

METEOROLÓGIAI INFORMÁCIÓK HASZNOSÍTÁSA MEZŐGAZDASÁGI DÖNTÉSTÁMOGATÓ RENDSZEREKBE

UTILIZATION OF METEOROLOGICAL INFORMATION IN AGRICULTURAL DECISION SUPPORT SYSTEMS

Rácz Csaba, Nagy János, Dobos Attila Csaba

Debreceni Egyetem, AGTC Földhasznosítási, Műszaki és Területfejlesztési Intézet,
4032 Debrecen, Böszörményi út 138. raczcs@agr.unideb.hu, nagyjanos@agr.unideb.hu, dobosa@agr.unideb.hu

Összefoglalás. A Debreceni Egyetem, Agrár- és Gazdálkodástudományok Centrumának Földhasznosítási, Műszaki és Területfejlesztési Intézete 2009-ben kezdte meg elsősorban a Tiszántúlon (gyümölcsös, szántóföld) több mint 30 állomásból álló, s jelenleg is bővülő agrometeorológiai mérőhálózatának kiépítését. A mérőhálózatra, valamint a debrecen-kismacsi és -látóképi obszervatórium kutatási és együttműködési eredményeire támaszkodva olyan ágazatspecifikus döntéstámogató rendszer kiépítését céloztuk meg, melynek elsődleges operatív területei a fajspecifikus vízstresszhelyzetek felmérése, a fagyvédelmi és a növényvédelmi beavatkozások optimális időpontjának meghatározása.

Abstract. In 2009, Institute for Land Utilisation, Regional Development and Technology of the Centre for Agricultural and Applied Economic Sciences of University of Debrecen started to build up its still extending agrometeorological measurement network mainly in the Trans-Tisza region (orchards, plough-lands) which consists of 30 stations. Based on this network and the results of research and cooperation between the Debrecen-Kismacs and Látókép observatories, we set the aim to build a sector-specific decision support system whose primary operative areas are assessment of species-specific water stress situation and determination of the best timing of frost and crop protection operations.

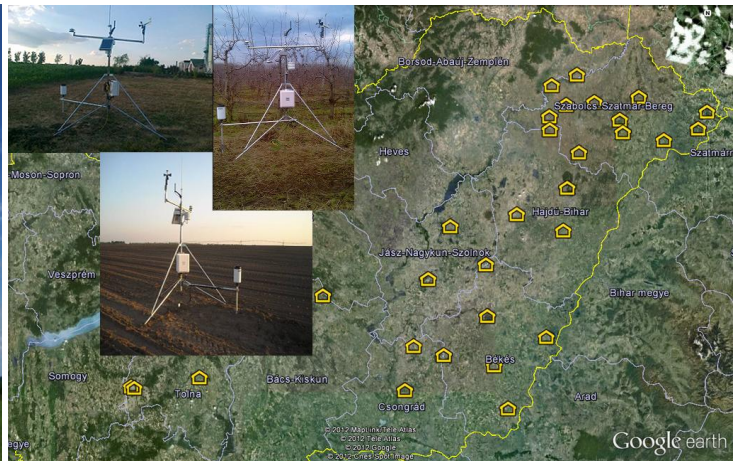
Bevezetés. Hazánk medencejellegeből és változékony, kontinentális klímájának sajátosságaiból adódóan a mezőgazdasági termelésnek, különösen a növénytermesztés ágazatának a kezdetektől fogva szembe kellett néznie a gyakran káros időjárási hatásoknak való nagyfokú kitettségével. Térségünkben éppúgy számolni kell a hosszan

önmagában is veszélyes mértékben növeli a növénytermesztés klímaérzékenységét.

Agroökonómiai szempontból kritikus, hogy a gazdálkodó képes-e stabil mennyiségi és minőségi színvonalú termelést megvalósítani, végeredményben a beruházásainak megtérüléséhez szükséges szintet elérni és fenntartani.



1. ábra: A DE-AGTC Agrometeorológiai Obszervatóriumának mérőkertje



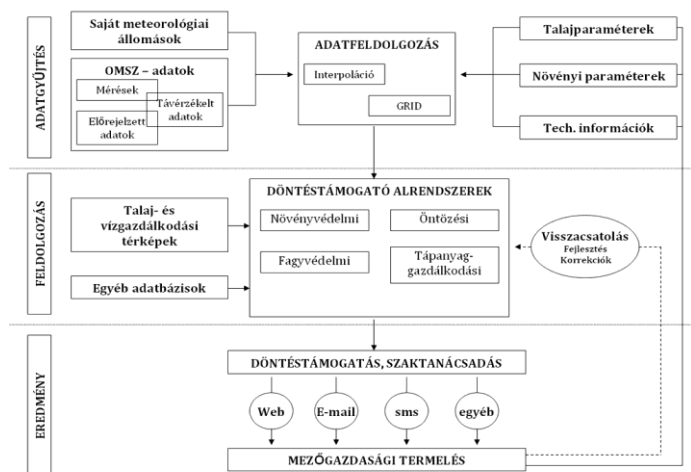
2. ábra: Az eAGRO állomáshálózata 2012 nyarán

tartó szárazság, aszály, illetve a forró napok stresszhatásával, mint a vízborítás, időnkénti áradások, valamint a téli extrém lehűlések, a korai-kései fagyok és a heves időjárási események okozta termés kieséssel. Az alkalmazkodás nehézségét jelentős részben éppen ez a többirányú kitettség adja, s még ha a feltételezett klímaváltozás következményeivel nem is számolunk, a termés intenzitásának növekedése, a magasabb termésszint

ni. Nyilvánvaló az is, hogy a termés színvonalát, biztonságát emelni hivatott berendezések – legyen szó öntözérendszerről vagy akár fagyvédelmi rendszerről – csak magas hatékonyság mellett üzemeltethetők gazdaságosan. Ennek eléréséhez a meghatározó meteorológiai tényezők természeténél fogva igen nagy mennyiségű naprakész és könnyen alkalmazható információra van szükség. Az elérhető legnagyobb pontosság mellett agrár-

információs döntéstámogató rendszerünk, az eAGRO fejlesztése során elsősorban e két szempontot tartottuk és tartjuk szem előtt.

A rendszerfejlesztés háttere, finanszírozása, története. A DE AGTC-ban folyó agrometeorológiai kutatások közel 100 éves múltra tekintenek vissza. Az egyetemen működő, fennállásának idén 60. évfordulóját ünneplő Agrometeorológiai Observatóriumnak (1. ábra) köszönhetően, hazai összehasonlításban egyedülálló módon



3. ábra:
Az eAGRO döntéstámogató rendszer működésének sematikus rajza

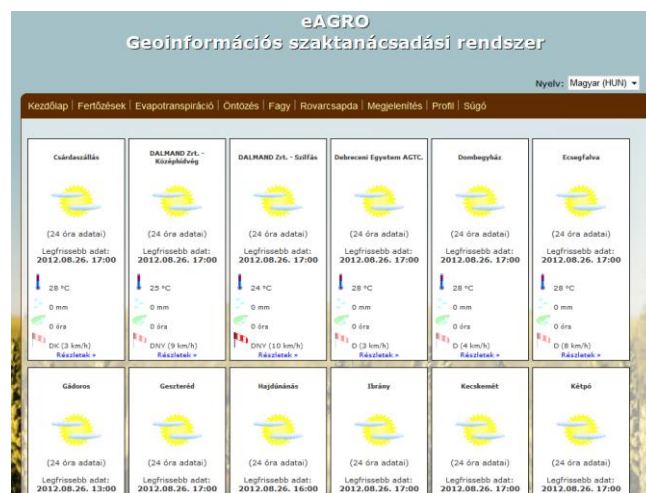
több évtizedes adatsorok állnak rendelkezésre akár klímamodelllezési, vagy természetstechnológiai optimalizációs kérdések (öntözés, tápanyag, növényvédelem), illetve egyéb feladatok megoldásához. Ugyanakkor az Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSZ) közös beruházás keretében a megvalósított fejlesztések korszerű alapot biztosítanak Magyarország klímaviszonyainak megismerésére, elemzésére. A megújult infrastrukturális háttér, a korszerű eszközök és a kutatási program eredményei országos és nemzetközi szinten is kiemelkedőek. A közös fejlesztések nyomán Debrecen-Látóképen az egyetem második agrometeorológiai kutatóállomása szintén megújult, magas színvonalú, állományklíma méréseket és fenológiai megfigyeléseket is magába foglaló mérési programmal rendelkezik. A két mérőállomás együttvéve kiváló alapot nyújt az alapvető céljaink megvalósításához.

A TECH-08 „Minőségi termelés és termésbiztonság növelése korszerű vízgazdálkodással és öntözéssel” projekt keretében, a Debreceni Egyetem Agrár- és Gazdálkodástudományok Centruma (DE AGTC), a KITE Mezőgazdasági Kereskedelmi és Szolgáltató ZRt-vel és az MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézetrel közösen indított K+F+I programot. A fejlesztés eredményeként felhasználóbarát és a lehető legszélesebb felhasználói kör (mezőgazdasági vállalatok, családi gazdaságok) távoli hozzáférést biztosító európai színvonalú agrár-információs rendszer (eAGRO) jött létre.

A kialakított platformmal szembeni legfontosabb elvárások:

- pontos, megbízható agrometeorológiai adatok gyűjtése,
- a mérés pontosságának folyamatos fenntartása, kalibrálás,
- kétirányú fejlesztési és adatszolgáltatási kommunikáció.

A rendszer legfontosabb funkciói:



4. ábra: Az eAGRO webes monitoring-felületének óras áttekintő oldala

- adatgyűjtés, adatmegjelenítés
- meteorológiai adatok alapján agrár-specifikus (öntözés, növényvédelem, növényi fejlődés és növekedés, fagyelőrejelzés) modellezés,
- információk célorientált eljuttatása a felhasználókhöz (web, mobiltelefon, SMS).

A rendszer fejlesztésén belül különösen nagy hangsúlyt fektetünk a különböző becslő eljárások, algoritmusok, modellek hazai viszonyokra történő adaptációjára. Alapkutatási feladataink gerincét jórészt az ehhez kapcsolódó verifikációs, validációs és kalibrációs tevékenységek jelentik.

Az eAGRO-rendszer felépítése, működése. A rendszer alapját a 31 egyedileg konfigurált állomásból álló agrometeorológiai mérőhálózat jelenti, melyet folyamatosan, a 2012-es évben is további 7 állomással bővítünk. A hálózat e pillanatban elsősorban az alföldi keleti területeire koncentrálna 7 megyére terjed ki, a területi lefedettséget a 2. ábra mutatja be. Az állomások összesen 7 paramétert mérnek 5 másodperces mintavételezéssel, majd 10 perces időlépcsővel GPRS-en keresztül továbbítják az adatfeldolgozó központba.

A mért környezeti paraméterek:

- léghőmérséklet, relatív nedvesség (2 m)
- globálsugárzás/sugárzási egyenleg
- szélsebesség és szélirány
- csapadék
- levélnedvesség tartama

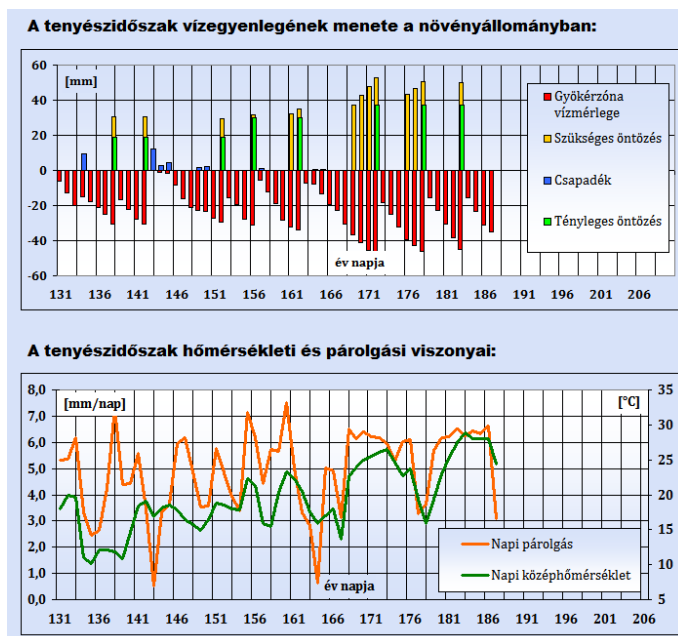
- talajhőmérséklet
- talajnedvesség (0-30, 30-60, 60-90 cm mélységben)

Az eAGRO működéséhez szükséges alapadatok másik nagy csoportját a növényállományok egyéb paraméterei jelentik, melyeket részben saját mérések, vizsgálatok alapján feltöltött adatbázisok, részben pedig a felhasználó által megadott adatok képeznek. Előbbi csoportba tartoznak a részletes talajadatok, így a különböző fizikai félésegekhez tartozó vízkapacitási határértékek, viszonyszámok. A rendszer által a gazdálkodótól igényelt valamennyi megadandó paraméter azonban - így a növényi fejlettséget jellemző fenológiai paraméterek, a különböző agrotechnikai-technológiai paraméterek és a talajadottságok - egyaránt kész adatbázisokból választható ki. Ez egyrészt a felhasználó munkájának könnyítését, másrészt a helytelen inputokból származó hibalehetőségek kiküszöbölését célozza, összességében pedig a minél hatékonyabb és pontosabb rendszerhasználatot segíti elő. A 3. ábrán látható működési séma alapján az alapadatok elsődleges feldolgozása után megtörténik azok interpolációja, GRID-rácspontokra történő kiszámítása, mellyel le-

vízgyenlegét, növényvédelmi értelemben vett kórtörténetét, stb.

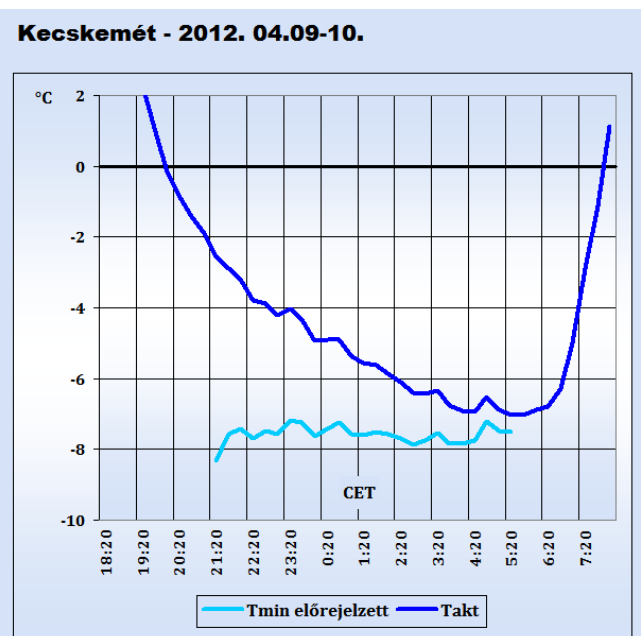
A rendszer outputjainak közzététele, maga a döntéstámogatási vagy szaktanácsadási tevékenység többféle médiumon keresztül valósul meg. Elsődlegesen a rendszer egyelőre védett webes felületén érhetőek el a különböző produktumok, amit az e-mail és sms alapú riasztási szolgáltatás egészít ki. Mindezek mellett szaktanácsadási- és diszpécserközpont kialakítását is tervezzük a DE-AGTC területén, mely közvetlen adatszolgáltatással és képzések lebonyolítása révén segítheti majd a gazdálkodókat a hatékony rendszerhasználatban.

Az eAGRO legalapvetőbb funkciója a környezeti monitoring, azaz a mért adatok áttekintése 10 perces, órás, vagy napi bontásban, valamint az archív adatok lekérdezése, mely egyaránt történhet numerikus vagy grafikus felületen. A 4. ábrán a rendszer 1.0 verziójának áttekintő felülete látható az állomások legfrissebb órás adataival <http://www.e-agrossystem.hu>.



5. ábra: Példa az öntözési döntéstámogató rendszer működésére: öntözési szükségletek zöldben tesztnövénynél a 2012-es tenyésztésidőben Dalmand-Szilfás állomáson

hetővé válik a térképes feldolgozás és vizualizáció. A tulajdonképpeni feldolgozási szakaszban különböző becsülő algoritmusokkal, illetve egymásba ágyazott modell-szubmodell komplexumokkal állítjuk elő az egyes döntéstámogatási alrendszerek kimeneti értékeit. Ezen a szinten történik meg a talaj- és vízgazdálkodással kapcsolatos információk integrációja, valamint az egyéb adatbázisok bevonása az adattaszimuláció folyamatába, pl. adminisztratív adatok felhasználó- illetve táblaazonosítás céljából. Utóbbi célja a tábla- vagy állományalapú adatbázis kezelés, mely lehetővé teszi, hogy a gazdálkodó akár minden egyes tábláját külön adatbázisként vezethesse annak egyedi adottságaival, és követhesse nyomon



6. ábra: A fagyvédelmi döntéstámogató rendszer tesztüzeme 2012. 04.09-10-én, Kecskemét állomáson (T_{min} előrejelzett: a modell által előrejelzett hajnali minimumhőmérséklet, T_{akt} : a ténylegesen mért hőmérséklet értékei)

A továbbiakban a döntéstámogató alrendszerek közül az öntözési- és a fagyvédelmi rendszert mutatjuk be röviden:

Öntözési DT-rendszer. Döntéstámogató rendszereink legösszetettebb modellrendszerének a FAO ajánlások (Allen et al, 1998.) nyomán létrehozott öntözési alrendszert tekinthetjük, melynek alapvető funkciója a növényállomány mindenkorai vízmérlegének térbeli és időbeli modellezése. Jelentős bemenő adatigénye mellett számos szubmodellt integrál, mint pl. többféle párolgási modell, illetve növényfejlődési modell.

A rendszer óránként frissül és napi alapon számol, kimenete az állomány gyökérterének vízegyenlege, melyet az adott állomány vízigényének ismeretében a felhasználó számára tovább alakít aktuális öntözési igényre, azaz naponta tesz javaslatot a mm-ben kifejezett öntözési szükségletre, vagy annak szükségtelenségére. A gazdálkodó táblánként külön profilokat hozhat létre, ezeken követheti nyomon állományainak vízegyenlegét, s az alapvető inputokon kívül lehetősége van akár hatékonysági, vagy saját öntözési stratégiáját jellemző faktorokat is megadni, melyek alapján a rendszer tökéletesen személyre szabott, közvetlenül felhasználható információval látja el. Az 5. ábra egy feltételezett állomány vízegyenlegének és öntözési szükségleteinek modell szerinti alakulását mutatja be a 2012-es igen száraz tenyészidőszak adatai alapján. A rendszer ekkor igen gyakran jelez öntözővíz igényt, melyet egyéb iránt a mérések által tanúsított alacsony talajnedvességi értékek alá is támasztanak.

Az öntözési döntéstámogató rendszer egyike azon alrendszerünknek, melyek kapcsán rövid távon is célul tűztük ki numerikus időjárás-előrejelző modell outputok integrálását. Már a csapadékviszonyok adott bizonytalansági szinten történő 1-3 napos előrejelzése is jelentősen növelné a rendszer kimeneteinek használati értékét, ennek megvalósítása érdekében e sorok írásakor az OMSZ közreműködésével vizsgáljuk az előrejelzési termékek bevonásának módjait.

Fagyvédelmi DT-rendszer. Ugyancsak FAO-alapokon (Snyder - De Melo-Abreu, 2005.) nyugvó fagyjelző alrendszerünk kimenete két fő elemből tevődik össze. Mindenekelőtt a napnyugta után két órával mért léghőmérséklet és légnedvesség adatokból becslést ad a napkelte idejére várható minimumhőmérsékletre, ezen felül modellezi a hőmérséklet csökkenésének óras menetét. A fagyvédelem megkezdésének időzítésére a gazdálkodó által megadott riasztási küszöbérték szolgál, a rendszer becslést készít arra is, hogy a kiválasztott paraméter (hőmérséklet vagy nedves hőmérséklet) az éjszaka folyamán mikor veszi fel ennek értékét. A gazdálkodó automatikus tájékoztatásának megkezdésére újabb küszöbérték szolgál, ennek elérésétől kezdve a rendszer kívánság szerinti gyakorisággal sms vagy e-mail üzenetet küld a legfrissebb számítások eredményéről.

A modellezés alapját az analóg esetek képezik, ezért szükséges egy, a védelmet igénylő helyszín korábbi jellegzetes fagyeseményeinek paramétereit tartalmazó adatbázis felvétele. Az előrejelzés így értelemszerűen az ezen esetekhez leginkább hasonlatos feltételek fennállásakor lesz a legsikeresebb. A modell 20 percenként frissül az aktuális mért adatokkal, majd újabb becslést végez, ami jelenleg a rendszer egyetlen eszköze az időközben történő változások lekövetésére. Amellett, hogy modellünk a

2012 áprilisában tapasztalt fagyok idején indított tesztüzemben elvárásainkat felülmúlva teljesített (példaként ld. a 6. ábrát), az előrejelzési modellek kimeneteinek a modellbe történő integrálása – leginkább az időelőny növelése terén – szintén új távlatokat nyithat.

Fejlesztési irányvonalak. Az eAGRO-rendszer további fejlesztési területei vázlatosan:

- állomáshálózat bővítése
- alapkutatói feladatok: algoritmusok, szubmodullek tesztelése, kalibrációja
- talaj- és növény adatbázis folyamatos bővítése, kontrollja
- távérzékelt adatok integrációja
- nagyfelbontású időjárás előrejelző modell-kimenetek integrációja
- webes felület továbbfejlesztése

Összefoglalás. Napjainkra a mesterséges ökoszisztémák produkciós érzékenysége nagymértékben növekedett a magas genetikai potenciál és a környezeti, elsősorban klimatikus, tényezők gyakran szélsőséges változása miatt. A termelési kockázat, illetve a káresemények volumenének növekedése következtében felmerülő igények nyomán a DE-AGTC olyan komplex mezőgazdasági döntéstámogató és szaktanácsadási rendszer kiépítését tűzte ki célul, mely célorientált agrometeorológiai mérésekre alapozva elősegíti a károk megelőzését, mérséklését, illetve megbízható háttérinformációt szolgáltat adott stresszhatás környezeti körülményeire. Az eAGRO-rendszer mindezen kívül ideológiai síkon is funkcionál, hiszen mind szorosabb együttműködést feltételez az elmélet és a gyakorlat, illetve tágabb értelemben a meteorológia és a mezőgazdaság tudományterületei között.

Köszönetnyilvánítás. A kutatásokat a TECH-08 „Minőségi termelés és termésbiztonság növelése korszerű vízgazdálkodással és öntözéssel” és az FP-7 REGPOT „Kutatási potenciál fejlesztése a térinformatika, precíziós mezőgazdaság, földhasználat és vidékfejlesztés területén” című projektek támogatták.

A közlemény a Debreceni Egyetem tudományos képzési műhelyeinek támogatása című TÁMOP-4.2.2/B-10/1-2010-0024 projekt támogatásával jött létre.

Irodalom

- Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D. and Smith, M., 1998. Crop evapotranspiration. Guidelines for computing crop water requirements. *FAO Irrigation and Drainage*. Paper No. 56. FAO, Rome
- Snyder, R. L. and De Melo-Abreu, J. P., 2005. Frost protection: fundamentals, practice and economics. *Vol 1-2. FAO Environment and Natural Resources series*. No. 10. FAO, Rome