klímaváltozás hatása a növénytermesztésre. „AGRO-21” Füzetek **41**. 45–58.
- 103) Jolánkai M., 2007. Aszály és szárazodás Magyarországon. Agrofórum **XX**. (10). 5–6.
- 104) Jolánkai M. & Birkás M., 2009. Climate change and water availability in the agro-ecosystems of Hungary. Columbia University Seminars **38–39**. 171–180.
- 105) Jones R. J. A., Hiederer R., Rusco E. & Montanarella L., 2005. Soil Resources of Europe. European Soil Bureau Research Report No. **9**. 2nd edition. EUR 20559 EN. Office for Official Publications of the European Communities. Luxembourg.
- 106) Juhos K., 2014. A mezőgazdasági földminősítés és földhasználati tervezés nemzetközi és hazai módszerei. Földrajzi Közlemények **132**. 122–133.
- 107) Karlen D. L. et al., 1997. Soil quality: A concept, definition, and framework for evaluation. Soil Sci. Soc. Am. J. **61**. 4–10.
- 108) Karmanov I. I. & Friyev, 1985. Site quality based on ecological soil indices. Soil Survey and Land Evaluation, Volume **5**. No. **1**. 40–48. Kádár I., 1992. A növénytáplálás alapelvei és módszerei. MTA TAKI. Budapest.
- 109) Kass G. V., 1980. An exploratory technique for investigating large quantities of categorical data. Applied Statistics **29** (2). 119–127.
- 110) Kádár I., 1992. A növénytáplálás alapelvei és módszerei. MTA TAKI, Budapest.
- 111) Kádár I., 1998. Műtrágyázás hatása a talaj termékenységére mészlepedékes csernozjom talajon. Nagyhorcsök. In: Műtrágyázás, talajsavanyodás és meszezés összefüggései az OMTK kísérlethálózat talajain (Szerk.: Blaskó L. & Zsigrai Gy.). OMTK kiadvány, Regiocon Kft., Kompolt – Karcag: 55-68.
- 112) Kállai K., 1970. A föld természetes termőképességének értékelési rendszere. Pénzügyi Szemle **XIV**. évfolyam. (8) 686–699.
- 113) Késmárki I., Kajdi F. & Petróczki F., 2005. A globális klímaváltozás várható hatásai és válaszai a Kisalföld szántóföldi növénytermelésében. „AGRO-21” Füzetek **43**. 24–38.
- 114) Király L., 1993. Az aranykoronás földminősítő rendszer és annak hibája. Talajvédelem **III**. évfolyam. (3–4) 10–16.

- 115) Kismányoky T., 2005. A globális klímaváltozás hatásai és válaszai Közép- és Dél-Dunántúl szántóföldi növénytermelésében. „AGRO-21” Füzetek **41.** 81–94.
- 116) Kismányoky T. (Szerk.), 2013. Versenyképes búzatermesztés. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- 117) Klingebiel A. A. & Montgomery, P. H., 1966. Land Capability Classification. Agricultural Handbook No. **210.** Soil Conservation Service, USDA, Washington.
- 118) Kocsis M., 2007. Magyarországi Földminősítő Rendszerek értékelése a jelenkor kihívásai alapján. Egy Csongrád megyei mintaterület esettanulmánya. Tudományos Diákköri Dolgozat. Szegedi Tudomány Egyetem, Természettudományi- és Informatikai Kar, Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék, Szeged.
- 119) Kocsis M. & Farsang A., 2007. Német talajbecslő eljárás alkalmazása Csongrád megyei mintaterületen. In: Földminősítés, földértékelés és földhasználati információ (Szerk.: Tóth T., Tóth G., Németh T. & Gaál Z.). MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézet–Pannon Egyetem. Budapest–Keszthely. 111–118.
- 120) Kocsis M., Farsang A. & Makó A., 2008. Comparison of different land evaluation methods and soil productivity investigating a study area in County Csongrád (Hungary). In: 16th International Poster Day and Institute of Hydrology Open Day, Transport of water, chemicals and energy in the soil-plant-atmosphere system. Slovakia, Bratislava, 13 November 2008. (CD-ROM).
- 121) Kocsis M., Makó A. & Farsang A., 2010a. Soil fertility assessment of chernozem soil varieties with high clay content area in South Hungary. International Conference on Soil Fertility and Soil Productivity; Humboldt University, Berlin, Germany, 17–20 March 2010.
- 122) Kocsis M., Makó A. & Farsang A., 2010b. Nagy agyagtartalmú mezőségi talajok vízellátottság szerinti termőhely-specifikus termékenység vizsgálat egy dél-tiszántúli mintaterületen. In: „Mezőgazdaság és vidék a klímaváltozás és a válság szorításában” című IX. Wellmann Oszkár Nemzetközi Tudományos Konferencia, Agrár és Vidékfejlesztési Szemle konferencia kötete. Hódmezővásárhely, 2010. április 22. (CD-ROM).
- 123) Kocsis M., Makó A. & Farsang A., 2010e. The productivity assessment of soil varieties with high clay content in an irrigated arable sampling area in South Hungary. 18th International Poster Day and Institute of Hydrology Open Day; Transport of water, chemicals and energy in the soil-plant-atmosphere system, Bratislava, Slovakia, 11 November 2010. (CD-ROM).

- 124) Kocsis M., Farsang A. & Makó A., 2011a. Talajváltozatok termékenység-bebecslése talajtérképeken alapuló mintaterületi adatbázisok alapján. In: Talajvédelem. Különszám (Szerk.: Farsang A. & Ladányi Zs.). Talajvédelmi Alapítvány, Gödöllő. 25–33.
- 125) Kocsis M., Makó A., Pócze T., Sisák I., Farsang A. & Dunai A., 2011b. Country-scale and variation level estimation of the Hungarian soils fertility. In: Land Quality and Land Use Information – in the European Union (Keszthely, Hungary, 26–27 May 2011) Supplement (Eds.: Tóth, G. & Németh, T.), CD-ROM. Hungarian Academy of Sciences–University of Pannonia–European Commission (Joint Research Centre, DG Environment, Eurostat). Keszthely, Hungary.
- 126) Kocsis M., Makó A., Farsang, Dunai A. & Tóth G., 2011c. Specifying of the land quality estimation based on the data of large-scale soil mapping. 12th International Symposium on Soil and Plant Analysis; Mediterranean Agronomic Institute of Chania, Chania (Kréta), Greece, 6–10. June 2011.
- 127) Kocsis M., Makó A., Dunai A. & Tóth G., 2013. The fertility of chernozem soils depending on water and nutrient supply. *Növénytermelés* **62**. Supplementum. 347–350.
- 128) Kocsis M., Tóth G., Berényi Üveges J. & Makó A., 2014a. Az Agrokémiai Irányítási és Információs Rendszer (AIIR) adatbázis talajtani adatainak bemutatása és térbeli reprezentativitás-vizsgálata. *Agrokémia és Talajtan* **63**. (2) 223–248.
- 129) Kocsis M., Tóth G., Makó A., 2014b. Mezőgazdasági területek földminősítése Magyarországon. *Agrokémia és Talajtan* **63** (2). 371–391.
- 130) Kocsis M., Tóth G., Berényi Üveges J. & Makó A., 2014c. Az Agrokémiai Irányítási és Információs Rendszer (AIIR) adatbázis talajadatainak térinformatikai állományba történő feldolgozása. Keszthelyi Talajtani Vándorgyűlés, 2014. szeptember 4–6.
- 131) Kocsis M., Berényi Üveges J., Várszegi G. & Sisák I., 2015. A MÉM NAK genetikus talajtérkép bemutatása és talajosztályozási kategóriáinak elemzése. *Agrokémia és Talajtan* **64** (1). 53–72.
- 132) Koreleski K., 1988. Adaptations of the Storie Index for land evaluation in Poland. *Soil Survey and Land Evaluation* **8**. 23–29.
- 133) Kotzman L., 1938. A Magyar Mérnök- és Építész Egylet Vegyészmérnöki Szakosztályának javaslata a talajtani kutatómunka fejlesztésére és gyakorlati eredményeinek hasznosítására célzó országos szervezet kiépítése tárgyában. A Magyar Mérnök- és Építészegylet Évkönyve. Budapest.
- 134) Krauß G. A., 1939. Zur forstlichen Standortsbeschreibung. *Forstarchiv* **15**. 85–93.

- 135) Kreybig L., 1935. Richtlinien der Bodenbonitierung und die Bodenkartierung im Dienste der praktischen Landwirtschaft. Trans. III. Congress Soil Scientific. **III**. Oxford. England.
- 136) Kreybig L., 1937. Általános magyarázó a tiszaroffi, kunmadarasi talajismereti térképlapokhoz. Útmutatás a térképek hasznosításához. Magyar Királyi Földtani Intézet. Budapest.
- 137) Kreybig L., 1938. Tiszántúl. Magyar Királyi Földtani Intézet. Budapest.
- 138) Kreybig L., 1952. Az agrotechnika tényezői és irányelvei. Akadémiai Kiadó. Budapest.
- 139) Kuntze H., Roescman G. & Schwerdtfeger G., 1998. Bodenkunde **5**. neubearbeitete und erweiterte Auflage. Verlag Eugen Ulmer. Stuttgart.
- 140) Ladányi Zs., Blanka V., Rakonczai J. & Mezősi G., 2014. Az aszály és biomassza-termelés anomália közötti kapcsolat vizsgálata. In: VII. Magyar Földrajzi Konferencia Kiadvány (Szerk.: Kórodi T., Sansumné Molnár J., Siskáné Szilasi B. & Dobos E.). Miskolci Egyetem, Földrajz–Geoinformatikai Intézet, Miskolc. 389–394.
- 141) Lakatos M., Szentimrey T., Bihari Z. & Szalai S., 2013. Creation of a homogenized climate database for the Carpathian region by applying the MASH procedure and the preliminary analysis of the data. *Időjárás* **117**. (1) 143–158.
- 142) Láng G., 1976. Szántóföldi növénytermesztés. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- 143) Láng I., Csete L. & Harnos Zs. (szerk.), 1983. A magyar mezőgazdaság agroökológiai potenciálja az ezredfordulón. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- 144) Láng I., 2003. A globális klímaváltozással kapcsolatos feladatok kutatásának terve. *A falu* **18**. 85–89.
- 145) Láng I., 2005a. Klímaváltozás és várható hatásai. „AGRO-21” Füzetek **41**. 3–6.
- 146) Láng I., 2005b. Éghajlat és időjárás: változás–hatás–válaszadás. „AGRO-21” Füzetek **43**. 3–10.
- 147) Lobell D. B. & Asner G. P., 2003. Climate and management contributions to recent trends in U.S. agricultural yield. *Science* **299**. 1032–1045.
- 148) Lopez-Bellido L., Lopez-Bellido R. J., Castillo J. E. & Lopez-Bellido F. J., 2001. Effects of long-term tillage, crop rotation and nitrogen fertilization on bread-making quality of hard red spring wheat. *Field Crops Research* **72** (3). 197–210.
- 149) Lóczy D., 1989. Tájértékelés, földértékelés vagy mezőgazdasági célú környezetminősítés? *Földrajzi Értesítő* **38**. 3–4.
- 150) Lóczy D., 2002. Tájértékelés, földértékelés. Dialóg Campus Kiadó. Budapest–Pécs.

- 151) Machin J. & Navas A., 1995. Land evaluation and conservation of semiarid agroecosystems in Zaragoza (NE Spain) using an expert evaluation system and GIS. *Land Degradation and Rehabilitation* **6**. 203–214.
- 152) MAFF, 1988. *Agricultural Land Classification of England and Wales*. Technical Report No. **11**. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. London.
- 153) Magaldi D. & Ronchetti G., 1984. Report on developing project for land evaluation in Italy on a 1:1 million scale. In: *Progress in Land Evaluation* (Eds.: Haans J. C. F. M., Steur G. G. L. & Heide G.). Proceedings of the Seminar on Soil Survey and Land Evaluation, Wageningen, Netherlands, 26–29 September 1983. 57–63.
- 154) Makhdoum M. F., 1993. First application of automated land evaluation in Iran. *Environmental Management* **17** (3). 409–419.
- 155) Makó A., Várallyay Gy. & Tóth G., 2003. A földminőség évjáratos változásának talaj vízgazdálkodási tényezői. In: *Földminősítés és földhasználati információ* (Szerk.: Gaál Z., Máté F. & Tóth G.). Veszprémi Egyetem. Keszthely. 49–55.
- 156) Makó A., Tóth G., Máté F. & Hermann T., 2007. A talajtermékenység számítása a változati talajtulajdonságok alapján. In: *Földminősítés, földértékelés és földhasználati információ* (Szerk.: Tóth T., Tóth G., Németh T. & Gaál Z.). MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézet–Pannon Egyetem. Budapest–Keszthely. 39–44.
- 157) Makó A., Máté F., Szász G., Tóth G., Sisák I. & Hernádi H., 2009. A talajok klímaérzékenységének vizsgálata a kukorica termésreakciói alapján. “Klíma-21” Füzetek **56**. 18–35.
- 158) Makó A., Tóth B., Hernádi H., Farkas Cs. & Marth P., 2010. Introduction of the Hungarian Detailed Soil Hydrophysical Database (MARTHA) and its use to test external pedotransfer functions. *Agrokémia és Talajtan* **59**. 29–38.
- 159) Makó A., Tóth B., Kocsis M. & Hernádi H., 2013. Talajtérképi információkon alapuló talajfizikai becslő módszerek alkalmazása a növénytermesztésben és a környezetvédelemben. In: *II. ATK Tudományos Nap; 2013. november 8., Martonvásár. Rendezvény összefoglaló kötete* (Szerk.: Janda T.). Magyar Tudományos Akadémia Agrártudományi Kutató Központ, Martonvásár. 148–151.
- 160) Mauchbach J. M. & Tugel A., 1997. Soil quality – A multitude of approaches. In: *California Soil Quality: From Critical Research to Sustainable Management*. Kearney Foundation Symposium. Berkeley, California, 25 March 1997. Keynote address.
- 161) Marosi S. & Somogyi S., 1990. Magyarország kistájainak katasztere II. MTA Földrajztudományi Kutatóintézet. Budapest.

- 162) Matuz J., 1997. A GKI búzafajtáinak rekordtermései az országos kísérletekben. Gyakorlati Agroforum, VIII. évfolyam **10**. 41–43.
- 163) Márton L., 2002b. A csapadék-, a tápanyagellátás és az őszi búza (*Triticum aestivum* L.) termése közötti kapcsolat. Növénytermelés **51** (5). 530–540.
- 164) Márton L., 2005. Effect of mineral fertilization and rainfall on the yield of maize (*Zea mays* L.). Agrokémia és Talajtan **54** (3). 309–324.
- 165) Máté F., 1957. A Nagykunság talajviszonyai. Kandidátusi értekezés.
- 166) Máté F., 1960. Megjegyzések a talajok termékenységük szerinti osztályozásához. Agrokémia és Talajtan. **9**. 419–426.
- 167) Máté F., 1961. Polozsenyije gyela bonitirovki pocsv v Vengrii. Roczniki Gleboznowcze **X**. 241–246.
- 168) Máté F., 1962. Talajtérképezési kérdések a Nagykunságban. Országos Mezőgazdasági Minőségvizsgáló Intézet (OMMI) Kiadványa. Budapest.
- 169) Máté F., 1999. A termőföld minősítése a főbb növények termesztésére való alkalmasság alapján. In: A talajminőségre épített EU-konform földértékelés elvi alapjai és bevezetésének gyakorlati lehetősége (Szerk.: Stefanovits P. & Michéli E.). Agroinform Kiadó. Budapest. 100–109.
- 170) Máté F. & Tóth G., 2001. A földminősítési irodalom terminológiájának áttekintése. Készült a 3/004/2001 számú NKFP kutatást megalapozó tanulmányorozat részeként. Keszthely.
- 171) Máté F. & Tóth G., 2003. Az aranykoronától a D-e-Meter számokig. In: Földminősítés és földhasználati információ (Szerk.: Gaál Z., Máté F. & Tóth G.). Veszprémi Egyetem. Keszthely. 145–152.
- 172) Máté F. & Tóth G., 2005. A földértékelés tendenciái. In: A talajok jelentősége a 21. században (Szerk.: Stefanovits P. & Michéli E.). MTA Társadalomkutató Központ. Budapest. 331–343.
- 173) Máté F., Makó A., Sisák I. & Szász G., 2008. Talajaink klímaérzékenysége, talajföldrajzi vonatkozások. Talajtani Vándorgyűlés, 2008. május 28–29. In: Talajvédelem, különszám (Szerk.: Simon L.). 141–146.
- 174) Máté F., Makó A., Sisák I. & Szász G., 2009. A magyarországi talajzónák és a klímaváltozás. „AGRO-21” Füzetek **56**. 36–42.
- 175) McRea S. G. & Burnham C. P., 1981. Land evaluation. Monographs on soil survey no. **7**. Clarendon Press, Oxford.

- 176) Molnár Á. & Gácsér V., 2014. Szélsőséges éghajlat – szeszélyes időjárás. *Iskolakultúra* **11–12.** 4–12.
- 177) Molnár K., 2006. Hazai csapadékváltozások. *Természettudományi Közlöny, különszám* **127** (1). 66–68.
- 178) Nagy J., 2005. A mezőgazdasági földhasználat, a szántóföldi növénytermelés és vízgazdálkodás. „AGRO-21” Füzetek **41.** 38–46.
- 179) Nagy L., 1981. A búzatermesztés területi elhelyezkedése Magyarországon, természeti tényezők alapján. Akadémiai Kiadó. Budapest.
- 180) Nemes A., 2002. Unsaturated Soil Hydraulic Database of Hungary: HUNSODA. *Agrokémia és Talajtan* **36-37.** 15–30.
- 181) MÉM, 1978. Külföldi földértékelési rendszerek áttekintése. (Kézirat) Mezőgazdasági és Élelmezésügyi Minisztérium. Budapest.
- 182) Németh T., Szabó J., Pásztor L. & Bakacsi Zs., 2002. Elaboration of a complex GIS application in a catchment area. *Water Science and Technology* **45.** 133–140.
- 183) Pallós L., 1981. A földértékelés múltja és jelene Magyarországon I. *Pénzügyi Szemle.* **XXV.** évfolyam. (12)
- 184) Pallós L., 1982. A földértékelés múltja és jelene Magyarországon II. *Pénzügyi Szemle.* **XXVI.** évfolyam (8–9).
- 185) Patariczáné Kelecsényi M. & Szigeti J., 1998. Lakóhelyünk Hódmezővásárhely. Máyer Nyomda & Könyvkiadó, Budapest–Hódmezővásárhely. 17, 36–37, 39–45.
- 186) Patrick J. M., 2002. *Global Warming.* Cato Institute, Washington.
- 187) Pálfai I., 2004. *Belvizek, aszályok Magyarországon.* Közlekedési Dokumentációs Kft, Budapest.
- 188) Pásztor L. & Szabó L., 2005. Elaboration, verification, upgrading and refinement of a largescale, national, spatial soil information system GIS processing of large scale soil maps in Hungary. In: *Proc. AGILE 2005* (Eds.: Toppen F. & Painho M.). Instituto Geográfico Portugues, Lisabon. 605–610.
- 189) Pásztor L., Bakacsi Zs., Laborczi A. & Szabó J., 2013. Kategória típusú talajtérképek térbeli felbontásának javítása kiegészítő talajtani adatok és adatbányászati módszerek segítségével. *Agrokémia és Talajtan* **62.** 205–218.
- 190) Pepó P., 2005. A globális klímaváltozás hatásai és válaszai a Tiszántúl szántóföldi növénytermelésében. „AGRO-21” Füzetek **41.** 59–65.

- 191) Pepó P., 2007. A Klímaátlakulás kedvezőtlen hatásai és az alkalmazkodás termesztéstechnológiai elemei a szántóföldi növénytermesztésben. *Agrofórum XVIII.* (11). 17–26.
- 192) Petrasovits I., 1988. *Az agrohidrologia főbb kérdései.* Akadémiai Kiadó, Budapest.
- 193) Primusz P. 2006. Tehergépkocsik tengelysúly növekedésének hatása az erdészeti utak pályaszerkezetére és a pályaszerkezet-gazdálkodására, Diplomamunka. Nyugat-Magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Sopron, Geomatikai és Mérnöki Létesítmények Intézet, Erdőfeltárási és Vízgazdálkodási Tanszék. 60–39.
- 194) Ragasits I., 1998. *Búzatermesztés.* Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- 195) Rajkai K. 2004. *A víz mennyisége, eloszlása és áramlása a talajban.* Budapest, Hungary: Magyar Tudományos Akadémia Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézet.
- 196) Rakonczai J., 2011. Effects and consequences of global climate change in the Carpathian Basin. In: *Climate Change* (Eds.: Blanco J. & Kheradmand H.). Geophysical Foundations and Ecological Effects, Intech Open Access Publisher. 297–322.
- 197) Rácz L., 1999. *Climate History of Hungary Since 16th Century: Past, Present and Future.* Discussion paper. Center for Regional Studies of the Hungarian Academy of Sciences. Pécs.
- 198) Riquier J., Bramao D. L. & Cornet J. P., 1970. A new system of soil appraisal in terms of actual and potential productivity. *FAO Soil Resources, Development and Conservation Service, Land and water Development Division.* FAO, Rome.
- 199) Runge E. C., 1968. Effect of rainfall and temperature interaction during the growing season on corn yield. *Agronomy Journal* **60**. 503–507.
- 200) Ruzsányi L., 1996. Aszály hatása és enyhítésének lehetőségei a növénytermesztésben. In: *Éghajlat, időjárás, aszály* (Szerk.: Cselőtei L. & Harnos Zs.). Akaprint, Budapest. 5–66.
- 201) Ruzsányi L. & Csajbók J., 2001. Termésstabilitás és az évjárat kölcsönhatása a fontosabb szántóföldi növényeinknél. *Agrártudományi Közlemények (Acta Agraria Debreceniensis)* **2**. 41–46.
- 202) Sanchez P. O., Couto W. & Buol S. W., 1982. The fertility capability soil classification system: interpretation, applicability, and modification. *Geoderma* **27**. 283–309.
- 203) Sárvári M., El-halof N. & Molnár Zs., 2006. A kukorica termesztése. *Őstermelő* **2**. 60–62.
- 204) Schulteisz K. & Balassa L., 1941. *Az állami egyenesadók jogszabály gyűjteménye.* Földadó. Magyar Királyi Állami Nyomda, Budapest.
- 205) Shao X. N., 1984. Land evaluation in China. *Soil Survey and Land Evaluation* **4** (1). 39–43.

- 206) 'Sigmoid E., 1931. A talajkataszter szüksége és jelentősége. Köztelek **41**. 101–104.
- 207) 'Sigmoid E., 1935. A birtokpolitikai tervek és a talaj belső értékének meghatározása. Köztelek **44**. 1003–1007.
- 208) 'Sigmoid E., 1936. A tagosítás és a talajban rejlő természeti erők céltudatos értékesítése. Geodéziai Közlöny **XII**. 1–4.
- 209) 'Sigmoid E., 1937. A talajtípusok és gazdasági jelentőségük. Köztelek **47**.
- 210) Sík K., 1958. A helyi talajváltozatok országos minősítése a részletes talajterképen. OMMI Évkönyv **IV**. 1956–57. 59–78.
- 211) Sisov L. L., Durmanov D. N., Karmanov I. I. & Yeframov V. V., 1991. Teoreticeszkije osnovü i prakticeszkije szredszta izmenenija plodorogia pocsvü. Agropromizdat. Vaszhnil. Moszkva.
- 212) Sisák I. & Bámer B. 2008. Hozzászólás Szabó, Pásztor és Bakacsi „Egy országos, átnézetes, térbeli talajinformációs rendszer kiépítésének igénye, lehetőségei és lépései” című cikkéhez. Agrokémia és Talajtan **57**. (2) 347–354.
- 213) Sisák I. & Pócze T., 2011. A talaj fizikai féleségre vonatkozó adatok harmonizálása Balaton környéki mintaterületen. Agrokémia és Talajtan **60**. 259–272.
- 214) Sisák I., Kocsis M., Benő A. & Várszegi G., 2015. Method development to extract spatial association structure from soil polygon maps. Hungarian Geographical Bulletin (HGB) **64** (1). 65–78.
- 215) Stefanovits P., 1963. Magyarország talajai. Akadémiai Kiadó. Budapest.
- 216) Stefanovits P., 1981. Talajtan. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- 217) Stefanovits P., Filep Gy. & Fülekgy Gy., 1999. Talajtan. Mezőgazda Kiadó. Budapest.
- 218) Stekauerová V. & Nagy V., 2006. Course of layer water content in agricultural cultivated soil during years 1999 and 2000. Cereal Research Communications **34** (1). 287–290.
- 219) Storie R. E., 1976. Storie Index Soil Rating. Special Publication Division of Agricultural Science, University of California. Berkley, CA.
- 220) Sys C., 1985. Land Evaluation. State University of Ghent. Ghent.
- 221) Sys C. & Frankart R., 1971. Land capability classification in the humid tropics. African Soils. **16**. (3) 153–175.
- 222) Sys C., Van Ranst E. & Debaveye J., 1991. Land Evaluation. Part II. Methods in Land Evaluation. Agricultural Publications No. **7**. ITC, University of Ghent, General Administration for Development Cooperation. Brussels.
- 223) Szabolcs I., 1954. Hortobágy talajai. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.

- 224) Szabolcs I., 1961. A vízrendezések és öntözések hatása a tiszántúli talajképződési folyamatokra. Akadémiai Kiadó. Budapest.
- 225) Szabolcs I. (Szerk.), Darab K., Fórizs J.-né, Földvári Gy., Jassó F. & Várallyay Gy., 1966. A genetikus üzemi talajtérképezés módszerkönyve. Országos Mezőgazdasági Minőségvizsgáló Intézet (OMMI). Budapest.
- 226) Szabó A., 2014b. A vetéstechnológiai és növényvédelmi tényezők szerepe az integrált napraforgótermesztésben. In: A fenntartható növénytermesztés fejlesztési lehetőségei (Szerk.: Pepó P.), Debrecen. 193–200.
- 227) Szabó G., 1985. A mezőgazdasági termőföld gazdasági értékelése. Akadémiai Kiadó. Budapest.
- 228) Szabó J., Pásztor L. & Bakacsi Zs., 2005. Egy országos, átnézetes, térbeli talajinformációs rendszer kiépítésének igénye, lehetőségei és lépései. *Agrokémia és Talajtan* **54**. 41–58.
- 229) Szabóné Kele G., 1999. A termőhelyi értékszám meghatározásának helyzete és a talajtérképezés módszer országos befejezésének feltételei. In: A talajminőségre épített EU-konform földértékelés elvi alapjai és bevezetésének gyakorlati lehetősége (Szerk.: Stefanovits P. & Michéli E.). Agroinform Kiadó. Budapest. 81–99.
- 230) Szabóné Kele G., 2007. Tanulmány a D-e-Meter-földértékelési program bevezethetőségéről. (Kézirat) Velence.
- 231) Szász G., 1971. A természetes csapadékviszonyokra épülő növénytermesztés agrometeorológiai kérdései Magyarországon. *MTA X. Osztály Közleményei* **4**. 187–198.
- 232) Szász G., 1973. A termesztett növények vízigényének és az öntözés gyakoriságának meteorológiai vizsgálata. *Növénytermelés* **22** (3). 341–350.
- 233) Szabó G., 1975. A mezőgazdasági termőföld gazdasági értékelése. Akadémia Kiadó, Budapest.
- 234) Szász G., 1977. *Agrometeorológia*. Debreceni Agrártudományi Egyetem, Debrecen.
- 235) Szász G., 1991. A nyári aszályhajlam területi eloszlása Magyarországon. *Acta Geographica* **XXVIII-XXIX**. 291–308.
- 236) Szász G., 1998. Az időjárás és a termés minősége közötti kapcsolat ökológiai aspektusa. „AGRO-21” Füzetek **23**. 117–129.
- 237) Szász G., 2002. Magyarország agroökológiai fajspecifikus paraméterei. (Kézirat) Debreceni Egyetem, Agrártudományi Centrum. Debrecen.
- 238) Szász G., 2005a. Az éghajlat változékonysága és a szántóföldi növények termésingadozása. „AGRO-21” Füzetek **38**. 59–77.

- 239) Szász G., 2005b. Termésingadozást kiváltó éghajlati változékonyság a Kárpát-medencében. „AGRO-21” Füzetek **40.** 33–69.
- 240) Szász G. & Tókei L., 1997. Meteorológia mezőgazdáknek, kertészeknek, erdészeknek. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- 241) Szilassi P., Fiala K., Ladányi Zs. & Blanka V., 2014. A vízhiány hatása a mezőgazdasági termelésre. In: Vízhiány és vízgazdálkodás a Dél-Alföldön és a Vajdaságban (Szerk.: Blanka V. & Ladányi Zs.). Szegedi Tudományegyetem, Természettudományi és Informatikai Kar, Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék, Szeged. 97–102.
- 242) Szűcs I., 1999. A termőföld gazdasági értéke és ára. In: A talajminőségre épített EU-konform földértékelés elvi alapjai és bevezetésének gyakorlati lehetősége. (Szerk.: Stefanovits P. & Michéli E.) 125–146. Agroinform Kiadó. Budapest.
- 243) Szűcs I., 2003. A termőföld közgazdasági értékelése. In: Földminősítés és földhasználati információ (Szerk.: Gaál Z., Máté F. & Tóth G.). Veszprémi Egyetem. Keszthely. 261–272.
- 244) Szűcs L., 1961. A Dél-tiszántúli löszhát csernozjom talajai. Kandidátusi értekezés.
- 245) Tóth B., 2010. Talajok víztartó képességét becslő módszerek. Agrokémia és Talajtan **59.** 379–398.
- 246) Tóth B., 2011. Jellegetes hazai talajok víztartó képességének számítása és jellemzése talajtérképi információk alapján. Doktori (PhD) értekezés. Pannon Egyetem Georgikon Kar, Növénytermesztéstani és Talajtani Tanszék, Keszthely
- 247) Tóth B., Makó A., Guadagnini A. & Tóth G., 2012. Water retention of salt affected soils: quantitative estimation using soil survey information. Arid Land Research and Management **26.** 103–121.
- 248) Tóth G., 1996. Különböző külföldi talajbonitációs rendszerek struktúrájának áttekintése. PATE Georgikon Mezőgazdaságtudományi Kar II. Ifjúsági Tudományos Fóruma. Keszthely
- 249) Tóth G., 2000a. A Balaton-felvidék talajainak bonitációja. Doktori (PhD) értekezés. Veszprémi Egyetem Georgikon Mezőgazdaságtudományi Kar, Talajtani Tanszék. Keszthely.
- 250) Tóth G., 2000b. A nemzetközi földminősítési kutatások eredményeinek és a földminősítés külföldi rendszereinek áttekintése. Agrokémia és Talajtan **49.** 151–160.
- 251) Tóth G., 2009. Hazai szántóink minősítése a D-e-Meter rendszerrel. Agrokémia és Talajtan **58.** 227–242.

- 252) Tóth G., 2014. A földminősítés tudományos alapjai és szerepe a fenntartható talajvagyon-gazdálkodásban. MTA doktori tézisek. Európai Bizottság Közös Kutatóközpont, Környezet és Fenntarthatóság Intézet, Olaszország, Ispra.
- 253) Tóth G., Gaál Z., Máté F. & Vass J., 2003. Developing an internet-based decision support system for land management optimization of Hungarian croplands. In.: Reconsidering the Importance of Energy. 3rd Biennial International Workshop on Advances in Energy Studies (Ed.: Ulgiati S.). Porto Venere, Italy, 24–28 September 2002. 251–257.
- 254) Tóth G. & Máté F., 2006. Megjegyzések egy országos, átnézetes, térbeli talajinformációs rendszer kiépítéséhez. *Agrokémia és Talajtan* **55**. 473–478.
- 255) Tóth G., Rajkai K., Bódis K. & Máté F., 2014. Magyarországi kistájak földminősége a D-e-Meter szántó minősítési eljárás szerint. *Tájökológiai Lapok* **12** (1). 183–195.
- 256) Vass J., Bencze T., Speiser F., Szilágyi S. & Szlávik R., 2003. A D-e-Meter az internet bázisú földminősítő rendszer információs technológiája. In: *Földminősítés és földhasználati információ* (Szerk.: Gaál Z., Máté F. & Tóth G.). Veszprémi Egyetem. Keszthely. 57–77.
- 257) Van Diepen C. A., Van Keulen H, Wolf J. & Berkhout J. A. A., 1991. Land Evaluation: from intuition to quantification. In: *Advances in Soil Science* (Ed.: Stewart B. A.). Springer, New York. 139–204.
- 258) Van Lanen H. A. J., Van Diepen C. A., Reinds G. J., De Koning G. H. J., Bulens J. D. & Bregt A. K., 1992c. Physical Land Evaluation Methods and GIS to Explore the Crop Growth Potential and its Effects Within the European Communities. *Agricultural Systems* **39**. 307–328.
- 259) Van Leeuwen B., Tobak Z. & Szatmári J., 2008. Development of an integrated ANN – GIS framework for inland excess water monitoring. *Journal of Environmental Geography* **1** (3–4). 1–6.
- 260) Vlad V., Munteanu I., Vasile C. & Ittu U., 1996. Expert system type implementation of the Romanian methodology for land evaluation. (ExET 2.2). In: Workshop on “Land Information Systems”, Hannover, 20–22 November 1996.
- 261) Vági F., 1970. Az aranykorona-érték és a termőföld minősítése. *Pénzügyi Szemle*. **7**. 559–573.
- 262) Vágó K., Dobó, E. & M. Kumar Singh, 2006. Predicting the biochemical phenomenon of drought and climate variability. *Cereal Research Communications* **34** (1). 93–97.
- 263) Varga-Haszonits Z. & Varga Z., 2005. Nyugat-Magyarország éghajlati viszonyai és a kukorica. „AGRO-21” Füzetek **43**. 71–79.

- 264) Várallyay Gy., Szűcs L., Murányi A., Rajkai K. & Zilahy P., 1979. Magyarország termőhelyi adottságait meghatározó talajtani tényezők 1:100.000 méretarányú térképe I. *Agrokémia és Talajtan* **28**. 363–384.
- 265) Várallyay Gy., Szűcs L., Murányi A., Rajkai K. & Zilahy P., 1980. Magyarország termőhelyi adottságait meghatározó talajtani tényezők 1:100 000 térképe II. *Agrokémia és Talajtan* **29**. 35–76.
- 266) Várallyay Gy., 1989. Az öntözéses gazdálkodás talajtani alapjai. In: *Az öntözés gyakorlati kézikönyve* (Ed.: Szalai Gy.). Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 27–99.
- 267) Várallyay Gy., 1989b. Mapping of hydrophysical properties and moisture regime of soils. *Agrokémia és Talajtan* **38**. 800–817.
- 268) Várallyay Gy., 1997. Environmental relationships of soil water management. In: *Soil, Plant and Environment Relationships* (Ed. Nagy J.). Debrecen Agricultural University, Debrecen. 7–32.
- 269) Várallyay Gy., 2002. Új tudományos kihívások egy korszerű földminősítési rendszerrel szemben. *Geodézia és Kartográfia*. **54**. (7) 3–11.
- 270) Várallyay Gy., 2003. A talaj környezeti érzékenységének értékelése. – *Tájökológiai Lapok* **1** (1). 45–62.
- 271) Várallyay Gy., 2005. A magyar Alföld szélsőséges vízgadálkodásai és az ahhoz történő alkalmazkodás lehetőségei és korlátai. In: *Korszakváltás a hazai mezőgazdaságban: a modern mezőgazdálkodás alapjai* (Szerk.: Pepó P.). Tudományos Ülés, Debrecen. 43–51.
- 272) Várallyay Gy., Szabóné Kele G., Marth P., Karkalik A. & Thury. 2009. Magyarország talajinak állapota (a talajvédelmi információs és monitoring rendszer (TIM) adatai alapján). Budapest, Hungary: *Földművelésügyi Minisztérium Agrár-környezetvédelmi Főosztály*.
- 273) Várallyay Gy. & Láng I., 2001. A talaj kettős funkciója: természeti erőforrás és termőhely. *Debreceni Egyetem Agrártudományi Közlemények* **1**. 5–19.
- 274) Viljamsz, V. R., 1950. *A talajtan és földműveléstan alapjai*. Budapest.
- 275) Villax Q., 1948. *Növénytermesztés*. Pátria Nyomda. Budapest.
- 276) Vinogradov Sz. & Kapusztá Á., 2007. Analysis of the impact of transitional restrictions on the evolution of market values and rents of the agricultural land in Hungary. In: *Conference CD, 6th International Symposium „Economy & Business”, Sunny Beach Resort, Bulgaria, 10–14 September 2007*.
- 277) Vrânceanu A. V., 1977. *A napraforgó*. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 197–214.
- 278) Wetherald R. T. & Manabe S. 1995. The mechanism of summer dryness induced by greenhouse warming. *Journal Climate* **8**. 3096–3108.

- 279) Zatkan J. & Balsan J., 1987. Effect of meteorological conditions on the grain yield of three winter wheat varieties in two localities. *Polnohospodarstvo* **32** (7). 585–592.

Internetes források:

- 280) Bartholy J., Bihari Z., Horányi A., Krüzselyi I., Lakatos M., Pieczka I., Pongrácz R., Szabó P., Szépszó G. & Toma Cs., 2011. Hazai éghajlati tendenciák. In: *Klímaváltozás – 2011. Klímaszcenáriók a Kárpát-medence térségére* (Szerk.: Bartholy J., Bozó L. & Haszpra L.). Magyar Tudományos Akadémia – Eötvös Loránd Tudományegyetem Meteorológiai Tanszék, Budapest. 145–169. <http://nimbus.elte.hu/~klimakonyv/Klimavaltozas-2011.pdf>
- 281) Bihari Z. (Szerk.), Gauzer B., Gnant B., Gregorič G., Herceg Á., Kovács T., Kozák P., Lakatos M., Mattányi Zs., Nagy A., Németh Á., Pálfi I., Szalai S., Szentimrey T. & Vincze E., 2012. Délkelet-Európai Aszálykezelési Központ – DMCSEE projekt. Összefoglaló a projekt eredményeiről. Országos Meteorológia Szolgálat, Budapest. http://www.met.hu/doc/DMCSEE/DMCSEE_zaro_kiadvany.pdf
- 282) Domokos Gy., 2004. A térinformatika fejlődése, helyzete Magyarországon. ESRI Magyarország Kft. Térinformatika. Nyugat-Magyarországi Egyetem Geoinformatikai Kar, Székesfehérvár. <http://www.geo.info.hu/rendezvenyek/10eves/3/4%20ESRIGEO10.pdf>
- 283) Dömsödi J., 2007. A fölértékelés, földminősítés módszertani elemzése (rendszerzése) és továbbfejlesztése. <http://www.fomi.hu/honlap/magyar/szaklap/2007/03/4.pdf>
- 284) FÖMI (Földmérési és Távérzékelési Intézet), 2012. CORINE Land Cover 1:100 000 méretarányú felszínborítási adatbázis. http://www.fomi.hu/corine/clc100_index.html
- 285) Kiss J., Jordán Gy., Detzky G. & Vértesy L., 2013. Bezárt bányászati hulladékkezelő létesítmények nyilvántartása és kockázati besorolása. Bányahulladék nyilvántartás. http://www.uni-miskolc.hu/~earthc/4old/C_6_KissJ-JGY-DG-VL.pdf
- 286) Ritschard G., 2010. CHAID and earlier supervised tree methods. Cahiers du Département D'économétrie, Faculté des Sciences Économiques et Sociales, Université de Genève. Genève, Suisse. http://www.unige.ch/ses/metri/cahiers/2010_02.pdf
- 287) Rust I., 2006. Aktualisierung der Bodenschätzung unter Berücksichtigung klimatischer Bedingungen. Doktorgrades Dissertation, Georg-August-Universität Göttingen. <http://webdoc.sub.gwdg.de/diss/2006/rust/rust.pdf>

- 288) Schmauch S., 2006. Diese Seite befasst sich mit der Bodenschätzung.
<http://mitglied.lycos.de/schmauchs>
- 289) Várallyay Gy., 2012. Talajterképezés, talajtani adatbázisok. Agrokémia és Talajtan 61. Online Supplementum. 249–268. <http://www.aton.hu/documents/10156/c4e78c6b-a2bf-4441-b367-39e2275d83ce>

Jogszábai források:

- 290) CXXII. törvény, 2013. A mező- és erdőgazdasági földek forgalmáról. Magyar Közlöny **2013.** évi **111.** szám. 63 137–63 160.
- 291) FVM (Földművelésügyi és Vidékfejlesztési Minisztérium), 1999. 105/1999. (XII. 22.) FVM miniszter rendelete a földminősítés részletes szabályairól. Magyar Közlöny **1999.** évi **119.** szám. 7 943–7 960.
- 292) MÉM (Mezőgazdasági és Élelmezésügyi Minisztérium), 1976. A Minisztertanács 7/1976. (IV. 6.) számú rendelete a Mezőgazdasági és Élelmezésügyi Minisztérium Növényvédelmi és Agrokémiai Központjáról. Mezőgazdasági és Élelmezésügyi Értesítő **XXVII.** évfolyam **10.** szám. 283–285.
- 293) MÉM (Mezőgazdasági és Élelmezésügyi Minisztérium), 1978. A mezőgazdasági és élelmezésügyi miniszter 5/1978. (V. 26.) MÉM számú rendelete a gazdálkodó szervezetek talaj-tápanyagvizsgálati kötelezettségéről. Mezőgazdasági és Élelmezésügyi Értesítő **XXIX.** évfolyam **12.** szám. 387–388.
- 294) 1980. évi. 16. sz. törvényerejű rendelet, 1980. A földértékelésről és végrehajtásáról szóló rendelkezés, 26/1980 (XI. 9.). Mezőgazdasági és Élelmezésügyi Minisztériumi Értesítő **XXXI.** évfolyam **21.** szám (1980. XII. 18.).
- 295) MÉM (Mezőgazdasági és Élelmezésügyi Minisztérium), 1981. 5/1981 (IV. 2.) MÉM számú rendelet a földértékelési szabályzat kiadásáról. MÉM, Budapest.
- 296) MÉM (Mezőgazdasági és Élelmezésügyi Minisztérium), 1982a. Táblázatok a földértékelés végrehajtásához. MÉM, Budapest.
- 297) MÉM (Mezőgazdasági és Élelmezésügyi Minisztérium), 1982b. Földértékelési Szabályzat 1. sz. melléklete: Talajértékelő táblázat. 12/1982 (VI. 23.) MÉM rendelet. Mezőgazdasági Értesítő **XXXIII.** évfolyam **21.** szám (1982. VIII. 25.).
- 298) MÉM (Mezőgazdasági és Élelmezésügyi Minisztérium), 1982c. Földértékelési Szabályzat 2. sz. melléklete: Domborzati korrekciós táblázat. Mezőgazdasági Értesítő **XXXIII.** évfolyam **21.** szám (1982. VIII. 25.).

- 299) MÉM (Mezőgazdasági és Élelmezésügyi Minisztérium), 1982d. Földértékelési Szabályzat 3. sz. melléklete: Községek, városok földértékelési és éghajlati körzet beosztása. Mezőgazdasági Értesítő **XXXIII.** évfolyam **21.** szám (1982. VIII. 25.).
- 300) MÉM (Mezőgazdasági és Élelmezésügyi Minisztérium), 1986. A Magyar Népköztársaság Elnöki Tanácsának 1986. évi 27. számú törvényerejű rendelete a földértékelésről szóló 1980. évi 16. számú törvényerejű rendelet módosításáról. Magyar Közlöny **1986.** évi **54.** szám. 1 462–1 466.
- 301) Minisztertanácsi határozat, 1972. Az új földértékelési rendszer bevezetésének előkészítéséről, 2012/1979 (V. 26.).

Térképi források:

- 302) Beregszászi S. 2006. Mezőhegyesi Sertésenyésztő és Értékesítő Kft. Hígrágya elhelyezési szakvélemény és üzemi genetikus talajtérképek (1:10.000 méretarány). Mezőtúr.
- 303) Bertók S., 1989. 1:10.000 méretarányú Székkutas (37–443 EOTR térképlap) földminősítési genetikus talajtérképe. Csongrád megyei Növényvédelmi és Agrokémiai Állomás. Hódmezővásárhely.
- 304) CLC2000, 2000. 1:100.000 méretarányú CORINE Land Cover felszínborítási adatbázis.
- 305) DTA-50, 2000. 1:50.000 méretarányú Digitális Térképészeti Adatbázis.
- 306) Fórizs J.-né, 1982. Magyarország földértékelési körzeteinek áttekintő térképe (méretarány: 1:500 000). Agrárgazdasági Kutató Intézet. Budapest.
- 307) Fülöp M., 1989. 1:10.000 méretarányú Szentés (37–231 EOTR térképlap) földminősítési genetikus talajtérképe. Csongrád megyei Növényvédelmi és Agrokémiai Állomás. Hódmezővásárhely.
- 308) Jeney I. & Jassó F. (Szerk.), 1983. Magyarország genetikus talajtérképe (méretarány: 1:200.000). Kartográfiai Vállalat. Budapest.
- 309) Kocsárdi F. (Szerk), 1979. Az Orosházai Dózsa MgTSz 3 840 ha földterületéről készült üzemi genetikus talajtérképek (1:10.000 méretarány) és szakvélemény. Csongrád Megyei Növényvédelmi és Agrokémiai Állomás Talajtani Laboratórium, Szeged.
- 310) MTA ATK TAKI, 2013. 1:100.000 méretarányú AGROTOPO Adatbázis. <http://mta-taki.hu/osztalyok/gis-labor/agrotopo>.
- 311) NÉBIH (Nemzeti Élelmiszer-biztonsági Hivatal), 2010. 1:10.000 méretarányú üzemi- és földminősítési genetikus talajtérképek átnézeti katalógusa.

- 312) Sík K., Schmidt E. 1935. Battonya 5466/3 számú 1:25.000 Átnézetes talajismereti térképe. Budapest, Hungary: Magyar Királyi Földtani Intézet.
- 313) Sík K., Schmidt E. 1938. Mezőhegyes 5465/4 számú 1:25.000 Átnézetes talajismereti térképe. Budapest, Hungary: Magyar Királyi Földtani Intézet.
- 314) Stefanovits P. & Szűcs L., 1961. 1:500.000 méretarányú Magyarország genetikus talajtérképe. Országos Mezőgazdasági Minőségvizsgáló Intézet (OMMI) kiadványa. Budapest.
- 315) Stefanovits P. & Szűcs L., 1973. 1:500 000 méretarányú Magyarország genetikus talajtérképe. Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézet. Budapest.
- 316) Paszt Gy., 1982. 1:100.000 méretarányú Csongrád Megye MÉM NAK genetikus talajtérképe. Csongrád megyei Növényvédelmi és Agrokémiai Állomás. Hódmezővásárhely.
- 317) Paszt Gy., 1989. 1:10.000 méretarányú Makó–Hatrongyos, Hódmezővásárhely–Külsőerzsébet (27–242 és 27–244 EO/TR térképlapok) földminősítési genetikus talajtérképek. Csongrád megyei Növényvédelmi és Agrokémiai Állomás, Hódmezővásárhely.
- 318) Tánczos S., 1989. 1:10.000 méretarányú Fábiansebestyén (37–232 EO/TR térképlap) földminősítési genetikus talajtérképe. Csongrád megyei Növényvédelmi és Agrokémiai Állomás. Hódmezővásárhely.
- 319) Toronykőy I. (Szerk), 1976. Az Orosházai Új Élet MgTsz 1 216 ha földterületéről készült üzemi genetikus talajtérképek (1:10.000 méretarány) és szakvélemény. Csongrád Megyei Növényvédelmi és Agrokémiai Állomás Talajtani Laboratórium, Szeged.
- 320) Vajdulák M. 2007. Mezőhegyesi Ménesbirtok Zrt. Öntözés ellenőrzési talajtani szakvélemény és üzemi genetikus talajtérképek (1:10.000 méretarány). TerrAgro Kft., Szolnok.
- 321) Zimonyi K., 1962. Kiskomárom (Zalakovár) gyakorlati mezőgazdasági talajtérképe (1:25.000 méretarány). OMMI (Országos Mezőgazdasági Minőségvizsgáló Intézet) Keszthelyi gépállomási laboratórium, Keszthely.

8. Ábrák és táblázatok jegyzéke

1. *ábra* Magyarország aranykoronás földértékelés becslőjárásainak és osztályozási vidékeinek térképe (KOCSIS, 2015)
2. *ábra* Magyarország MÉM NAK Genetikus Talajtérképének talajfoltjaira kiszámolt „100 pontos rendszer” talajértékszámai (KOCSIS, 2015)
3. *ábra* Orosházi mintaterület talajfoltjainak AK értéke két becslőjárás határán (HERMANN et al., 2010)
5. *ábra* Magyarországi szántóterületek átlagos földminősége földrajzi kistájanként a D-e-Meter rendszer szerint (TÓTH et al., 2014)
6. *ábra* 1:25.000 léptékű Kreybig-féle átnézetes talajismereti térkép (5365/4: Orosháza, WITKOWSKY, 1938) vektoros állománya
7. *ábra* Zalakomár (Kiskomárom) 1:25.000 méretarányú Géczy talajismereti térképe (ZIMONYI (1962) alapján KOCSIS, 2012)
8. *ábra* Szántóterületekre elkészült 1:10.000 méretarányú genetikai talajtérképek elhelyezkedése (NÉBIH (2010) vektoros állományok alapján KOCSIS, 2015)
9. *ábra* Az AIIR ver3.0 adatbázis talaj fő típusainak területi megoszlása (földművelési egységek területe alapján számolva) (KOCSIS et al., 2014a)
10. *ábra* MARTHA adatbázis talajszelvényeinek elhelyezkedése talaj fő típusok szerint (KOCSIS, 2015)
11. *ábra* Dél-alföldi mintaterületek elhelyezkedése és talaj altípusai (KOCSIS, 2015)
12. *ábra* A hódmezővásárhelyi mintaterület talajváltozati térképe (KOCSIS et al., 2008)
13. *ábra* Az orosházi mintaterület talajváltozati térképe (KOCSIS et al., 2010a)
14. *ábra* A szentesi mintaterület talajváltozati térképe (KOCSIS et al., 2010e)
15. *ábra* A mezőhegyesi mintaterület változati termékenység becsléséhez felhasznált különböző talajtérképi és MARTHA adatbázis talajszelvényei (KOCSIS et al., 2011c)
16. *ábra* A mezőhegyesi mintaterület talajváltozati térképe (KOCSIS et al., 2011c)
17. *ábra* Az AIIR ver3.0 adatbázis 249 862 talaj-mintavételi pontja (KOCSIS et al., 2014c)
18. *ábra* Az AIIR ver3.0 adatbázis pontjainak két lépésben történő illesztése Egységes Országos Vetületi (EOV) rendszerbe (KOCSIS et al., 2014c)
19. *ábra* A szentesi mintaterület öntözetlen (1978–1989) időszak száraz (VE_{3I}) évjáraira becsült talajváltozati termékenységek (0–100 normalizált skála) (KOCSIS et al., 2010e)
20. *ábra* A szentesi mintaterület öntözetlen (1978–1989) időszak normál (VE_{3II}) évjáraira becsült talajváltozati termékenységek (0–100 normalizált skála) (KOCSIS et al., 2010e)

21. *ábra* A szentesi mintaterület öntözött (1990–2008) időszak száraz (VE_{3I}) évjárataira becsült talajváltozati termékenységek (0–100 normalizált skála) (KOCSIS et al., 2010e)
22. *ábra* A szentesi mintaterület öntözött (1990–2008) időszak normál (VE_{3II}) évjárataira becsült talajváltozati termékenységek (0–100 normalizált skála) (KOCSIS et al., 2010e)
23. *ábra* Az orosházi és szentesi mintaterületek parcelláira iterációs módszerrel számított átlagos termékenységek becslési hatékonyságának (%) javulása az AIIR adatbázis alapján meghatározott termésátlagokhoz képest természetes vízellátottságok szerint
24. *ábra* Az orosházi és szentesi mintaterületek parcella-csoportjaira iterációs módszerrel számított átlagos termékenységek becslési hatékonyságának (%) javulása az AIIR adatbázis alapján meghatározott termésátlagokhoz képest természetes vízellátottságok szerint (KOCSIS et al., 2011a)
25. *ábra* Az orosházi és szentesi mintaterület talajváltozati feltjaira kiszámolt „100 pontos rendszer” termőhelyi értékszámok (KOCSIS et al., 2011a)
26. *ábra* Az orosházi és szentesi mintaterület talajváltozati feltjaira az AIIR adatbázis terméshozamai alapján számított átlagos termékenységek (0–100 normalizált skála) (KOCSIS et al., 2011a)
27. *ábra* AIIR adatbázis alapján készült 1985-ös (átlagosan aszálymentes) év kukorica terméshozam térképe (KOCSIS, 2015)
28. *ábra* AIIR adatbázis alapján készült 1988-as (átlagosan enyhén aszályos) év kukorica terméshozam térképe (KOCSIS, 2015)
29. *ábra* Magyarország talaj-specifikus aszályérzékenységi térképe kukoricára (KOCSIS, 2015)
30. *ábra* AIIR adatbázis alapján készült 1988-as (átlagosan enyhén aszályos) év őszi búza terméshozam térképe (KOCSIS, 2015)
31. *ábra* AIIR adatbázis alapján készült 1987-es (átlagosan enyhén aszályos) év őszi búza terméshozam térképe (KOCSIS, 2015)
32. *ábra* Magyarország talaj-specifikus aszályérzékenységi térképe őszi búzára (KOCSIS, 2015)
33. *ábra* AIIR adatbázis alapján készült 1986-os (átlagosan enyhén aszályos) év napraforgó terméshozam térképe (KOCSIS, 2015)
34. *ábra* AIIR adatbázis alapján készült 1989-es (átlagosan enyhén aszályos) év napraforgó terméshozam térképe (KOCSIS, 2015)
35. *ábra* Magyarország talaj-specifikus aszályérzékenységi térképe napraforgóra (KOCSIS, 2015)
36. *ábra* A talaj fő típusokon belül az aszályérzékenységi kategóriák megoszlása a hazai vetésszerkezetben 3 legnagyobb területi arányban termesztett szántóföldi kultúra esetében (KOCSIS, 2015)

37. *ábra* A fizikai talajféleségeken belül az aszályérzékenységi kategóriák megoszlása a hazai vetésszerkezetben 3 legnagyobb területi arányban termesztett szántóföldi kultúra esetében (KOCSIS, 2015)

38. *ábra* A humusztartalom kategóriákon belül az aszályérzékenységi kategóriák megoszlása a hazai vetésszerkezetben 3 legnagyobb területi arányban termesztett szántóföldi kultúra esetében (KOCSIS, 2015)

39. *ábra* A pH kategóriákon belül az aszályérzékenységi kategóriák megoszlása a hazai vetésszerkezetben 3 legnagyobb területi arányban termesztett szántóföldi kultúra esetében (KOCSIS, 2015)

40. *ábra* A mésztartalom kategóriákon belül az aszályérzékenységi kategóriák megoszlása a hazai vetésszerkezetben 3 legnagyobb területi arányban termesztett szántóföldi kultúra esetében (KOCSIS, 2015)

1. *táblázat* Földminősítési módszerek csoportosítása (KOCSIS et al., 2014b)

2. *táblázat* Hazai földminősítő módszerek áttekintése Aranykorona-rendszertől D-e-Meter termőhely-minősítésig (KOCSIS et al., 2014b)

3. *táblázat* Az AIIR ver3.0 adatbázis jellemzői (KOCSIS et al., 2014a)

4. *táblázat* Dél-alföldi mintaterületeken előforduló talajtípusok- és altípusok a nagyméretarányú (1:10.000) genetikus talajtérképek szerint, valamint azok területi aránya

5. *táblázat* Dél-alföldi mintaterületek táblaira/parcelláira vonatkozó növénytermesztési- és talajtani adatok

6. *táblázat* Mintaterületek talajváltozati termékenység becsléseinél alkalmazott iterációs típusok

7. *táblázat* A mezőhegyesi mintaterületre számított talajváltozati termékenységek becslési megbízhatósága különböző iterációs csoportok képzése szerint (KOCSIS et al., 2013)

8. *táblázat* Szentesi mintaterület talajváltozataira az AIIR adatbázis alapján és iterációval becsült átlagos termékenységek különböző vízellátottsággal jellemezhető évjáratokban (KOCSIS et al., 2010e)

9. *táblázat* Az AIIR ver3.0 adatbázis térbeli reprezentativitás-vizsgálatának eredménye a Dél-alföldi mintaterületeken (KOCSIS et al., 2014a)

10. *táblázat* Magyarország középtájainak növény-specifikusság szerinti talaj-aszályérzékenysége (KOCSIS, 2015)

Melléklet:

- I. ábra* A hódmezővásárhelyi mintaterület 1:10.000 méretarányú talajtérképének fizikai féleség kategória információi (KOCSIS et al., 2008)
- II. ábra* A hódmezővásárhelyi mintaterület 1:10.000 méretarányú humusz kartogramjának humusztartalom kategória információi (KOCSIS et al., 2008)
- III. ábra* A hódmezővásárhelyi mintaterület 1:10.000 méretarányú kémhatás és mészállapot kartogramjának pH kategória információi (KOCSIS et al., 2008)
- IV. ábra* A hódmezővásárhelyi mintaterület 1:10.000 méretarányú kémhatás és mészállapot kartogramjának mésztartalom kategória információi (KOCSIS et al., 2008)
- V. ábra* 1:200.000 méretarányú MÉM NAK Magyarország Genetikus talajtérkép (JENEY & JASSÓ, 1983) KOCSIS és munkatársai (2015) által korrigált, finomított vektoros állománya
- VI. ábra* A szentesi mintaterület az AIIR adatbázis termésátlagai alapján talajváltozati feltjaira számított termékenységek (0–100 normalizált skála) (KOCSIS et al., 2010e)
- VII. ábra* Az orosházi és szentesi mintaterület földművelési egységenként száraz (VE_{3I}) évjáraitára becsült talajváltozati termékenységek (0–100 normalizált skála) (KOCSIS et al., 2011a)
- VIII. ábra* Az orosházi és szentesi mintaterület földművelési egységenként normál (VE_{3II}) évjáraitára becsült talajváltozati termékenységek (0–100 normalizált skála) (KOCSIS et al., 2011a)
- IX. ábra* Az orosházi és szentesi mintaterület földművelési egységenként csapadékos (VE_{3III}) évjáraitára becsült talajváltozati termékenységek (0–100 normalizált skála) (KOCSIS et al., 2011a)
- X. ábra* Az orosházi és szentesi mintaterület földművelési egység-csoportonként száraz (VE_{3I}) évjáraitára becsült talajváltozati termékenységek (0–100 normalizált skála) (KOCSIS et al., 2011a)
- XI. ábra* Az orosházi és szentesi mintaterület földművelési egység-csoportonként normál (VE_{3II}) évjáraitára becsült talajváltozati termékenységek (0–100 normalizált skála) (KOCSIS et al., 2011a)
- XII. ábra* Az orosházi és szentesi mintaterület földművelési egység-csoportonként csapadékos (VE_{3III}) évjáraitára becsült talajváltozati termékenységek (0–100 normalizált skála) (KOCSIS et al., 2011a)
- XIII. ábra* AIIR adatbázis alapján készült 1986-os (átlagosan enyhén aszályos) év kukorica terméshozam térképe (KOCSIS, 2015)
- XIV. ábra* AIIR adatbázis alapján készült 1987-es (átlagosan enyhén aszályos) év kukorica terméshozam térképe (KOCSIS, 2015)
- XV. ábra* AIIR adatbázis alapján készült 1989-es (átlagosan aszálymentes) év kukorica terméshozam térképe (KOCSIS, 2015)

XVI. *ábra* AIIR adatbázis alapján készült 1985–1989-es időszak kukorica termés hozam térképe (KOCSIS, 2015)

XVII. *ábra* AIIR adatbázis alapján készült 1985-ös (átlagosan aszálymentes) év őszi búza termés hozam térképe (KOCSIS, 2015)

XVIII. *ábra* AIIR adatbázis alapján készült 1986-os (átlagosan enyhén aszályos) év őszi búza termés hozam térképe (KOCSIS, 2015)

XIX. *ábra* AIIR adatbázis alapján készült 1989-es (átlagosan aszálymentes) év őszi búza termés hozam térképe (KOCSIS, 2015)

XX. *ábra* AIIR adatbázis alapján készült 1985–1989-es időszak őszi búza termés hozam térképe (KOCSIS, 2015)

XXI. *ábra* AIIR adatbázis alapján készült 1985-ös (átlagosan aszálymentes) év napraforgó termés hozam térképe (KOCSIS, 2015)

XXII. *ábra* AIIR adatbázis alapján készült 1987-es (átlagosan enyhén aszályos) év napraforgó termés hozam térképe (KOCSIS, 2015)

XXIII. *ábra* AIIR adatbázis alapján készült 1988-as (átlagosan enyhén aszályos) év napraforgó termés hozam térképe (KOCSIS, 2015)

XIV. *ábra* AIIR adatbázis alapján készült 1985–1989-es időszak napraforgó termés hozam térképe (KOCSIS, 2015)

I. *táblázat* Mezőléptékű (hódmezővásárhelyi, orosházi és szentesi mintaterületeknél) termékenységi becsléseknél alkalmazott iterációs számítások határértékei (KOCSIS, 2015)

II. *táblázat* Mezőléptékű (mezőhegyesi mintaterületnél) termékenységi becsléseknél alkalmazott iterációs számítások határértékei (KOCSIS, 2015)

9. Köszönetnyilvánítás

A doktori disszertációhoz kapcsolódó kutatások a TÁMOP-4.2.4.A/2-11/1-2012-0001 azonosító számú Nemzeti Kiválóság Program „Hazai hallgatói, illetve kutatói személyi támogatást biztosító rendszer kidolgozása és működtetése konvergencia program” című kiemelt projekt keretében zajlottak. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

Köszönöm Édesanyámnak, aki bízott bennem. Nélküle nem jöhetett volna létre a doktori disszertáció, amelynek elkészítése során az előforduló összes nehézség ellenére kitartott mellettem és mindenben támogatott. Továbbá sok-sok köszönet néhai anyai Nagymamámnak, aki szintén a szíve legmélyén hitt bennem és bátorított a PhD tanulmányaim legelején, az Ő emlékek ajánlom fel doktori disszertációm.

Köszönetet mondok továbbá témavezetőmnek, Dr. Makó Andrásnak, valamint Dr. Farsang Andreának és Dr. Tóth Gergelynek, akik segítettek és koordinálták a földminősítési kutatásaimat, talajtermékenységi vizsgálataimat a talajok rögös útján. Továbbá köszönöm Makó Andrásnak azt, hogy nagy-nagy türelemmel viselte és hallgatta a „föladni és meghátrálni akarós” időszakaimban a doktorimmal kapcsolatos aggályaimat. Ha kellett, akkor a munkám további folytatására sarkalt, nagyobb és több önbizalmat, önbecsülést szavazott meg nekem, mint amivel „mi lesz a doktorimmal és hogyan tovább” időszakaimba én magam rendelkeztem.

Külön köszönetet mondok Dr. Máté Ferenc Professzor Úrnak, aki élettapasztalatával, szakmai útmutatásával és tanácsaival segítette földminősítési kutatómunkámat. Köszönöm Dunai Attilának a közös angol nyelvű publikációk készítése során végzett türelmes, önzetlen és kitartó munkáját. Köszönöm Dr. Sisák Istvánnak, a Növénytermesztéstani és Talajtani Tanszék, Agrokémiai és Talajtani Csoport vezetőjének azt, hogy a doktori cselekményem nehéz időszakaiban – szükség esetén – józan emberi hozzáállással és nagy szakmai elismeréssel támogatásáról biztosított.

Köszönetet szeretnék mondani Nánási Endrének, a Csongrád Megyei Földhivatal Földminősítési Osztály vezetőjének; Dr. Mike Zsoltnak, a volt Békés Megyei Mezőgazdasági Szakigazgatási Hivatal, Növény- és Talajvédelmi Igazgatóság elnökének; Botyánszky Csabának, Békés megyei talajvédelmi felügyelőnek; Halápiné Kemény Zsuzsannának, a Csongrád Megyei Kormányhivatal, Talajvédelmi Osztályvezetőjének és Borcsik Zoltánnak, Csongrád megyei talajvédelmi felügyelőnek, hogy rendelkezéseimre bocsátották a dél-alföldi mintaterületekre

vonatkozó 1:10.000 léptékű üzemi- és földminősítési genetikus talajtérképi felvételezéseket, illetve helyszíni- és talajvizsgálati adatokat.

Köszönöm Marth Péternek, majd Berényi Üveges Juditnak, a Nemzeti Élelmiszer Biztonsági Hivatal (NÉBIH), Növény-, Talaj- és Agrárkörnyezet-védelmi Igazgatóság Talajvédelmi Hatósági Osztályvezetőjének, hogy lehetővé tették azt, hogy Agrokémia Irányítási és Információs Rendszer (AIIR) adatbázisát térinformatikai alapokra helyezzem, valamint annak térstatisztikai elemzését elvégezzem.

Köszönöm Hernádi Hilda és Hermann Tamás türelmes munkáját, akik közvetlenül megismertették a használat és a gyakorlat oldaláról a D-e-Meter rendszert. Köszönet a Szegedi Tudományegyetem Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék munkatársainak, Boudewijn van Leeuwen és Tobak Zalának, akik a különböző térinformatikai módszertanok és alkalmazások elsajátítása során önzetlen segítséget nyújtottak. Köszönöm a munkáját Pócze Tamásnak az időjárási adatok összeállításában és rendezésében, illetve a mintaterületeim évjáratonkénti természetes növényi vízellátottságainak számításaiban.

Köszönöm a hódmezővásárhelyi Alföldi Róna Kft.-nek, a Kardoskúti Mezőgazdasági Zrt.-nek, a mezőhegyesi Ménesbirtok Zrt.-nek, az orosházi Orosfarm Zrt.-nek és a szentesi Árpád-Agrár Zrt.-nek azt, hogy a lehetővé tették a számomra a dél-alföldi mintaterületek tábláira- és parcelláira vonatkozó növénytermesztési információinak feldolgozását.

Köszönöm a Növénytermesztési és Talajtani Tanszék laboránsainak, †Borbély Jenőnének (Böbe néninek) és Nemes Ágnesnek; Henger Gabriellának, volt Természetvédő agrármérnök szakos hallgatóknak, Baa Katalinnak és Magyaróvári Viktoriának, hogy munkájukkal és a mintaterületek gazdálkodási adatainak rögzítésével segítették vizsgálataimat.

Végül köszönöm mindazoknak a kételkedését, akik nem hittek bennem, mert „segítségükkel” sikerült megsokszorozni elkötelezettségemet e tudományterület iránt.

10. Melléklet

A vizsgálathoz felhasznált nagyméretarányú (1:10.000) genetikus földminősítési talajtérképek kódjai (JASSÓ et al., 1989)

Hazai talajosztályozás (MÉM, 1982a) szerinti talajtípus- és altípus kódok

- 10: Köves, sziklás vázta
- 20: Kavicsos vázta
- 31: Karbonátos földes kopár talaj
- 32: Nem karbonátos földes kopár talaj
- 41: Karbonátos futóhomok talaj
- 42: Nem karbonátos futóhomok talaj
- 43: Karbonátos lepelhomok talaj
- 44: Nem karbonátos lepelhomok talaj
- 45: Kovárányos futóhomok talaj
- 46: Tereprendezett futóhomok talaj
- 51: Karbonátos humuszos homoktalaj
- 52: Nem karbonátos humuszos homoktalaj
- 53: Karbonátos több rétegű humuszos homoktalaj
- 54: Nem karbonátos több rétegű humuszos homoktalaj
- 55: Kovárányos humuszos homoktalaj
- 60: Humuszkarbonát talaj
- 71: Fekete rendzina talaj
- 72: Barna rendzina talaj
- 73: Vörös agyagos rendzina talaj
- 80: Fekete nyírok talaj
- 90: Erősen savanyú, nem podzolos barna erdőtalaj
- 100: Podzolos barna erdőtalajok
- 111: Podzolos agyagbemosódásos barna erdőtalaj
- 112: Nem podzolos agyagbemosódásos barna erdőtalaj
- 121: Podzolos pszeudoglejes barna erdőtalaj
- 122: Agyagbemosódásos pszeudoglejes barna erdőtalaj
- 131: Típusos Ramann-féle barna erdőtalaj
- 132: Rozsdabarna Ramann-féle barna erdőtalaj

- 141: Típusos kovárványos barna erdőtalaj
- 142: Podzolos kovárványos barna erdőtalaj
- 143: Agyagbemosódásos kovárványos barna erdőtalaj
- 144: Humuszos kovárványos barna erdőtalaj
- 150: Karbonátmaradványos barna erdőtalaj
- 161: Karbonátos csernozjom erdőtalaj
- 162: Nem karbonátos csernozjom barna erdőtalaj
- 171: Karbonátos erdőmaradványos csernozjom talaj
- 172: Nem karbonátos erdőmaradványos csernozjom talaj
- 180: Kílúgozott csernozjom talaj
- 191: Típusos meszes vagy mészlepedékes csernozjom talaj
- 192: Alföldi meszes vagy mészlepedékes csernozjom talaj
- 201: Karbonátos réti csernozjom talaj
- 202: Nem karbonátos réti csernozjom talaj
- 203: Mélyben sós réti csernozjom talaj
- 204: Mélyben szolonyeces réti csernozjom talaj
- 205: Szolonyeces réti csernozjom talaj
- 211: Karbonátos terasz csernozjom talaj
- 212: Nem karbonátos terasz csernozjom talaj
- 221: Karbonátos szoloncsák talaj
- 222: Karbonátszulfátos szoloncsák talaj
- 223: Karbonátkloridos szoloncsák talaj
- 231: Karbonátos szoloncsák-szolonyec talaj
- 232: Karbonátszulfátos szoloncsák-szolonyec talaj
- 233: Karbonátkloridos szoloncsák-szolonyec talaj
- 241: Kérges réti szolonyec talaj
- 242: Közepes réti szolonyec talaj
- 243: Mély réti szolonyec talaj
- 251: Közepes sztyeppesedő réti szolonyec talaj
- 252: Mély sztyeppesedő réti szolonyec talaj
- 260: Szology talaj
- 271: Szoloncsákos másodlagosan elszikesedett talaj
- 272: Szolonyeces másodlagosan elszikesedett talaj
- 281: Szulfátos vagy kloridos szoloncsákos réti talaj

- 282: Karbonátos szoloncsákos réti talaj
- 291: Szolonyeces réti talaj
- 292: Erősen szolonyeces réti talaj
- 301: Karbonátos réti talaj
- 304: Mélyben szolonyeces réti talaj
- 331: Karbonátos csernozjom réti talaj
- 333: Mélyben sós, vagy szolonyeces csernozjom réti talaj
- 334: Szolonyeces csernozjom réti talaj
- 340: Mohaláp talaj
- 350: Rétláp talaj
- 361: Lecsapolt tőzegláp talaj
- 362: Lecsapolt tőzeges láptalaj
- 363: Lecsapolt kotusláp talaj
- 364: Telkesített rétláp talaj
- 370: Mocsári erdőtalaj
- 381: Karbonátos nyersöntés talaj
- 382: Nem karbonátos nyersöntés talaj
- 383: Karbonátos többrétegű nyersöntés talaj
- 384: Nem karbonátos többrétegű nyersöntés talaj
- 391: Karbonátos humuszos öntés talaj
- 392: Nem karbonátos humuszos öntés talaj
- 393: Karbonátos több rétegű humuszos öntés talaj
- 394: Nem karbonátos több rétegű humuszos öntés talaj
- 395: Réti humuszos öntés talaj
- 401: Csernozjom eredetű lejtőhordalék talaj
- 402: Erdőtalaj eredetű lejtőhordalék talaj
- 403: Deluviális és aluviális vegyes üledék talaj

Fizikai féleség kategória kódok

- 1: Durva homok
- 2: Homok (Vályogos homok)
- 3: Homokos vályog
- 4: Vályog
- 5: Agyagos vályog

- 6: Agyag
- 7: Nehéz agyag
- 8: Kotu, tőzeg, nagy szerves anyagtartalmú lápos képződmények
- 9: Durva vázrészek (kő, kavics, sóder)

Humusztartalom kategória kódok

- 1: Nem tartalmaz humuszt, vagy a humusztartalomnak alárendelt szerepe van
- 2: Gyengén humuszos talaj
- 3: Közepesen humuszos talaj
- 4: Erősen humuszos talaj
- 5: Igen erősen humuszos (humuszgazdag) talaj

pH kategória kódok

- 1: Erősen savanyú kémhatású talaj (<4,50 pH)
- 2: Savanyú kémhatású talaj (4,50–5,50 pH)
- 3: Gyengén savanyú kémhatású talaj (5,51–6,80 pH)
- 4: Semleges kémhatású talaj (6,81–7,20 pH)
- 5: Gyengén lúgos kémhatású talaj (7,21–8,50 pH)
- 6: Lúgos kémhatású talaj (8,51–9,00 pH)
- 7: Erősen lúgos kémhatású talaj (>9,00 pH)

Mésztartalom kategória kódok

- 1: Mészet nem tartalmaz (0,0%)
- 2: Gyengén meszes talaj (0,1–5,0%)
- 3: Közepesen meszes talaj (5,1–10,0%)
- 4: Erősen meszes talaj (10,0–25,0%)
- 5: Igen erősen meszes talaj (>25,0%)

SZÁSZ (1991) szerinti természetes vízellátottság (VE) 3 fokozatú beosztása

$VE_{3I.} = 10-30$; száraz év

$VE_{3II.} = 20-50$; normál év

$VE_{3III.} = 50-70$; csapadékos év

SZÁSZ (1991) szerinti természetes vízellátottság (VE) 8 fokozatú beosztása

$VE_{8I.} = <10$; rendkívül száraz év

$VE_{8II.} = 11-20$; súlyosan száraz év

$VE_{8III.} = 21-30$; száraz év

$VE_{8IV.} = 31-40$; mérsékelt vízellátású év

$VE_{8V.} = 41-50$; jó vízellátású év

$VE_{8VI.} = 51-60$; bőséges vízellátású év

$VE_{8VII.} = 61-70$; rendkívül bőséges vízellátású év

$VE_{8VIII.} = >71$; károsan bőséges vízellátású év

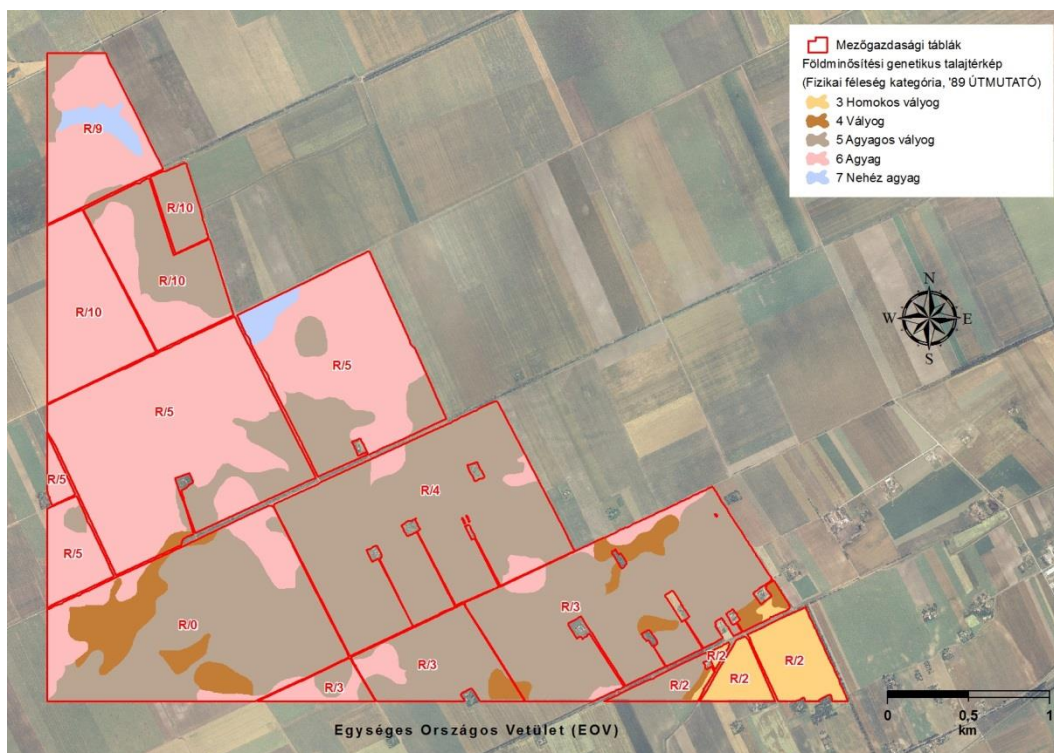
Mintaterületi talajváltozati azonosító	Talajváltozati kód	Talajváltozati becslés							Talajváltozati-csoport becslés (CHAID)															
		Minimum termés (AIIR)	Maximum termés (AIIR)	Átlagtermés (AIIR)	A típusú iteráció		B típusú iteráció		Nincs felosztás	NPK _{össz} kategóriák								VE ₃ kategóriák ⁹			Növényenként			
					Alsó quartilis (AIIR)	Felső quartilis (AIIR)	Alsó decilis (AIIR)	Felső decilis (AIIR)		I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	I.	II.	III.	Kukorica	Őszi búza	Napraforgó	Repce
OrosP98	3346454	2,42	98,68	57,57	43,55	71,05	25,70	80,26	50,11	44,54	56,79	56,53	64,54	54,71	54,34	57,53	57,63	50,11	50,11	50,11	42,61	60,59	58,13	54,81
SzentP1	2015352	0,00	100,00	56,67	42,37	71,05	23,75	80,26	57,00	48,26	53,52	58,80	60,81	57,63	57,63	57,63	57,63	55,88	58,15	58,15	53,62	71,41	58,13	54,81
SzentP2	2015353	0,00	98,68	55,74	42,37	71,05	23,75	80,26	55,53	48,26	53,52	56,06	60,81	57,63	57,63	57,63	57,63	54,02	56,92	56,92	48,62	68,93	58,13	54,81
SzentP3	2015354	0,00	98,68	50,68	42,37	71,05	23,75	80,26	52,04	48,26	53,52	50,44	51,59	57,63	57,63	57,63	57,63	50,83	53,33	53,33	42,61	60,59	58,13	54,81
SzentP4	2015452	3,82	100,00	59,55	42,37	71,05	23,75	80,26	59,74	54,12	56,79	58,80	60,81	57,63	57,63	57,63	57,63	57,52	61,62	61,62	53,62	71,41	58,13	54,81
SzentP5	2015453	1,61	97,30	57,15	42,37	71,05	23,75	80,26	55,53	54,12	56,79	56,06	60,81	57,63	57,63	57,63	57,63	54,02	56,92	56,92	48,62	72,01	58,13	54,81
SzentP6	2016452	3,82	100,00	59,55	42,37	71,05	23,75	80,26	59,74	54,12	56,79	58,80	60,81	57,63	57,63	57,63	57,63	57,52	61,62	61,62	53,62	71,41	58,13	54,81
SzentP7	2045352	4,03	95,15	54,00	43,55	71,05	25,70	80,26	57,00	48,26	53,33	56,53	60,81	57,63	57,63	57,63	57,63	55,88	58,15	58,15	53,62	64,99	58,13	54,81
SzentP8	2045354	1,32	98,68	54,36	43,55	71,05	25,70	80,26	52,04	48,26	53,33	56,53	51,59	57,63	57,63	57,63	57,63	50,83	53,33	53,33	42,61	60,59	58,13	54,81
SzentP9	2045355	1,32	100,00	54,65	43,55	71,05	25,70	80,26	52,04	48,26	53,52	50,44	51,59	57,63	57,63	57,63	57,63	50,83	53,33	53,33	42,61	60,59	58,13	54,81
SzentP10	2045451	6,45	93,42	56,30	43,55	71,05	25,70	80,26	57,00	48,26	53,52	58,80	60,81	57,63	57,63	57,63	57,63	55,88	58,15	58,15	53,62	71,41	58,13	54,81
SzentP11	2045452	2,42	98,68	57,57	43,55	71,05	25,70	80,26	59,74	54,12	53,33	56,53	60,81	57,63	54,34	57,63	54,34	57,52	61,62	61,62	53,62	69,44	58,13	54,81
SzentP12	2046354	1,32	98,68	54,36	43,55	71,05	25,70	80,26	52,04	48,26	53,33	56,53	51,59	57,63	57,63	57,63	57,63	50,83	53,33	53,33	42,61	60,59	58,13	54,81
SzentP13	2046452	2,42	98,68	57,57	43,55	71,05	25,70	80,26	57,00	48,26	53,33	56,53	60,81	57,63	57,63	57,63	57,63	55,88	58,15	58,15	53,62	71,41	58,13	54,81
SzentP14	2435152	3,61	93,55	44,20	35,31	62,16	22,14	71,48	46,33	36,70	47,24	48,66	54,71	50,69	50,69	47,37	46,01	46,57	49,44	49,44	46,75	53,89	54,80	42,54
SzentP15	3014454	0,00	90,00	47,74	33,33	62,16	18,92	73,28	46,58	31,93	42,33	47,41	52,11	54,71	57,53	54,71	54,71	46,58	46,58	48,83	43,60	53,79	54,80	48,45
SzentP16	3046351	5,30	92,11	47,17	33,06	61,29	18,07	70,27	47,46	38,61	44,98	49,97	52,63	50,69	50,69	47,11	47,11	44,77	48,37	51,05	49,37	57,51	48,73	50,85
SzentP17	3315353	0,00	98,68	55,74	42,37	71,05	23,75	80,26	55,53	48,26	53,52	56,06	60,81	57,63	57,63	57,63	57,63	54,02	56,92	56,92	48,62	68,93	58,13	54,81
SzentP18	3316352	0,00	100,00	56,67	42,37	71,05	23,75	80,26	57,00	48,26	53,52	58,80	60,81	57,63	57,63	57,63	57,63	55,88	58,15	58,15	53,62	71,41	58,13	54,81
SzentP19	3316452	3,82	100,00	59,55	42,37	71,05	23,75	80,26	55,53	54,12	56,79	56,06	60,81	57,63	57,63	57,63	57,63	54,02	56,92	56,92	53,62	71,41	58,13	54,81
SzentP20	3345344	1,32	100,00	57,61	43,55	71,05	25,70	80,26	52,04	48,26	53,33	56,53	51,59	57,63	57,63	57,63	57,63	50,83	53,33	53,33	42,61	60,59	58,13	42,54
SzentP21	3345352	4,03	95,15	54,00	43,55	71,05	25,70	80,26	57,00	48,26	53,33	56,53	60,81	57,63	57,63	57,63	57,63	55,88	58,15	58,15	53,62	64,99	58,13	42,54
SzentP22	3346352	1,32	100,00	54,65	43,55	71,05	25,70	80,26	57,00	48,26	53,33	56,53	60,81	57,63	57,63	57,63	57,63	55,88	58,15	58,15	53,62	71,41	58,13	54,81

II. táblázat

Mezoléptékű (mezőhegyesi mintaterületnél) termékenységi becsléseknél alkalmazott iterációs számítások határértékei

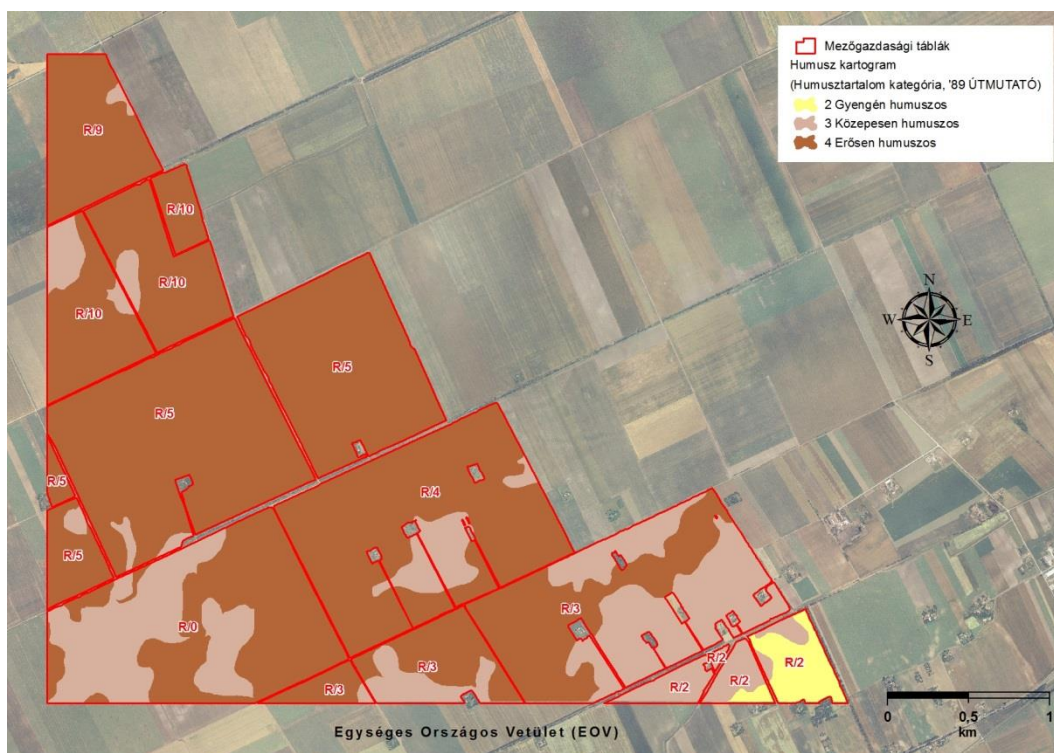
Mintaterületi talajváltozati azonosító	Talajváltozati kód	Talajváltozati becslés							Talajváltozati-csoport becslés (CHAID)																
		Minimum termés (AIIR)	Maximum termés (AIIR)	Átlagtermés (AIIR)	A típusú iteráció		B típusú iteráció		Nincs felosztás	NPK _{össz} kategóriák								VE ₈ kategóriák ¹⁰				Növényenként			
					Alsó quartilis (AIIR)	Felső quartilis (AIIR)	Alsó decilis (AIIR)	Felső decilis (AIIR)		I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	II.	III.	IV.	V.	Kukorica	Őszi búza	Napraforgó	Repce
MezohegP1	1925452	6,62	99,15	52,72	37,75	68,42	16,48	78,09	50,06	42,62	47,24	53,79	54,71	61,95	61,95	61,95	61,95	49,73	51,14	51,14	51,14	40,63	69,44	44,35	42,54
MezohegP2	1925453	0,00	10,00	51,75	37,75	68,42	16,48	78,09	55,53	42,62	51,31	53,79	54,71	63,34	63,34	63,34	63,34	54,02	56,92	56,92	56,92	40,63	70,40	44,35	42,54
MezohegP3	1926452	6,62	99,15	52,72	37,75	68,42	16,48	78,09	50,06	42,62	47,24	53,79	54,71	61,95	61,95	61,95	61,95	49,73	51,14	51,14	51,14	40,63	69,44	44,35	42,54
MezohegP4	1926453	0,00	10,00	51,75	37,75	68,42	16,48	78,09	55,53	42,62	51,31	53,79	54,71	63,34	63,34	63,34	63,34	54,02	56,92	56,92	56,92	40,63	70,40	44,35	42,54
MezohegP5	1926454	2,42	88,16	51,18	37,75	68,42	16,48	78,09	50,11	42,62	45,05	53,79	54,71	54,96	54,96	54,96	54,96	50,11	50,11	50,11	50,11	40,63	60,59	44,35	42,54
MezohegP6	2015452	3,82	100,00	59,49	42,37	71,05	23,75	80,26	59,74	54,12	56,79	58,80	60,81	57,63	57,63	57,63	57,63	57,89	57,89	63,54	63,54	53,62	71,41	58,13	54,81
MezohegP7	2015453	1,61	97,30	57,15	42,37	71,05	23,75	80,26	55,53	54,12	56,79	56,06	60,81	57,63	57,63	57,63	57,63	54,02	56,92	56,92	56,92	48,62	72,01	58,13	54,81
MezohegP8	2015454	4,03	100,00	49,40	42,37	71,05	23,75	80,26	50,11	54,12	56,79	50,44	51,59	57,63	57,63	57,63	57,63	50,11	50,11	50,11	50,11	42,61	60,59	58,13	54,81
MezohegP9	2016452	3,82	100,00	59,49	42,37	71,05	23,75	80,26	59,74	54,12	56,79	58,80	60,81	57,63	57,63	57,63	57,63	57,89	57,89	63,54	63,54	53,62	71,41	58,13	54,81
MezohegP10	2016453	1,61	97,30	57,15	42,37	71,05	23,75	80,26	55,53	54,12	56,79	56,06	60,81	57,63	57,63	57,63	57,63	54,02	56,92	56,92	56,92	48,62	72,01	58,13	54,81
MezohegP11	2016454	4,03	100,00	49,40	42,37	71,05	23,75	80,26	50,11	54,12	56,79	50,44	51,59	57,63	57,63	57,63	57,63	50,11	50,11	50,11	50,11	42,61	60,59	58,13	54,81
MezohegP12	2025452	1,20	99,19	56,91	41,13	68,42	25,10	78,96	56,51	44,54	54,17	55,42	60,84	61,95	61,95	61,95	61,95	53,55	54,56	57,48	57,48	53,62	69,44	55,73	50,85
MezohegP13	2025453	7,50	98,63	49,66	41,13	68,42	25,10	78,96	55,53	54,12	56,79	56,06	60,81	57,63	57,63	57,63	57,63	53,55	54,56	57,48	57,48	53,62	69,44	55,73	50,85
MezohegP14	2045452	2,42	98,68	57,57	43,55	71,05	25,70	80,26	59,74	54,12	53,33	56,53	60,81	57,63	57,63	57,63	57,63	57,89	57,89	63,54	63,54	53,62	69,44	58,13	54,81
MezohegP15	2045453	5,82	97,74	55,97	43,55	71,05	25,70	80,26	55,53	54,12	53,33	56,53	60,81	57,63	57,63	57,63	57,63	54,02	56,92	56,92	56,92	48,62	72,01	58,13	54,81
MezohegP16	2045454	1,61	77,63	44,81	43,55	71,05	25,70	80,26	50,11	54,12	53,33	56,53	51,59	57,63	57,63	57,63	57,63	50,11	57,89	50,11	50,11	42,61	60,59	58,13	54,81
MezohegP17	2046453	5,82	97,74	55,97	43,55	71,05	25,70	80,26	55,53	54,12	53,33	56,53	60,81	57,63	57,63	57,63	57,63	54,02	56,92	56,92	56,92	48,62	72,01	58,13	54,81
MezohegP18	3016452	3,97	88,16	41,77	33,33	62,16	18,92	73,28	49,89	39,62	46,99	48,83	54,97	54,71	54,71	54,71	54,71	51,33	46,69	51,82	51,82	46,81	62,10	54,80	50,85
MezohegP19	3016453	4,02	85,53	43,61	33,33	62,16	18,92	73,28	49,89	39,62	46,99	48,83	54,97	54,71	54,71	54,71	54,71	51,33	46,69	51,82	51,82	46,81	54,14	54,80	50,85
MezohegP20	3315452	3,82	100,00	59,49	42,37	71,05	23,75	80,26	59,74	54,12	56,79	58,80	60,81	57,63	57,63	57,63	57,63	57,89	57,89	63,54	63,54	53,62	71,41	58,13	54,81
MezohegP21	3315453	1,61	97,30	57,15	42,37	71,05	23,75	80,26	55,53	54,12	56,79	56,06	60,81	57,63	57,63	57,63	57,63	54,02	56,92	56,92	56,92	48,62	72,01	58,13	54,81
MezohegP22	3315454	4,03	100,00	49,40	42,37	71,05	23,75	80,26	50,11	54,12	56,79	50,44	51,59	57,63	57,63	57,63	57,63	50,11	50,11	50,11	50,11	42,61	60,59	58,13	54,81
MezohegP23	3316452	3,82	100,00	59,49	42,37	71,05	23,75	80,26	59,74	54,12	56,79	58,80	60,81	57,63	57,63	57,63	57,63	57,89	57,89	63,54	63,54	53,62	71,41	58,13	54,81
MezohegP24	3316453	1,61	97,30	57,15	42,37	71,05	23,75	80,26	55,53	54,12	56,79	56,06	60,81	57,63	57,63	57,63	57,63	54,02	56,92	56,92	56,92	48,62	72,01	58,13	54,81
MezohegP25	3316454	4,03	100,00	49,40	42,37	71,05	23,75	80,26	50,11	54,12	56,79	50,44	51,59	57,63	57,63	57,63	57,63	50,11	50,11	50,11	51,82	42,61	60,59	58,13	54,81

Megjegyzés: ¹⁰nyolcfokozatú természetes vízellátottságot mutató kategória-rendszer alkalmazása.



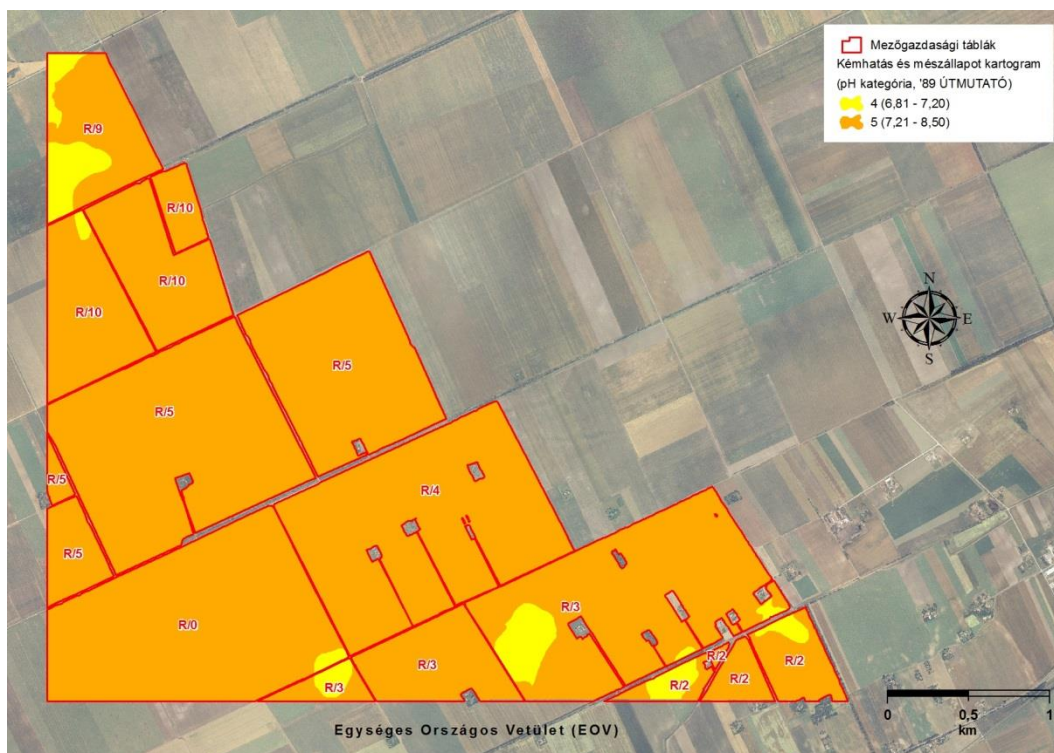
I. ábra

A hódmezővásárhelyi mintaterület 1:10.000 méretarányú talajtérképének fizikai féleség kategória információi (KOC SIS et al., 2008)



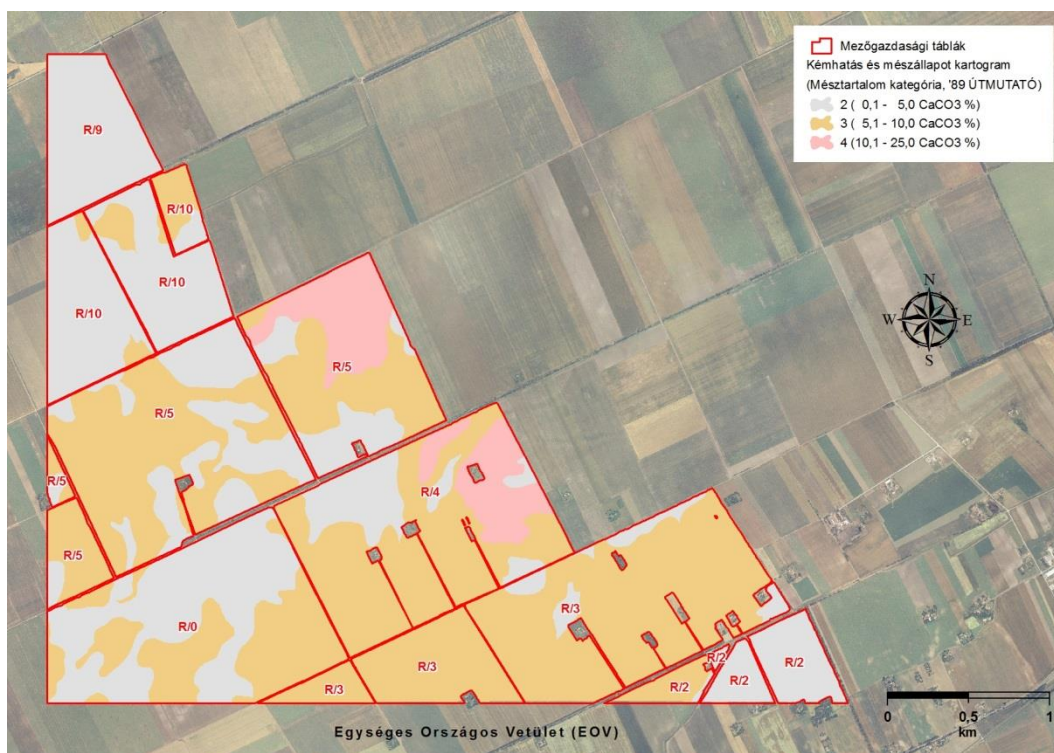
II. ábra

A hódmezővásárhelyi mintaterület 1:10.000 méretarányú humusz kartogramjának humusztartalom kategória információi (KOC SIS et al., 2008)



III. ábra

A hódmezővásárhelyi mintaterület 1:10.000 méretarányú kémhatás és mészállapot kartogramjának pH kategória információi (KOC SIS et al., 2008)



IV. ábra

A hódmezővásárhelyi mintaterület 1:10.000 méretarányú kémhatás és mészállapot kartogramjának mésztartalom kategória információi (KOC SIS et al., 2008)

Jelmagyarázat

Genetikus talajtípusok és altípusok

- 10 Köves, sziklás váztalaj
- 20 Kavicsos váztalaj
- 31 Karbonátos földes kopár talaj
- 32 Nem karbonátos földes kopár talaj
- 41 Karbonátos futóhomok talaj
- 42 Nem karbonátos futóhomok talaj
- 43 Karbonátos lepelhomok talaj
- 45 Kovárányos futóhomok talaj
- 51 Karbonátos humuszos homoktalaj
- 52 Nem karbonátos humuszos homoktalaj
- 53 Karbonátos több rétegű humuszos homoktalaj
- 54 Nem karbonátos több rétegű humuszos homoktalaj
- 60 Humuszkarbonát talaj
- 71 Fekete rendzina talaj
- 72 Barna rendzina talaj
- 73 Vörös agyagos rendzina talaj

Fizikai féleség

- 2 Homok
- 3 Homokos vályog
- 4 Vályog
- 5 Agyagos vályog
- 6 Agyag
- 7 Nehéz agyag
- 8 Kötü, tőzeg
- 9 Durva vázrés (kő, kavics, söder)

Talajképző kőzet

- A Agyag
- Al Agyagos iszap
- Al Agyagos lösz
- An Andezit
- B Bazalt
- Bt Bazalttufa
- D Dolomit
- F Filit
- Gr Gránit
- H Homok
- Hi Homokos iszap
- Hi Homokos lösz
- Hk Homokkő
- Ih Iszapos homok
- I Iszap
- K Kavics
- Ki Kavicsos iszap
- Ki Kavicsos öntés homok
- L Löss
- La Lössös agyag
- Lh Lössös homok
- M Mész
- Mm Mészmarga
- Mi Lajta mészkő
- Oi Öntés iszap
- Oh Öntés homok
- Pa Agyagpala
- Il Iszapos lösz

- 80 Fekete nyírok talaj
- 90 Erősen savanyú, nem podzolos barna erdőtalaj
- 112 Nem podzolos agyagbemosódásos barna erdőtalaj
- 121 Podzolos pszeudoglejes barna erdőtalaj
- 132 Agyagbemosódásos pszeudoglejes barna erdőtalaj
- 131 Tipikus Ramann-féle barna erdőtalaj
- 132 Rozsdabarna Ramann-féle barna erdőtalaj
- 141 Tipikus kovárányos barna erdőtalaj
- 143 Agyagbemosódásos kovárányos barna erdőtalaj
- 161 Karbonátos csernozjom barna erdőtalaj
- 162 Nem karbonátos csernozjom barna erdőtalaj
- 171 Karbonátos erdőmaradványos csernozjom talaj
- 172 Nem karbonátos erdőmaradványos csernozjom talaj
- 180 Kéregzett csernozjom talaj
- 191 Tipikus meszes vagy mészelpedékes csernozjom talaj
- 192 Alföldi meszes vagy mészelpedékes csernozjom talaj
- 201 Karbonátos réti csernozjom talaj

Egyéb felszínborítás

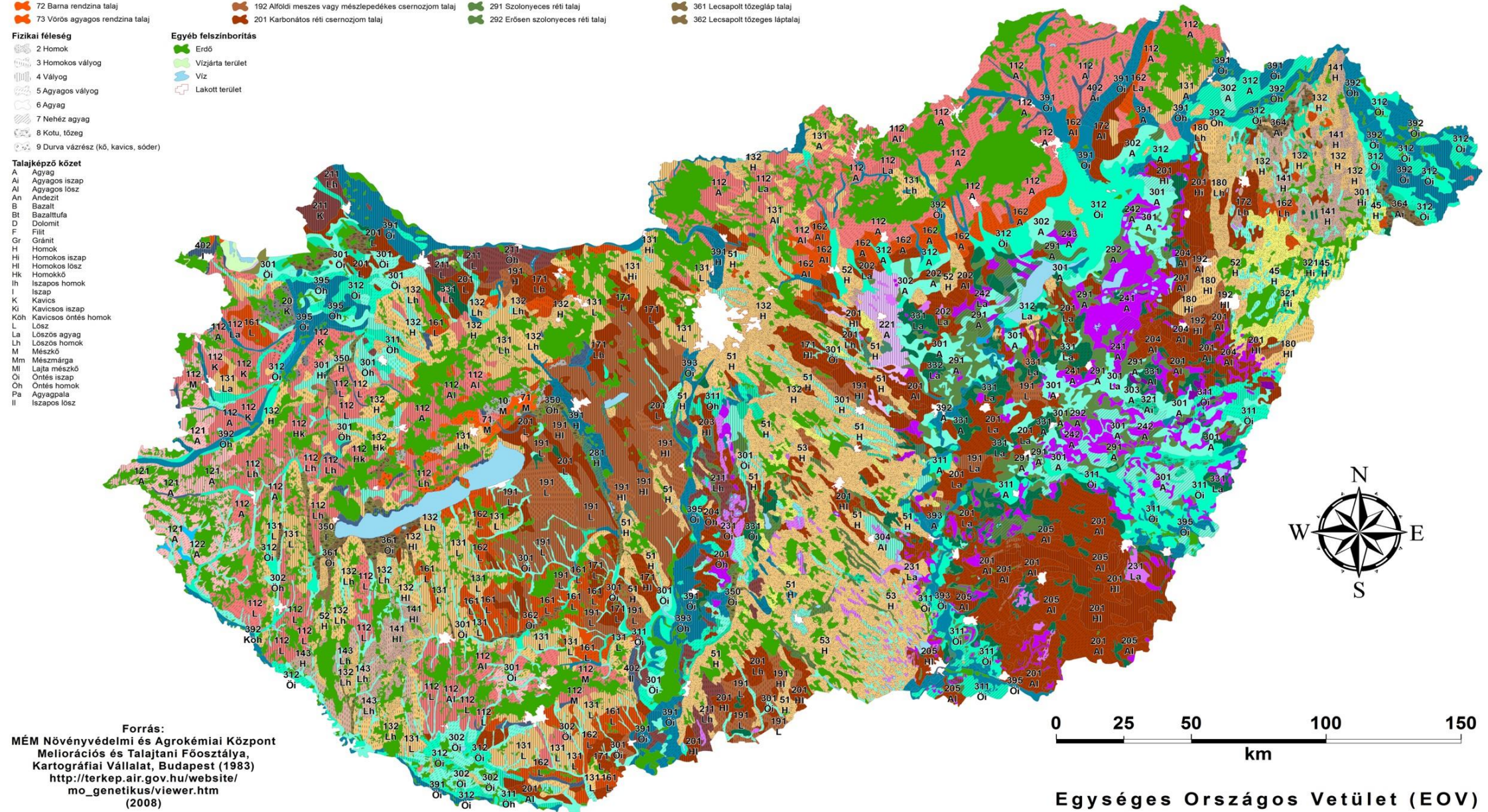
- Erdő
- Vízjárta terület
- Víz
- Lakott terület

- 202 Nem karbonátos réti csernozjom talaj
- 203 Mélyben sós réti csernozjom talaj
- 204 Mélyben szolonyeces réti csernozjom talaj
- 205 Szolonyeces réti csernozjom talaj
- 211 Karbonátos terasz csernozjom talaj
- 221 Karbonátos szoloncák talaj
- 231 Karbonátos szoloncák-szolonyec talaj
- 232 Karbonátkloridos szoloncák-szolonyec talaj
- 241 Kérges réti szolonyec talaj
- 242 Közepes réti szolonyec talaj
- 243 Mély réti szolonyec talaj
- 251 Közepes sztyeppesedő réti szolonyec talaj
- 252 Mély sztyeppesedő réti szolonyec talaj
- 281 Szulfátos vagy kloridos szoloncákos réti talaj
- 282 Karbonátos szoloncákos réti talaj
- 291 Szolonyeces réti talaj
- 292 Erősen szolonyeces réti talaj

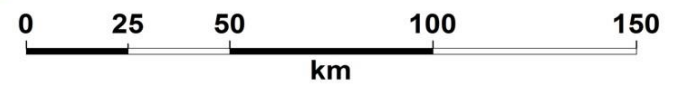
- 300 Réti talaj
- 301 Karbonátos réti talaj
- 302 Nem karbonátos réti talaj
- 303 Mélyben sós réti talaj
- 304 Mélyben szolonyeces réti talaj
- 311 Karbonátos öntés réti talaj
- 312 Nem karbonátos öntés réti talaj
- 321 Tipikus lápos réti talaj
- 331 Karbonátos csernozjom réti talaj
- 332 Nem karbonátos csernozjom réti talaj
- 333 Mélyben sós csernozjom réti talaj
- 334 Mélyben szolonyeces csernozjom réti talaj
- 335 Szolonyeces csernozjom réti talaj
- 350 Rétláp talaj
- 360 Lecsapolt és telkesített rétláp talaj
- 361 Lecsapolt tőzegláp talaj
- 362 Lecsapolt tőzeges láptalaj

- 363 Lecsapolt kottuláp talaj
- 364 Telkesített rétláp talaj
- 370 Mocsári erdőtalaj
- 381 Karbonátos nyersöntés talaj
- 382 Nem karbonátos nyersöntés talaj
- 391 Karbonátos humuszos öntés talaj
- 392 Nem karbonátos humuszos öntés talaj
- 393 Karbonátos több rétegű humuszos öntés talaj
- 394 Nem karbonátos több rétegű humuszos öntés talaj
- 395 Réti humuszos öntés talaj
- 401 Csernozjom talaj eredetű lejtőhordalék talaj
- 402 Erdőtalaj eredetű lejtőhordalék talaj
- 403 Deluviális és aluviális vegyes üledék lejtőhordalék talaj

Magyarország Genetikus Talajtérképe



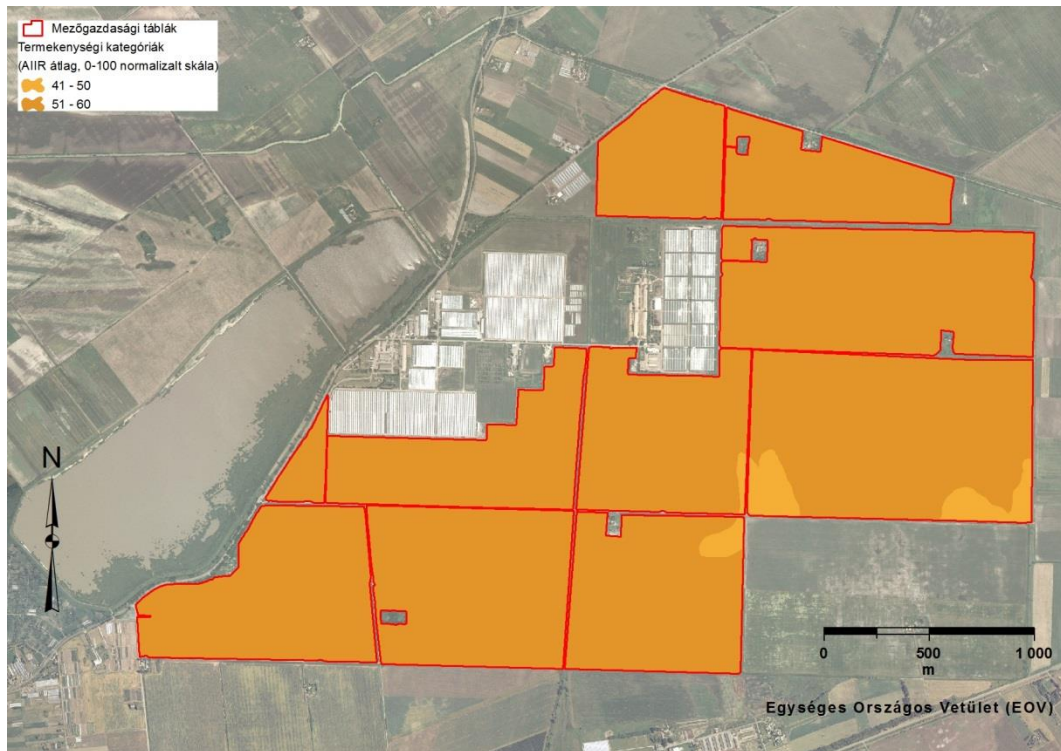
Forrás:
MÉM Növényvédelmi és Agrokémiai Központ
Meliorációs és Talajtani Főosztálya,
Kartográfiai Vállalat, Budapest (1983)
http://terkep.air.gov.hu/website/mo_genetikus/viewer.htm
(2008)



Egységes Országos Vetület (EOV)

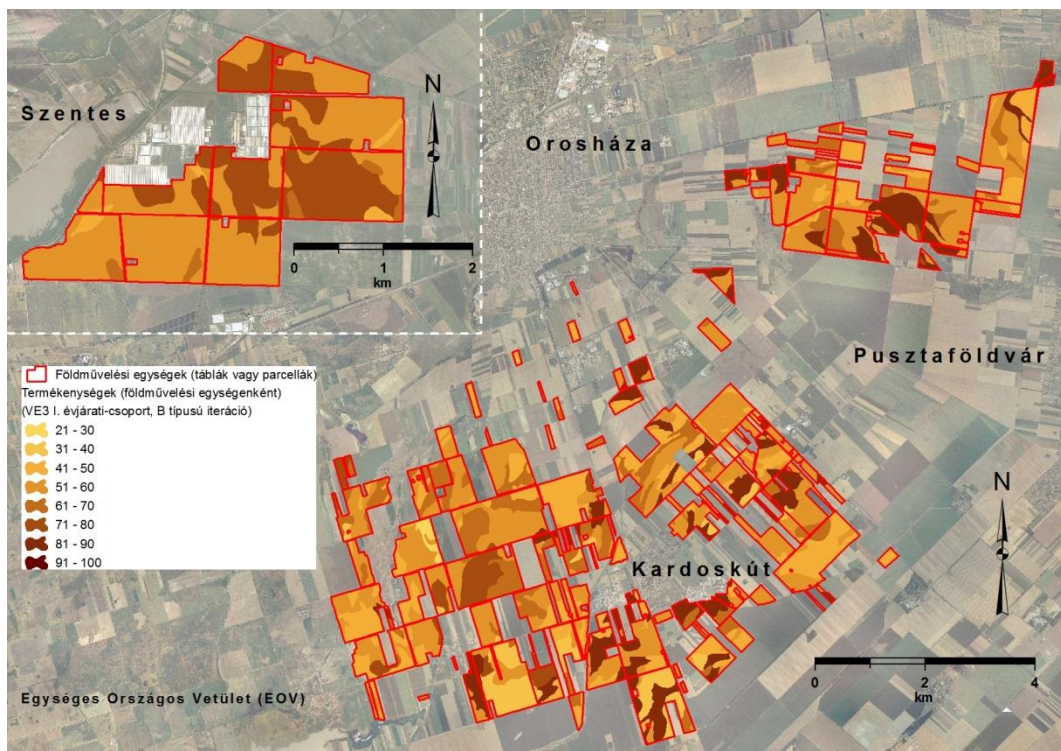
V. ábra

1:200.000 méretarányú MÉM NAK Magyarország Genetikus talajtérkép (JENEY & JASSÓ, 1983) KOCSIS és munkatársai (2015) által korrigált, finomított vektoros állománya



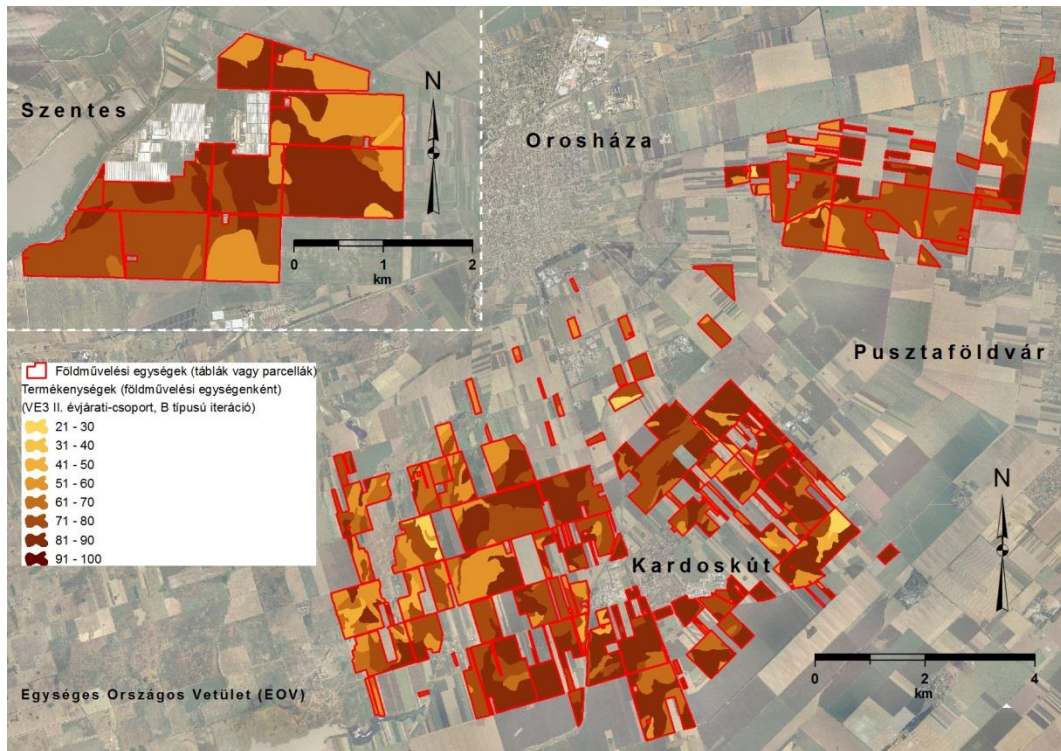
VI. ábra

A szentesi mintaterület az AIIR adatbázis termésátlagai alapján talajváltozati feltjaira számított termékenységek (0–100 normalizált skála) (KOC SIS et al., 2010e)



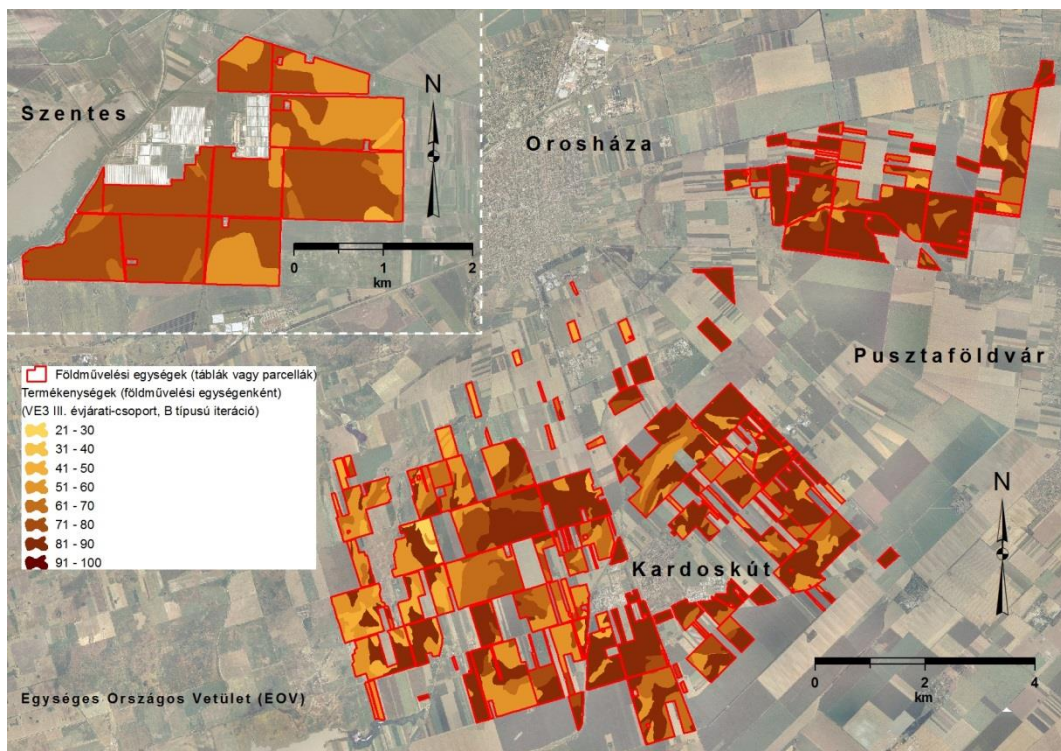
VII. ábra

Az orosházi és szentesi mintaterület földművelési egységenként száraz (VE₃₁) évjáraitára becsült talajváltozati termékenységek (0–100 normalizált skála) (KOC SIS et al., 2011a)



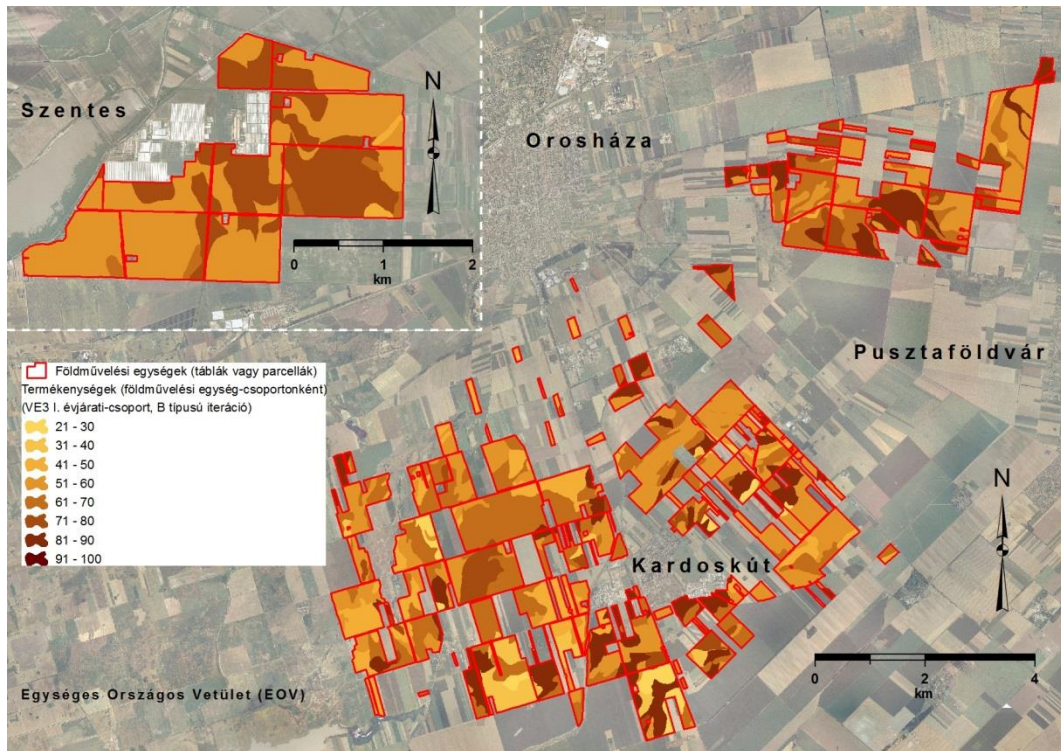
VIII. ábra

Az orosházi és szentesi mintaterület földművelési egységenként normál (VE_{3II}) évjáratáira becsült talajváltozati termékenységek (0–100 normalizált skála) (KOC SIS et al., 2011a)



IX. ábra

Az orosházi és szentesi mintaterület földművelési egységenként csapadékos (VE_{3III}) évjáratáira becsült talajváltozati termékenységek (0–100 normalizált skála) (KOC SIS et al., 2011a)



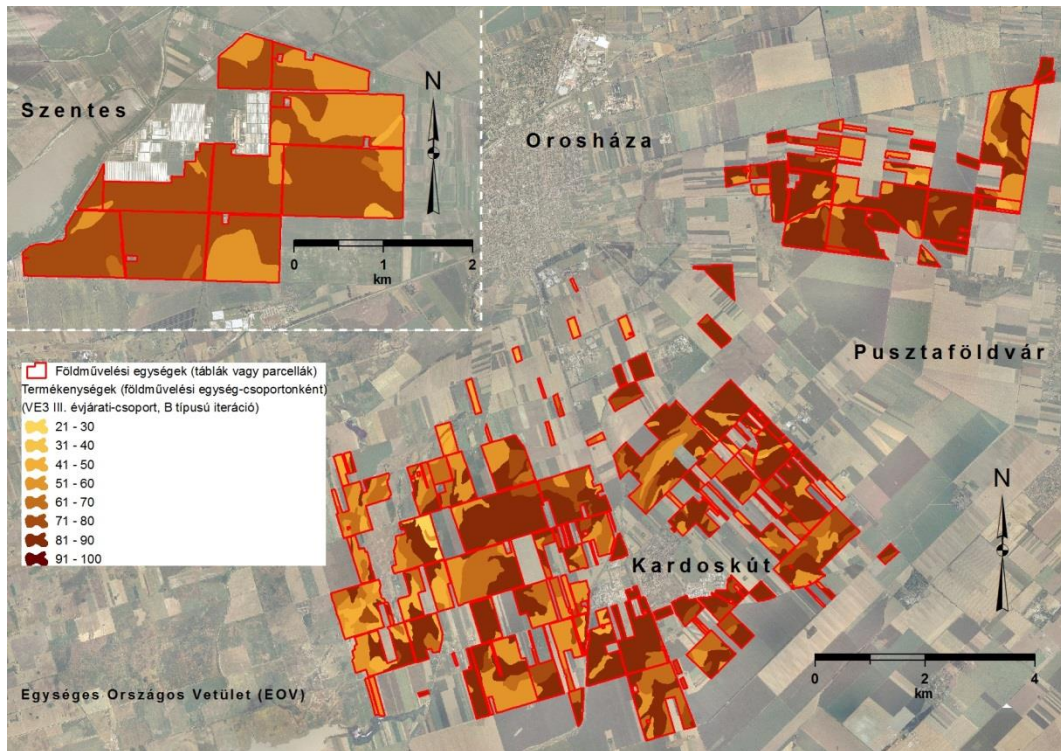
X. ábra

Az orosházi és szentesi mintaterület földművelési egység-csoportonként száraz (VE_{3I}) évjárataira becsült talajválogati termékenységek (0–100 normalizált skála) (KOC SIS et al., 2011a)



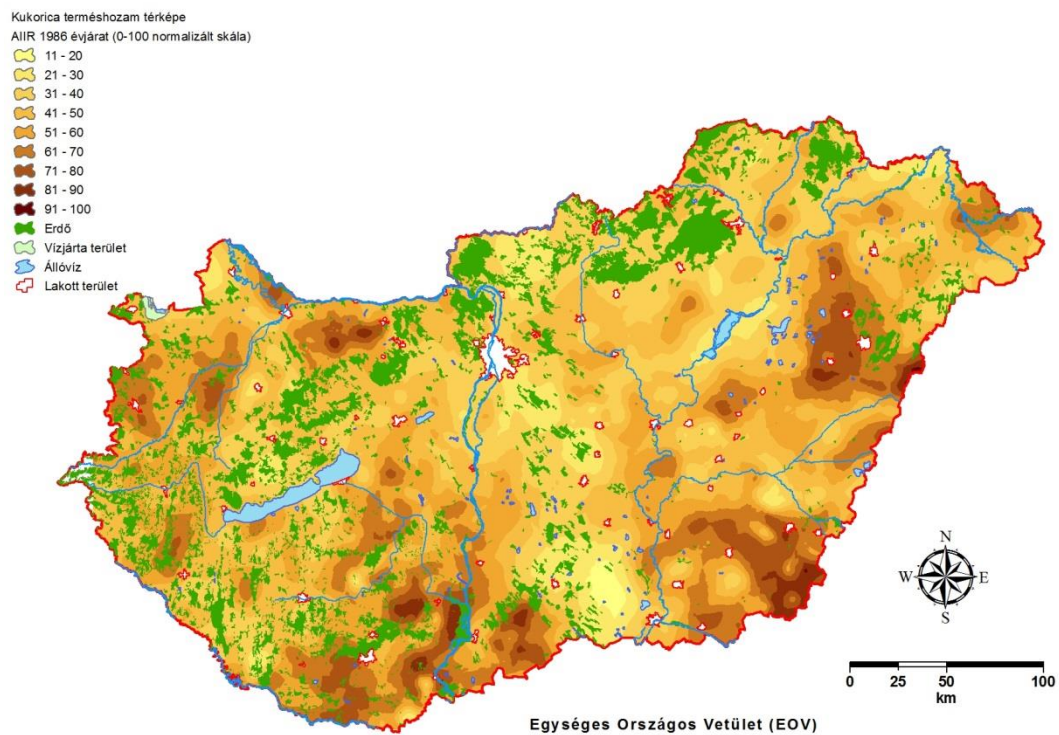
XI. ábra

Az orosházi és szentesi mintaterület földművelési egység-csoportonként normál (VE_{3II}) évjárataira becsült talajválogati termékenységek (0–100 normalizált skála) (KOC SIS et al., 2011a)



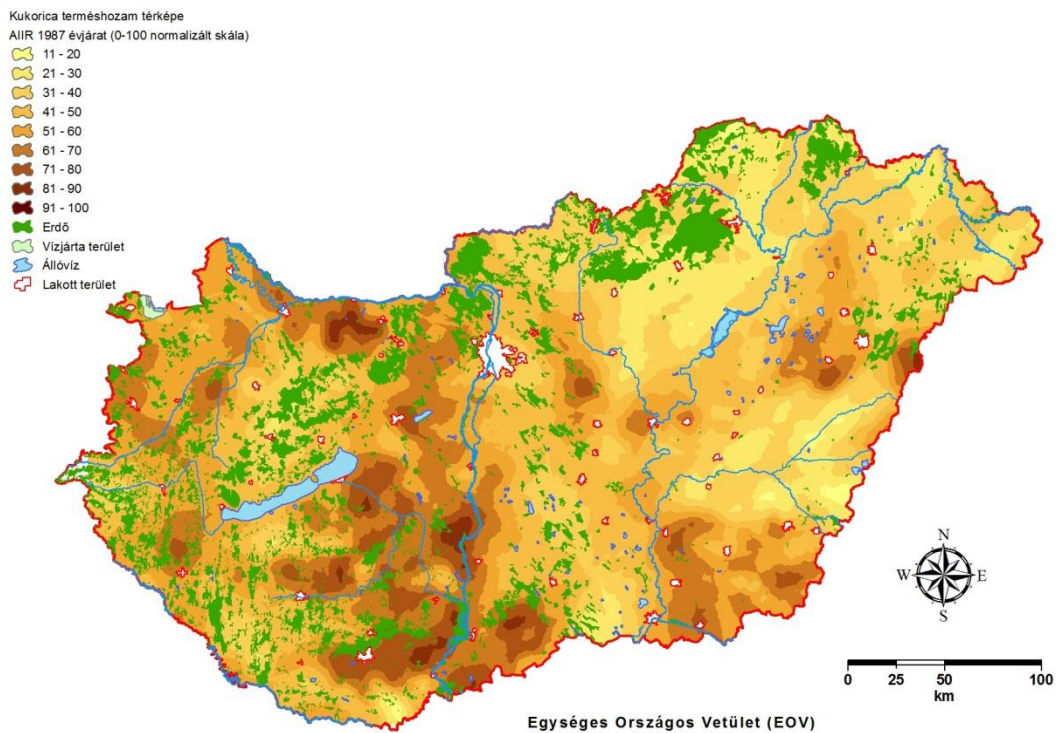
XII. ábra

Az orosházi és szentesi mintaterület földművelési egység-csoportonként csapadékos (VE_{3III}) évjáraitára becsült talajváltozati termékenységek (0–100 normalizált skála) (KOC SIS et al., 2011a)

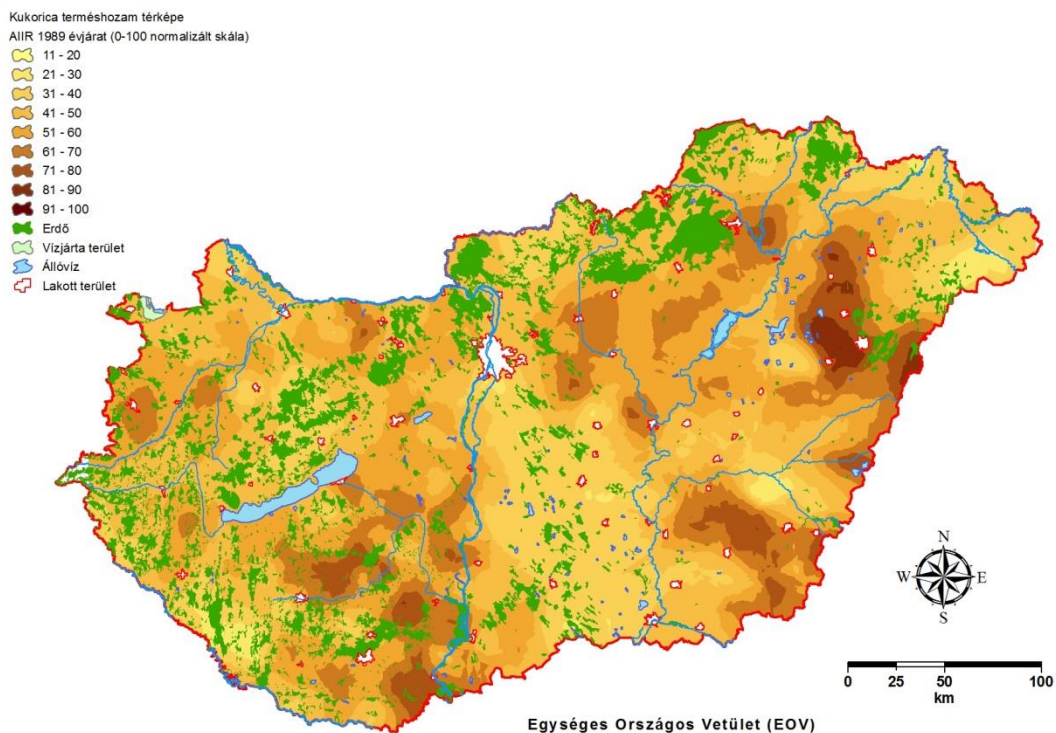


XIII. ábra

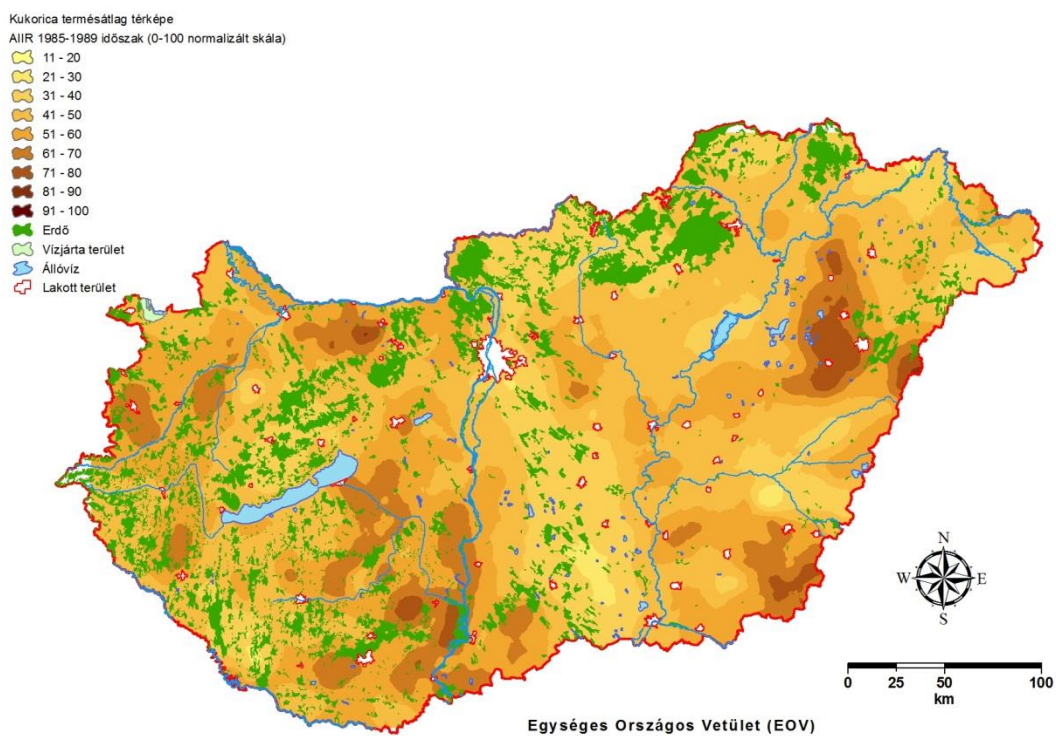
AIIR adatbázis alapján készült 1986-os (átlagosan enyhén aszályos) év kukorica terméshozam térképe (KOC SIS, 2015¹)



XIV. ábra
AIIR adatbázis alapján készült 1987-es (átlagosan enyhén aszályos) év kukorica terméshozam térképe (KOC SIS, 2015¹)

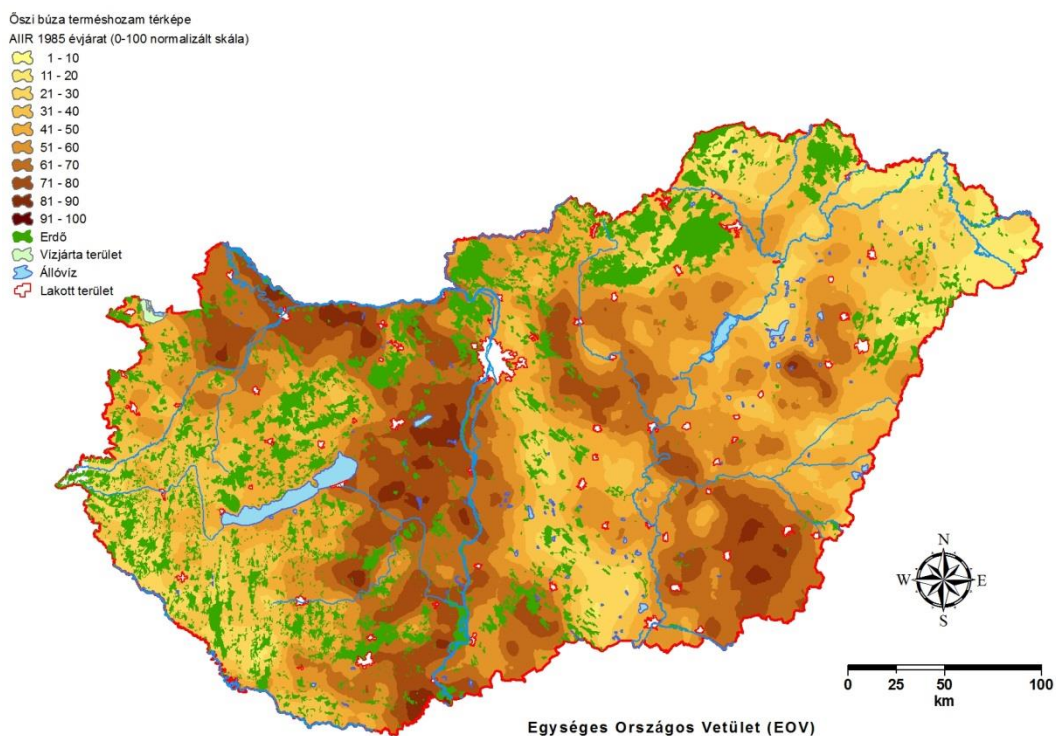


XV. ábra
AIIR adatbázis alapján készült 1989-es (átlagosan aszálymentes) év kukorica terméshozam térképe (KOC SIS, 2015¹)



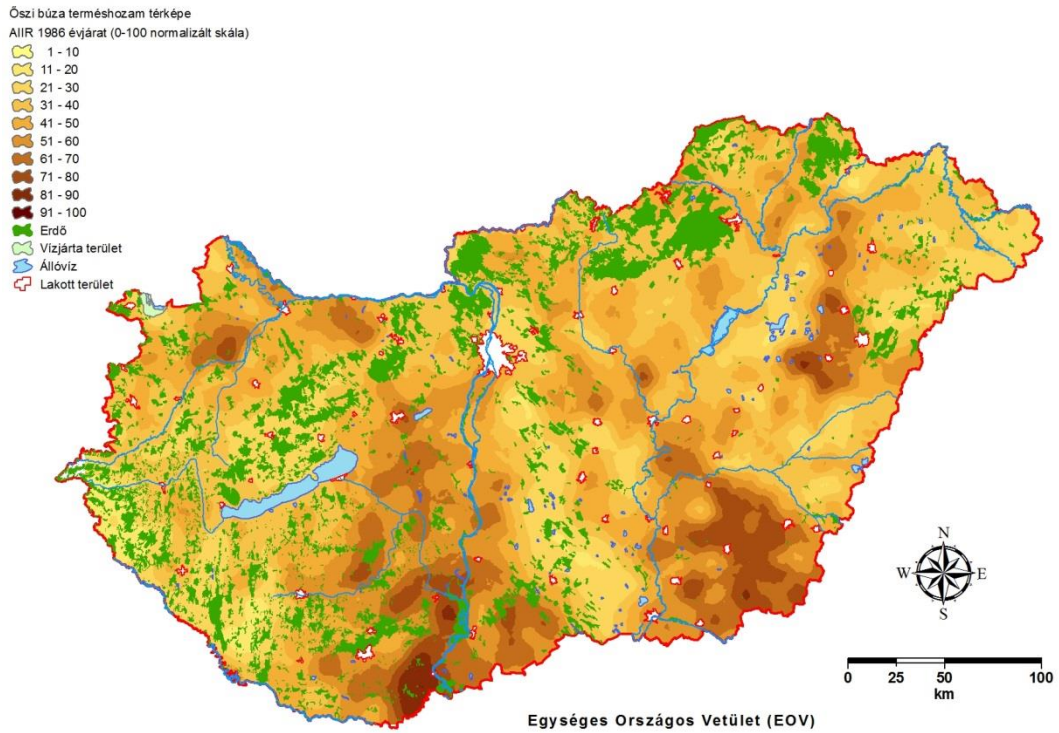
XVI. ábra

AIIR adatbázis alapján készült 1985–1989-es időszak kukorica terméshozam térképe (KOC SIS, 2015¹)



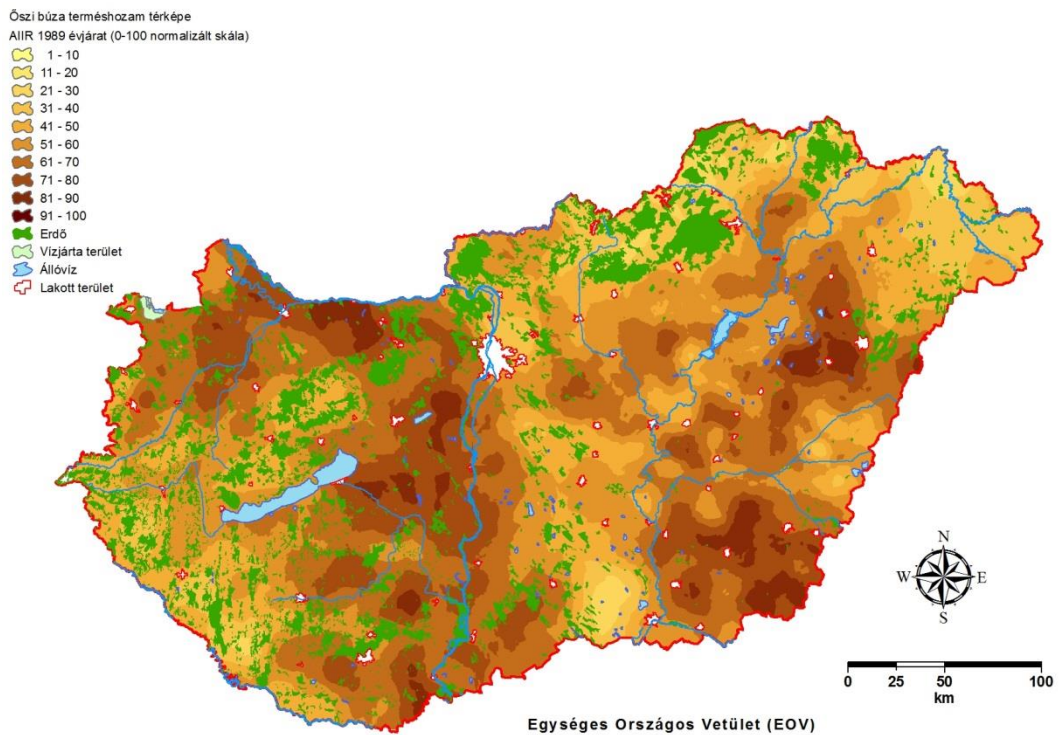
XVII. ábra

AIIR adatbázis alapján készült 1985-ös (átlagosan aszálymentes) év őszi búza terméshozam térképe (KOC SIS, 2015¹)



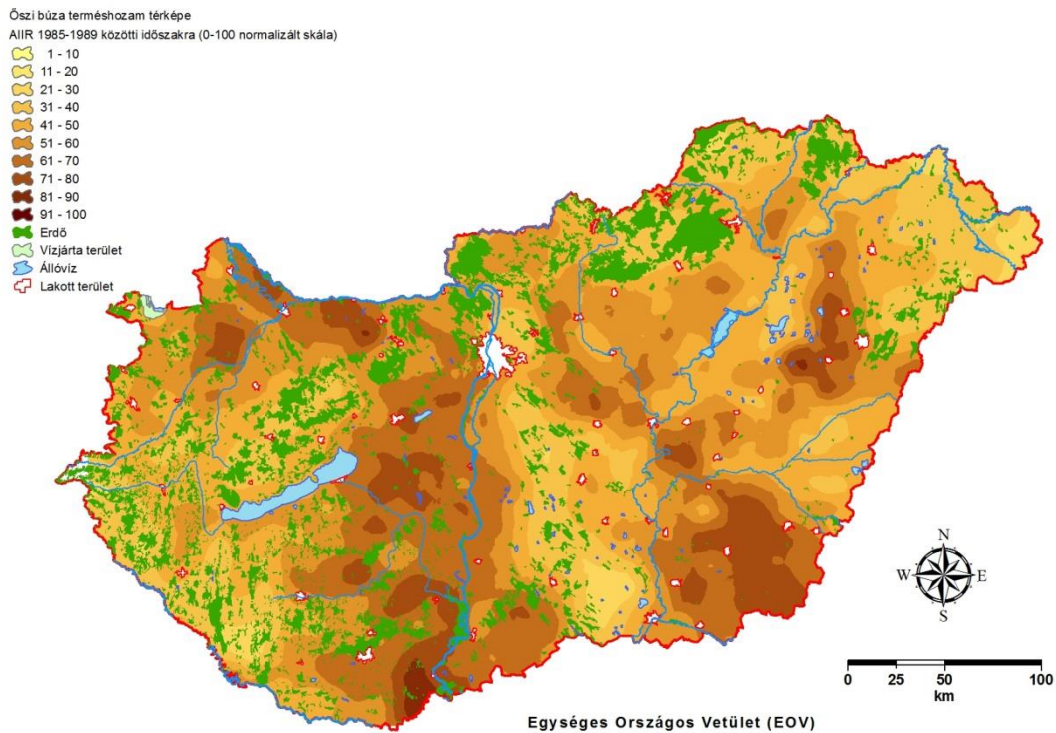
XVIII. ábra

AIIR adatbázis alapján készült 1986-os (átlagosan enyhén aszályos) év őszi búza terméshozam térképe (KOC SIS, 2015¹)

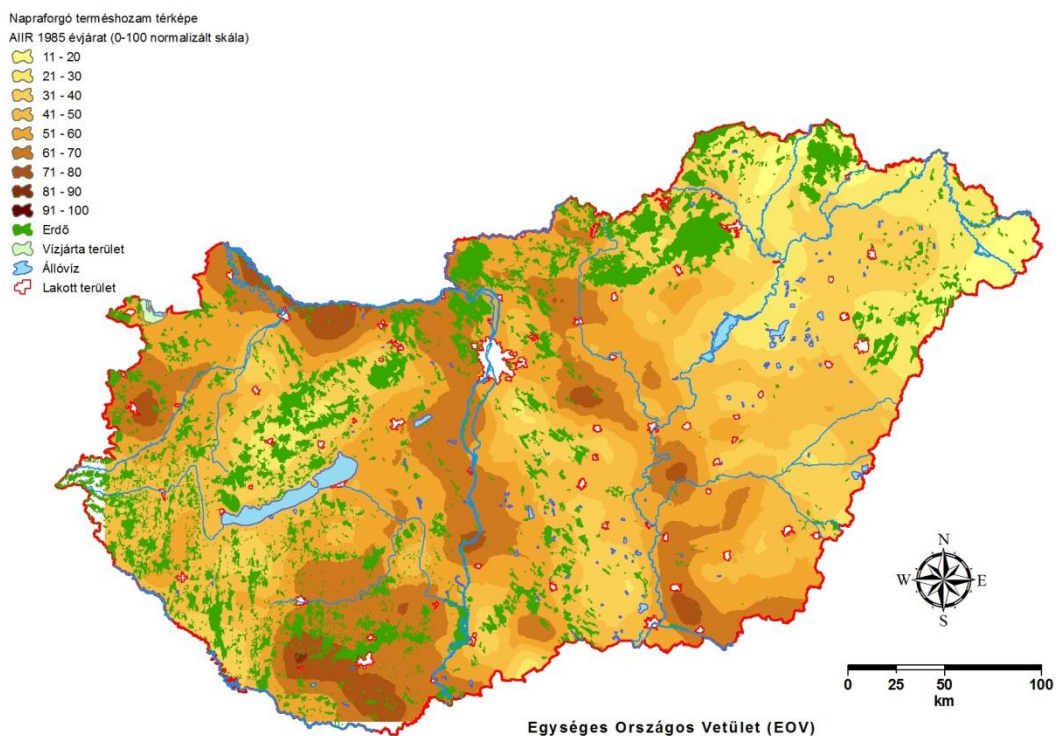


XIX. ábra

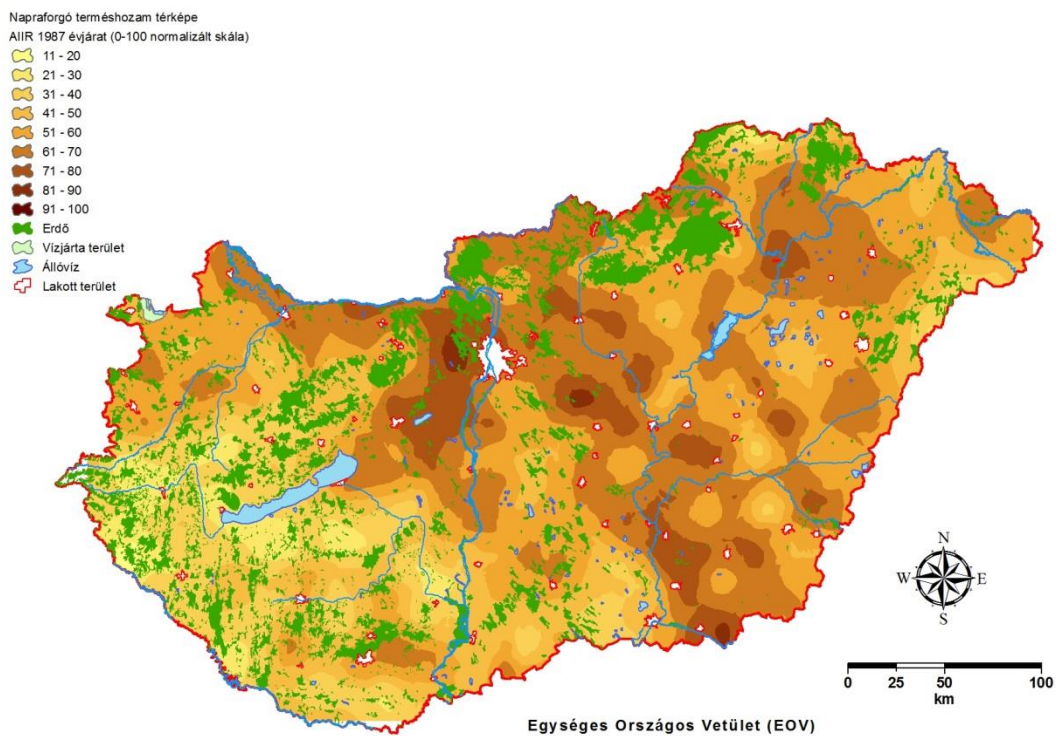
AIIR adatbázis alapján készült 1989-es (átlagosan aszálymentes) év őszi búza terméshozam térképe (KOC SIS, 2015¹)



XX. ábra
AIIR adatbázis alapján készült 1985–1989-es időszak őszi búza terméshozam térképe
(KOC SIS, 2015¹)

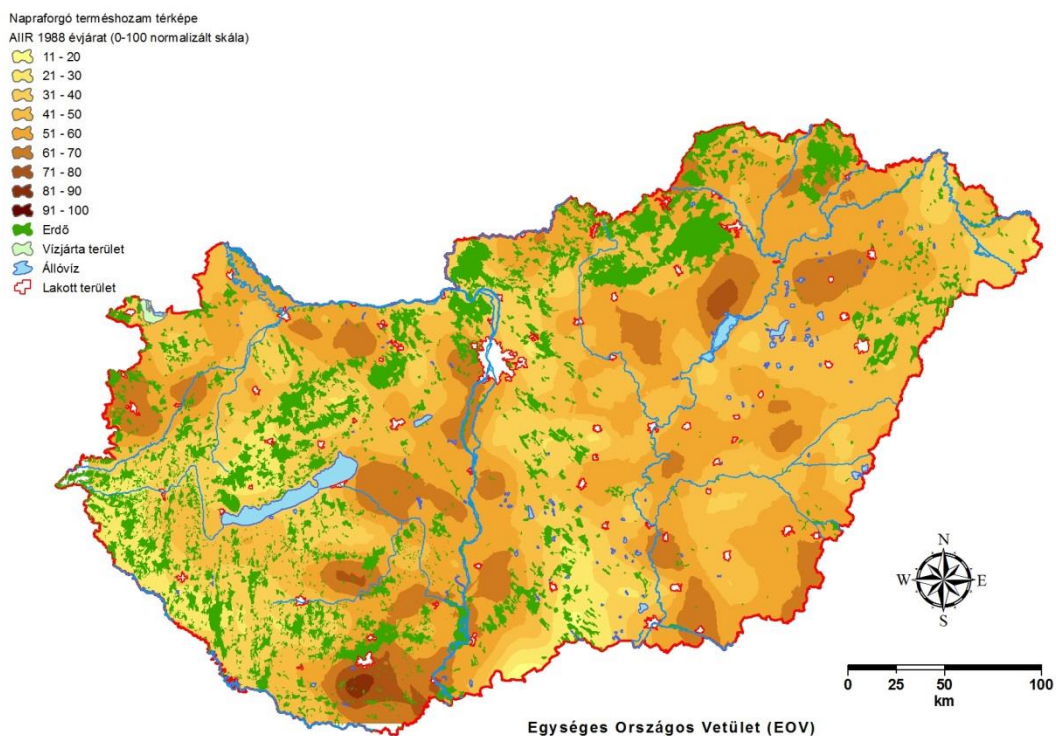


XXI. ábra
AIIR adatbázis alapján készült 1985-ös (átlagosan aszálymentes) év napraforgó
terméshozam térképe (KOC SIS, 2015¹)



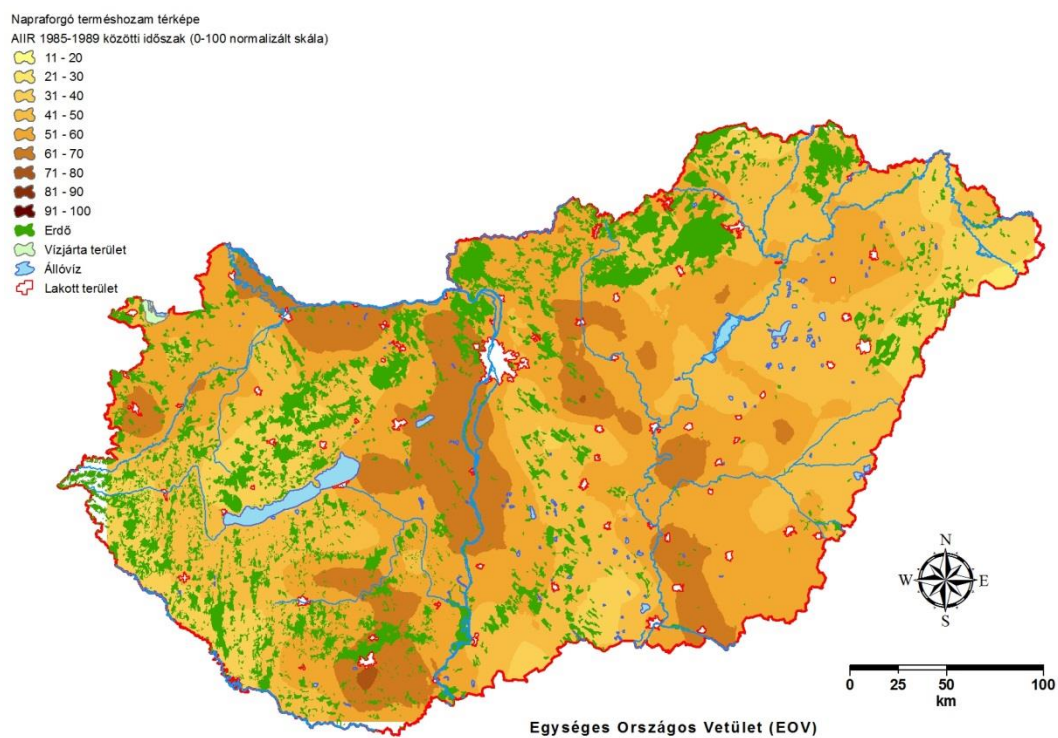
XXII. ábra

AIIR adatbázis alapján készült 1987-es (átlagosan enyhén aszályos) év napraforgó terméshozam térképe (KOC SIS, 2015¹)



XXIII. ábra

AIIR adatbázis alapján készült 1988-as (átlagosan enyhén aszályos) év napraforgó terméshozam térképe (KOC SIS, 2015¹)



XIV. ábra

AIIR adatbázis alapján készült 1985–1989-es időszak napraforgó terméshozam térképe
(KOC SIS, 2015¹)

Megjegyzés: ¹KOC SIS, 2015-ként megjelölt ábrák a doktori (PhD) dolgozathoz készültek.

Keszthely, 2016. február 25.