

Big Data technológiai megoldások fejlesztése közvetlen mezőgazdasági tevékenységekhez

5.2 Szuperszámítástechnika a tudományos kutatásban, fejlesztésben és innovációban (beszámolók, eredmények, demók)

Szármes Péter, Dr. Élő Gábor
Széchenyi István Egyetem
9026 Győr, Egyetem tér 1.

1 Bevezetés

Az információk hatékony felhasználása mezőgazdasági termelésnél is nagymértékben hozzájárulhat a versenyképességhez. A precíziós mezőgazdaság egy átfogó mezőgazdasági menedzsment rendszer, amely számos technológiát integrál (GPS, földrajzi információs rendszer, változtatható művelési sebességek, szenzorrendszerek, stb.). A modern technológia segítségével csökkenthető a termények termelési költsége és környezetszennyezés kockázata.

A mezőgazdaság terén problémát jelent az is, hogy sok tudás és információ áll rendelkezésre, de ezek elszórva találhatók meg, emiatt értékteremtő felhasználásuk nem könnyű. A termelőknek sokszor nagyon kevés ideje áll rendelkezésre információk felkutatására, ezért olyan információs szolgáltatásokra és IT rendszerekre lenne szükségük, amelyek rendkívül gyorsan, integráltan és testre szabottan nyújtja az igazán releváns információkat.

Az AgroDat K+F projekt neves ipari és tudományos partnerekkel arra törekszik, hogy egy nagy, országos méretű mezőgazdasági információs rendszert építsen fel Magyarországon. A projekt informatikai fejlesztései szorosan kapcsolódnak a mezőgazdasági termelés sajátosságaihoz, és a mezőgazdasági tudás bővítésére, ezáltal pedig a hatékonyabb és költségtakarékosabb termelés megvalósítására irányulnak. A projekt célja Magyarország növénytermesztéssel foglalkozó vidékein történő, termesztéssel összefüggő környezeti tényezőket és emberi tevékenységeket leíró strukturált és strukturálatlan adatok elemzés egy növénytermesztési tudásközpont létrehozása érdekében. Az információs rendszer képes lesz javaslatokat és előrejelzéseket tenni a termesztés egyes lépései és a várható hozam összefüggéseivel kapcsolatban, ezáltal Magyarország növénytermesztéssel foglalkozó vidékein egy széles körű adatgyűjtő és adatfeldolgozó infrastruktúrára épülő értéknövelt szolgáltatások jöhetnek létre. A rendszer tervezése során arra törekszünk, hogy képes legyen hatalmas adattömegek gyors és hatékony kezelésére hardver és szoftver oldalról egyaránt.

2 Modern technológiák a mezőgazdaságban

A precíziós gazdálkodás olyan informatikára és technológiára alapozott farm menedzsment rendszer, amely azonosítja, elemzi és irányítja a műveleteket a változó termőhelyi feltételek között az optimális jövedelmezőség, a fenntarthatóság (sustainability) és a termőföld védelme érdekében (Earl et al, 1996). A rendszer, mint egy vezetői információs rendszer nem csak a mért adatokat tartalmazza, hanem az adatfeldolgozó eszközöket is, amelyek használható információvá transzformálják az adatokat.

A precíziós gazdálkodási technológia meghonosításában Magyarország jó helyen áll az európai kontinensen. A legkorszerűbb mérés-technikai alkalmazásokra épülő technológia a KITE Zrt. szakértői szerint jelentősen javíthatja a magyar agrárvállalkozások piaci lehetőségeit a hagyományos technológiát alkalmazó versenytársaikkal szemben, mert összességében 5-10%-os versenyelőnyt biztosíthat (agrarszektor.hu, 2013).

A precíziós mezőgazdaság fő törekvése a termőföldek helyérzékeny művelése. A termelési viszonyok a földeken mind térben, mind időben folyamatosan változnak (talajtulajdonságok, vízháztartás, vegyszerezés stb.). A változások feltérképezése, elemzése, a szükséges beavatkozások tervezése és irányítása komoly informatikai feladat (Németh et al, 2007).

A 21. században a precíziós mezőgazdaság a mennyiségi termelést kissé háttérbe szorítva a kiegyenlített minőségi növénytermelés egyik lehetséges útját vetíti elénk. A technológia elektronikai és számítógépes technikát integrál a maximális gazdaságosság érdekében, miközben a környezeti és a természeti erőforrásoknak is maximális védelmét biztosít (Sági, 1996). A gazdasági előny mellett tehát a környezetvédelmi megfontolás is érvényesül.

A mezőgazdasági termelés növelésének napjainkban járható útja a már meglévő (és inkább csökkenő) területeken történő hatékonyabb gazdálkodás, mert a termőterületek jövőbeli növelése már nem igazán lehetséges. Az intenzív gazdálkodásnál a termés növeléséhez lényegében a következő lépésekre van szükség (Varga-Haszonits, 1997):

- bőven termő, a helyi viszonyokhoz jól alkalmazkodó fajtákat kell kinemesíteni,
- növelni kell a talajok termőképességét megfelelő talajműveléssel, helyes vetésváltással és korszerű trágyázási eljárásokkal,
- hatékony védelmet kell biztosítani a növényi betegségek, az állati kártevők és a gyomok ellen,
- az időjárás kedvező hatásait ki kell használni, a kedvezőtlen hatásokat pedig lehetőség szerint elhárítani.

3 Szenzoros és kérdőíves adatgyűjtés

A fenti lépések mindegyikének megfelelő megvalósításához nagy mennyiségű adatot kell gyűjteni és elemezni. Az első pont esetében elsősorban kísérletekben kell méréseket végezni és adatokat értékelni. A második pontnál talajvizsgálatokat kell végezni, az eredményeket összevetni a termesztendő növények igényeivel, illetve meghatározni a szükséges tápanyagpótlást, a trágyázás módját, idejét. A harmadik pont esetében figyelni kell a növények fejlődését, a terület gyomosodását, hogy szükség esetén be lehessen avatkozni. A negyedik esetben pedig az időjárás figyelésével, előrejelzésével kell felkészülni a különböző mezőgazdasági tevékenységekre.

A tervezett rendszer a növények állapotáról és a környezeti feltételekről (talajnedvesség, talajhőmérséklet, léghőmérséklet, csapadék, napsugárzás, stb.) nagy mennyiségű adatot gyűjt. Az adatok nagy része szenzorhálózat segítségével biztosítható, a szenzorok sok helyen akár percenként végeznek méréseket. A szenzorok által biztosított elsődleges adatok GSM hálózaton keresztül kerülnek a központi szerverekre.

Az adatgyűjtés gyakorlati megvalósítása szempontjából döntő kérdés, hogy milyen adatokat kell követni, és ezeket hogyan lehet mérni. A következő szakaszban áttekintjük a növénytermesztés szempontjából fontos tényezőket és méréseket.

3.1 Szenzoros adatgyűjtés

A növények életfolyamatainak és környezettel való kapcsolatuknak az ismeretében lehet meghatározni azokat a (mérendő) tényezőket, amelyek hatással vannak a növények fejlődésére és a termés mennyiségére, minőségére. A projektben az alábbi tényezők szenzoros mérését mérlegeljük:

- légmozgás (szélsebesség, szélirány, légnyomás)
- csapadék (mennyiség és intenzitás)
- léghőmérséklet
- oxigén és szén-dioxid koncentráció
- vízgőztartalom
- napsugárzás (intenzitás és tartam)
- talajnedvesség, talajvíz-szint
- talajhőmérséklet

Az alábbiakban néhány konkrét szenzorpéldán mutatjuk be a szenzoros adatgyűjtés lehetőségeit.

Talajszenzorok segítségével mérhető a talaj vízpotenciálja, elektromos vezetőképessége (EC), a talajnedvesség, a talajhőmérséklet és a térfogati nedvességtartalom (VWC). Ezek az adatok felhasználhatók az öntözéstervezéshez, a növénybetegségek előrejelzéséhez, a talajlégzés méréséhez. A mérésekből következtetni lehet a talaj sótartalmára, ami főleg a szárazabb területeken jelentősen befolyásolhatja a növények fejlődését. A talaj vízpotenciáljának mérésével pedig következtetni lehet arra, hogy mekkora a növények számára felvehető vízmennyiség. Egy vízérzékelő szenzorral mérhető a talajvíz szintje és a talajvíz hőmérséklete, ami segíthet a talaj vízháztartásának követésében.



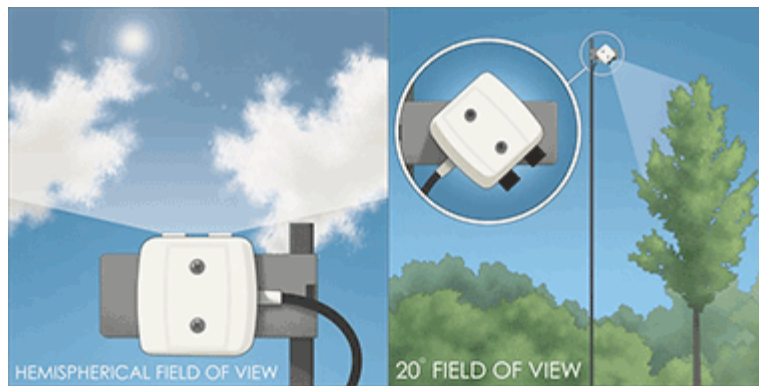
Decagon talajszenzorok (forrás: www.decagon.com)

Fényérzékelő szenzor segítségével mérhető a fotoszintetikusan aktív sugárzás intenzitása. Speciális szenzor segítségével mérhető a visszavert fény spektruma adott sávokban, amelyek alapján meghatározható az NDVI érték (Normalized Difference Vegetation Index) és a PRI érték (Photochemical Reflectance Index).

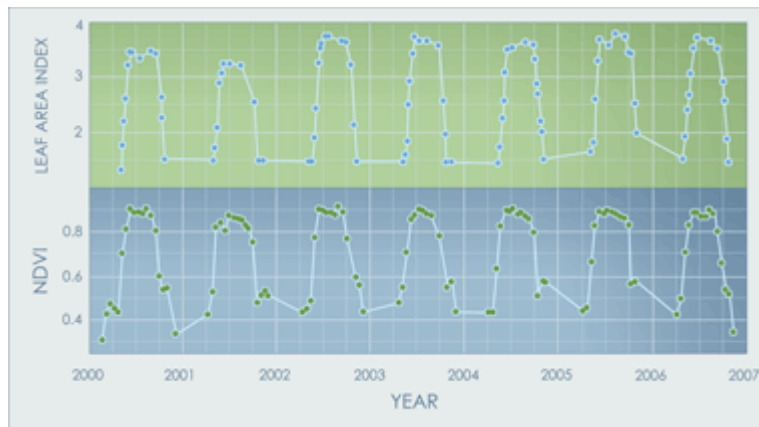


Decagon fotoszenzorok (forrás: www.decagon.com)

Ezek szorosan korrelálnak a fotoszintetikus aktivitással, a növényvegetáció fejlődésével (levélterület index), a biomassza mennyiségével, és a spektrális adatok elemzéséből következtetni lehet a növényeket ért stresszhatásokra is.



A felfelé és lefelé néző szenzor elhelyezése (forrás: www.decagon.com)



A LAI és az NDVI értékek korrelációja (forrás: www.decagon.com)

Szenzor segítségével mérhető a relatív légnedvesség, a léghőmérséklet és a vízgőznyomás. Ezekből az értékekből például a növények párologtatására lehet következtetni.



Légnedvesség, csapadék és szélérzékelő szenzorok (forrás: www.decagon.com)

A csapadékmérő szenzor a csapadék mennyiségéről ad információt, ami a terület vízháztartásának meghatározó tényezője. A szélmérő a szél irányát és sebességét méri, ez fontos meteorológiai tényező, és fontos lehet például a széllel szállított kórokozók terjedésének meghatározásánál.

A levélnedvesség szenzor a levélfelület nedvességének térbeli és időbeli kiterjedését méri, kimutatja a jégképződést. A szenzor vékony (0.65 mm) üvegyapottból készül, mely megközelíti egy egészséges levél teljes párolgási tulajdonságait, így a nedvesség kicsapódása és párolgása azonos mértékű, mint egy normál levélnél. Adatai hasznosak például a növénybetegségek előrejelzéshez, a permetezés előrejelzéséhez.



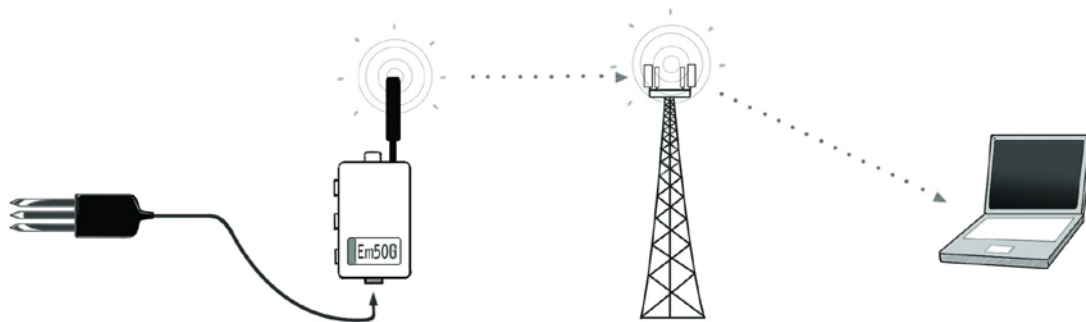
Levélnedvesség szenzor (forrás: www.decagon.com)

A meglévő szenzorok kombinálásából adódó szinergikus előnyök révén a fejlesztendő szenzorcsoport önmagában is innovatív értékkel fog rendelkezni, amely akár a projekttől függetlenül, más szereplők számára is hiánypótló termékként élhet tovább. Az egyedi

fejlesztés másodlagos célja a környezeti tényezőkre való felkészülés: eső, szél, erős napsütés, köd és hideg mind-mind más jellegű problémát okozhatnak egy elektronikai szerkezetben, amelyekre fel kell ezeket készíteni. Fontos fejlesztési cél még a szenzorok működéséhez szükséges energiaigény minimalizálása, ami ezen eszközöknél ugyanolyan probléma, mint az okostelefonok esetében: sok perifériával rendelkező eszközök korlátozott akkumulátor-kapacitással.

3.1.1 Szenzorkommunikáció

A szenzorkommunikáció tervezésénél az SDI-12 szabványt (Serial Data Interface at 1200 Baud) szeretnénk követni. Ez egy aszinkron, ASCII soros kommunikációs protokoll, amelyet kifejezetten intelligens szenzorokhoz fejlesztettek környezeti adatok méréséhez. Ezek a szenzorok jellemzően 12 V-os eszközök távoli helyeken, és egy adatgyűjtő egységhez kell kapcsolódniuk. Az adatgyűjtő egység „master” módban lekérdezi az adatokat a „slave” módban lévő szenzoroktól. Egy adatgyűjtő egység több szenzorral is képes kommunikálni. A digitális kommunikáció egy soros vonalon keresztül történik, az adatgyűjtő egység lekérdezi egy kiválasztott szenzor mérési adatait, a többi szenzor alvó módban várakozik, amíg nem hívják (SDI-12 Support Group).



A szenzorkommunikáció vázlata

Az adatgyűjtő egység mobilhálózaton keresztül kommunikál majd a szerverekkel, amelyek eltárolják az adatokat. Az adatgyűjtő egység egy beépített modemén keresztül naponta 4-6 alkalommal küldi a szenzoroktól begyűjtött adatokat a szerverekre. Az adatgyűjtő egységnél fontos tervezési szempont a könnyű kezelhetőség, a nehéz környezeti viszonyok tűrése és az energiatakarékosság.

3.2 Kérdőíves adatgyűjtés

Egyes indikátorok nem állíthatóak elő szenzoros adatfelvételtől származó adatokkal, hanem helyszíni lekérdezéseket fognak igényelni. Egyszerű példa erre az elvetett mag típusa. A tervezés egyik lépése azon tényezők meghatározása, melyek a szenzoros adatfelvétel körében nem, csak kiegészítő adatfelvétel során kerülhetnek a rendszerbe. Azt is meg kell határozni, hogy ezek az adatfelvételek milyen feltételek mentén történjenek: mit, hol, kitől, hogyan és milyen gyakran kell megkérdezni.

Az adatfelvétellel párhuzamosan fog történni a kiegészítő adatfelvétel: azon adatok begyűjtése, melyre a szenzoros hálózat nem képes. Az adatfelvételi specifikációban meghatározott időközönként elvégezzük a lekérdezést. Ez kérdésenként eltérő lehet: az elvetett magokra vonatkozó paraméterek begyűjtése várhatóan évente egyszer válik esedékessé, míg az alkalmazott növényvédő szerek mennyiségének, márkájának begyűjtésére akár heti rendszerességgel is sor kerülhet. Az adatok pontossága érdekében ugyanis szeretnénk minél kevésbé a résztvevők emlékezetére hagyatkozni.

A kiegészítő adatfelvételhez - az indikátorok és a szenzorok specifikációja alapján - összeállítjuk a kérdőíveket. Több kérdőívre is szükség van, mivel eltérő adatok eltérő időközönként kerülnek lekérdezésre és minimalizálni szeretnénk az esemény és a lekérdezés közti időtávot. Ennek másik előnye, hogy egyszerre nem kell majd hosszú kérdőívet kitölteni.

4 Adatfeldolgozás és vizualizáció

A szántóföldről származó adatok rendelkezésre állása önmagában még nem old meg egyetlen problémát sem, ehhez szükség van az adatok feldolgozására valamilyen döntéstámogató rendszer segítségével, amely cselekvési javaslatokat ad az adott helyzetre. Russo és Dantinne (Russo et al, 1997) a következő lépéseket tartja szükségesnek egy döntéstámogató rendszer létrehozásánál:

- Környezeti és biológiai állapotok és folyamatok azonosítása, amelyek megfigyelhetők és manipulálhatók a termesztés javítása érdekében
- Szenzorok és felszerelés kiválasztása ezen állapotok és folyamatok adatainak mérésére, rögzítésére
- A szántóföldi adatok gyűjtése, tárolása és továbbítása
- Az adatok feldolgozása, átalakítása hasznos információvá és tudássá
- Az információ és tudás megjelenítése olyan formában, amely segíti a döntések meghozatalát

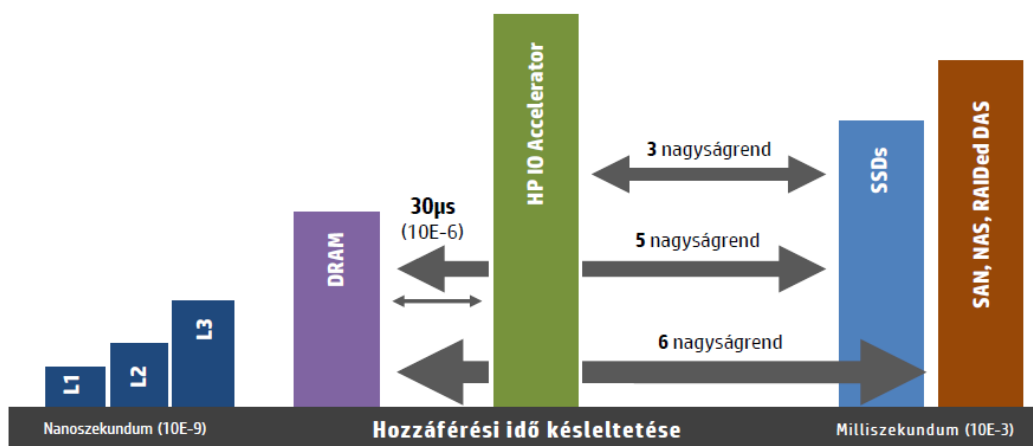
- Tevékenység kiválasztása a döntés alapján, amely a növénytermesztés számára előnyös módon változtatja meg az adott állapotot vagy folyamatot

A döntéstámogató információs rendszer hardver és szoftver elemekből épül fel, a következő szakaszokban ezeket mutatjuk be.

4.1 Hardver elemek

A projekthez speciális szuperszámítógépekre van szükség, amelyek gyors adatrögzítésre, nagy mennyiségű adat tárolására képesek, illetve támogatják a processzor-intenzív és a párhuzamosított számításokat is. A projekt komplex igényei csak megfelelően összeállított komplex architektúra segítségével elégíthetők ki.

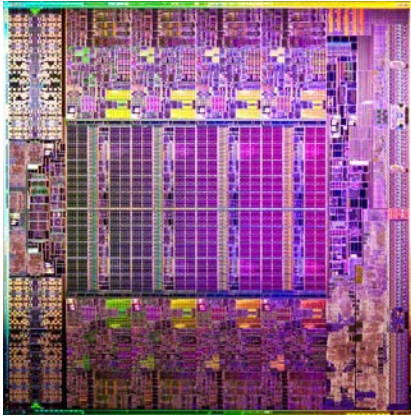
A szenzoroktól folyamatosan érkező nagy adatmennyiséget gyorsan kell tárolni adathordozókon, ehhez speciális tárolási megoldást kell fejleszteni. Az SSD meghajtók mellett alkalmazhatók speciális hardverelemek, amelyek nagy sebességű adattárolást biztosítanak. Hasonló technológiával rendelkezik például a HP StoreFast néven, amelynél lényegében egy célhardver gyorsítja fel az adattárolási műveleteket, ezáltal a normál SSD hozzáférési időknél nagyságrendekkel rövidebb hozzáférési idő biztosítható.



Adattárolási megoldások és hozzáférési idők (forrás: HP Magyarország)

Az évek alatt idővel hatalmas adatmennyiség halmozódik fel, amelyet el kell tárolni és biztosítani kell a gyors elérését a különböző elemzési algoritmusok működéséhez. Ennek érdekében viszonylag kis helyen nagy (több száz terabyte) adattárolási kapacitást kell biztosítani, amelyhez az adatfeldolgozást végző processzorok könnyen hozzáférnek.

Az elemzési és vizualizációs algoritmusok jellemzően kiemelkedő processzorteljesítményt igényelnek. Ehhez a legmodernebb processzorokra és grafikus processzorokra van szükség: Intel Xeon E5 processzorok, Xeon-Phi koprocesszorok és grafikus gyorsítók alkalmazását tervezzük.



Intel Xeon E5 processzor és Intel Xeon Phi koprocesszor (forrás: Intel)

Az erős processzorok mellett érdemes mikroszervereket is használni. A mikroszerverek olcsó, kisméretű, kis fogyasztású szerverek, amelyekből könnyen lehet számítógépklasztereket építeni. Sok olyan számítási feladat van, amelynek megoldásához nincs szükség egy sokmagos, nagyteljesítményű processzorra, hanem elegendő a kisebb számítási teljesítmény, csak sokszor kell elvégezni az adott számítást. Ezeknek a feladatoknak az elvégzésénél hatékonyabb nagyszámú gyengébb processzor alkalmazása. Ilyen feladat például egy weboldal statikus HTML komponenseinek megküldése több millió felhasználó számára.



Példák egy mikroszerver hardveres kialakítására (forrás: Dell, HP)

A projektben használandó algoritmusok egy része várhatóan jól párhuzamosítható lesz, és itt előnyösnek bizonyulhat a nagyszámú, bár kevésbé erős processzor. Ezen kívül a tervezett web

portált kiszolgáló szervereknél sincs szükség nagy számítási kapacitásra, és a felhasználói igények alapján megfelelő számú mikroszervert lehet rugalmasan dedikálni erre a célra.

A mikroszervereknek a mérete is lényegesen kisebb, mert jellemzően system-on-a-chip (SoC) formát követnek, ahol a processzor, a memória, és az I/O rendszer egy integrált áramkörön található. A mikroszerver klaszterek így kevesebb helyet foglalnak el egy adatközpontban.

4.2 Szoftver elemek

A projekt egyik fő feladata azoknak az analitikai és vizualizációs algoritmusoknak a kifejlesztése, amelyek feldolgozzák a szenzorok és a kérdőívek által adott adatokat. Ezek segítségével lehet előre jelezni a növénybetegségeket, meghatározni az öntözési igényeket, és megfelelő mezőgazdasági műveleteket javasolni a hatékonyabb termésért.

Mezőgazdasági tudást rögzítő szabályalapú szakértői rendszert kell felépíteni, és a rejtett összefüggések feltárását mintafelismerő algoritmusok és vizualizációs eszközök segítik majd. Fontos célkitűzés az adatok feldolgozásának, értelmezésének nagyfokú automatizálása. Szemantikus keresés révén releváns tanulmányok gyűjthetők a FAO mezőgazdasági adatbázisaiból (másodlagos adatforrások).



Vizualizációs példák egy mezőgazdasági információs rendszerből

(forrás: Fruition Sciences, www.fruitionsciences.com)

A projekt részeként kialakításra kerül egy interaktív webes felület az információk megosztására, ahol a termelők elérhetik a szenzoradatokat, illetve az elemzési és előrejelzési információkat, beavatkozási javaslatokat, továbbá számukra fontos és lényeges információkat, tanulmányokat gyűjthetnek be különböző szakmai portálokról és mezőgazdasági adatbázisokból. A megoldás automatikusan begyűjti, rendszerezi és elérhetővé teszi a releváns információkat figyelembe véve a termelő által favorizált terményeket, növényeket, a termelő érdeklődési körét.

5 Összegzés

Az AgroDat projekt során kifejlesztünk egy komplex szenzoregységet, amely a termesztési rendszer javítására és környezetfigyelési, kutatási célokra is jól használható. A szenzoregységet mobilkommunikáció révén hozzákapsoljuk az adattároló szerverekhez. A nagymintás, folyamatos adatokra egy olyan szakértői rendszert és szolgáltatást építünk, amely képes feltárni a mezőgazdaságot befolyásoló összefüggéseket, illetve elemzéseket és előrejelzéseket végezni a felmerülő beavatkozási lehetőségek meghatározására. A rendszert a kezdetektől úgy tervezzük, hogy képes legyen nagyszámú (akár milliányi) szenzor adatainak a kezelésére és elemzésére. A döntéstámogató szolgáltatás magját jelentő tudományos eredmény egyrészt eddig nem létező összefüggés-vizsgálat a mezőgazdasági eredmények és a környezeti paraméterek közötti kapcsolatokról.

Az információs technológia alkalmazása a mezőgazdaságban a jobb termelési döntések érdekében a fenntartható fejlődés egyik alapvető eszköze. Nem elég csupán a gépeket, a tápanyagokat és a művelési módokat ismerni, hanem ismerni kell a terület különböző jellemző adatait és a növények minőségi és mennyiségi igényeit. Az új technológiák segítségével a korábbinál sokkal többet tudhatunk meg a mezőgazdasági területekről, kezelhető válik a táblák térbeli és időbeli változatossága, javíthatók a hozamok és a minőség, miközben csökkenthető a környezet terhelése és a költségek. Ez a fejlesztési irány Magyarországon különösen fontos az ország földrajzi adottságai, mezőgazdasági kultúrája és agrár-innovációs öröksége miatt.

6 Irodalomjegyzék

1. Agrárszektor.hu online agrárgazdasági újság (2013): A GPS-alapú precíziós agrártechnológiáké a jövő, NET Média Zrt., 2013. november 26., http://www.agrarszektor.hu/novenytermesztes/egyeb/a_gps-alapu_precizios_agrartechnologiake_a_jovo.3393.html
2. Earl, Wheeler, Blackmore, (1997): Precision Farming - The Management of Variability, The journal of the Institution of Agricultural Engineers, July 16, 1997.
3. Németh Tamás, Neményi Miklós, Harnos Zsolt (2007): A precíziós mezőgazdaság módszertana., JATE PRESS - MTA TAKI, Szeged, 2007.

4. Russo, J., and Dantinne, J., (1997). Seeing the Trees and the Forest, PrecisionAG Illustrated, July-August 1997 / Vol. 1, No. 4: 31-32
5. Sági, F. (1996): Precíziós gazdálkodás az EU-ban, különös tekintettel a termés biológiai értékének növelésére. Tématanulmány Országos Mezőgazdasági Könyvtár és Dokumentációs Központ, Budapest.
6. SDI-12 Support Group, <http://www.sdi-12.org/>
7. Varga-Haszonits Z. (1997): Agrometeorológia. Második átdolgozott kiadás. PATE Mezőgazdaságtudományi Kar, Mosonmagyaróvár.