Magyar Ferenc – Varga Péter Miklós

AGRÁR ADATGAZDASÁG, ADAT GAZDÁLKODÁS ÉS BIZTONSÁG

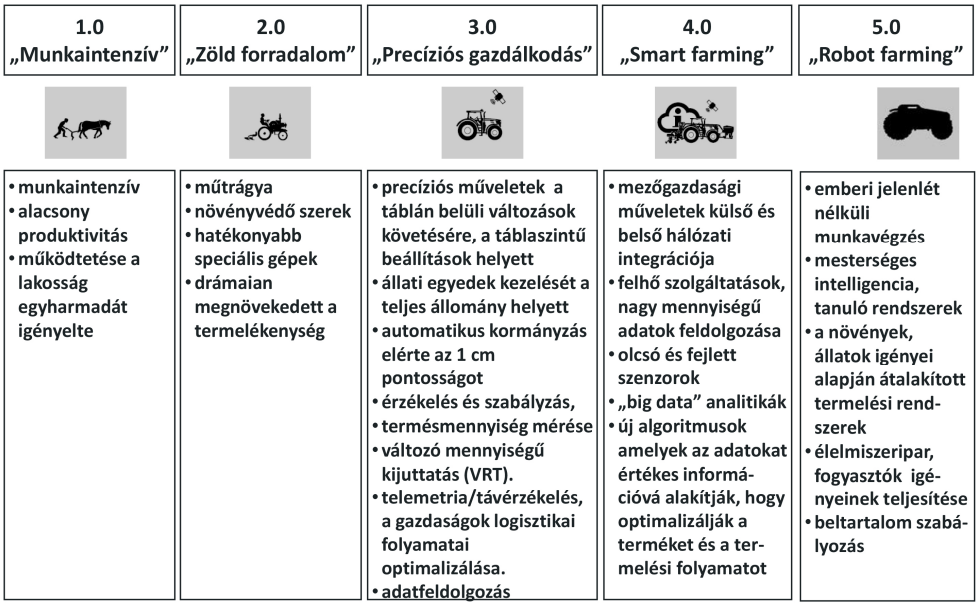
Bevezető

A mezőgazdasági munkavégzés a kezdetei óta a megfigyelésen, az adatok és az információk összegyűjtésén alapult. A termelők célja volt, hogy a lehető legtöbb terményt, eredményt hozzák ki a növényekből és az állatokból, az erőforrások (humán, termőföld, műveléshez használt eszközök) optimális felhasználása mellett. Az évszázadok alatt a termelők tapasztatlati úton alakították ki a termelési technológiákat. A technológiai fejlődést a tudományos és ipari forradalom felgyorsította. A tudomány vizsgálatai és felfedezései pontos képet adott a növények és állatok igényeiről, illetve a nemesítések által az igényeket a környezeti és fogyasztói elvárásokhoz közelítettek. Az ipari forradalom pedig a művelési technológiák fejlődésével segített a tudományos eredmények alapján összeállított elvárások teljesítésében.

Az elmúlt évszázadban a mezőgazdasági termelés gyors és jelentős változáson ment keresztül. A munkaintenzív, állati és emberi erővel végzett termeléstől eljutott az önálló döntéshozásra képes, robotokig, illetve a teljes emberi döntéshozást mellőző „hands free" farmokig.

A mezőgazdaság változási fázisait a tudomány és a technológia fejlődése mellett elsősorban az adatok mennyiségének és minőségének ugrás szerű növekedése jellemezte. A **„munkaintenzív"** szakaszban, amely több évszázadig tartott elsősorban a termelők „gyűjtötték" az adatokat, évről évre, tapasztalati úton, amelyet sokszor csak szájhagyomány útján adtak tovább. Az összegyűjtött adatokból, előbb információ, majd tacit és explicit tudás jött létre, amely idővel dokumentálásra is került. A megfigyeléseket először az idő pontosította, később a tudomány kutatása gyorsították fel az adatok és információk és tudások mennyiségének növekedését.

1. ábra – A mezőgazdaság főbb változási fázisai a 20. században[1]



A munkaintenzív mezőgazdaság nem volt képes a népesség elegendő mennyiségű és összetételű élelmiszerrel való ellátására. Éhínségek, betegségek jellemezték ezt a korszakot. A **„zöld forradalom”** a 20. század elejétől lehetővé tette a termékek mennyiségének és minőségének jelentős növelését, csökkentette az élőmunka igényt és elindította a mezőgazdaságot a más ágazatokkal való együttműködés útján. A munkaintenzív mezőgazdaság esetében a helyi iparosok képesek voltak ellátni eszközökkel a termelőket. A „zöld forradalom” szükségessé tette a gépipar és a vegyipar együttműködését, amely azóta több iparággal is kiegészült. A beszállító ágazatok folyamatosan egyre több adatot és információt igényeltek a termelésről. A „zöld forradalom” elsődleges célja a termelés mennyiségének növelése volt, a környezeti erőforrások felhasználása, védelme nem szerepelt a kiemelt célok között.

A helymeghatározáshoz szükséges űrtechnológia (GPS[2]) tette lehetővé a **„precíziós gazdálkodást”** elsősorban a szántóföldi művelésben. Később a kertészeti és állattenyésztési ágazatban is ezen a néven vált elterjedté az egyedi azonosítást és precíz beavatkozást lehetővé tevő technológia. A precíziós technológia működése, munkavégzése az adatokra alapul. Ebben a fázisban az adatok gyarapodásával egyidejűleg terjedt el az emberi adat és információ értelmezést kiiktató,

[1] Saját szerkesztés

[2] GPS: Global Positioning System, Globális Helymeghatározó Rendszer

közvetlen gép-gép kapcsolat. A nagy tömegű adatok, például az erő és munkagépek helymegahatározása, irányítása szükségessé tette a gép-gép kapcsolatokat, az adatok feldolgozásához szükséges algoritmusok létrehozását, valamint a beavatkozásokat elvégző automata munkaeszközöket. A „precíziós gazdálkodás" szakaszban a termelésről óriási adatbázisok keletkeznek, amelyek pontos képet adnak a termőföld állapotáról, a helyi környezeti tényezőkről, az egyes növények és állatok „képességeiről", igényeiről. A „precíziós szakaszban" az informatikai cégek is folyamatos beszállítókká váltak a mezőgazdaságban.

A precíziós szakasz jelentős termelési változással nem járt, jelentősen növekedtek az eszközök költségei és csökkent a humánerőforrás igény, valamint az input anyagok felhasználása.

Miben más a precíziós növénytermesztés?

A szántóföldi növénytermesztés viszonylag nagy területen folyik, az agroökológiai tényezők (talajadottságok, domborzat, csapadék mennyisége) és a hozammal kapcsolatos fontos adatok (hozam, minőség) térben és időben nagy változatosságot mutatnak. A GIS[3] megjelenésével az adott területen a különböző tulajdonságok térben és időben jellemezhetővé váltak, a térinformatika segítségével ezek a jellemzők különböző térképek formájában könnyen átlátható információt adnak.

1. Táblázat – A hagyományos és precíziós növénytermesztés közötti különbségek[4]

Hagyományos gazdálkodás	Precíziós gazdálkodás
A gazdálkodás alapja a tábla	A gazdálkodás alapja az azonos tulajdonsággal bíró táblarészek
Hagyományos tápanyag-mintavételi eljárás	Precíziós talajmintavételi eljárások alkalmazásának a kombinálási lehetősége a hagyományos technológiával, amelyből tápanyagtérképek készülnek
A tápanyag-mintavétel alapján egy táblára egységes tápanyag kijuttatás	Helyspecifikus tápanyag-kijuttatás
Táblánként egységes agrotechnika	Helyspecifikus agrotechnika
Táblánként egységes növényvédelmi kezelés	Helyspecifikus növényvédelem
Hozam eredmények tábla szinten	Helyspecifikus hozamtérkép
Táblánkénti heterogenitásból adódóan nem minimalizálható a környezetterhelés	A táblánkénti heterogenitás ismeretében a környezetterhelés minimalizálható

[3] GIS: Geographic Information System, Földrajzi Információs Rendszer

[4] Saját szerkesztés

A hagyományos és a precíziós gazdálkodás között az alapvető különbség az, hogy míg a hagyományos technológiában a gazdálkodási egység a tábla, addig a precíziós technológiában az azonos tulajdonsággal rendelkező táblarészek. A hagyományos technológiában ebből adódóan az adatgyűjtésből származó adatok táblaszinten átlagosan jelennek meg (pl. a tápanyag-mintavétel után a minták átlagát alapul véve határozzák meg a kijuttatandó műtrágya mennyiségét, ez alapján történik meg a kijuttatás, tehát táblaszinten egységes dózisban). Az alapvető technológiai elemeket táblaszinten egységesen alkalmazzák (talajművelési mélység, tőszám, növényvédőszer dózisa). A precíziós technológia lehetővé tette az eltérő tulajdonságokkal rendelkező területek térbeli lehatárolását, a területekről való adatgyűjtést és az eltérő tulajdonságokkal rendelkező táblarészek eltérő kezelését (pl. változtatott mélységben való művelést vagy különböző mennyiségű műtrágyadózis kijuttatását). A precíziós technológia lehetővé teszi az egyéb forrásból (pl. távérzékelés) származó adatok termelésbe vonását, amely tovább segíti a termőterület megismerését és a költséghatékony, környezeti szempontból optimális gazdálkodást.

Miben más a precíziós állattenyésztés?

Az állattenyésztési ágazat esetében a jövedelmezőség kulcskérdése az állatok igényeinek és termelésének megfelelő takarmányozás, a megfelelő egészségi állapot kontrollálása, valamint a megfelelő környezeti feltételek biztosítása, amely az egyedi azonosításon és az egyedi gondozáson alapul. A telephely digitalizálása tovább növeli a termelés hatékonyságát.

2. Táblázat - A hagyományos és precíziós állattenyésztés közötti különbségek[5]

Hagyományos gazdálkodás	Precíziós gazdálkodás
Az egyedi azonosítási módok alkalmazása: klotária fülcsipkézés, gyűrűzés, tetoválás	Egyedi digitális azonosítás a nagyobb állatok esetében
Az egyedekről az információ gyűjtése hagyományos módon történik, korlátozott elemzési lehetőség, a beavatkozások elhúzódhatnak - jelentős költségtöbbletet, vagy jövedelemkiesét okozva	Információs adatbázis létrehozása az állat valamennyi fontos paraméteréről (termelési jellemzői, genetikai háttér, egészségi állpot), elemzések, hatékony beavatkozási lehetőség
A felügyeleti rendszerek alapja az emberi erőforrás	A felügyeleti rendszer alapja a digitális technológia

[5] saját szerkesztés

Hagyományos gazdálkodás	Precíziós gazdálkodás
Az egyedi takarmányozás nem valósítható meg a gyakorlatban nagyobb állatlétszámtól függően	Precíziós takarmányozási rendszerek – egyedi takarmányozás lehetősége a termelési színvonaltól (szarvasmarha, sertés)
A genetikai termelőképesség maximalizálása egyedenként nem oldható meg	A genetikai termelőképesség maximalizálása
Az egészségi állapot romlása esetén történik beavatkozás	Egészségi állapot monitoring rendszer – azonnali beavatkozás lehetősége
A telephely működtetése során technológiai probléma során a beavatkozás késhet	Precíziós telephely - okosfarm program
Az emberi tényező jelentős hibaforrás	Csökken az emberi tényező okozta hibalehetőség

A hagyományos technológiában bár alkalmazzák az állatok egyedi megkülönböztetését, de a gyűjtött adatok körét alapvetően befolyásolja a technológia fejlettsége (pl. sertés esetében a szalonna vastagságára vagy a napi súlygyarapodásra vonatkozó adatok gyűjtését nem teszi lehetővé a technológia). Az egészségi állapotban bekövetkezett negatív változások általában a betegség előrehaladottabb állapotában észlelhetők, de jelentős kockázati tényező ilyen esetben a humánerőforrás képzettsége, szakmai hozzáállása is. Az állatok számára fontos stresszfaktorok az istállóban (alacsony vagy magas hőmérséklet, ammóniaszint) csak folyamatos emberi ellenőrzés mellett követhetők nyomon, valamint a beavatkozás késleltetésével jelentős károk keletkezhetnek (pl. a csirkék hőstressz következtében elhullanak). A precíziós technológia állattenyésztésben való alkalmazásának alapja az állat digitális azonosítása és a lehető legszélesebb körű adatgyűjtés, elemzés és az ennek alapján megvalósuló egyedi gondozás (szarvasmarha, sertés esetében). Az egyedi gondozásnak köszönhetően a takarmánymennyiség egyedenként optimalizálható, amely hozzájárul a költséghatékonysághoz. Az intelligens épületfelügyeleti rendszerek biztosítják az állat számára a stresszmentes környezetet, ellenőrzik az egészségi állapotot (pl. mozgásérzékelők, hangszenzorok alkalmazásával), és képes a szükséges beavatkozások elvégzésére (pl. szellőztetés) vagy az emberi beavatkozás szükségességének jelzése. A technológia lehetővé teszi a szenzorok alkalmazását, amelyek folyamatosan gyűjtik a termelés szempontjából fontos adatokat az állatról (pl. tehén esetében a bendő pH-szintjét és az állat testhőmérsékletét). A gyűjtött adatok elemzésével a precíziós technológia hozzájárul a költséghatékony, magas szín-

vonalú termeléshez. A precíziós takarmányozás gyakorlati megvalósítása jelenleg még kezdeti állapotban van[6] a sertések 3 fázisú, hagyományos takarmányozáshoz képest a precíziós, egyedre szabott takarmányozással a lizinfelvétel 22%-kal, a N- és P-ürítés mértéke mintegy 22, illetve 27%-kal csökkent úgy, hogy sem a teljesítményben, sem a vágási minőségben nem volt különbség az egyes csoportok között.

Miben más a precíziós kertészet?

A kertészeti ágazat lényegesen kisebb területigénnyel rendelkezik, mint a szántóföldi növénytermesztés, de az egységnyi területre jutó termelési érték jóval magasabb. Ebből adódóan a technológaiai probléma egységre vetítve jelentős bevételkieséssel jár. A kertészeti ágazat versenyékessége csak a minőségi árualap növelésével, a hozambiztonság megtartásával érhető el. A minőségi termékelőállítás a kertészeti kultúrákban a megfelelő tápanyag-visszapótlási színvonaltól, az optimális öntözővíz mennyiségétől és, a gyümölcsök esetében, a hatékony terméssszabályozástól függ. Ezen technológiai elemek precíz meghatározásához nagy mennyiségű információ szükséges. A kertészeti kultúrák esetében is elmondható, hogy az adatok gyűjtése korlátozott a hagyományos gazdálkodásnál, a megfelelő technológiai háttér nem áll rendelkezésre. A beavatkozások hatékonyságát is korlátozza a rendelkezésre álló technológia és a humán erőforrás képzettsége, szakmai hozzáértése (pl. mechanikai terméssszabályozás – metszés). A precíziós kertészetben is megnövekszik a gyűjthető adatok köre, a távérzékeléssel való adatgyűjtés és képalkotás egyre nagyobb teret nyer, így ültetvények esetében egyedenként adhat pontos információt az új alkalmazott technológia (pl. a fa magasságáról, a lombkorona nagyságáról, a termés helyzetéről). Üvegházi kultúrákban a tápanyag-visszapótlásban megjelenik az optimális tápelemszolgáltató képesség elérése célként, valamint megvalósul az egységes, szabályozott környezet kialakítása. A termék minősége, megjelenése iránti piaci igények talán ebben az ágazatban jelentkeznek a legmarkánsabban (pl. a gyümölcs nagysága, színe), amely igény kiszolgálása a hagyományos betakarítási módokkal csak rendkívül költségesen és jelentős élőmunka felhasználásával történhet meg. Az üvegházi kultúrák esetében megkezdődött a robotok térhódítása (színszenzorral ellátott robot választja ki és takarítja be az előre meghatározott paraméterekkel rendelkező gyümölcsöt). A kertészeti kultúrák esetében a precíziós gazdálkodás jövedelemre gyakorolt hatása rendkívül gyorsan jelentkezik.

[6] Halas V. – Tóth T. (2017): Precíziós állattartás és takarmányozás. https://agrarium7.hu/cikkek/1115-precizios-allattartas-es-takarmanyozas

3. Táblázat - A hagyományos és precíziós kertészet közötti különbségek[7]

Hagyományos gazdálkodás	Precíziós gazdálkodás
Az ültetvényben lévő növények magasságáról, lombkorona nagyságáról nincs pontos adat, csak becslés	Az ültetvényben lévő növények magasságáról, lombkorona nagyságáról egyedenként előállítható adat
A hozam meghatározás becslésen alapul	A hozam nagysága és a termés elhelyezkedése egyedenként meghatározható
A termés érettségi állapotának meghatározása mintavételen alapszik	A termés érettségi állapota szenzorral feltérképezhető
Öntözés a növény vízigényének kiszámítása alapján történik, termőhely változatos adottságaihoz nem alkalmazkodó	A változatos termőhelyi adottságokhoz alkalmazkodó öntözés
Vegyszeres terméssszabályozás - nagyfokú kockázat	Vegyszeres terméssszabályozás meteorológiai és a növény fejlődési adatai alapján
Mechanikai terméssszabályozás, sikeressége a munkaerő szakértelmétől függ	Mechanikai terméssszabályozás szenzorokkal - automatikus metszés, emberi beavatkozás nélkül
Az üvegházi kultúrákban a környezeti feltételek ember által szabályozottak, folyamatos felügyeletet igényel	Az üvegházi kultúrákban a környezeti feltételek számítógépes rendszer által irányítottak és kontrolláltak, emberi beavatkozás szükségességét jelzi a rendszer
Tápanyag-visszapótlás egységes	Helyspecifikus tápanyag-visszapótlás
Betakarítás egységesen, vagy több menetben (kézi munkaerő segítségével)	A megfelelő érettségi állapotú gyümölcs betakarítása, akár folyamatosan (robotika térhódítása)

A **„smart farming”** az üzem szintű adat alapú döntéshozáson alapszik. A precíziós gazdálkodás alapján létrejött adatbázisok adnak lehetőséget az üzem termelésének optimalizálására. Az adatok segítenek a növények és állatok genetikai képessége alapján, a precíz technológia felhasználásával a termelés hatékonyságának növelésében, a környezeti erőforrások figyelembevételével, minimális felhasználásával. A termelési folyamatról keletkezett adatbázisok megalapozzák a termékek minőségbiztosítását és lehetővé teszik a fogyasztók igényei alapján történő termelést, az Ipar 4.0-hoz hasonlóan. A „smart farming” az elmúlt két évti-

[7] Saját szerkesztés

zedben terjedt el, az adatkezelési, tárolási technológiák költségeinek csökkentésével. A „precíziós gazdálkodás" adatgyűjtő eszközei mellett a szenzorok, a monitoring drónok és a felvételeket készítő űrtechnológiai is sok adatot biztosít a „smart farming" működéséhez. Az üzemi adatok mellett a döntésekhez az üzem környezetének adatai is rendelkezésre állnak.

A „smart farming" nagy tömegű adatgyűjtése szükségessé tette a „big data" és a mesterséges intelligencia eszközeinek alkalmazását. Az eszközök és a szenzorok által gyűjtött adatok minősége, pontos helyhez való rendelése jelentősen növeli a termelés hatékonyságát. A „smart farming" működésének hatékonyságának további növelése az üzem környezeti adatainak rendelkezésre állásával növelhető (időjárás, növényvédelem, termelési benchmark adatok, gazdasági adatok, piaci adatok).

A következő már működő **„robot farming"** szakaszban a szakmai döntések egyre nagyobb mértékben adat alapon és gépi algoritmusok alapján születnek meg. A döntésekhez szükséges szakmai ismeretek az algoritmusokba kerülnek kódolásra, illetve a mesterséges intelligencia segítségével az algoritmusok a működés és a mért adatok alapján „tanulnak". A szakmai döntéseket meghozó algoritmusok készítői jelölik ki a fejlesztési irányokat, vagyis, hogy az algoritmusok milyen irányban optimalizálja a termelést. A „robot farming" válaszol a vidéken tapasztalható munkaerőhiányra, valamint a megfelelően optimalizált döntések a környezeti erőforrások felhasználásának minimalizálására.

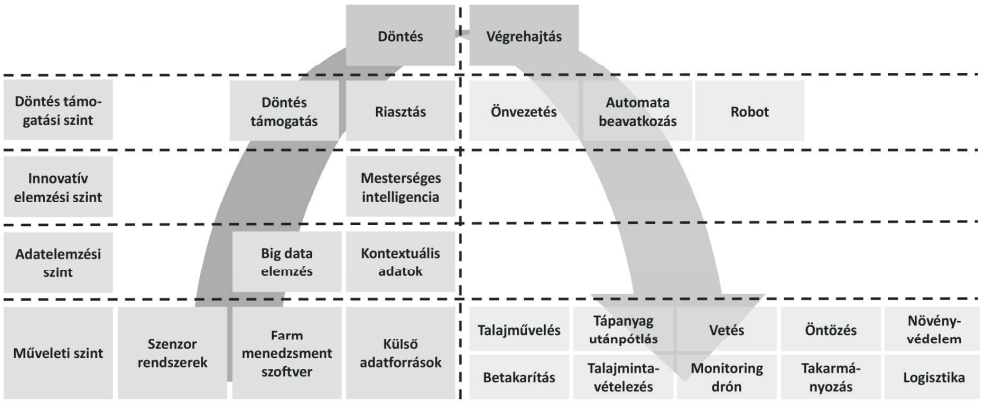
A mezőgazdaság összetettsége a teljes robotizációt középtávon nem teszi lehetővé, illetve rentábilissá. Egyes részterületek, például istálló üzemeltetés, növényház automatizáció, illetve a szántóföldi növénytermesztés műveletei rentábilisan robotizálhatók.

Az agrárgazdaság digitalizációs folyamatában az innovációnak nagy szerepe van, így a következő évek technikai fejlődését pontosan előre nem láthatjuk. Nem lehet előre modellezni az új eszközök, technológiák megjelenését, elterjedését. A digitalizáció és az innováció folyamatok alapja az elérhető adatok minősége és mennyisége, a folyamatok gyorsasága, az új technológiák elterjedésének sebessége az agrár ágazati, valamint a kapcsolódó ágazatok humánerőforrás ellátottságától függ. A digitalizáció a kézi munkavégzés nagy részét képes lesz kiváltani, azonban az új technológiák kezeléséhez megfelelő tudással és képességekkel rendelkező döntéshozók szükségesek, akik értik az adat lapú technológiák működését, korlátait és lehetőségeit.

Az agrár adatgazdaság fejlődése, jelenlegi állapota

Az agrár adatgazdaság jelentőségének azonosításához első lépésként az mezőgazdasági üzem adat alapú működését fontos áttekinteni. A 2. ábra segítségével mutatjuk be a mezőgazdasági üzem adat alapú működését.

2. ábra – Az adat alapú gazdálkodás üzem szintű működése[8]



Az adatok a műveleti szinten keletkeznek, a szenzorok, a precíziós eszközök, a farm menedzsment szoftverek és külső adatforrások által. A **műveleti szint** külső adatforrásai elsősorban azokat az adatszolgáltatókat értjük, amelyek a természeti környezettel kapcsolatos adatokat biztosítják (időjárás, növényvédelem, állatbetegségek). Az adat alapú működéséhez szükséges, hogy a műveleti szintű adatok rögzítésre és összegyűjtésre kerüljenek a megfelelő kiegészítő adatokkal (idő, hely) együtt. Az adatokból készül üzem szintű adatbázisok az adat alapú működés alapfeltétele. Az adatbázisok egyaránt létrejöhetnek a termelő által működtetett környezetben, vagy a technológiai, digitális szolgáltatók által működtetett felhőben.

Az összegyűjtött **adatok elemzése**, feldolgozása a következő szint. A „big data" eszközök segítenek a nagy tömegű adatok kezelésében, a szükséges összefüggések kezelésében, feltárásában.

A következő szint az **innovatív elemzés** helye, ahol a strukturált adattömegekre épített mesterséges intelligencia segít a döntési alternatívák előkészítésében. A mesterséges intelligencia hatékonyságát jelentősen növeli, ha felhő alapú szolgáltatásként, több üzem adatainak közös feldolgozásával működik, az egyes üzemek termelési adatinak összehasonlításával.

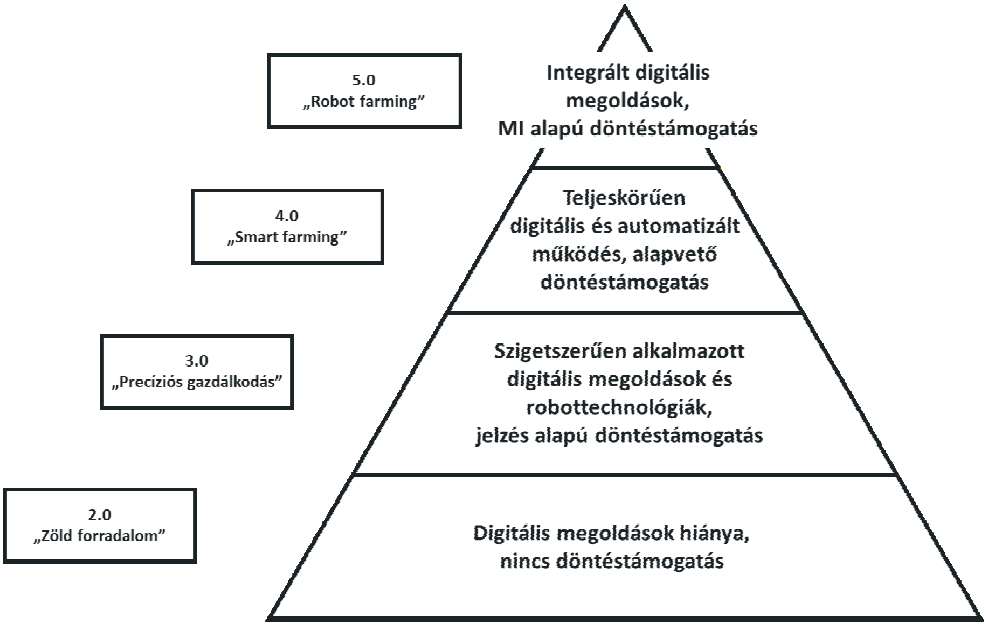
[8] A Nemzeti Ménesbirtok és Tangazdaság digitális fejlesztésinek kiválasztása, 2021.02.15, Deloitte Magyarország alapján, saját szerkesztés

A feldolgozott adatokra épül rá a **döntés támogatási szint**, amely az adatok alapján riasztásokat, jelzéseket nyújt a vezető számára, illetve döntés támogatásként elemzi a helyzetet és javaslatokat állít össze. A „smart farming" szintjén a döntéseket az adatok feldolgozásával az üzem vezetője a gazda hozza meg. A „robot farming" esetében a döntések egyre nagyobb mértékben kerülnek az algoritmusok hatáskörébe.

A „smart farming" hatékony működéséhez szükséges, hogy a vezetők értsék az előállít javaslatokat, a jelzések mögött lévő összefüggéseket és ezek alapján tudjanak dönteni. Amennyiben nem lesznek a mezőgazdaságban felkészült vezetők, a „robot farming" elterjedése fel fog gyorsulni.

A döntést követően indul a végrehajtási folyamat. Első szinten az automata és robot alapú beavatkozások hajtódnak végre ahol a döntést követően nincs szükség humán beavatkozásra. A második szinten történnek a precíziós beavatkozásoka, ahol a folyamatok humán beavatkozással indulnak, de az adott technológiai tevékenységet a precíziós eszközök hajtják végre a szükséges pontossággal és az emberi hibalehetőségek kockázatának csökkentésével.

3. ábra – Agrárvállalkozások digitális érettségi szintjei[9]



[9] A Nemzeti Ménesbirtok és Tangazdaság digitális fejlesztésinek kiválasztása, 2021.02.15, Deloitte Magyarország

Az üzemek digitális érettségét a fenti folyamat alapján négy jól elkülöníthető szintre oszthatjuk fel. Az első szint, ahol bár teljes a gépesítés, de nincsenek digitális megoldások, illetve döntéstámogatás („Zöld forradalom"). A második szinten szigetszerűen alkalmazott digitális megoldásokkal, robottechnikával (például: robot kormányzás), illetve jelzés alapú döntéstámogatással találkozhatunk („Precíziós gazdálkodás"). A szigetszerű rendszerek nincsenek adat alapon összekapcsolva, így a rendszerek működését a gazdaság vezetője, vagy az szakmai irányítója hangolja össze. Nagyobb gazdaságok esetében az egyes rendszerek összehangolása nem történik meg. Fontos kiemelni, hogy ezen a szinten jelentős hatékonyság növekedés nem történik. A „régi" folyamatok, termelési struktúra digitalizálása elsősorban kényelmi funkció, nem eredményez jelentős változást a gazdasás működésében, eredményességében.

A harmadik a teljeskörűen digitális és automatizált működés szintje, döntéstámogatással („Smart farming"). A sziget szerű rendszerek összekötésével, lehetővé válik a teljes üzem adatkészletének felhasználása, elemzése és a döntéstámogatásba való integrálása.

A negyedik szint a mesterséges intelligencia alkalmazásának szintje („Robot farming"). Az mesterséges intelligencia alapú döntéshozás lehetőséget biztosít a termelési tradícióktól való elszakadáshoz, új, hatékony termelési struktúrák kialakításához.

Az agrár adattérben jelenleg mind a négy szinten találhatók agrár vállalkozások. Számosságában a legtöbb üzemre a digitális megoldások hiány jellemző, elsősorban a saját fogyasztásra termelő mini gazdaságok találhatók ezen a szinten. Az árutermelő gazdaságok többsége szigetszerűen alkalmaz digitális megoldásokat, nincs üzem szintű adatkezelési rendszere és az egyes megoldások által ajánlott döntések nincsenek összevezetve. A teljeskörűen digitalizált üzemek között elsősorban a nagy, árutermelő gazdaságok találhatók. A nagy gazdaságokra is jellemzőek a szigetszerű megoldások, de a hatékonyságra törekvő gazdaságok felismerték a „smart farming" előnyét. A mesterséges intelligenciát használó „robot farming" gazdaságok igen ritkák, illetve a mesterséges intelligencia alkalmazása is csak egyes részterületekre jellemző általában. A teljesen „hands free" gazdaságok jelenleg csak kisérletként működnek.

A „smart farming" és a „robot farming" szintjén az üzemek hatékonyságának maximalizálásához szükséges a minél könnyebben elérhető és minél pontosabb külső információ források az időjárásról, növényvédelemről, piacról és a benchmark adatokról.

Az agrár adatgazdaság szereplői, szerepe, adatkészleteik

Az adatgazdaság a nagy tömegű adatok előállítására, gyűjtésére, feldolgozására, értelmezésére alapozott hozzáadott érték létrehozását jelenti. Az adatgazdaság működésének alapelem az adat, amely segítségével lehetséges az eddigi humán erőforrásokra alapozott ágazati döntéshozási algoritmusokat kiterjeszteni, új szempontokat, kapcsolódó területek figyelembe venni, összefüggéseket feltárni. Az adatok segítségével az agrárgazdaágban elemezhetők például a termékláncok, a fogyasztók és a mezőgazdasági termeléssel kölcsönhatásban lévő környezeti erőforrások kapcsolata, a mezőgazdasági termelés és a fogyasztók egészségi állapota. Az agrár adatgazdaság lehetővé teszi a mezőgazdasági termelés, optimalizálását a termelői jövedelem, környezeti terhelés, szabályozás, egészséges és elegendő élelmiszerellátás és a fogyasztói piac igényei alapján. Az optimalizálási folyamat a hagyományos, humán és digitális eszközökkel nem elvégezhető, szükségesek az egyes szempontok nagy tömegű adatainak gyűjtése és felhasználása.

Az agrár adat gazdaság tekintetében az adat rendelkezésre állása hasonló a termőföld és a mezőgazdasági termelés kapcsolatához. Az adatok gyűjtésével és feldolgozásával az adatok és adatbázisok értéke is hasonló lesz a termőföld értékéhez. Az adatok értékéhez azonban fontos az előállításuk, gyűjtésük, adattavakba és az adatbázisokba való rendezésük. Az önálló adat nem értékes az adatok valódi értékét az adat kapcsolatok biztosítják.

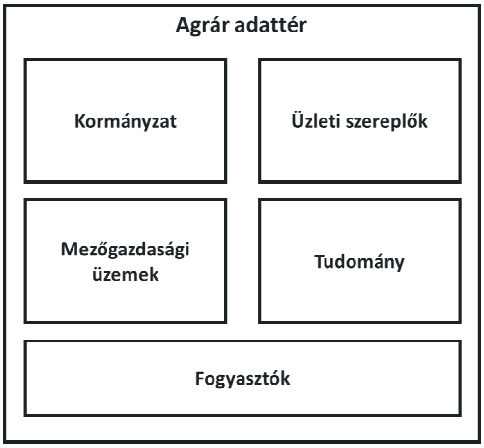
Az agrár adat gazdaság működéséhez szükséges az úgynevezett agrár adattér létrehozása. A szabályozott, átlátható és az adat tulajdont tiszteletben tartó agrár adattér szükséges az adatgazdaság beindításához és működéséhez.

Az adattér kormányzati beavatkozás nélkül is kialakul, üzleti alapon. Azonban ebben az esetben nagy az adat erőfölénnyel való visszaélés lehetősége, amelyre több példa is rendelkezésre áll. Az adattér működésének fontos feltétele az adat önrendelkezés biztosítása, azonban az adat tulajdonosok, sokszor az valódi értékének ismeret nélkül adják át, ingyenesnek hitt szolgáltatások fejében adataikat. Az ingyenes szolgáltatást üzemeltetők azonban az összegyűjtött adatok felhasználásával komoly piaci előnyre és gazdasági erőforrásokra tesznek szert. Az adattér működésének kockázatait a következő fejezetben részletesen elemezzük.

Az agrár adattérben öt nagy célcsoportot azonosítottunk: a fogyasztókat, a mezőgazdasági termelést végző üzemeket, a tudomány szereplőit, az üzleti szerep-

lőket és a kormányzati szereplőket. Az egyes célcsoportok eltérő érdekeltséggel rendelkeznek, amelyek több esetben ellentétesek is lehetnek.

4. ábra – Agrár adattér[10]



Kormányzat

A kormányzati szerepkörbe tartozó szervezetek egyrészt adatforrásként, a nyílt és ingyenes adatok biztosításával, másrészt a termelők által a keretrendszerre dedikált szakmai beszámolók, dokumentumok fogadójaként szerepelnek. Egyes szervezeteknek fontos szerepköre és érdeke még az aggregált adatokhoz való hozzáférés, ezáltal az ágazat átláthatóvá tétele és az szakmai politikai döntések jobb megalapozása.

A kormányzati szerepkörben lévő szervezetek tevékenységük alapján eltérő funkciókkal kapcsolódnak az adattérhez. Főbb kormányzati adatkörök:

- **Agrometeorológiai előrejelzések** - Ezek forrása általában meteorológiai szolgálat megfigyeléseken alapul és valamelyik szolgáltató modelljei alapján készül. Ezek általában régiószintűek. Az adatokat jól ki tudják egészíteni a termelőknél telepített szenzoros megoldások, amennyiben azok minőségileg megfelelők.
- **Kártevő-, gyom-, tápanyaghiány-felismerő előrejelzések** - Az alkalmazások meteorológiai és távérzékelési, illetve helyszíni megfigyeléseken alapulnak. Az adatok a legtöbb esetben valamelyik vagy több állami szervezet adataira alapoznak, így azon nyers adatok integrálásával ezen típusú adatok integrálása mellőzhető.

[10] saját szerkesztés

- **Növényvédelmi előrejelzés, információ** - Az alkalmazások meteorológiai és távérzékelési, illetve helyszíni megfigyeléseken alapulnak. Az előrejelzések tovább pontosíthatók lennének a termelői szenzoradatok felhasználásával. Az ilyen típusú megoldások mindenképpen hasznosak egy integrált adatrendszerben.
- **Talajtani információk** - A hazai gazdálkodók jelentős része nem támaszkodik a hazai talajtani adatbázisokban tárolt információra, lévén azok térbeli felbontása, léptéke nem megfelelő a gazdálkodás optimalizálására. Az esetlegesen elérhető jó minőségű, modellezett adatokhoz a termelők hozzáférése vagy az ezzel kapcsolatos tudása pedig korlátozott.
- **Állategészségügyi információk** - A gazdálkodás szempontjából jelentős, előre jelző információtartalommal bírnak. Egy központi rendszer létrehozása esetén mindenképpen szükséges ezek integrálása.
- **Piaci információk** - A piaci információk több forrásból is elérhetők, naprakész formában. Az adott termelő technológiai fejlettségétől függ, hogy milyen típusú forrásból szerzi be az információt a piaci árak alakulását illetően.
- **Termelési statisztikai adatok** – Elsődleges forrása az ágazati statisztika, mely minden gazdálkodó szervezet számára elérhető adatokat biztosít. Ezek felhasználhatósága igen korlátozott a gazdaságokon belül.
- **Vízügyi adatok** – A vízügyi adatok felhasználása elsősorban olyan termelőket érint, ahol a száraz gazdálkodás mellett öntözéses gazdálkodás is folyik. Jelenleg ez a szektor kis részét érinti, a fejlesztési irányelveket tekintve azonban ezen típusú termelők száma nőni fog.

A kormányzati szervezetek azonosított elvárásai:

- Az agrárium átláthatóvá tétele, ágazati GDP és az állami bevételek növelése.
- A gazdaságszerkezeti nyilvántartás létrehozása.
- Egységes agrár adatstruktúra létrehozása, egy adat, egy helyre történő rögzítése, ezáltal az adminisztratív kötelezettségek csökkentése. Bürokratikus terhek csökkentése a termelői oldalon. Az adatok minőségének növelése a kormányzati oldalon
- Termelői kapcsolattartás automatizálása, kormányzati oldal erőforrás igényének csökkentése (termelői szintű adatok átadásának lehetőségének biztosítása, termelői megbízás alapján).

- Átlátható nemzeti adatgazdálkodás fejlesztése.
- Az agrárium nagyvállalatainak bevonása, érdekelté tétele a keretrendszer létrehozásába, működésébe.
- A termék nyomonkövetési rendszerek létrejöttének elősegítése.
- Az ágazati döntésekhez szükséges komplex minőségi adatok rendelkezésre állása.

Üzleti szereplők

A szolgálatói szerepkörben azonosítottuk a termelőkkel jelenleg is kapcsolatban lévő szolgáltatókat, vállalkozásokat, valamint az adatok rendelkezésre állása esetén új szolgáltatások fejlesztését tervező vállalkozásokat. A jelenlegi szolgálatók közül az integrátorok, a könyvelők, a szaktanácsadók, valamint az informatikai alkalmazásokat üzemeltető cégeket érinti elsősorban az agrár adattér működése. Az adattér működése esetén az adatokra alapozott szolgáltatások (például: adatokra alapozott tanácsadás, ERP szolgálatások, nyilvántartások fejlesztése) számára is rendelkezésre állhatnak az üzemek adatai a termelők által adott hozzáférési jogosultság alapján.

Az üzleti szereplő a következő típusokba sorolhatók:

- inputanyag- és gépgyártók, illetve technológiaszállítók
- kis- és nagykereskedők, valamint integrátorok
- élelmiszer-feldolgozók
- szoftvercégek

Mindegyik esetben elmondható, hogy a szolgáltatás nyújtója jellemzően nagyobb erőforrásokkal és szakértelemmel rendelkezik az adatfelvételezés, adatfeldolgozás terén, mint a mezőgazdasági termelők, így egyértelműen megbízó-ügynök probléma áll fenn ezen cégek esetében.

A **szántóföldi növénytermesztéshez** kapcsolódóan sok olyan vállalatirányítási rendszer található, amely célul tűzi ki a farmmenedzsment támogatását, olyan rendszert kínálva, amellyel optimalizálni lehet a mezőgazdasági üzemek tevékenységét:

- Nagy mezőgazdasági gépgyártók által támogatott szoftverek - mivel nagy gépgyártókhoz kapcsolhatók, igen erős a telematikai komponensük, tehát a gépek mozgásáról és üzemeléséről igen részletes információk találhatók a rendszerben.

- Az alapvetően a precíziós gazdálkodást támogató szoftverek - tökéletesen alkalmasak a menedzsmentzónák kialakítására és a változó inputanyag-kijuttatási térképek előállítására, amelyet nagyon sok géprendszer be tud olvasni, viszont ezen rendszerek nem alkalmasak az egyéb menedzsment-folyamatok gyors adatbázisba vitelére, nem kapcsolódik hozzájuk egyszerű adatbevivő felület (pl.: mobilapp).
- A klasszikus vállalatirányítási szoftverek - erős a törekvés a legfontosabb technológiai paraméterek könnyű bevihetőségére és nyilvántartására, valamint a klasszikus erőforrás-tervezési és költségkimutatási feladatok ellátására.

Az **állattenyésztésben** leggyakrabban alkalmazott telepirányítási szoftverek ágazatonként különböznek, alkalmazkodva az egyes állatfajok eltérő jellegzetességeihez:

- A sertéságazatban alapvetően jellemző, hogy a szoftverek az állattartó telepi technológiák szállítóihoz, illetve a fajtákat biztosító tenyésztő szervezetekhez, főként holland, dán és norvég cégekhez kötődnek.
- A szarvasmarha-ágazatban is jellemzők az integrációk, melyek sok esetben saját fejlesztésű szoftvereiket ajánlják tagjaik számára.
- A baromfiágazatban jellemzően szintén az integrációk szoftvereit szerzik be a gazdálkodók, viszont sok egyesület saját magának fejlesztett ki telepirányítási rendszert.

A **zöldség- és gyümölcságazatban** a szoftverezettség alapvetően csak a nagyobb méretű üzemekre jellemző és gyakoribb a gyümölcstermesztők körében. A zöldségtermesztők főként a munkaerő teljesítményének és a termelés alakulásának megfigyelésére alkalmaznak szoftvereket.

Az állattenyésztésben és a zöldség-gyümölcs ágazatban használt telepirányítási rendszerekbe nagyrészt naturáliákat rögzítenek, pénzügyi adatokat nem. A szoftverek nagyban megkönnyítik a gazdálkodók életét: csökkentik a napi adminisztrációs terheket, egyszerűbb nyomon követhetőséget tesznek lehetővé, pontos képet adnak a vállalat helyzetéről és nem utolsósorban elősegítik a vállalat fejlődését, növekedését, költséghatékony működését.

A szolgáltatók azonosított elvárásai:

- A termelői adatokhoz való hozzáférés, a termelői kapcsolattartás automatizálása és az adatbegyűjtésre szükséges erőforrás igény csökkenése.

- Saját kockázatuk csökkentése a keretrendszer szolgáltatásaival.
- Valós és magas minőségű adatokhoz való hozzáférés, amely a szakértői rendszerek működéséhez szükségesek.
- Szolgáltatások fejlesztése (például: banki kockázat értékelési rendszer, piaci előrejelzések, piaci elemzések, riasztások)
- A környezeti és az üzem adatok együttes felhasználásával a szakrétői rendszerek minőségének jelenetős javítása.
- Országos rendszerek üzemeltetésével, az adatok feldolgozásával benchmarking adatok előállítása, termelők részére való visszajelzések összeállítása.

Mezőgazdasági üzemek

A termelők a legnagyobb számú felhasználói az agrár adattrének. A termelők jelentősen eltérő gazdálkodási és üzleti profillal: eltérő termelési struktúrával, földterület mérettel, humán kapacitással, kompetenciával, vezetési kultúrával rendelkeznek. Az agrár adattét működése kapcsán figyelembe kell venni az eltérő struktúrákat, de az egyéni profil beállításakor lehetőséget kell felkínálni tipikus struktúrákra is (például: gabona termesztő, szántóföldi kertészet).

Az üzemek legfontosabb adat alapú rendszerei:

- **Általános irodai szoftverekben tárolt adatok**
- **Nyilvántartáshoz kapcsolódó szoftverek** - munkaerő-, készlet-, infrastruktúra-, gépállomány-nyilvántartáshoz kapcsolódó alkalmazások, melyek sok esetben részei a VIR-nek, de lehetnek attól függetlenek is.
- **Térinformatikai célprogramok** – legtöbb esetben a táblatörzskönyv adatait tartalmazzák térbeli adat formájában, melyhez kapcsolódóan különböző távérzékelési, kezelési, betakarítási állományok állhatnak rendelkezésre.
- **Precíziós gazdálkodáshoz kapcsolódó szoftverek** - A csoportba olyan alkalmazások tartoznak, melyek segítségével szántóföldi, növényházi vagy állattartó telepi helyspecifikus beavatkozások megtervezése és elemzése valósítható meg. Ezek az alkalmazások sok esetben tartalmazzák a termeléshez kapcsolódó adatokat, melyek származhatnak szenzorokból, munka- és erőgépekből. Az alkalmazások képesek egy beavatkozás közvetlen vezérlésére vagy olyan adatállomány létrehozására, mely a megfelelő hardverbe táplálva megvalósítja a helyspecifikus beavatkozást.
- **Könyvelő- és bérszámfejtő szoftverek**

- **Komplex telep- és vállalatirányítási rendszer**
- **Környezeti állapotot monitorozó szenzorok**
- **Automatizált vezérlés** - A csoportba tartozó rendszerek sok esetben kapcsolódnak valamilyen megfigyelő vagy adatszolgáltató rendszerhez, amely alapján az utasítást vagy utasításcsoportot elküldi a vezérlőrendszer és megvalósul a beavatkozás.
- **Műholdas helymeghatározás**
- **Sorvezető, automatikus kormányzás**
- **Flottamenedzsment** – A csoportba tartozó eszközök, alkalmazások az eszközök követésére és paramétereinek tárolására, folyamatos monitorizására alkalmasak.
- **Dróntechnológia** – A technológia segítségével a termelők is tudnak távérzékeléssel területet térképezni vagy monitorozni. Nagy részletességű adatok keletkeznek, melyek kiegészíthetik az állami műhold- és repülőgépalapú távérzékelési állományokat.
- **Hozamtérképezés** – A hozamtérképezővel felszerelt betakarítógépek képesek a betakarítási adatok mellett a különböző környezeti változók, gépparaméterek rögzítésére is. Az adatokat általában standard térinformatikai adatállományban tárolják, melyek adatintegrálása könnyen megoldható.
- **Fa- és tőkeszintű adatgyűjtés és tárolás** – Elsősorban az ültetvény típusú és egyes növényházi termelési típusokra jellemző adatgyűjtési forma.
- **Egyedi azonosítás** - Az állatok egyedi azonosításának igénye és az információbeszerzés szükségessége egyre inkább indokolja az automatizálást és az egyéb termelést segítő technikák alkalmazását az állattenyésztésben, állattartásban. A legtöbb folyamat automatizálásának az alapja az állatok megfelelő azonosítási rendszere, melyek közül az egyik terjedőben lévő technológia az RFID (egyedi azonosítás rádiófrekvenciával) rendszer, vonalkód, QR-kód és kamerás rendszerek, amelyek megalapozzák az állattartásban néhány folyamat automatizálásának lehetőségét.
- **Egyedi takarmányozás** - A takarmány mennyisége és a takarmány kiadásának ideje informatikai eszközökkel vezérelhető. Így minden egyed esetén számítható a felhasznált takarmánymennyiség, a napi súlygyarapodás stb.
- **Haszonállatra szerelt mozgásérzékelők, kép- és hangalapú megfigyelések** – Az egyedi azonosítási és megfigyelési rendszerek lehetővé

teszik az egyes haszonállatok mozgásának, viselkedésének, egészséges vagy beteg állapotának elkülönítését, lépésszámának meghatározását a rendszerhez kapcsolható pedométerek és más szenzorok segítségével.

- **GNSS-alapú virtuális karám** – Hang- vagy elektronikus jelzéssel alkalmas az állatok karámban tartására.

A termeli szerepkör részére a keretrendszer használatával kapcsolatban a legfontosabb szempont a bizalom. Az keretrendszer működését, a saját adatok rögzítését, hozzáférését, kezelést, más szolgáltató, vagy szervezet általi hozzáférést a termelők (az adat tulajdonosok) által érthető, átlátható és kontrolálható módon kell megvalósítani.

A termelők azonosított elvárásai:

- Saját földterületekhez kapcsolódó alapinformációkhoz, nyílt és ingyenes adatokhoz való hozzájutás (például: időjárás, növényvédelem, piaci árak, termés előrejelzés, műhold adatok).
- Saját adatok strukturált gyűjtése, kezelése, az adatokhoz való hozzáférés átlátható jogosultságkiosztása.
- Az adatok térinformatikai rendszereben történő tárolása.
- Üzem adminisztrációs feladatainak egyszerűsítése. A kormányzati adminisztrációs kötelezettségek automatikus, vagy fél automatikus teljesítése az adatokra alapozva. A kormányzat felé benyújtott dokumentumok tárolása.
- Termelési kockázatok csökkentése a saját és környezeti adatok feldolgozása, elemzése által. Riasztási funkciók például: növényvédelmi problémák esetén.
- Hozzáférés engedélyezése a termelővel kapcsolatban álló szolgáltatók részére. A kapcsolat ellenőrizhetősége.
- Vezetői döntések támogatása (technológiai, üzleti) az adatok feldolgozására alapozva. Tanácsadási szolgáltatás igénybevétele a keretrendszeren keresztül.
- Az üzem működésének bemutatása (kockázatelemzés) például banki hitelfelvétel esetén.
- Teremék nyomonkövetési rendszerek támogatása, az előírásoknak és piaci elvárásoknak való megfelelés

Tudomány

A tudomány képviselői a kutatóintézetek, egyetemek és kapcsolódó intézmények jelentős, több esetben történelmi adatbázisokkal rendelkeznek, mivel a kutatásokat mérésekkel igazolták, illetve alapozták meg. A legtöbb szervezet az elmúlt évtizedekben már strukturált adatbázisokba gyűjtötte az adatokat. Az intézmények eltérő adatpolitikát követnek, vannak amelyek projekt alapon gyűjtik és tárolják az adatokat és vannak amelyek szervezeten belüli adatteret valósítanak meg és az eltérő projektek adatait is adattavakba és adatbázisokba rendezték, valamint a kutatásokban a kapcsolódó területek adataira is építenek.

A mezőgazdaság digitális fejlődése és az agrár adattér működése lehetővé teszi, hogy a tudomány képviselői az ágazazt működése kapcsán létrejövő adatokkal is dolgozhassanak a zárt kísérletek, illetve tanüzemek adatai mellett, azokat kiegészítve.

Az agrár adattér a tudomány számára új, adat alapú kutatási területeket tesz elérhetővé, valamint biztosítja a kapcsolódó területek kölcsönhatásainak folyamatos vizsgálatát. A tudományos területek a naprakész, azonnali adatbázisokból dolgozhatnak, ami az alkalmazott tudományok területén jelentősen közelíti a kutatási tevékenységet és a felhasználást.

A tudomány területén létrejövő adatbázisok a mezőgazdaság, a környezeti területek, a gazdaság és a fogyasztói magatartást és egészségi állapot adatait is tartalmazzák. Fontos feladat a tudomány területén, illetve az egyes intézményekben az adatterek létrehozása, az adatok kölcsönhatásának vizsgálata érdekében.

Fogyasztók

A fogyasztók a termelőkhöz hasonlóan jelentős mennyiségű adatot hoznak létre fogyasztási tevékenységükkel. A fogyasztók a fogyasztói döntésükkel, finanszírozzák az élelmiszer termékpályákat, így az adattér szereplőinek kiemelt érdeke, hogy értsék a fogyasztók döntéseit, elvárásait.

A fogyasztási szokások adatait elsősorban a kiskereskedelmi hálózatok gyűjtik. A kiskereskedelem szereplői közül elsősorban a multinacionális hálózatok, valamint online kereskedelmi résztvevők tekintenek értékként a részletes, árucikk részletezettségű fogyasztói adatokra. A független szereplők, illetve kiskereskedők az adatokat sokszor nem használják.

A fogyasztók az adattér egyik meghatározó adat fogyasztói is. A tudatos vásárlók arányának növekedésével egyre fontosabb az adott termékek eredete, tartalma, minőség, nyomonkövethetősége, amelyek mind a termékkel együtt elérhető adatot jelentenek.

Kockázatok

Az agrár adattér működése, az agrár termelés hatékonyság növelése a természeti, gazdasági és humán erőforrással kapcsolatos megalapozott vezetői döntéseken múlik, amelyek eredményességét nagyban befolyásolják az agrár termelés magas természeti és piaci, gazdasági kockázatai[11]. A mezőgazdaság technológiai fejlődésének hajtóereje a termelés mennyiségének és minőségének növelése mellett a kockázatok csökkentése volt.

Az ágazat jelentős hatékonyság növekedését a „smart farming" elterjedése alapozza meg, amelyhez szükséges, hogy rendelkezésre álljanak az egyes gazdaságokat, illetve parcellákat érintő környezeti, piaci és gazdasági adatok és információk.

A „smart farming" a „mezőgazdaság 4.0" a digitális agrárgazdaság, szűkebb értelemben a precíziós mezőgazdaság, az információs és kommunikációs technológiák (IKT), a nagytömegű adatok gyűjtésére, feldolgozására alapuló döntéstámogatás, továbbá az automatizálás és a robotizáció egyre szorosabb összefonódását, illetve a termelés, az üzemirányítás, a termékpályák üzleti modelljeinek megváltozását eredményező technológiai és vezetés-irányítási reform összefoglaló neve[12].

Az agrárdigitalizáció előrehaladásával a mezőgazdasági termelés és annak minden egyes funkcionális eleme – élelmiszerbiztonság, élelmezésbiztonság, környezetterhelés minimalizálása és környezetvédelem, társadalmi és gazdasági fenntarthatóság – egyre inkább függővé válik attól a digitális infrastruktúrától, amely lehetővé teszi az agrárium számára ennek a multifunkcionális célrendszernek a minél teljesebb körű elérését.

Az agrárdigitalizáció adatbiztonsági kihívásainak áttekintéséhez a következő kategóriarendszerben végeztük el a vizsgálatot:

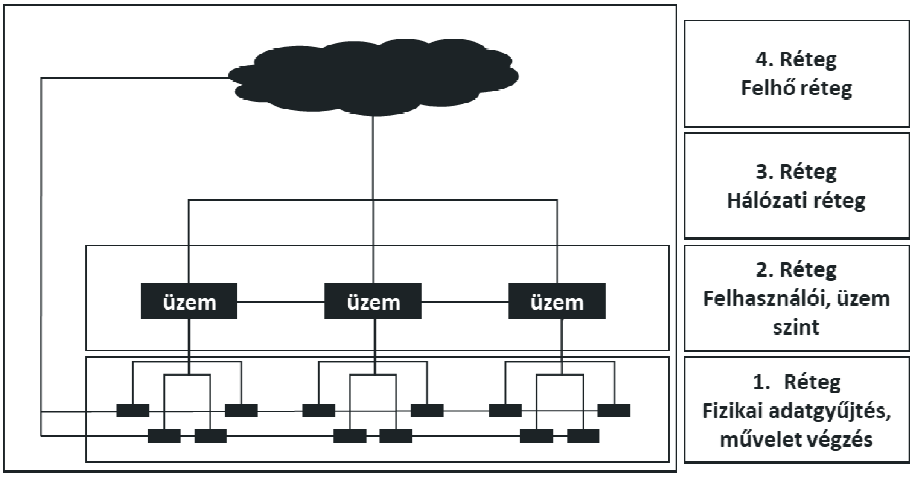
- **fizikai adatgyűjtő és műveletvégző réteg** – e rétegben történik meg a szenzoros adatgyűjtés, valamint az ezen alapuló válaszok gépi végrehajtása (precíziós művelés);
- **hálózati réteg** – ezen rétegben történik meg az adatrendszer továbbítása;

[11] Dr. Babos Tibor – Prof. Dr. Gyuricza Csaba – Magyar Ferenc – Varga Péter: A mezőgazdaság 4.0, mint kritikus infrastruktúra adathasználatának főbb kockázatai, Katonai Nemzetbiztonsági Szolgálat Szakmai Szemle, XVIII. évfolyam 4. szám, 2020. november; https://www.knbsz.gov.hu/hu/letoltes/szsz/2020_4_szam.pdf

[12] Digitális Jólét Program, Magyarország Digitális Agrár Stratégiája 2019-2022, Végleges változat, 2019; https://digitalisjoletprogram.hu/hu/tartalom/das-magyarorszag-digitalis-agrar-strategiaja

- **felhasználói réteg** – itt valósul meg az adatok elsődleges feldolgozása, ide futnak be a szenzoros és egyéb adatok, itt történik a döntéstámogatás és ezen réteg kapcsolódik a felhőszolgáltatásokhoz is;
- **felhő réteg** – itt történik meg az üzemszintű adatok összevezetése és makroszintű feldolgozása a mély tanulás és a mesterséges intelligencia segítségével, és itt kerülnek kialakításra azon algoritmusok, amelyeket a felhasználói réteg döntéstámogató alkalmazásai használnak.

4. Táblázat – Az agrár adattér főbb biztonsági rétegei



A négy réteg nemzetközi piacának áttekintése során a következő megállapítások tehetőek:

- A fizikai adatgyűjtő és műveletvégző rétegben a szenzoros adatgyűjtés piacvezetői alapvetően a kínai cégek, de német és amerikai versenytársak is akadnak. A műveletvégzés esetében a szántóföldi növénytermesztésben a kulcsszerepet az erőgépgyártók jelentik, ahol erős amerikai dominancia mellett jelentős európai gyártók is részt vesznek a versenyben. Az állattartó telepek és üvegházak esetében jelentős holland technológiai túlsúly jelentkezik, a gépészetben svéd és amerikai, valamint izraeli technológiával.
- A hálózati réteg vezető technológiai szállítói kínai, dél-koreai, japán és amerikai cégek, de európai cégek is jelen vannak a piacon – a helyi, valamint üzemi szintű hálózatok esetében. A nemzeti szolgáltatások gerincét képező kábeles és mobiltelefonos szolgáltatásokat alapvetően helyi, illetve európai tulajdonú nagy telekommunikációs cégek nyújtják.

- A felhasználói réteg technológiai szállítói egyrészt a nagy gépgyártók, másrészt a hagyományos hardvergyártók. A szoftveres rendszerek rendkívül sokrétűek, az alacsonyabb piacra lépési költségek miatt sokkal szélesebb a szolgáltatók köre, vannak szenzorszintű szoftveres megoldások, de olyan ökumenikus rendszerek, amelyek rendkívül sok szenzor és gép adatának feldolgozására, illetve sok gép irányítására is alkalmasak – jellemzően amerikai háttérrel.
- A felhő réteg alapját főként nagy amerikai felhőszolgáltatók biztosítják. Ezen alkalmazásokra települnek az amerikai vagy európai gépgyártók saját, jellemzően gépészeti, automatizált vezérlést biztosító, de agronómiai döntéstámogatásra és precíziós tápanyagkijuttatásra is képes alkalmazásrendszerei, valamint az ökumenikus szoftverrendszerek saját döntéstámogató rendszerei a szántóföldi növénytermesztésben, valamint a benchmark-értékeket biztosító rendszerek az állattenyésztésben és a kertészeti kultúrában.

Az agrárdigitalizáció kockázati elemzését elvégezve a következő megállapítások tehetőek:

- **Eszköz- és technológiai kockázatok** – az eszközök működése túlnyomó részben lokális, vagy a helyi hálózat függ, de sok eszköznél fenn állhat a távoli vezérlés, illetve blokkolás lehetősége is. Összeségében az eszköz szintű kockázat az digitális megoldásoknál nem nagyobb mint a „hagyományos" eszközök esetében.
- **Adat- és felhőszolgáltatási kockázatok** már jóval jelentősebbek, mivel itt a teljes szolgáltatási folyamatban, illetve az ezen folyamat végén előálló döntési és vezérlési utasításokban jelentkezhet a hiba, ami a termelők sokaságánál okozhat egyszerre komoly meghibásodást és leállást. A felhőszolgáltatások esetében jelentős kockázat a precíziós gépek vezérlése és beállítása. Az adatgyűjtésen és felhő alapú feldolgozáson szakmai döntésen alapuló vezérlés lehetőséget biztosít a rosszindulatú beavatkozásokra, a káros mértékű, vagy hiányos beavatkozásokra. A szakmai kontroll nélküli felhőszolgáltatások végső esetében lehetőséget nyújtanak a termelés irányításának átvételére, a termésmennyiségek külső szabályozására is.
- **Erőfölényből fakadó kockázatok** a teljes adattérben jelentkeznek, mivel a szereplők jelentős része globális nagyvállalat, amelyek technológiai fejlesztéseiket monopolizálva jelentős erőfölényre tesznek szert nem csupán

a termelővel szemben, de akár a nemzeti kormányzatokra is komoly nyomást képesek gyakorolni.

Összességében még alacsony a kockázata a digitális mezőgazdaság alkalmazásának. Ez a helyzet azonban 5-10 éves távlatban teljes egészében megváltozhat, ezért már most érdemes kiemelt védelemben részesíteni az agrár adattér legnagyobb kockázati értékkel bíró és legszélesebb elterjedtségnek örvendő szegmenseit (meteorológiai szolgáltatások, navigációs szolgáltatások, gépoptimalizálási szolgáltatások, farmmenedzsment-rendszerek).

Az Európai Unió adatpolitikája

Az Európai Bizottság 2020. február 19-én mutatta be a Digitális Csomagját[13], amelynek három eleme:

- Európa digitális jövőjének megtervezése címet viselő **új digitális stratégia**, amely az emberközpontú technológiai keretrendszer fejlesztésére, a méltányos és versenyképes gazdaságra, valamint nyílt, demokratikus és fenntartható társadalmak építésére fókuszál.
- **Európai adatstratégia**, amely javaslatokat tartalmaz a piaci erő kiegyensúlyozására, többek között a kkv-k adatokhoz való hozzáférése tekintetében, az adatok interoperabilitására és minőségre, az adatkormányzásra, és adatinfrastruktúrákra és -technológiákra és a kiberbiztonságra.
- **Mesterséges Intelligenciáról szóló fehér könyv**, amely meghatározza azokat a bizottsági javaslatokat, amelyek a mesterséges intelligencia európai fejlesztésének az alapvető jogok tiszteletben tartása mellett történő előmozdítására irányulnak.

Az EU tagországok 2019-ben nyilatkozatot[14] fogadta el „Intelligens és fenntartható digitális jövő az európai mezőgazdaság és a vidéki térségek számára" címmel. A nyilatkozat megállapítja, hogy

---

[13] A Tanács következtetései Európa digitális jövőjének alakításáról (2020/C 202 I/01), https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:52020XG0616(01)&from=HU

[14] A smart and sustainable digital future for European agriculture and rural areas, https://ec.europa.eu/eip/agriculture/en/news/eu-agriculture-smart-and-sustainable-digital

- A **digitális technológiák,** mint a mesterséges intelligencia, a robotika, a blokklánc, a nagy teljesítményű számítástechnika, a tárgyak internete és az 5G, **növelik a gazdaság hatékonyságát** és javítják a termelést, és hozzájárulnak a mezőgazdasági rendszerek fenntarthatóbbá tételéhez: gazdasági, társadalmi és környezeti szempontból.
- A digitális technológiák fokozott használata pozitív hatással lesz a mezőgazdasági dolgozók és a **vidéki lakosság életminőségére**, és vonzóbbá teheti a fiatalabb generációt a gazdálkodás és a vidéki vállalkozások indítása előtt.
- A meglévő technológiákkal kapcsolatos információk hiánya, a **digitális készségek hiánya** és az új technológiák megbízható költség-haszon elemzéseinek korlátozott elérhetősége **kihívást jelent** a digitális alkalmazásokba történő fokozott beruházások szempontjából.

Az európai gazdák legnagyobb érdekképviseleti szervezeteként működő COPA-COGECA több jelentésében foglalkozik a termelésben, az üzemekben keletkezett adatok tulajdonjogával, biztonságával. A szervezet úgy véli, hogy a gazdaságban vagy a gazdálkodási műveletek során előállított **adatok tulajdonosának maguknak a mezőgazdasági termelőknek kell lenniük**.

A szervezet szerint az üzemekben, a termelésben létrejövő adatok nagyon specifikusak, nemcsak közvetlenül gazdaság működését érintik, hanem különös jelentőséggel bírnak a gazdálkodók és a teljes élelmiszer-ellátási lánc szempontjából is.

A COPA-COGECA szerint minden **felhasználás esetében el kell ismerni a mezőgazdasági termelő azon jogát, hogy részesüljön a gazdaságban vagy a gazdálkodási műveletek során előállított adatok felhasználásának előnyeiből**[15], valamint annak szükségességét, hogy a mezőgazdasági termelők hozzáférést kapjon saját adataihoz, ellenőrizhesse azok felhasználását, illetve jogosultak a szolgáltató által az adataik, akár az aggregált adatiak által létrehozott jövedelemből részesülni.

A COPA-COGECA elismeri, hogy az adatok nem birtokolhatók a fizikai eszközökkel azonos módon, ezért alapvető fontosságú, hogy meghatározásra kerüljön néhány kulcsfontosságú alapelv:

---

[15] Copa-Cogeca – EU code of conduct on agricultural data sharing by contractual agreement, https://eudatasharing.eu/examples/copa-cogeca-eu-code-conduct-agricultural-data-sharing-contractual-agreement

- A mezőgazdasági termelőket világos és egyértelmű módon tájékoztatni kell az adatok gyűjtéséről.
- A mezőgazdasági termelőknek részesülniük kell a mezőgazdasági adatok felhasználásának előnyeiről, és engedélyüket kell adniuk arra, hogy adataikat felhasználják és megosszák a gazdasági érdekkel rendelkező harmadik felekkel, ideértve azokat az eseteket is, amikor az adatok alapján döntenek.
- Az adatkészleteket csak addig szabad felhasználni, ameddig feltétlenül szükséges.
- Az adatokhoz való hozzáférést szigorúan ellenőrizni kell és az adatok bármilyen továbbításának vagy módosításának teljes mértékben nyomon követhetőnek kell lennie.
- Bizonyos esetekben lehetetlen az adatok teljes névtelenné tétele.
- A mezőgazdasági termelők számára megfelelő és egyszerű hozzáférést kell biztosítani, saját adataik kezelésére.
- Alapvető fontosságú, hogy az adatbázisok az egyes mezőgazdasági termelők számára adatvédelmi biztosítékokkal rendelkező eljárásokat tartalmazzanak.

Az Európai Unió több ágazatban, így a mezőgazdaságban is létre kívánja hozni a közös európai adatteret. Az ágazati adatterek célja az adatok valódi egységes piacának létrehozása, amely nyitott a világ minden tájáról származó adatok előtt, és ahol a személyes és a nem személyes adatok, többek között az érzékeny üzleti adatok is biztonságban vannak, és a vállalkozások is könnyen hozzáférnek a szinte végtelen mennyiségű, jó minőségű ipari adatokhoz.

A mezőgazdasági Európai Uniós adattér célja az ágazat fenntarthatósági teljesítményének és versenyképességének javítása. A termelési adatok kezelése és elemzése – különösen az ellátási láncra vonatkozó egyéb adatokkal és más típusú adatokkal, például a földmegfigyeléssel vagy a meteorológiai adatokkal együtt – lehetővé teszi a termelési megközelítések pontos és testre szabott alkalmazását a gazdaságok szintjén. Az EU mezőgazdasági adattér semleges platform, amely lehetővé tenné a mezőgazdasági adatok – így a magán- és közadatok – megosztását és összevonását. Ez támogathatná a tisztességes szerződéses kapcsolatokon alapuló, adatvezérelt ökoszisztéma kialakulását, valamint megerősíthetné a közös politikák nyomon követésére és végrehajtására, valamint a kormányzatra és a

kedvezményezettekre nehezedő adminisztratív terhek csökkentésére irányuló kapacitásokat.

Az európai mezőgazdasági adattér lehetővé teszi, hogy az adatok az EU-n belül és ágazatok között is áramolhassanak, az európai szabályok és értékek maradéktalanul érvényesüljenek, különösen a személyes adatok védelme, a fogyasztóvédelem és a versenyjog terén, valamint hogy az adatokhoz való hozzáférésre és azok felhasználására vonatkozó szabályok kiegyensúlyozottak és egyértelműek legyenek.

Magyarországi mezőgazdasági adatpolitikája

Magyarország álláspontja szerint a hazai adatvagyon nemzetstratégiai vagyonelem. Az állami, közigazgatási működés során közpénzen előállított adatok elsősorban a magyar emberek és a magyar nemzet érdekeit kell, hogy szolgálják, a nemzeti értékek megőrzésére nagy hangsúlyt kell fektetni. Ez nem jelenti azt, hogy Magyarország gátja kíván lenni az adatmegosztásnak, viszont a közadatok újrahasznosításához szükséges platformot elődlegesen tagállami szinten kell megoldani, majd pedig európai szinten megosztani.

A globális vállalkozások azonban az államnál több és megbízhatóbb adatokkal rendelkeznek az állampolgárokról, így az állami szuverenitás sérül. A globális piacon jelenlévő technológiai és input anyag (vetőmag, növényvédőszer, műtrágya) szállító cégek az egyes mezőgazdasági termék piacok meghatározó részéről gyűjtenek az egész világról naprakész információkat. Ilyen minőségű és mennyiségű információval jelenleg a nemezti kormányzatok sem rendelkeznek. Az adatokhoz jelenleg ingyen és szabályozatlanul jutnak hozzá illetve előre nem meghatározottan használják fel azokat.

A precíziós technológia alkalmazásában előttünk járó gazdaságok tapasztalata, hogy az elérhető adatok meghatározzák például a termőföld és az üzem értékét, így a banki hitelezést is.

A magyar mezőgazdaság jelenleg a precíziós technológia felhasználásának elterjedésénél tart. Sem a termelők, sem technológia forgalmazók nem rendelkeznek megfelelő tudatos adatkezeléssel. A technológiai és monitoring rendszerek szolgáltatói így akadály nélkül hozzáférnek a mezőgazdaság stratégia szempontból is fontos adataihoz, amelyekről a termelők legtöbbször másolatot sem készítenek.

A magyar Kormány Magyarország Digitális Agrár Stratégiájában[16] foglalta össze a tervezett nemzeti digitális megoldásokat. Magyarország Digitális Agrár Stratégiája 2023-ig tervezett megvalósításával Magyarország nemcsak sikeres alkalmazója lehet az új technológiáknak, de a fejlesztések résztvevőjeként – a világ élvonalához csatlakozva – nyertese is lehet a folyamatnak.

A digitális eszközök és alkalmazások által biztosított hatékonyságnövekedés több elemből áll össze:

- a termelés szintjén növelik az input anyagok és természeti erőforrások felhasználásának hatékonyságát, hozamnövekedéssel, a minőség növelésével, a melléktermékek és hulladékok csökkentésével. Továbbá csökkentik a termelés kockázatait,
- az üzem szintjén javítják a technológiai és a vezetői döntések hatékonyságát
- a termékpályák szintjén csökkentik az értékesítési kockázatokat.

A Magyarország Digitális Agrár Stratégiája megállapítja, hogy a termelésben és a termékpályákon keletkezett adatok stratégiai fontosságúak, nemzeti értéket képviselnek. Ezen adatok segítségével biztosítható a termék nyomonkövetési rendszerek működése. A digitális agrár megoldások, szolgáltatások hozzájárulnak a vidék digitális fejlődéséhez, támogatják az okos vidék kialakulását.

A technológiai eszközök által előállított adatok, illetve azok feldolgozásából keletkező adatok és információk a hatékonyság növelés mellett komoly kockázatokat is jelentenek. A hely és egyed azonosítókkal rendelkező adatokból az egyedekre, a termőföld parcellákra, az üzemekre és a nemzeti szintű ágazatok működésére lehet azonnali információkat előállítani. A globális technológiai szállítók esetében ezekből az adatokból az egyes ágazatok globális termelését nyomon lehet követni.

Az adatokból az adatok feldolgozói pontos képet kaphatnak a termőföld parcellák termőképességéről, az üzemek működéséről (például: méret, felszereltség, hatékonyság, alkalmazott technológia, termelési adatok, vezetői döntések), élelmiszer termékpályák működéséről, a nemzeti agrárgazdaság működéséről (például: termelési ágazatok, teljesítmény, művelési technológiák, termelési adatok).

---

[16] Digitális Jólét Program, Magyarország Digitális Agrár Stratégiája 2019-2022, Végleges változat, 2019; https://digitalisjoletprogram.hu/hu/tartalom/das-magyarorszag-digitalis-agrar-strategiaja

Az adatok nagy része a termelők beleegyezésével, de az adat átadás valós következményének ismerete nélkül kerülnek a szolgáltatások keretében a technológiai szállítókhoz, illetve adatfeldolgozó vállalkozáshoz.

Továbblépés? Lehetséges és szükséges állami szerepvállalás: adatgazdálkodás

A digitális megoldások alkalmazása a közeljövőben nemzetbiztonsági szintet is érintő adatgazdasági kockázattal járhat. A kockázatok elkerülését, az esetlegesen bekövetkezett kockázatok kezelést szolgáló stratégia főbb elemei:

1. Szabályozott és átlátható működéssel rendelkező **agrár adattér kialakítása** nemzeti szinten, valamint nemzeti adatgazdálkodási terv létrehozása és megvalósítása.
2. Az agrár adattér szereplőinek körében az **adattudatosság** növelése. Az érintetteknek alap szinten ismerni és érteni kell azadatok tartalmát, az adatok által képviselt üzleti értéket, az adtok átadásával, aggregálásával járó előnyöket és kockázatokat, valamint az adatokhoz kapcsolódó jogaikat is.
3. A kockázatok csökkentése, a visszaélések elkerülése érdekében, valamint az ismeret hiányával való visszaélés megakadályozása érdekében szükséges **az adatgazdálkodási és adatgazdasági szabályozási környezet létrehozása**. A szabályozási környezetnek biztosítania kell, hogy az adatok vagyonként, valós értékükön legyenek kezelve, a teljes folyamat kapcsán ismert legyen az adat tulajdonosa, az adatkezelés, tárolás, feldolgozás folyamata átlátható legyen és a tulajdonos ismerhesse az adatainak sorsát, valamint részesülhessen az adat feldolgozásából és értékesítéséből származó jövedelemből.
4. Az **adatbiztonság növelése** az ágazat minden legális szereplőjének érdeke lett. Az adatbiztonságot a teljes adat termékpályán biztosítani kell a precíziós eszközökön, az adatgyűjtő és tároló rendszereken és a hálózatokon is.