

# DOKTORI (PhD) ÉRTEKEZÉS

Tóth Mihály

Debrecen

2023

**DEBRECENI EGYETEM  
GAZDASÁGTUDOMÁNYI KAR**

**IHRIG KÁROLY GAZDÁLKODÁS- ÉS SZERVEZÉSTUDOMÁNYOK  
DOKTORI ISKOLA**

*Doktori iskola vezető:* **Prof. Dr. Balogh Péter** egyetemi tanár, DSc

**A fejlett információtechnológiák elterjedését befolyásoló  
tényezők meghatározása a mezőgazdasági kisüzemekben**

*Készítette:*

**Tóth Mihály**

*Témavezető:*

**Dr. Szilágyi Róbert**  
egyetemi docens

**DEBRECEN  
2023**

## A doktori értekezés betétlapja

### A fejlett információtechnológiák alkalmazásának gazdasági és szervezési aspektusai a mezőgazdasági kisüzemek döntéshozatalában

Értekezés a doktori (PhD) fokozat megszerzése érdekében  
a ..... tudományágban

Írta: ..... okleveles .....

Készült a Debreceni Egyetem Ihrig Károly Gazdálkodás- és Szervezéstudományok doktori  
iskolája (..... programja) keretében

Témavezető: Dr. ....

A doktori szigorlati bizottság:

elnök: Dr. ....

tagok: Dr. ....

Dr. ....

A doktori szigorlat időpontja: 20... ..

Az értekezés bírálói:

Dr. ....

Dr. ....

Dr. ....

A bírálóbizottság:

elnök: Dr. ....

tagok: Dr. ....

Dr. ....

Dr. ....

Dr. ....

Az értekezés védésének időpontja: 20... ..

## NYILATKOZAT

Alulírott, Tóth Mihály (szül.: Kunhegyes, 1992. 06. 20.) büntetőjogi és fegyelemi felelősségem tudatában kijelentem és aláírással igazolom, hogy a doktori (Ph.D) fokozat megszerzése céljából benyújtott értekezésem kizárólag saját, önálló munkám.

Nyilatkozom továbbá, hogy:

- az Ihrig Károly Gazdálkodás- és Szervezéstudományok Doktori Iskola szabályzatát megismertem, és az abban foglaltak megtartását magamra nézve kötelezően elismerem;
- a felhasznált irodalmat korrekt módon kezeltem, a disszertációra vonatkozó jogszabályokat és rendelkezéseket betartottam;
- a disszertációban található másoktól származó, nyilvánosságra hozott vagy közzé nem tett gondolatok és adatok eredeti leőhelyét a hivatkozásokban, az irodalomjegyzékben, illetve a felhasznált források között hiánytalanul feltüntettem a mindenkori szerzői jogvédelem figyelembevételével;
- a benyújtott értekezéssel azonos, vagy részben azonos tartalmú értekezést más egyetemen, illetve doktori iskolában nem nyújtottam be tudományos fokozat megszerzése céljából.

Debrecen, 2023. 04. 28.



---

Tóth Mihály

# TARTALOM

Bevezetés .....	7
1. Témafelvetés és célkitűzés .....	10
2. Szakirodalmi áttekintés .....	14
2.1. A döntéstámogatás és lehetőségei .....	14
2.2. Az Ipar 4.0 koncepció és pillérei .....	17
2.2.1. A környezeti adatgyűjtés és az Internet of Things koncepció.....	18
2.2.2. Az adatok menedzsmentje és a Big Data koncepció.....	21
2.2.3. Az adatok elemzése és a mesterséges intelligencia.....	24
2.3. Elfogadottság és használati hajlandóság mérése .....	27
2.3.1. A szakirodalomban alkalmazott teoretikus modellek .....	27
2.3.2. A modellekkel kapcsolatos problémák és lehetőségek .....	30
3. Anyag és módszer .....	31
3.1. A szakirodalmi bejegyzések kvantitatív áttekintése .....	31
3.2. A közösségi bejegyzések kvantitatív áttekintése .....	32
3.3. A felmérés és modellszerkesztés során alkalmazott módszerek .....	33
3.3.1. Az alkalmazott teoretikus modell alapja .....	34
3.3.2. Az adatok elemzése során alkalmazott módszerek .....	35
3.4. A gyakorlati tesztrendszer kialakításának alapjai.....	40
4. Eredmények és azok értékelése .....	43
4.1. Főbb területek és témakörök meghatározása a szakirodalom alapján.....	44
4.1.1. A frekventált témakörök előfordulásának általános vizsgálata.....	47
4.1.2. A főbb témakörök és kapcsolati pontok vizsgálata.....	49
4.1.3. A kialakult területek meghatározása .....	53
4.1.4. A kapcsolati szerkezet idővel történő változása.....	55
4.2. A közösség véleményének meghatározása nyilvános bejegyzések alapján .....	56
4.2.1. Szentimentanalízis eredménye .....	58
4.2.2. Aspektusok meghatározásának eredménye.....	60
4.3. A használati hajlandóság és a befolyásoló tényezők vizsgálatának támogatása ..	62
4.3.1. A releváns változók kiválasztása .....	63
4.3.2. A felmérés módszere és folyamata .....	73
4.3.3. A kutatásban résztvevők demográfiai, informatikai és szervezeti jellemzői ..	76
4.3.4. A területek értékelése közötti egyezés vizsgálata az alapmodell alapján .....	82
4.3.5. Az általános jellemzők hatása a modellváltozókra .....	86
4.3.6. Az alapmodell kialakítása a használati hajlandóság felmérése érdekében .....	96
4.3.7. Az alapmodell bővítésének terve .....	101
4.3.8. Az alapmodell elsődleges bővítése .....	103

4.3.9. Az alapmodell másodlagos bővítése .....	107
4.3.10. Becslések lehetősége vizsgálata neurális hálózat kialakításával .....	120
5. Következtetések és javaslatok .....	124
5.1. A használati hajlandóságot befolyásoló tényezők.....	124
5.2. A gyakorlati hatás vizsgálatát támogató rendszermodell kialakítása.....	127
6. Az értekezés fontosabb megállapításai, újszerű eredményei.....	133
6.1. A kutatás első szakaszának eredményei.....	133
6.2. A kutatás második szakaszának eredményei.....	135
6.3. A főbb eredmények összefoglalása .....	139
Összefoglalás .....	142
Summary.....	145
Szakirodalmi jegyzék .....	148
Publikációs lista.....	164
Oktatási, tudományos tevékenység.....	165
Egyéb tudományos, közéleti tevékenység .....	166
Melléklet.....	167
Rövidítések jegyzéke.....	170

## BEVEZETÉS

A globalizáció, a növekvő piaci verseny és a gyorsan változó vevői igények révén a 21. században számos változás eszközözlésre van szükség a gazdasági folyamatokat érintően, a termelési és üzleti aspektusból egyaránt. A rendelkezésre álló erőforrások mennyisége többnyire korlátozott, ezért azok felhasználásának jelenlegi gyakorlata a tapasztalható tendenciák alapján nehezen fenntartható (BENOTSMANE et al., 2019). A fenntarthatóság kérdése a mezőgazdasági termelésben környezeti, gazdasági és szocioökonómiai szinteken egyaránt kiemelt szerepet tölt be (AGOVINO et al., 2019). Ennek támogatásban lényeges szerepe van a digitalizáció hatásának, mely számos területen van jelen. Ez alól nem kivétel a szóban forgó mezőgazdaság és a rá jellemző folyamatok összessége sem (HRUSTEK, 2020). A felmerülő problémák lehetséges mérséklése céljából napjainkban kimagaslóan fontos erőforrássá vált az adat és az abból származó információ, melynek beszerzése a digitalizáció hatásán, azon belül a lehetőségein alapuló módszerek és technikai megoldások által lényegesen kézenfekvőbb, mint korábban, függetlenül attól, hogy az ágazatban lényeges operatív szerepet képviselő mérhető adatról vagy épp stratégiai szempontból lényeges gazdasági jelenségeket leíró adatról beszélünk. A rendelkezésre álló adat önmagában nem jelent előnyt, hiszen hiába szerezzük be azt mérés és adatgyűjtés által, ha ezeknek nem valósul meg az egységesítése, elemzése és értelmezése a releváns információ elérése céljából. Ebből adódóan mindenképp foglalkozni kell a feldolgozás és információkinyerés kérdésével is, kiemelt figyelmet fordítva a digitalizációból eredő adatvolumen növekedésére. Számos új lehetőség áll rendelkezésre az üzleti folyamatok támogatása és a gazdasági tevékenység célkitűzésének hatékony elérése érdekében az adatgyűjtés, adatkezelés és adatelemzés modern megoldásainak kombinálása által. Figyelembe véve az *operatív és vezetői szinteket* érintő döntéseket, kimagaslóan elterjedt alternatívák közé sorolható az említett feladat ellátását szolgáló szabály- vagy tudásvezérelt döntéstámogatási rendszerek (DSS) alkalmazása, ám a növekvő számítási kapacitásnak köszönhetően az adatvezérelt módszerek egyre hatékonyabb alternatívának tekinthetők. A mezőgazdasági szektoron belül számos technológiai innováció implementálásával találkozhattunk az elmúlt évek során, melyek kiemelt diverzitású adatforrást képesek biztosítani és kezelni akár a teljes termelési ciklusra vonatkozóan a tervezéstől az értékesítésig, a ciklusokat átívelő belső (saját adatok) és a külső (kollaboráció) tapasztalatok felhasználása céljából. A lehetőségek magában foglalják nagy vonalakban az eszközbeszerzést igénylő megoldásokat, a szolgáltatáson keresztül történő implementálást, továbbá az ellenkező végletet meghatározó, ingyenesen hozzáférhető, nyílt forráskódú eszközöket egyaránt. Az implementálás érdekében eltérő szintű technikai ismeret és előképzettség szükséges, mely szintén fontos az adaptáció

szempontjából, mivel ismeretek hiányában inkább releváns a szolgáltatások által nyújtott lehetőségek összessége, mely magasabb költségekkel járhat.

Elkerülhetetlen, hogy a kapcsolódó módszerek alapján precíziós mezőgazdaság koncepciójára gondoljunk a téma népszerűsége révén, mely magában foglalja többek között a GIS (Geographical information system – Földrajzi információs rendszer) rendszereken alapuló terméstérképeket, gyomérzékelést, növény- és talajfelügyeletet (GEBBERS – ADAMCHUK, 2010), melynek célja többek között a növekvő lakosság élelmiszer iránti keresletének kielégítése (FAO, 2009), a magasabb minőségi sztenderdek elérése, a gazdasági hatékonyság fokozása (M. LEE et al., 2013), emellett a környezeti lábnyom csökkentése. A precíziós mezőgazdaság és mérési technológiák számos új módszert biztosítanak az operatív jellegű adatok gyűjtésére és integrálására, mely révén a termelési és üzleti folyamatok egyre inkább adat-orientált és adat-alapú jellegűvé válnak (WOLFERT et al., 2017). Fontos azonban megemlíteni, hogy a digitalizáció révén létrejövő adatok volumenének, sajátosan eltérő szerkezetének, továbbá az áramlásuk sebességének kezeléséhez új megoldások alkalmazására van szükség a belőle származó üzleti érték hatékony kinyerése érdekében, lényegesen kibővítve ezzel a megszokott értelmezésben definiált precíziós mezőgazdaság koncepcióját. A kutatás időszakában egyre ismertebbé vált **Ipar 4.0 koncepció** új megoldásokat fogalmaz meg az említett területeken, az *adatgyűjtés*, az *adatmenedzsment*, az *adatelemzés* és a *folyamatvezérlés* különböző aspektusainak konceptuális összefogásával, melyek alkalmazása lehetővé teszi az egyes folyamatok komplex megértését, nagy mennyiségű mérhető (szenzoros) és adminisztratív (gazdasági és piaci) jellegű adatok alkalmazásával, ezzel elősegítve az egyes tényezők közötti ismeretlen kapcsolatok felismerését és alkalmazását. A szóban forgó új eljárások összességében alapozzák meg az **okos mezőgazdaság** (smart farming) koncepcióját, mely az információs technológiai megoldások alkalmazása révén lehetővé teszi nagy volumenű adathalmazok előállítását, progresszíven kialakítva az automatizálást, illetve adatátviteli megoldások és távoli adattárolás révén a különböző farmokról származó adathalmazok fúzióját (PIVOTO et al., 2018). A bemutatásra kerülő eszközök és megoldások megfelelő használat esetén jelentős előnyöket nyújtanak a menedzsment számára a hatékony döntések meghozatalában, azonban ezek individuális vagy rendszerszintű alkalmazása a releváns kutatások és a saját tapasztalatok alapján is kis arányban jellemző a hatékonyság növelését potenciálisan alátámasztó lehetőségek ellenére, melyek jelentősebb beruházás igénye nélkül is implementálásra kerülhetnek. A továbbiakban a döntéstámogatás kapcsolódó aspektusai kerülnek áttekintésre, kiemelve a *vezetői* és az *operatív* szintekre jellemző módszereket a mezőgazdasági termelés és üzleti folyamatok sajátosságainak figyelembevételével.

A kutatás alatt több kapcsolódó témakör lehetőségei kerülnek összefoglalásra, melyek minden esetben az Ipar 4.0 komponenseit alkotó *Internet of Things* (tárgyak internete) koncepció,

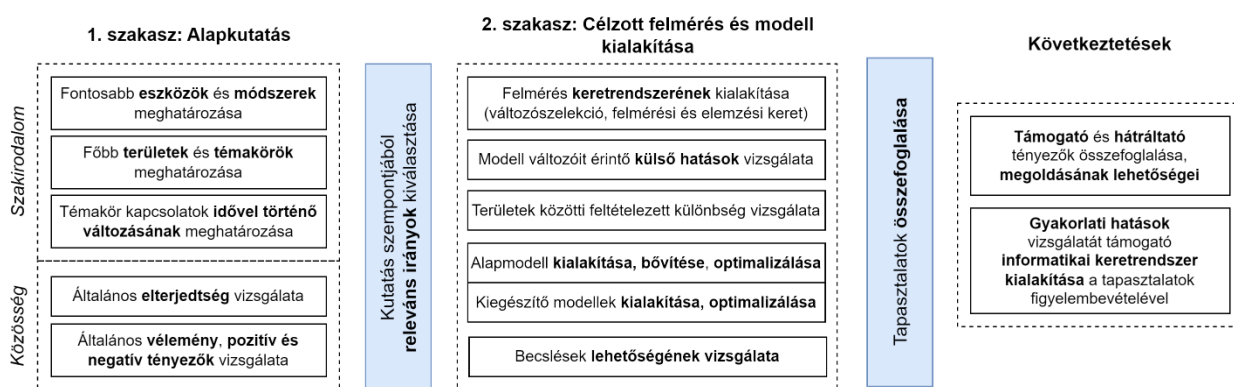
*Big Data* koncepció, illetve *mesterséges intelligencia* eszközeire és megoldásaira összpontosítanak a mezőgazdasági termelésben betölthető szerepük figyelembevételével. Ezek az egymást követő megoldások optimális esetben azonos folyamatban vesznek részt (adatgyűjtés, adatkezelés és adatelemzés lépései), egy munkafolyamatot alkotva. A folyamatok hierarchikus jellege ellenére a koncentráltág jegyében az előzetes eredmények alapján kiemelt szerepet tulajdonítottam az ágazat sajátosságai alapján a *mérhető adatok* és az *online elérhető, változó strukturáltságú adatok* kérdésére az operatív folyamatok és ezeken keresztül a stratégiai folyamatok hatékony alátámasztása érdekében. Ez többek között köszönhető az integrált rendszerszemléletnek, mely alapján az elérhető rendszerek platformszerű felépítésük révén mérés technológiai megoldásokat érintő szolgáltatások esetén kapcsolatosan biztosítják az adatkezelés és elemzés alkalmazásának lehetőségét is, mely által csak egy további lépést igényel a gazdasági adatok fúziója ugyanazon rendszeren belül, biztosítva ezzel az egységes adatok alkalmazását a döntéshozatalban.

Az adatgyűjtés és adatkezelés területet érintő lehetséges eszközök és megoldások kapcsán az elsődleges fókusz az *elfogadottságra*, illetve a *használati hajlandóságra*, továbbá az *ezeket befolyásoló tényezők vizsgálatának támogatására* összpontosul annak érdekében, hogy meghatározhassuk, milyen változtatások eszközölésére lenne szükség a kínálati oldalt képviselő *fejlesztői* szemszögből és az alkalmazói oldalon lévő *szervezeti* szemszögből egyaránt az alkalmazási részarány esetleges fokozása, ezáltal az egyéni és közösségi előnyök elérése céljából, kiemelt figyelmet fordítva a kis és közepes méretkategóriába sorolható, szántóföldi növénytermesztést folytató gazdaságok egyes jellemzőire.

## 1. TÉMAFELVETÉS ÉS CÉLKITŰZÉS

Érezhető szakadék figyelhető meg a stratégia kialakítását illetően a piacvezetők és a lemaradók között (JEFFERY, 2010), mivel a jobb döntéseket lehetővé tevő adatvezérelt megközelítések alkalmazása a nagyobb vállalatok privilégiuma maradt (REJIKUMAR et al., 2020), annak ellenére, hogy a megoldások implementálása nem feltétlen üzemméret vagy jövedelem kérdése. Az aktuális felmérések alapján a mérés technológiát érintő megoldások közül a célcsoport által (méretkategóriától függetlenül) leggyakrabban megjelölt tételt jelentő növényállapot felmérést is csupán 3,1%-os részarányban tervezik saját eszközzel, illetve további 2,2%-is részarányban szolgáltatásként alkalmazni, melynek oka a minta alapján meglepő módon nem elsősorban a magas költségekben, hanem a szükséglet érzetének hiányában, továbbá ezzel szorosan egybefüggően a szükséges ismeretek hiányában mutatkozik (KSH, 2020a). Az adaptáció kivitelezhetőségének lényeges elemét képezi a megfelelő ismeretek és az alapvető infrastruktúra megléte a szervezetben belül. Az alapvető digitális eszközök használatának intenzitása a felmérések szerint közel lineáris összefüggésben van a gazdasági méretkategóriával. Az alkalmazás ténye a szélsőségeket vizsgálva a 4 STÉ (standard termelési érték) alatt besorolható gazdaságok 24%-át, míg az 500 STÉ vagy felette besorolható gazdaságok 96%-át jellemzi (KSH, 2020c). A gazdaságszerkezetek felmérése alapján a gazdaságok 53%-a 4 STÉ alatt, míg 78%-a 15 STÉ alatti kategóriába sorolható, így jelentős részarányt képviselnek (KSH, 2020b). A felsorolt két tényező összevetésével megállapíthatjuk, miszerint a kis és közepes méretű gazdaságok esetén lényeges elmaradást tapasztalhatunk már az általános informatikai megoldások aspektusában is, nem beszélve a kutatás tárgyát képező komplexebb rendszerek adaptációs arányáról. Az aktuális adatgyűjtést, adatkezelést és adatelemzést érintő megoldások adaptációját befolyásoló faktorok felmérése kis és közepes méretkategóriába sorolható gazdaságok esetében a kutatások gyakori témaköre (ZAMBON et al., 2019), a hatékonyság és egyben a fenntarthatóság növelése érdekében (SARKER et al., 2019). Az összefüggések alapján megállapíthatjuk, hogy az adaptációs ráta növelése lényeges előnyöket biztosíthatna mikro- és makroszinten egyaránt, azonban felmerül a kérdés, hogy mi befolyásolja igazán az adaptációs hajlandóságot és mivel lehet fokozni azt. A kapcsolódó kutatások a technológiai elfogadottság témakörét érintik, mely az általános megközelítést leváltva a területhez alkalmazkodva igyekszik választ találni az alkalmazást befolyásoló tényezőkre. A felmerülő probléma azonban a hazai felmérések hiányában mutatkozik meg. További probléma, mint azt a továbbiakban látni fogjuk, a nemzetközi felmérések általánossága és inkonzisztenciája volt, mely a felmérés tervezése során vált nyilvánvalóvá. A kapcsolódó kutatások esetében egységes jellemző volt, miszerint azok a trendek alapján strukturális egyenletek modellezése (útvonalelemzés) segítségével kerülnek értékelésre, melynek

kiemelt eleme az alkalmazott látens változók halmaza és az alkalmazott modellszerkezet. Azonban az előbbieken említett általánosságot és inkonzisztenciát érintő probléma korlátozza az alkalmazkodást az ágazat sajátosságaihoz és gátolja az eredmények összehasonlíthatóságát. Az esetleges hiányok és a kutatás során felmerült elképzelések alapján az alábbi 1. ábra alapján látható célkitűzések kerültek megfogalmazásra. A felsorolt tételek közül az első két szakasz külön kerül bemutatásra az eredményeket összefoglaló fejezetekben, melyet a következtetések összefoglalása követ.



**1. ábra: A célkitűzések összefoglalása és csoportosítása**

*Forrás: Saját ábra*

A továbbiakban áttekintésre kerülnek a főbb kutatási kérdések és a hozzájuk kapcsolódó tézisek. A kutatás során öt kutatási kérdés került megfogalmazásra, melyek közül legnagyobb terjedelemmel és prioritással az első és negyedik kérdés rendelkezik.

**Kutatási kérdés 1.:** Milyen formában jelennek meg releváns eszközök és megoldások a mezőgazdasági termelés témakörén belül a közöttük lévő kapcsolat, csoportosulás, illetve a vélemények képeben a szakirodalom és a közösségi bejegyzések alapján? Az alap kutatás támogatja a kutatás szempontjából releváns tényezők meghatározását, mely kiemelt szerepet tölt be a felmérés kialakítása során. A célkitűzések közé tartozik a szakirodalom kvantitatív áttekintése a hangsúlyos területek, fontosabb témakörök, kapcsolatok, továbbá ezek idővel történő változásának felmérésére. A kapcsolódó feltételezések alapján tézisként megfogalmazásra került, miszerint a szakirodalomra jellemző kulcsszavak által alkotott hálózat alapján lehetőség van a fontosabb eszközök, megoldások és témakörök meghatározására (Tézis 1.), továbbá a szakirodalomra jellemző kulcsszavak alapján egyértelmű csoportok (területek) alakíthatók ki (Tézis 2.), végezetül a szakirodalomra jellemző kulcsszavak alapján megállapíthatók a területek kialakulása során jellemző hangsúlyos tényezők (Tézis 3.). További cél a közösségi bejegyzésekben szereplő releváns bejegyzések kvantitatív feldolgozása, mely más megközelítésből enged betekintést a releváns témakörökre, illetve azok fogadtatására, megállapítva ezzel a pozitív és negatív szemléletű tényezőket az egyes aspektusok figyelembevételével. Az említettek alapján feltételezéseként került megfogalmazásra, hogy

*meghatározható aspektusok jelennek meg a pozitív és negatív véleményt kifejező közösségi bejegyzésekben (Tézis 4.). A tematikus megalapozást követően a kutatás második szakasza az ez alapján támogatott változószelekció, illetve a modell kialakításának egyes lépéseit tartalmazza.*

**Kutatási kérdés 2.:** **Eltérő véleménnyel rendelkeznek-e a résztvevők a releváns eszközök és megoldásokhoz kapcsolódó szakmai területeket érintően?** A technológiai megoldások közötti különbség sok esetben nem kerül mérlegelésre felhasználói oldalról tekintve, funkcionális különbségek ellenére, mivel azok nem minden esetben kerülnek realizálásra, főként információs hiány révén. Az elképzelések szerint fontos a kérdés vizsgálata, mivel az lényegesen befolyásolhatja a kialakításra kerülő modell fókuszát, specifikus felépítésének igényét. Így feltételezés, hogy *kimutatható a különbség az adatgyűjtés és adatkezelés lehetőségeit érintő véleményt illetően (modellváltozók alapján), azaz a célcsoport egy témakörként tekint a szakmai értelemben differenciálható funkcionális egységekre (Tézis 5.).*

**Kutatási kérdés 3.:** **Megállapítható-e a minta alapján az általános tényezők hatása a modellbe foglalható látens tényezők értékelésére?** A külső hatások vizsgálata érdekében érdemesnek láttam az általános aspektusok szerint az esetlegesen szegmentációt okozó tényezők jelenlétének vizsgálatát. Az alapmodellre gyakorolt általános hatások vizsgálata kapcsán a látens változók alakulását gyakran befolyásolják külső, modell által nem minden esetben mért hatások, mely révén fontosnak láttam annak vizsgálatát, hogy relevánsnak tekinthető-e a kutatás szempontból az általános aspektusok formájában rendezett külső tényezők hatása a kialakításra kerülő modelleket alkotó látens változók figyelembevételével, avagy mely külső tényezők vannak hatással a modell által összefoglalt eredmények alakulására. Ezzel kapcsolatban feltételezés, hogy *a külső tényezők (általános változók) egyes kombinációja befolyásolja a főbb látens változók (modellváltozók) értékelésének alakulását, ezzel befolyásolva az ezek alapján kialakított modellek eredményét és alakulását a minta szegmentálása által (Tézis 6.).*

**Kutatási kérdés 4.:** **A válogatott látens változók alapján kialakíthatók-e olyan modellváltozatok, melyek képesek a releváns eszközök és megoldások elfogadottságát és használatát érintő tényezők magyarázatára?** A felmérésből származó adatok hozzájárulnak a következő célkitűzés megvalósításához, mely a használati szokások, továbbá a releváns eszközök és megoldások irányába mutatott attitűd és használati hajlandóság felmérését, illetve az ezeket befolyásoló faktorok vizsgálatát támogató *modellvariánsok kialakítását és kétirányú bővítését (optimalizálását)* foglalja magában, az ágazatra jellemző sajátosságok figyelembevételével, kiemelve a döntéstámogatásban való alkalmazás lehetőségét. A felmérés során alkalmazásra kerülő látens változók több szinten történő kiválasztása és kombinációja fontos kérdés, mivel a szakirodalom nem biztosít célzott teoretikus modellt a terület és az ágazat sajátosságainak figyelembevételével. Ezért fontos azon feltételezés vizsgálata, hogy *a UTAUT2 teoretikus keret*

*függő tényezőinek bővítése által kialakított alapmodell magyarázza az attitűdöt, a kipróbálásra való hajlandóságot, illetve ezeken keresztül a beszerzéssel járó használati hajlandóságot (Tézis 7.), majd ennek megállapítását követően fontos az ezzel kapcsolatban álló feltételezés vizsgálata, miszerint lehetőség van a területhez és ágazathoz való alkalmazkodásra és a modell teljesítményének növelésére az alapmodell független tényezőinek bővítése által (Tézis 9.). Az UTAUT2 modellben eredetileg szereplő összevont látens változók esetében feltételezésre kerül, hogy az UTAUT2 teoretikus keretben szereplő független tényezők megfelelően magyarázhatók a válogatott, másodlagos modellváltozók egyes kombinációi által (Tézis 9.).*

**Kutatási kérdés 5.: Az eszközök és megoldások elfogadottságát és használatát érintő tényezők megállapíthatók becslések által?** A modellek kialakítása során megtörténik a változószelekció harmadik lépése, mivel kiválasztásra kerülnek a modellbe foglalt változók és így a fontosabb tényezők, azonban a modell alapján kapott eredmények leginkább a következtetések meghatározását támogatják. Ezen felül fontos lehet a válogatott tényezők alapján a használati hajlandóságot közvetlenül érintő tényezők (modellben foglalt függő paraméterek) becslése. Az ezt érintő feltételezés, hogy *lehetőség van az általános tényezők és egyes modellváltozatok alkalmazásával becsléseket tenni a főbb függő tényezők (modellváltozók) értékelését illetően a kialakult modellszerkezet figyelembevételével (Tézis 10.).*

Összefoglalásként, a továbbiakban bemutatásra kerül a kutatás két fő szakasza, mely magában foglalja az említett szakirodalmi bejegyzések és közösségi bejegyzések elemzését, továbbá kapcsolódó következtetésként a bennük foglalt eszközök, megoldások és kétségekkel jellemzett tényezők meghatározását, melynek eredménye felhasználásra kerül az ezt követő második szakasz első feladatában, a változószelekció lebonyolításában. Ezt követően és az előbbieik segítségével kialakításra kerül a felmérés, mely által összeállított minta alapján elvégzésre kerül a második szakaszra jellemző kutatási kérdések vizsgálata. Ennek fő eredménye a területek és ágazat sajátosságaira összpontosító modellvariánsok kialakítása, továbbá az ezt támogató tényezők vizsgálata, mint a tematikus egyezőség és külső hatások, melyek összességében segítségként szolgálhatnak nagyobb volumenű kutatás kivitelezése során. Mint azt látni fogjuk, a szakirodalomban elérhető teoretikus alátámasztottság hiánya révén több olyan megfontolásra volt szükség, mely megköveteli az alkalmazott változók számának növelését az ebből származó lényeges korlátok (felmérés kivitelezése) ellenére, azonban a változószelekció és modellek kialakítása révén a cél pontosan ennek megoldásaként a gyakorlatban is releváns változók számának csökkentése volt, hogy immáron egy szűkebb fókuszú modell jöhessen létre, ezzel csökkentve a jelen felmérés során felmerülő korlátokat.

## 2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS

A szakirodalmi áttekintés során bemutatásra kerülnek azon területek és megoldások, melyek napjainkban jelentősen hozzájárulnak az aktuális témakört érintő adatorientált döntéstámogatási módszerek implementálásához, magában foglalva a jellemző hardvert, szoftvert és módszertani tényezőket. Az alapvető pontok meghatározása érdekében egyfajta kiindulási alapként áttekintésre kerülnek a döntéstámogatás elméleti tényezői, illetve a mezőgazdasági termelés jelen aspektusból fontosnak ítélt részletei, melyek magában foglalják a döntéstámogatás során mérlegelésre kerülő tényezőket. Az áttekintés tárgyát körvonalazzák az Ipar 4.0 koncepció által összefoglalt megoldások egyes pillérei. Ez magában foglalja a környezeti adatgyűjtés tekintetében lényeges *IoT (Internet of Things – tárgyak internete)* koncepciót és a segítségével megvalósított *szenzorhálózatokat*. Hasonlóan áttekintésre kerül az adatkezelés és az egyes termelési és üzleti folyamatokat leíró adatok eltérő forrásokból történő integrálását támogató *Big Data* koncepció lehetőségei. Ezt követően az adatelemzés tekintetében kiemelt fontosságú *mesterséges intelligencián* alapuló módszerek kerülnek áttekintésre, kiemelve az becslés és optimalizálás lehetőségeit a koncepcióban megfogalmazott döntési dimenziók definiálása érdekében. A technikai megoldásokat követően kitekintést teszünk a koncepcióban szintén kiemelt *horizontális és vertikális integráció* egyes lehetőségeit érintően, melyek hozzájárulnak az említett tényezők egységes munkafolyamatban történő alkalmazásához. A felsorolt módszerek alkalmazásához szükséges folyamatok által definiálásra kerülhet az adat életciklusa egy átlagos döntési folyamat figyelembevételével. Az áttekintés rávilágíthat olyan gyakorlati lehetőségekre, melyek ezt követően felvázolhatók a célcsoport számára véleményformálás céljából. A véleményt érintően a célcsoport attitűdjét és technológiai elfogadottságát mérő modell kialakítása révén áttekintésre kerülnek a kapcsolódó teoretikus modellek, illetve az említett technológiai megoldásokat érintő kutatások összefoglalás szintjén, segítve ezzel a kutatás kapcsolódó célkitűzésének megvalósítását.

### 2.1. A döntéstámogatás és lehetőségei

Mezőgazdasági döntéstámogatás tekintetében a jellemző folyamatok három fő csoportba sorolhatók. Az első az *értékelés és felügyelet*, a második az *elemzés és döntéshozatal*, míg az utolsó a *beavatkozás* lehetőségeit foglalja magában (VERDOUW et al., 2015). Az üzleti folyamatok kiemelkedő kérdése a bizonytalanság hatékony kezelése, mely magában foglalja annak explicit érzékelését és kvantitatív módszerekkel történő modellezését. A bizonytalanság (mely nem azonos a kockázattal) a folyamat minden lehetséges kimenetelének számszerűsített, véletlenszerű (random) értéket felvevő eredménye (ALBRIGHT – WAYNE, 2016). Mezőgazdasági termelés esetében az élő szervezetekkel való gazdálkodás révén sajátos kockázati források mérlegelésére

van szükség, mely magában foglalja a *termelési* kockázatot, az *ár vagy piaci* kockázatot, az *intézményi* kockázatot, a *politikai* kockázatot, a *szerződési* kockázatot, a *személyi* kockázatot, az *üzleti* kockázatot és a *pénzügyi* kockázatot (HARDAKER, 2015). A döntéstámogató rendszerek (DSS – Decision support system) célja, hogy segítse a felhasználókat hatékony döntések meghozatala érdekében az egyértelmű döntési szakaszok útján történő vezetéssel és a különböző lehetőségekből eredő eredmények bekövetkezési valószínűségének becslésével (DICKS et al., 2014). A hasonló rendszerek általában strukturált és nem strukturált döntési problémák megoldása céljából egyaránt alkalmazásra kerülnek (HE et al., 2011). Egy átlagos döntéstámogató rendszer felépítését tekintve több modulból tevődik össze, melyek olyan tényezők kezelését segítik elő, mint az *adat* (potenciálisan minden változó), a *modellek* (statisztikai, pénzügyi, számviteli, optimalizálási és egyébek), továbbá a felhasználó és a döntéstámogató rendszer közötti párbeszédet biztosító *felület* (HMI – Human-machine interface) egysége (SALLES, 2015). A folyamatot tekintve első lépés a döntési tér kiválasztása (avagy a problémák definiálása), az adatok kiválasztása, a modell létrehozása, majd annak értékelésére vagy összehasonlítására használható módszertan kiválasztása, végezetül az alternatívák értékelése és összehasonlítása (NAUD et al., 2020). A döntéstámogatás célját érintő szinteket tekintve *adminisztratív*, *stratégiai* és *operatív* szintekről beszélünk (SALLES, 2015), melyek közül jelen aspektusban az operatív és stratégiai halmazt érintő lehetőségek bírnak kiemelt szereppel. Stratégiai döntéshozatal esetén a cél eléréséhez használt út, de esetekben az elérendő cél is ismeretlen, így elsődleges feladat a lehetőségek felfedezése, melyek kezeléséből származó döntések eredménye rendszerint hosszútávon mutatkozik meg. Operatív döntéshozatal esetében akár több millió mikroszintű döntésről beszélünk, melyek rövidtávon befolyásolják a tevékenységünk eredményét (MAHESHWARI, 2014). Operatív döntések születhetnek az egyén (döntéshozó) által vagy főként napjainkban az egyes rendszerek által automatikusan (BABICEANU – SEKER, 2016).

Az **operatív** döntéstámogatás fontos tényezőjévé vált a kiberfizikai rendszerek (CPS – Cyber-physical system) jelenléte, mely a mezőgazdasági folyamatok aspektusában négy fő tényezőtől tevődik össze, magában foglalva a *szenzorhálózatokat* (Internet of Things koncepció alapján kialakított rendszereket), az információ vagy adatok *fúzióját* (adathalmazok integrációja), a *döntéstámogatást* és az *üzleti intelligenciát* (BI – Business intelligence), illetve az *aktuátorokat* vagy más *kimeneteket* (COLIZZI et al., 2020), melyek az operatív folyamatvezérlés végrehajtását támogatják. A koncepció definiálása 2006-ben történt a National Science Foundation (NSF) workshop keretein belül (E. A. LEE, 2006). A megfogalmazás szerint kollaboratív jelleggel működő, számítási képességgel rendelkező eszközök által felépített rendszerről beszélünk, mely kapcsolatban áll a fizikai világgal és jelenségeivel, emellett szolgáltatást nyújt és vesz igénybe a hálózaton elérhető adatokat érintően (QUINTANILLA et al., 2016). A kiberfizikai rendszerek öt

fő szintjét ismerjük. Ezek a szintek magában foglalják a *fizikai* folyamatokat (0. szint), az *érzékelés és beavatkozás* folyamatait (1. szint), a *felügyelet és a beavatkozás* folyamatait (2. szint), az *operációs menedzsment* folyamatait (3. szint) és végezetül az *üzleti* folyamatokat (4. szint), az ISA-95 szabvány alapján (JIANG, 2018). A **stratégiai**, de részben operatív döntéstámogatás jellemző felületét napjainkban az üzleti intelligencia rendszerek jelentik, melyek elősegítik az adatbevitelt, az adattárolás menedzselését, továbbá az adatbányászati műveletek, lekérdezések és jelentések készítését a felhasználók számára (MAHESHWARI, 2014). A rendszerek egyfajta kliensként vannak jelen (közvetítőként), melyek célja az előbb felsorolt műveleteken felül a adatok feldolgozása, az elemzés és a vizualizálás támogatása, interaktív, valós idejű hozzáférést biztosítva az adathoz, lehetővé téve azok manipulálását és támogatva az elemzőket és menedzsereket a megfelelő elemzés elvégzése érdekében (DELEN et al., 2010).

Alapvető szempont jelen aspektusban az adatok szerkezetének kérdése, mely *strukturált, felstrukturált* és *nem-strukturált* formában található meg jellemzően (MOHANTY et al., 2015). Strukturált adatokkal döntően relációs adatbázisok formájában találkozunk, míg félig strukturált adatokként a tagolt szöveges fájlokat tekintjük többek között a normálforma hiánya révén (nem garantált egyediségű, redundáns tulajdonságok). Nemstrukturált adathalmazként tekintünk a weboldalakon vagy szövegekben található adatra, ám ugyanitt találkozhatunk félig strukturált adatokkal is többek között forráskódba ágyazott táblázatok által. Az adatok keletkezési helyét tekintve beszélhetünk külső és belső adatokról (MARR, 2015). *Belső adatok* összességét teszik ki azon adatok, melyekhez hozzáférésünk van vagy hozzáférésünk lehet, legyen az meglévő információs rendszer által használt adatbázis (beleértve ERP, CRM és egyéb rendszereket) vagy egyszerű visszajelzések, belső feljegyzések. *Külső adatok* esetében az adatok szinte végtelen forrásáról beszélünk, melyek beszerzése az adott szervezet feladata. A tevékenységtől függően gondolhatunk idősoros adatokra, mint az időjárás, ágazati statisztikák, piaci statisztikák halmaza, ezen felül gondolhatunk törvényi előírásokra, illetve – bár jelen aspektust kevésbé érinti – a közösségi médiában található, elsősorban strukturálatlan adatokra. Döntéstámogatás aspektusában az adatok tárolása szinte minden esetben adatbázisban történik, mely releváns adatok rendezett kollekciónaként értelmezhető, felgyorsítva ezzel az adatokhoz való hozzáférést standardizált formában (BUYYA et al., 2016). Az logikai modellek kialakíthatók dokumentum orientált, oszlop orientált, gráf alapú, illetve kulcs-érték alapú módszer alapján (MOHANTY et al., 2015).

Dimenzionális kiterjedést illetően két fő csoportról, illetve azok kombinációjáról beszélhetünk, magában foglalva a temporális (időegységre vetített), spatiális (területi egységre vetített), illetve a kettő kombinációjából kialakítható spatiotemporális (idő és térbeli dimenzióra egyaránt vetített) kategóriákat (SHEKHAR et al., 2018). A temporális adatok kezelése kiemelten fontos, hiszen a különböző folyamatok más aggregáltsági szintet követelnek meg az

időtekintetében. Míg a termelés egyes szakasza, mint fizikai tevékenység általában perceket és másodperceket (esetekben kisebb mértékeket) vesz figyelembe, úgy a teljes termelési folyamat hosszabb időtartamok függvénye. A folyamatmenedzsment ezzel szemben váltásokat, órákat, perceket és másodperceket vesz figyelembe, míg az üzleti tervezés évek, hónapok, hetek és napok függvénye (KENT, 2018). Területi lefedettség tekintetében logikai értelemben a globális, országos, regionális, agro-ökológiai, farm, illetve terület szintű lefedettség a jellemző (JONES et al., 2017), ám a korszerű megoldások révén manapság inkább beszélünk spatio-temporális adatokról (ATLURI et al., 2018), ami nem feltétlen egyenlő a távérzékelés kapcsán megszokott (döntően heterogén) mátrixot alkotó adatokkal, hiszen ugyanúgy jellemző lehet a homogén adatok jelenléte, legyen az egy nyílt földterületet (KAMIENSKI et al., 2018), raktárépületet (YAN et al., 2014) vagy üvegházat (KATSOULAS et al., 2017; TÓTH et al., 2019) reprezentáló szenzorhálózat területi tesszellációja által (YAO et al., 2017). Bár sok esetben elegendő a kétdimenziós térképek alkalmazása (koordináták és érték), legkorszerűbb lehetőségek közé tartozik a háromdimenziós izofelületek alkalmazása, mely az említetteken felül magában foglalja a harmadik területi dimenziót is volumetrikus adatok kezelése érdekében (T. CHENG et al., 2014).

## **2.2. Az Ipar 4.0 koncepció és pillérei**

Az új információs és kommunikációs technológiák (IKT) terület-szintű természetben és gazdálkodásban való bevezetése kiterjeszti a precíziós mezőgazdaság fogalmát, továbbá a menedzsment és a döntéshozatal meglévő feladatait kontextus, szituáció és helyzet alapú megoldások révén (KARMAS, 2014). A fejlett információs technológiák révén a döntéstámogatáshoz szükséges adatok és modellek egyaránt átalakultak a változó igényekhez való alkalmazkodás érdekében. Az aktuális, digitalizáción és felhő alapú technológiákon alapuló innovációk révén egy paradigmaváltás volt tapasztalható, melyre válaszként született meg az említett Ipar 4.0 koncepció. Definíció szerint a gyártási technológiákra jellemző adatsere és automatizálási technológiák összességéről beszélünk, magában foglalva az úgynevezett intelligens üzem koncepcióját, mely esetében a termelés eszközei szenzorokkal és aktuátorokkal kerülnek ellátásra, ezzel biztosítva az autonóm rendszer kialakításának lehetőségét (LASI et al., 2014). A koncepció továbbá ugyanúgy magában foglalja a horizontális és vertikális integrációt, az adat-orientált döntéstámogatás egyik fontos tényezőjeként (BARTODZIEJ, 2017) a különböző forrásból származó, strukturált és nem strukturált adatok összevonása céljából, így támogatva az analitikus folyamatokat (HENDLER, 2014). Az integráció témaköre foglalkozik az üzleti és szenzoros adatok egyidejű alkalmazásával (TALEB et al., 2015), ezzel hatékonyabbá téve a döntéstámogatást környezeti paraméterre érzékeny folyamatok esetén, mint az a mezőgazdaságra és élelmiszeriparra is jellemző. Az Ipar 4.0 koncepció fogalma először 2011-ben jelent meg a

Hannover Fair esemény keretein belül, egy németországi stratégiai iniciatívaként definiálva, mely esemény a mai napig szimbolizálja a negyedik ipari forradalomként emlegetett időszak kezdetét (ALEXOPOULOS et al., 2016). Az Ipar 4.0 több pillérre épül, beleértve olyan technológiai megoldásokat, mint az érintőlegesen említett kiberfizikai rendszerek koncepciója (HERMANN et al., 2016), az Internet of Things koncepció, a Big Data koncepció, a felhőalapú számítási módszerek, a folyamatvezérlési módszerek, a kiterjesztett valóság (AR – Augmented Reality), az intelligens robotika, az adatbiztonság, illetve az additív gyártás (LUQUE et al., 2017). Ezen pillérek képesek az izolált termelést egy teljesen integrált, automatizált és optimalizált folyamattá alakítani, melyben minden komponens kapcsolatban van egymással (VAIDYA et al., 2018). Az alapvető tervezési elvek közé sorolandó az interoperabilitás, mely a fizikailag is individuális komponens egymással való kommunikációját és közös működését teszi lehetővé az Internet of Things koncepció révén, továbbá a virtualizáció, mely lehetővé teszi a szenzorok által mért paraméterek és más adatok alapján definiált szimulációk futtatását, emellett a decentralizáció, mely lehetővé teszi az egyes alrendszerek autonóm döntését a szervezeti célok elérésére, továbbá tervezési elvek közé sorolandó még a valós idejű működés, a szolgáltatás-orientáltság és a modularitás (GILCHRIST, 2016c). A koncepció egyes elemeinek implementálása egyértelmű versenyelőnyként szolgálhat (KREJCAR et al., 2018). Az egyes előnyök közé soroljuk a produktivitás, jövedelem, foglalkoztatottság és befektetések általános növekedését (GILCHRIST, 2016b). A *kompetitív paritás* célja a versenytársakhoz hasonló operatív képességek elérése, melynek elérése legtöbbször bevált gyakorlatok és általános céllal kialakított szoftverek, mint az vállalati erőforrás menedzsment (ERP – Enterprise resource planning), a vevőkapcsolati menedzsment (CRM – Customer relationship management), vagy az automatizált értékesítési rendszerek (SFA – Sales force automation) alkalmazásával kerül megvalósításra. Ezzel szemben a *kompetitív differenciálódás* célja az emberek, a folyamatok és a technológia kihasználása különböző alkalmazások és folyamatok fejlesztése, kialakítása érdekében, ezzel egyedi értéket létrehozva. Azonban, ha mindenki azonos ERP alkalmazást használja, egyediség nélkül, nem teljesül a kompetitív differenciálódás. Ennek megfelelően a területhez kapcsolódó módszerek implementálása lehetővé teszi a szervezet számára az üzleti és operatív folyamatok optimalizálását és új pénzügyi lehetőségek felfedését az egyedi rálátások által (SCHMARZO, 2016).

### **2.2.1. A környezeti adatgyűjtés és az Internet of Things koncepció**

A környezeti adatgyűjtés lehetőségei elsődlegesen Internet of Things koncepcióban kerülnek definiálásra. A tárgyak internete (IoT – Internet of Things) fogalom megjelenésekor eleinte egyedileg azonosítható, *rádiófrekvenciás azonosítás* (RFID – Radio-frequency identification) technológiát alkalmazó eszközök összességét értettük annak definíciója alatt (ASHTON, 2009),

mely lehetővé tette a különböző tárgyak, vagy akár termékek követését. Az első definiálását követően a fogalom folyamatosan bővült más technológiákkal való fúziója által, mely révén megjelentek a rendszeren belül a *szenzorok*, az *aktuátorok*, a *globális helymeghatározást végző modulok* (GPS – Global positioning system), és különböző *hálózati vezérlők*, ezzel kiterjesztve az alkalmazási spektrum lehetőségeit. Az Internet of Things alapja számos összekapcsolt eszközből álló, globális hálózati infrastruktúrának tekinthető, amely szenzoros, kommunikációs, hálózati és információfeldolgozási technológiákra támaszkodik (TAN et al., 2010). Más megfogalmazás alapján olyan objektumokat értünk a fogalom alatt, melyek képesek számítási műveletek végrehajtására (mikrovezérlő jelenléte révén), illetve adott környezeti tényezők érzékelésére (szenzor jelenléte révén) egy meghatározott cél elérése érdekében (ANTUNES et al., 2018). Az RFID és a vezeték nélküli szenzorhálózat (WSN – Wireless sensor networks) a két legfontosabb eszköz, melyek együtt alkotják a kezdeti Internet of Things koncepciót. Egyes megközelítések alapján öt fő szintről beszélünk szoftveres értelemben, magában foglalva az *észlelési* réteget (szenzoros adatok, magában foglalva az RFID és képérzékelő szenzorokat is), analitikai réteg (szűrés és strukturálás), *átviteli* réteg (hálózati protokollok), *feldolgozási* réteg (integráció), majd *alkalmazási* réteg (információ menedzsment, feldolgozás, visszajelzés) egymást követő elemeit (AHEMD et al., 2017). Más logikai felépítést tekintve több réteget különböztetünk meg. Ezek közül a legalsó szint a *fizikai* réteg, ahol az eszközök helyezkednek el. A másik véglet a *felhő* réteg (cloud storage vagy cloud computing), ahol a szerverek és virtualizált technológiák helyezkednek el az adattárolás és analitikai műveletek elvégzésére. Ugyanitt történik a bejövő kérések feldolgozása is alkalmazásprogramozási interfész (API – Application programming interface) szerepét betöltő alkalmazások segítségével. A két réteg között egyre inkább jellemző a kód réteg (fog layer vagy fog computing) jelenléte, mely átjárót képez az előbb említett két réteg között az ismertetett funkciók mellett átmeneti tárolóként való működés, illetve egyes számítások helyi elvégzése révén (YANG et al., 2020).

A koncepció, mint azt láthatjuk, lényegesen hagyatkozik az *M2M* (gép és gép közötti – Machine to machine) kommunikációra vezetékes vagy vezeték nélküli hálózatok alkalmazásával (HÖLLER et al., 2014), ezzel elősegítve a *kiberfizikai rendszerek* koncepciójának megvalósítását. Az Internet of Things koncepció értelmezésre kerülhet fogyasztói és ipari aspektusból egyaránt, ám esetünkben leginkább az utóbbi terület tekinthető mérvadónak, mely IIoT (Industrial Internet of Things) néven van jelen a szakirodalomban. A koncepció ezen alcsoportja jelen van az üzemekben, az ellátási lánc menedzsmentben, az energiagazdálkodásban, az egészségügyben, az „okos” környezetekben, a logisztikában (DIÈNE et al., 2020) és az aktuális területnek megfelelően a mezőgazdasági termelésben (TALAVERA et al., 2017; VERDOUW, 2016). Az IIoT különböző funkcionális területekre osztható, beleértve a *vezérlési* réteget (operatív egységek összessége, a

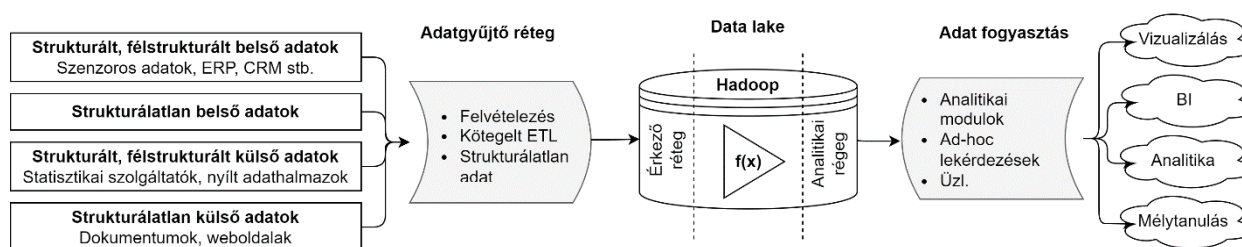
szenzorok vezérlését, a visszacsatolás és a kommunikációt), a *műveleti* réteget, az *információs* réteget, az *alkalmazás* réteget és az *üzleti* réteget (GILCHRIST, 2016a). Az alkalmazási terület a rendszer kialakításától függ, mely alapján az tartalmazhat szenzorokat, aktuátorokat, ám önmagukban is hasznos lehetnek adatátvitel céljából. Az ágazaton belül a vezeték nélküli szenzorhálózatok tekinthetők gyakorinak (HÖLLER et al., 2014), melyek jellemzően hierarchikusan elrendezett, koordinátor és másodlagos modulokból felépített rendszer segítségével teszik lehetővé a területre jellemző fizikai paraméterek meghatározását (VARMAN et al., 2017), miközben az Internet of Things koncepciónak megfelelően speciális kommunikációs szabványok segítségével valósul meg az egymással és külső rendszerekkel való adatcsere (M2M), beleértve a hierarchikus és rövid hatótávú *ZigBee* (YU et al., 2009) vagy a hosszú hatótávú *LoRaWAN* (DAVCEV et al., 2018) protokollokat. Elrendezésüket tekintve beszélhetünk homogén (például: termelési közeg), illetve heterogén (például: feldolgozóüzem) struktúráról (OTEAFY – HASSANEIN, 2018), alkalmazkodva ezzel a terület sajátosságaihoz a területi felbontást illetően. Jelen kontextusban, szenzor alkalmazása esetében a gyakorlati lehetőségek magukban foglalják a környezeti paraméterek területegységre vetített mérését, beleértve levegő, talaj, víz, vagy akár állategyedek megfigyelést (TALAVERA et al., 2017) többek között optikai, mechanikus, elektrokémiai, helyzeti szenzorok segítségével (ELIJAH et al., 2018). Egyes konkrét környezeti paraméterek között említendő a hőmérséklet, páratartalom CO<sub>2</sub> koncentráció (SU – XU, 2017), fényerősség, talajnedvesség (BAVISKAR et al., 2014) kettő és háromdimenziós formában (TÓTH et al., 2019). Más végletet említve a vizsgált terület vizuális paramétereinek meghatározását képérzékelő szenzorok támogatják (KAMILARIS – PRENAFETA-BOLDÚ, 2018; TÓTH et al., 2019), ezzel adatot biztosítva egyes folyamatok számára, mint a termésbecslés (RAHNEMOONFAR – SHEPPARD, 2017), a minőségbiztosítás (DUBEY – JALAL, 2015), a növekedés felügyelete (WIJANARKO et al., 2019) és a szelektív betakarítás (BLOK et al., 2016). Az alapanyag előállítását és feldolgozást követően a technológia alkalmazása tovább folytatódik vertikálisan átívelő lehetőségek révén, beleértve az élelmiszer ellátási lánc követését (TZOUNIS et al., 2017) az RFID azonosítás révén, ám esetekben a szállítmányozás vagy raktározás során is megtörténhet a környezeti adatok mérése (HOFMANN – RÜSCH, 2017) minőségbiztosítási célokból. A fentiek alapján is látható, hogy az Internet of Things koncepció jelen van az operatív döntéstámogatásban, illetve az operatív folyamatoptimalizálásban a folyamatot leíró adatok biztosítása és a beavatkozás lehetősége (aktuátorok) révén. Ezzel szemben stratégiai döntéstámogatásban leginkább közvetett szerepe van az eredményt (termelési folyamatot) hosszútávon befolyásoló adatok biztosításával.

### 2.2.2. Az adatok menedzsmentje és a Big Data koncepció

Az adatok menedzsmentjének lehetőségei elsődlegesen a Big Data koncepcióban kerülnek definiálásra. Az ágazat aspektusában az okos mezőgazdaságot érintő folyamatokban a strukturált és strukturálatlan adatkészletek formájában tárolt adatok idővel nagy volument jelentenek, melynek elemzéséhez elengedhetetlen a Big Data koncepció eszközeinek implementálása. A megfizethető érzékelők, a jobb adatgyűjtő rendszerek és a gyorsabb kommunikációs hálózatok fejlesztése által egyre elérhetőbbnek bizonyulnak az összekapcsolt fizikai eszközök, amelyek folyamatosan generálják a nagy mennyiségű, egyes folyamatokat leíró adatot (LEE et al., 2015). Jellemző problémák közé tartozik a *változatosság*, a *tárolás* módja, az *integráció* kérdése, illetve a *feldolgozás* és *erőforrás* menedzsment (ASSUNÇÃO et al., 2015). A növekvő volumen, illetve a fokozódó strukturális változatosság kezeléséhez szükséges az adatok megfelelő strukturálására, feldolgozására, tárolására a hatékony elemzés lehetőségének érdekében. Ezen problémák jelentős hatást gyakoroltak a Big Data koncepció kialakítása során, mely iránymutatást ad az adatok hatékony *rögzítésének*, *szelektálásának*, *tárolásának*, *lekérdezésének*, *átadásának*, *elemzésének* és *vizualizálásának* módszereit illetően. A Big Data analitika az adat-tudomány egyik kulcsfontosságú szakterülete az elmúlt évtized óta, mely tulajdonképpen az információs technológiák, a matematika, a statisztika, a gépi tanulás összetett kapcsolatának tekinthető (KHAN et al., 2017). Ezen módszerek összessége jelentősen hozzájárulhat többek között a mezőgazdasági folyamatok optimalizálásához is (WOLFERT et al., 2017). Gyakorlati megközelítésből, 2010-ben az Apache Hadoop, mint az a területre jellemző egyik domináns, üzleti életben alkalmazott keretrendszer, a Big Data jelenséget olyan adathalmazként definiálta, mely nem hozható létre, nem tárolható, illetve nem dolgozható fel elfogadható időtartam alatt általános eszközök segítségével (CHEN et al., 2014). Ebből is látható, hogy a koncepció jelentheti a folyamatra vonatkozó jellemzők összességét, illetve ugyanúgy jelentheti magát a szóban forgó adathalmazt. A Big Data három tényezővel jellemezhető, magában foglalva a *volument* (volume), *sebességet* (velocity), illetve a *változatosságot* (variety). Ez az egység meghatározza a jellemző 3V modellt (BENDRE et al., 2016). A modell 2012-ben bővítésre került a *hitelesség* (veracity) fogalmával, figyelmet fordítva ezzel az elfogultságra, a zajra és az abnormális értékekre (SAGGI – JAIN, 2018). A jelenleg aktuális 7V modell magában foglalja összességében az *érték* (value – kompetitív előnyök a különböző ipari területeken), az *érvényesség* (validity – az adatok helyes feldolgozása), a *variabilitás* (variability – változékonyság), a *viszkozitás* (késleltetett adatátvitel a forrás és a cél között), a *viralitás* (virality – a különböző forrásokból küldött és fogadott adatok) és a *vizualizáció* (visualization – az adatok értelmezése) fogalmait (MANOGARAN et al., 2017).

A Big Data koncepció két szempontból értelmezhető, mivel az magában foglalja az adatok menedzsmentjét, beleértve a felvételezést, a kibontást, a tisztítást, az annotációt, az integrálást, az aggregálást és a reprezentálást, ám egyes szakirodalmak a koncepcióhoz kapcsolódóan tekintenek az analitikai lehetőségekre, beleértve az elemzést, a modellezést és az interpretálást (CABRERA-SÁNCHEZ – VILLAREJO-RAMOS, 2019) a szorosan egybefüggő munkafolyamat révén. A koncepció lényegesen hagyatkozik a tudás- vagy adatfűzióra, mely nagy volumenű adathalmazok egy adatbázison belül történő integrációját jelenti (XIE et al., 2015), magában foglalva többek között olyan külső adatforrások összevonását, mint egyes az időjárás, piaci, vagy épp benchmarking adatok (WOLFERT et al., 2017). Adattárolás és adatmenedzsment kapcsán a klasszikus adattárházak és a Big Data közötti lényeges különbség a rájuk jellemző folyamatokban mutatkozik. Az előbbi esetében az egyes operatív alkalmazások, ERP rendszerek és CRM rendszerek adatbázisából ETL (Extract transform load – Kinyerés, átalakítás és betöltés) eljárások segítségével került átstrukturálásra az adat, mely adattárházakban kerül tárolásra, használhatóvá téve ezáltal riportok, OLAP (Online analytical processing) struktúrák létrehozására és adatbányászatra. Ezzel szemben a Big Data adatforrásai ugyanúgy lehetnek strukturálatlan adatok is (jelentések, szöveges adatok, nyílt adatok), melyek kezdeti átstrukturálás nélkül (vagy minimális átstrukturálással), jellemző metaadataikkal kerülnek tárolásra a „data lake” koncepció szerint, melyek ezt követően felhasználhatóak többek között a koncepcióban foglalt feltáró és prediktív analitika során (EBERIUS et al., 2017). Fogalmi értelemben adat repozitóriumról beszélünk, mely nagy mennyiségű nyers adat (forrásával megegyező formában) tárolására alkalmas (MOHANTY et al., 2015) a különböző adatforrások integrálásával. Ezen adathalmaz egy része adott döntési problémát definiáló üzleti kérdés megoldása érdekében lekérdezésre, strukturálásra, majd elemzésre kerülhet. Ennek megfelelően az szükség esetén (on-demand módon) kerül strukturálásra, csökkentve a költségeket. Ez teljesen ellentétes logikai értelemben a Bill Inmon által definiált, klasszikus értelemben vett adattárháznak (INMON et al., 2021), mely egy tárgyorientált, integrált, nem-felejtő (non-volatile), idősoros gyűjteménye a menedzsment döntéshozatalát támogató adatoknak. Az említett fogalom a kora 90-es években újból definiálásra került vállalati adattárházként (EDW – Enterprise data warehouse), mely egy egyedülálló repozitórium, az összes historikus adat tárolására, relációs adatmodell alkalmazásával, melyben az adatok harmadszintű normálforma elvei szerint, az atomikus és egyedi értéként értelmezhető tulajdonságok segítségével kerülnek tárolásra, hasonlóan az OLTP (Online transaction processing) adatbázisok sémájához (STACKOWIAK et al., 2015). A nagy volumenű adat révén felmerülhet az úgynevezett „information overloading” jelenség, melynek hatását a Big Data koncepció által meghatározott módszerek csökkenthetik (BUCUR, 2015). A „data lake” koncepció alapján felépített adattárház

három fő szintre bontható (2. ábra), magában foglalva az *érkezési*, az *adat* és az *analitikai* szinteket, melyek közül az adat először az érkezési (vagy tükröző) rétegre kerül (GUPTA – GIRI, 2018).



**2. ábra: Egy Hadoop ökoszisztémára épült data lake alapvető struktúrája**

*Forrás: Saját ábra a szakirodalom (GUPTA – GIRI, 2018) szerint*

Az adatelemzés aspektusában a Big Data egyaránt megfogalmaz *leíró* (descriptive) módszereket a korábbi jelenségek modellezéséhez *előrejelző* (predictive) módszereket a rendelkezésre álló adathalmazok segítségével, illetve *előíró* (prescriptive) módszereket a cselekvések támogatás és döntéshozatal támogatása céljából (ASSUNÇÃO et al., 2015; KAMBLE et al., 2020). Az előíró módszerek többnyire mestereséges intelligenciával kerülnek alátámasztásra. Konkrét műveletek közé sorolható az adatok strukturálása, a dimenziócsökkentés, a rejtett minták felismerése, a teljesítményértékelés, illetve az előrejelzés (JIN et al., 2015), mely mind szerves része a döntéstámogatásnak. A két aspektus kombinációja gyakran kerül kivitelezésre *felhőalapú infrastruktúra* formájában, mely tekintetében megkülönböztetünk publikus (ezen belül megosztott, dedikált, közösségi és hibrid) és privát (egyéni szolgáltatott, külsőleg szolgáltatott, egyéni szolgáltatott, de külsőleg menedzsel) implementációkat (VASHIST, 2015). Az Ipar 4.0 koncepció kapcsolódó tétele a horizontális és vertikális integráció, melynek első lépése a különböző területekről származó adatok egyesítése adott struktúrában, beleértve szenzoros és gazdasági adatokat (TALEB et al., 2015). A horizontális integráció kiemelt fontosságú az adatmenedzsment és döntéshozatal kapcsán (MOKHTAR – ELTOWEISSY, 2017), míg a vertikális integráció az ellátási lánc kapcsán (ALMADA-LOBO, 2016).

A Big Data implementálásának modellje *öt fő lépcsőfokkal jellemezhető*, melyből az első az üzleti folyamatok megfigyelésének szakasza, magában foglalva az adattárház feltöltését, illetve üzleti intelligencia megoldások használatát a folyamatok megfigyelése érdekében. Ezt követi az üzleti betekintések megvalósítása prediktív analitika révén, az egyre növekvő volumenű külső és belső adatok alkalmazása által. A harmadik fázis az optimalizálás az előíró elemzések alkalmazása által, melyet az adat monetarizáció követ a hosszútávú döntések befolyásolása révén. Az utolsó lépés az üzleti metamorfózis, az üzleti modell átalakulása révén (SCHMARZO, 2016). A koncepcióhoz tartozó egyes eszközök igénybevétele döntően három üzleti modell segítségével foglalható össze, beleértve a SaaS modellt (Software as Service – virtualizált platformhoz való hozzáférés), a PaaS modellt (Platform as Service – csak az ezen futó egyes egyedi vagy sztenderd

szoftverekhez, illetve adatbázisokhoz van hozzáférés), illetve az IaaS modellt (Infrastructure as a Service – igény szerint kialakított, teljes virtualizált infrastruktúra, így elsősorban erőforrást veszünk igénybe), függően a szervezeti igényektől (BELCASTRO et al., 2017; VASHIST, 2015). Sajátos üzleti modellként van jelen ezeken felül az úgynevezett DaaS (Data as Service) modell, mely adatot biztosít a felhasználó számára. Az adatok forrásaként említhető az állam, a szolgáltató, a belső felhasználó, az üzleti partnerek, külső alkalmazások és fogyasztók, ám megfelelő eszközök használata esetén mi is értékesíthetünk stratégiai értelemben nem releváns adatokat kéremennyiség és volumen, adattípus és feliratkozás (fix) alapú árazás mellett (SARKAR, 2015). Külső szolgáltatók esetében kiemelkedő a Microsoft Azure, Amazon Web Services, OpenNebula és az OpenStack (BELCASTRO et al., 2017). Ezzel szemben egyéni implementálás egy alternatívájaként, a nyílt forráskódú megoldások között fontos kiemelni az Apache Hadoop keretrendszert, mely nagy adathalmazok kezelését lehetővé tevő fejlesztőrendszereket biztosít a mérnökök és döntéshozók számára. A keretrendszer alapjaként szolgáló HDFS fájlrendszer esetében nem beszélünk szokványos, relációs adatbázisok esetén jellemző megkötésekről, így lehetnek nemstrukturált és séma nélküliek a bekerüléskor (DUMBILL, 2012), ezzel dinamikusan alkalmazkodva a változó igényekhez. Gyakorlati használata üzleti adatok integrálásán (SAGGI – JAIN, 2018) túl, lehetőséget biztosít valós idejű szenzoros adatok kezelésére (WISKA et al., 2017), külső adatok integrálására (HENDLER, 2014), a teljes farmra jellemző adatok integrálására (WOLFERT et al., 2017), beleértve az ágazat esetében fontos helyspecifikus (spatiális) adatokat is (YAO et al., 2017). A vertikális kiterjedésen bővülő ellátási lánc nyomonkövetéshez kapcsolódó (XU et al., 2015), vagy annak menedzselését elősegítő adatok kezelése érdekében (YAN et al., 2014), mely a termékadatok, szenzoros adatok (környezeti hatás), az egyedi azonosítás mellett lehetőséget biztosít keresleti és kínálati előrejelzések megvalósítására (IVANOV et al., 2018).

### ***2.2.3. Az adatok elemzése és a mesterséges intelligencia***

Az adatok elemzésének lehetősége elsődlegesen a mesterséges intelligencia lehetőségei között kerülnek definiálásra jelen kontextusban. A napjainkban tapasztalt döntési helyzetekre jellemző növekvő komplexitás és bizonytalanság szükségessé teszi a kifinomult kvantitatív modellek használatát, amelyek túlmutatnak a hagyományos lineáris vagy nemlineáris modellek képességein. A komplexitást növeli a különböző adatforrások együttes felhasználása, melybe beletartozik a valós idejű monitoring eszközök által létrejött adatbázis (például: szenzorhálózatok), a farm információs rendszerek adatbázisai és az egyéb külső adatbázisok együttes alkalmazása (GACAR et al., 2017). Ahogy a komplexitás és a bizonytalanság nő az adatok mennyiségével (amelyek leírják a döntési helyzetet), a modell (a helyzetet reprezentáló) képességeit is javítani kell, hogy a változók között fennálló nemlineáris kapcsolatok is meghatározhatók legyenek. Ennek

megfelelően az új szemlélet alapján alkalmazott mesterséges neurális hálózatok (ANN – Artificial neural network) illeszkednek a vezetői döntéshozatal támogatásába (BURSTEIN – HOLSAPPLE, 2008). A koncepció alapján mesterséges intelligencia kifejezés számos algoritmusra értendő, melyekre jellemző közös tulajdonság, hogy képesek meghatározott adathalmaz segítségével logikai séma kialakítására (tanulásra) jelentősebb beavatkozás nélkül. A mesterséges intelligencia a számítástudománnyal és a Big Data koncepcióval együtt formálódik, ezzel új lehetőségeket teremtve az adatintenzív folyamatok megoldására, számszerűsítésére és megértésére (LIAKOS et al., 2018). Az egyes módszerek diszkriminatív és generatív csoportokra bonthatók, melyből az előbbi döntően osztályozás esetében releváns, míg az utóbbi adatok generálására képes (PENDYALA, 2018). A célkitűzés és a rendelkezésre álló adat figyelembevételével kiválasztásra majd felépítésre kerül a megfelelő modell. Ezt követően megtörténik a modell tanítása (a tanuló adathalmaz segítségével), tesztelése (a teszt adathalmaz segítségével), teljesítményének értékelése, majd értelmezése (MOHANTA et al., 2020).

A jellemző modellek kapcsán megkülönböztetünk többek között *regressziót*, *klaszteranalízist*, *osztályozási modelleket* (például: SVN – Support vector machine), továbbá *Bayesiánus modelleket*, *példány alapú modelleket*, *döntési fákat*, *mesterséges neurális hálózatokat* és együttes tanulási modelleket (LIAKOS et al., 2018). A mesterséges neurális hálózat az egyik fő témakörnek tekinthető a területen, amely súlyozott élekkel összekötött mesterséges neuronokból áll (DUAN – XIONG, 2015). Mint egy biológiai rendszer, a hálózat több neuron összekapcsolásával és súlyozásával épül fel, a különféle problémák nemlineáris módon történő kezelése érdekében (ELAVARASAN et al., 2018). Magas absztrakció figyelembevételével a modellek felügyelt (ismerjük a be- és kimeneti értéket, mely alapján próbáljuk felépíteni a modellt), félig felügyelt, felügyeletlen (nem ismerjük a kimenetet, így a bemeneti értékek alapján keressük a választ a rájuk jellemző mintázatok figyelembevételével), illetve megerősítéses (minden iteráció során jutalmazunk vagy büntetünk az eredmény valós adathoz való viszonyát) tanítás (KUMAR et al., 2019). A tanulás úgynevezett delta szabályt követ, veszteségfüggvény alkalmazásával, mely által a súlyozás a mért hibának megfelelően kerül frissítésre (ELAVARASAN et al., 2018). Más megközelítés alapján megkülönböztetünk előrecsatolásos (egyirányú) és visszacsatolásos (kétirányú) módszereket (FOURATI – CHTOUROU, 2007) a neuronok közötti kapcsolat alapján. A terület diverzitása révén nem kerül minden részlet bemutatásra (főként a technikai részletek, beleértve az aktivációs függvényeket, hálózati szerkezeteket, robbanó, vagy eltűnő gradiens problémáját stb.) és sokkal inkább koncentrálnunk azon módszerekre, melyek vezetői és operatív szinten támogathatják a döntéshozatalt. A mesterséges neurális hálózat magában foglalja a konvolúciós neurális hálózatokat (CNN – Convolutional neural network) és visszacsatolt neurális hálózatokat (RNN – Recurrent neural network), melyek mind aktívan alkalmazásra kerülnek a

mezőgazdasági és üzleti területeken. A konvolúciós hálózatok leginkább stacionárius adatok esetében (például képek mátrix formájában) kerülnek alkalmazásra a konvolúciós jellegük révén, míg a visszacsatolt neurális hálózatok hatékonyan alkalmazhatók idősoros adatok esetében. A továbbiakban, döntéstámogatás aspektusában az idősoros adat tekinthető mérvadónak, így a mesterséges neurális hálózatok egy variánsa, az LSTM (Long-short term memory) modell kerül megemlítésre, mely képes hosszútávú függőségek elsajátítására. Felépítését illetően általános esetet tekintve memória cellából, bemeneti kapuból, kimeneti kapuból és felejtés kapuból áll össze. A memória cella egy értéket (vagy állapotot) tárol rövid vagy hosszú időtávra (JAHAN et al., 2019), a tanulás során elemzett minták figyelembevételével. További hatékony módszerek tekinthető a területen a megerősítéssel tanulás (reinforced learning), mely a Markov féle döntési folyamat formalizálásra.

Az ágazat sajátosságaiból adódóan a mesterséges intelligencia alkalmazható lehet a stratégiai és operatív döntéstámogatás, illetve a folyamatvezérlés területén. Döntéstámogatás tekintetében jellemző alkalmazási területek közé sorolandó az időjárás előrejelzés, termésbecslés, termelési szerkezet optimalizálás, öntözés optimalizálás, növényvédelmi problémák előrejelzése és felismerése, illetve agrárpolitikával és kereskedelemmel kapcsolatos előrejelzések kivitelezése (COBLE et al., 2018). Stratégiai döntéstámogatás aspektusában megemlítendő a pontos ( $RMSE = 4,91\%$ ) termés előrejelzés (naturáliában) olyan egyszerű adatok felhasználásával, mint területnagyság, öntözés mennyisége, szoláris sugárzás, esőzés, maximum, átlag és minimum hőmérséklet, illetve termesztési időtartam (GONZALEZ-SANCHEZ et al., 2014), ezzel támogatva a tervezést. További modellek támogathatják az optimális vetés vagy ültetés időpontját, mely esetében felvásárlási árakkal és ezt érintő előrejelzésekkel kapcsolatos adatok kerülnek mérlegelésre, jövedelemoptimalizáció céljából mesterséges neurális hálózat segítségével (NHITA et al., 2018). Folyamatoptimalizálás tekintetében stratégiai szinten találkozhatunk termelési szerkezeti optimalizálással, mely kimeneti tényezőként veszi figyelembe a földhasználatot, jövedelmet és munkaerő felhasználást (AMINI, 2015). Operatív szinten nem ritka a szenzoros adatok alkalmazása az optimális körülmények megteremtése céljából (ezzel hozammaximalizálásra törekedve), többek között zárt rendszerekben. Ide értjük az „egyszerűbb” PID (Proportional integral derivative) alapú kimenettel, de evolúciós algoritmusokkal ellátott fóliasátor környezeti paramétereinek optimalizálása (HU et al., 2011). Inkább elméleti kutatások a termelési szerkezet optimalizálásával foglalkoznak neurális hálózatok segítségével (BANAVLIKAR et al., 2018; PUDUMALAR et al., 2017). Optimalizálás aspektusában fontos témaként van jelen a tápanyagpótlás (POKRAJAC – OBRADOVIC, 2001), illetve öntözés hatékonyságának fokozása (IRAWAN et al., 2013) neurális hálózatok segítségével. Egyes kockázati tényezők csökkentése érdekében kártékony hatások (betegségek, kártevők) jelenléte

szintén becsülhető (AYUB – MOQURRAB, 2018). Nagyobb területi egységet figyelembevéve ugyanúgy megvalósítható országos termésmennyiség előrejelzése konvolúciós neurális hálózat által olyan alapvető adatok segítségével, mint az időjárás, talajreflektancia és talajhőmérséklet (SUN et al., 2019), mely előrejelzés független változóként lehet jelen felvásárlási árak idősoros modellezése esetén. Regionális előrejelzések kapcsán termésmennyiségre vonatkozó előrejelzések időjárás és talajra vonatkozó adatok és neurális hálózatok segítségével is megvalósítható (ALVAREZ, 2009). A teljes makroszintű kibocsátás szintén modellezhető genetikus algoritmus alkalmazásával RMSPE = 2.671% mellett historikus adatok alkalmazásával (OU, 2012). A felvásárlási árak idősoros modellezése sok esetben csak historikus adatok segítségével történik, feltételezve LSTM modell használatát  $RMSE < 10\%$  pontosság mellett (OUYANG et al., 2019), míg más kutatások STL (Seasonal-trend decomposition – trend dekompozíció) és ELM (Extreme learning machines) kombinálásával sikerült hatékony előrejelzést elérniük (XIONG et al., 2018). Az LSTM modell ugyanezen célból kiegészítésre kerülhet konvolúciós réteggel (GAO et al., 2018). Környezeti folyamatokat tekintve a lényeges, esőzés mennyiségének előrejelzése szintén kivitelezhető LSTM algoritmus segítségével 88%-os pontosság mellett (POORNIMA – PUSHPALATHA, 2019) historikus adatok alkalmazásával.

### **2.3. Elfogadottság és használati hajlandóság mérése**

A technológia elfogadottság az egyed azon optimális döntését feltételezi, mely alapján az hajlandó technológiai innováció használatára (DILLON, 2001). Ez értelemszerűen kimagasló tényező a technológiák térhódításának vizsgálata érdekében (BANO – ZOWGHI, 2015). Megfelelő mértéke esetén a felhasználó fejlesztésben való részvétele által hatékonyabb termékek és eljárások hozhatók létre a döntéstámogatás területén (LYNCH – GREGOR, 2004). A technológiai innovációk diffúzióját érintően megkülönböztetjük az adoptáció, implementáció, használat és a használatból származó hatások témakörét (CÔRTE-REAL et al., 2014), míg más források eltérő megközelítésből írják le a folyamatot, kezdeményezés, adaptáció, elfogadás, mindennaposá válás, illetve infúzió egymást követő lépései által (COOPER – ZMUD, 1990).

#### **2.3.1. A szakirodalomban alkalmazott teoretikus modellek**

A kutatás lényeges részét átfogó kérdőíves felmérés döntően az adaptáció jellemzőire koncentrálnak, míg a gyakorlati rendszer révén az implementáció és a használat irányába teszünk kitekintést. Innováció diffúzióját, adaptációját és elfogadását érintően számos kutatással és teoretikus modellel találkozhatunk. Ezen modellek között szerepelnek az alábbiak: *IDT* (*Innovation Diffusion Theory*) modell, a *TRA* (*Theory of Reasoned Action*) modell (YUCEL et al., 2013), továbbá a *TTF* (*Task-Technology Fit*) modell, a *TPB* (*Theory of Planned Behavior*) modell,

a TAM (*Technology Acceptance Model*), a UTAUT és a UTAUT2 (*Unified Theory of Acceptance and Use of Technology*) modell, a DOI (*Diffusion of Innovation*) modell, illetve a TOE (*Technology, Organization, Environment*) modell variánsait, azok bővített változataival együtt (ACHEAMPONG – MOYALD, 2016; GROSS, 2015). A szakirodalomban nem találkoztam a jelen kutatással teljesen egyeztethető referenciával, így ágazatokon és területen átívelő megoldások kerülnek áttekintésre. Elsőként *mezőgazdasági oldalról* egyes „okos farm” (smart farm) és precíziós gazdálkodás témakörében végzett kutatások, majd hasonlóképp áttekintésre kerültek a *döntéstámogatással* kapcsolatos kutatások, melyet az *Ipar 4.0 egyes eszközei* követtek. Végezetül áttekintésre kerültek az általános *IKT eszközöket, információs rendszereket, ERP rendszereket* érintő kutatások. A 1. melléklet bemutatja az egyes kutatásokra jellemző tulajdonságokat, mely esetén csillaggal került jelölésre a méretkategória specifikálásának hiánya. A felsorolt kutatások esetében igyekeztem hazai példákat is felsorakoztatni, azonban a dolgozat leadásának idejében a túlzottan specifikus követelmények révén nem sikerült találni olyan tanulmányt (vagy azok nem kerültek indexelésre), mely az ágazatot érintően vizsgálná a használati hajlandóságot és az összehasonlítható eredményeket közölne.

A szakirodalomban gyakran említik egy lapon a TAM és a UTAUT modellt. A TAM modell első verziója 1989-ben került publikálásra kifejezetten informatikai eszközök elfogadottságának vizsgálata érdekében (DAVIS, 1989). A modell két fő látens változó köré épül, magyarázva a használati hajlandóságot (*ITU – Intention to use*) és használati viselkedést (*UB – Use behavior*). Az érzékelt hasznosság (*PU – Perceived usefulness*) kifejezi az adott személy azon elképzelését, miszerint egy adott technológiai megoldás mennyivel növelheti a munkájára jellemző teljesítményét. Az észlelt könnyű használat (*PEU – Perceived ease of use*) változó ezzel szemben kifejezi az adott személy elképzelését a technológia használatából eredő ráfordításokat illetően, mivel minél kisebb – korlátozottan rendelkezésre álló – erőfeszítéssel jár az alkalmazás, annál inkább valószínű a használatra való hajlam. A modell első bővítése 2000-ben történt meg, mely révén az érzékelt hasznosság (*PU*) változót magyarázó látens változók száma növekedett (újabb szint került létrehozásra) a szubjektív norma (*SN – Subjective norm*), az önkép (*IMG – Image*), a munka relevanciája (*JR – Job Relevance*), az *output minősége* (*QUAL – Output quality*), illetve az eredmény bemutatathatósága (*RD – Result demonstrability*) látens változóival. Ezen felül moderátorváltozóként a tapasztalat (*Experience*) és az önkéntesség (*Voluntariness*) került implementálásra (VENKATESH – DAVIS, 2000). A modell harmadik felülvizsgálata során az további változókkal került bővítésre, immáron az észlelt könnyű használat (*PEU*) változót érintően, magában foglalva a számítógépes önhatást (*CSE – Computer self-efficacy*), a külső ellenőrzés észlelését (*PEC – Perceptions of external control*), a számítógépes szorongást (*CANX – Computer anxiety*), a számítógépes játékoságot (*CPLAY – Computer playfulness*), az érzékelt élvezetet (*ENJ*

– *Perceived enjoyment*) és az objektív használhatóságot (*OUT – Objective usability*), ezzel hatékonyabbá téve a második látens változó magyarázott arányát (VENKATESH – BALA, 2008).

A TAM mellett figyelmet érdemel a **UTAUT** (*Unified Theory of Acceptance and Use of Technology*) teoretikus modell, mely 2003-ban került publikálásra az informatikai eszközök szervezeteknél történő elfogadottságának vizsgálata érdekében. A modell nyolc korábbi elmélet implementálásával került kialakításra, beleértve az említett *TRA*, *TPB*, *IDT*, *TAM* elméleteket, továbbá a *MM* (*Motivational Model*), a kombinált *TAM-TPB*, az *MPCU* (*Model of Personal Computer Utilization*) és *SCT* (*Social Cognitive Theory*) elméleteket (VENKATESH et al., 2003). A modell szerint a *viselkedési szándékot* (*BI – Behavioral intention*) a várható teljesítmény (*PE – Performance expectancy*), a várható erőfeszítés (*EE – Effort expectancy*), a közösségi hatás (*SI – Social influence*) és a támogató tényezők (*FC – Facilitating conditions*) befolyásolják, míg a nem, a kor, a tapasztalat, illetve az önkéntesség moderálja ezen kapcsolatokat. Eredményként a tényleges használat (*UB – Use behavior*) került definiálásra, melynek mértékét az említett viselkedési szándék (*BI*) látens változó befolyásolja, ám a kutatások többsége a viselkedési szándék (*BI*) változót tekintik eredményként a feltételezett használat révén. A 2012-ben definiált, bővített változat kiegészítésre került a fogyasztói kontextusra jellemző hedonikus motiváció (*HM – Hedonic motivation*), az ár-érték (*PV – Price-value*) és a szokás (*HB – Habit*) látens változókkal (VENKATESH et al., 2012a).

A **TOE** (*Technology–Organization–Environment Framework – Technológia, szervezet és környezet keretrendszere*) modell először 1990-ben került definiálásra a szervezeti kontextus innováció adaptációjára és implementálására gyakorolt hatásának vizsgálata céljából (BAKER, 2012; DEPIETRO et al., 1990). A modell három kontextuális elemet foglal magába, beleértve a *technológiai*, *szervezeti* és *környezeti* tényezőket, ám találkozhatunk más modellel való kombinálásával, így inkább keretrendszerrel beszélünk, mintsem modellről. A *technológiai* kontextus magában foglal minden piacon lévő, még nem használt megoldásokat. Az alkalmazott megoldások meghatározzák, hogy a vizsgált megoldás esetén inkrementális, szintetikus vagy szakaszos változásról beszélünk (TUSHMAN – ANDERSON, 1986), melyek különböző szintű hatással vannak a szervezetre, befolyásolva ezzel a hozzáállást. A *szervezeti* kontextus a karakterisztikára, menedzsment és szervezeti struktúrára, méretre és szabad erőforrásokra utal (FOSSO WAMBA et al., 2015). Az erőforrások kérdése fontos, hiszen az erőforrás alapú szemlélet (RBV) alapján a szervezetek és azok képessége fontos tényezői a beruházási döntésnek (BARNEY, 1999; VAN DE VEN, 2005). A *környezeti* kontextus végül az ágazat szerkezetére, a technológiai szolgáltatók jelenlétére (vagy hiányára), illetve a szabályozási környezetre utal, összefoglalva a nem befolyásolható faktorokat (ABRAHAMMS et al., 2015).

### 2.3.2. *A modellekkel kapcsolatos problémák és lehetőségek*

A jelenleg releváns területek és ágazatra kapcsolata szerint specifikált modellek száma meglehetősen alacsony a szakirodalomban, azonban más területekhez való hasonlóság révén van lehetőségünk az egyes alternatívák vizsgálatára. A megfelelő kontextus kialakításához fontos két oldalról is áttekinteni a szakirodalomban felmerülő lehetőségeket és kutatásokat, melyből adódóan igyekeztem *szakmailag* releváns (smart farm koncepció, precíziós gazdálkodás, hardver és szoftvereszközök a mezőgazdasági termelésben) és *területileg* releváns (méréstechnológiai eszközök, döntően szenzorhálózatok és az Internet of Things koncepció képében, továbbá Big Data koncepció, döntéstámogató rendszerek, információs rendszerek, a felhőalapú rendszerek) alternatívák adatbázisba történő összegyűjtésével foglalkozni. A bejegyzések elemei közül a különböző témakörök reprezentálása érdekében az 1. mellékletben került feltüntetésre több eset, mely a kutatás tárgyán felül jegyzi az alapként szolgáló teoretikus modell megnevezését, a célcsoportot, illetve az eredmények alapján jelentősnek ítélt látens változókat. A teljes adathalmazt tekintve 5.520 változó és 198 modellvariáns került összefoglalásra, a későbbiekben bemutatott metaadatok összesítése által, melyek lehetővé teszik egyes szakirodalmak kiemelése nélkül a lehetőségek és jellemző trendek vizsgálatát a hatékony változószelekció támogatása céljából.

A szakirodalomban alkalmazott egyes modellek áttekintése alapján világossá vált, miszerint számos esetben nem történt módosítás és specializálás a modelleket illetően a terület és a vizsgált ágazat egyes jellemzőihez való alkalmazkodás érdekében, így azok általános módon vizsgálják a különböző szempontokat. Emellett sok esetben olyan látens változók kerülnek alkalmazásra a szervezetek felmérése során, melyek a forrást biztosító szerzők elmondása alapján fogyasztói szemszöveget vesznek figyelembe, ezzel tovább torzítva az eredményeket. Ezen okból adódóan tartottam fontosnak a továbbiakban bemutatásra kerülő többszintes változószelekció tervezését és megvalósítását az egyéb eredmények támogatása céljából, hogy ezáltal első lépésként *szakirodalomra*, második lépésként *gyakorlatorientált megközelítésre*, majd harmadik lépésként *konkrét felmérésre* hagyatkozva kerüljenek kiválasztásra, majd modellbe foglalásra az így meghatározott, feltételezések szerint releváns tényezők, ezzel elérve a kontextushoz való egyfajta alkalmazkodást.

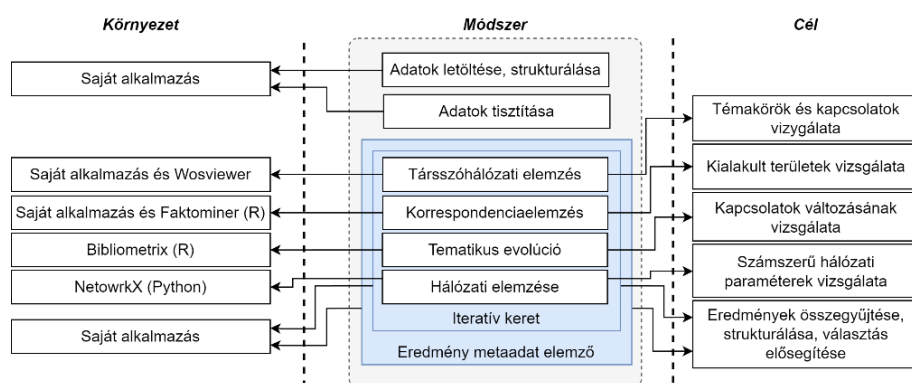
### 3. ANYAG ÉS MÓDSZER

Az alábbi fejezetben bemutatásra kerülnek azon főbb módszerek, melyek alkalmazásra kerültek a kutatás során. A könnyebb áttekinthetőség érdekében a kutatás egyes elemei és folyamata a 8. ábrán kerülnek bemutatásra az eredményeket bemutató fejezetben belül, míg a főbb módszerek és alkalmazott környezetek az alfejezetek egyes ábráin kerültek összefoglalásra. A kutatás során több egyéni megoldás került kialakításra az egyes célkitűzések eléréséhez, így ezen elemek az eredményeket bemutató fejezetben kerülnek tárgyalásra, míg jelen fejezetben az általánosan elérhető megoldásokra helyeződik a hangsúly, magában foglalva az alapkutatás céljából végzett *szakirodalom és közösségi bejegyzések* elemzését, a kérdőíves kutatásra alapozott *értékelést érintő különbségek és külső hatások* vizsgálatát, a *PLS-SEM modellekkel* kapcsolatos számításokat, illetve a következtetéseket támogató *rendszerkonceptió* kialakítását.

#### 3.1. A szakirodalmi bejegyzések kvantitatív áttekintése

A szakirodalmi megközelítés áttekintése során a területre *jellemző aktuális témakörök* és a *jellemző kapcsolatok* meghatározása érdekében az eddigi személyes tapasztalatok mellett a lekérdezés során alkalmazott kulcsszavak alapján releváns szakirodalom is elemzésre került, az korábbiakra jellemző – döntően kvalitatív – megközelítés mellett kvantitatív módszerek alkalmazásával is. Ezen folyamat során meghatározásra kerültek a főbb témakörök az adatgyűjtés, az adatkezelés és adatelemzés aktuális módszerei, továbbá a gazdálkodás és menedzsment (általános), illetve a mezőgazdaság (specifikus) kapcsolatának tükrében. Az alkalmazott szakirodalom metaadatai a Web of Science adatbázisából származnak a megfelelő logikai halmazok kialakítását követően, a későbbiekben bemutatásra kerülő, ezen célra kifejlesztett automatizált módszer segítségével, ezzel elkerülve az adatok átalakításával, tárolásával és frissítésével járó jelentős manuális műveleteket. Az adatok elemzését tekintve első lépés a kibontott kulcsszavak **előfordulási gyakoriságának vizsgálata**, az egyes évekre vetítve, az esetleges kapcsolatok figyelembevétele nélkül, ezzel az általános megjelenésre összpontosítva. Következő lépés **közös előfordulások vizsgálata**, melynek célja az egyes publikációkra jellemző kulcsszavak (automatikusan hozzárendelt kulcsszavak, szerzői kulcsszavak, absztraktokból bányászott kulcsszavak) közös előfordulását az *individuális bejegyzésekre* vonatkozóan (BATAGELJ – CERINŠEK, 2013). Ennek megvalósításához *együttes előfordulási mátrix* kerül kiszámításra, mely meglehetősen nagy adatvolumennel jár, figyelembe véve az egyedi kulcsszavak számát. Az elemzéssel egyúttal meghatározásra kerül a kulcsszavak előfordulásának frekvenciája, illetve a közöttük lévő távolság. A vizualizálás gráfok segítségével kerül kivitelezésre, külső alkalmazás segítségével, az *erőirányított gráf (force-directed graph)*

módszertana alapján (KAMADA – KAWAI, 1989). Az ezt követő **társszóhálózati elemzés** célja, a keretrendszer fogalmi felépítésének feltérképezése az együttes szóhasználatok előfordulása alapján egy adathalmazra vonatkozóan. Az elemzés elvégezhető dimenziócsökkentési technikák alkalmazását követően, a többdimenziós skálázás (MDS), a korrespondanciaanalízis (CA) vagy a többszörös korrespondanciaanalízis (MCA) alkalmazásával (ARIA – CUCCURULLO, 2017). Jelen tanulmány esetében *többszörös korrespondanciaanalízis (MCA)* került alkalmazásra, mely során dinamikusan, az adott adathalmaz sajátosságai alapján került meghatározásra a kulcsszavak közötti összefüggés megállapításához alkalmazott küszöbérték (hányszor jelennek meg a kulcsszavak együtt), ezzel biztosítva a megközelítőleg azonos elemszámot az elemzések kimenetelét illetően. Az eredmények koordináta-rendszer és tematikus dendrogram segítségével kerültek vizualizálásra, melyek közül az előbbi kerül bemutatásra. Az előbb említett két elemzés kiegészítése céljából k-közép klaszteranalízis került alkalmazásra, mely lehetővé teszi az egymáshoz közel álló területek lehatárolását. A **tematikus evolúciós** elemzés a társszóhálózati elemzés és a klaszteranalízis segítségével képes meghatározni az idősorosan tárolt szakirodalom meghatározott pontjain felmerülő változásokat. A megközelítés ötvözi a teljesítményelemzést és a tudományos térképezést a főbb területek (konkrét témák vagy általános területek) felderítése és vizualizálása céljából. A módszer lehetővé teszi egy adott kutatási terület tematikus fejlődésének számszerűsítését és megjelenítését társszó elemzés alapján az adott időszakban a kutatási területeken jellemző különböző témák felismerése céljából (COBO et al., 2011). Összefoglalásként, az alábbi 3. ábra bemutatja a főbb környezeteket, melyek alkalmazásra vagy kialakításra kerültek a célok elérése érdekében



**3. ábra: Az egyes módszerek és kapcsolódó eszközök (szakirodalmi bejegyzések)**

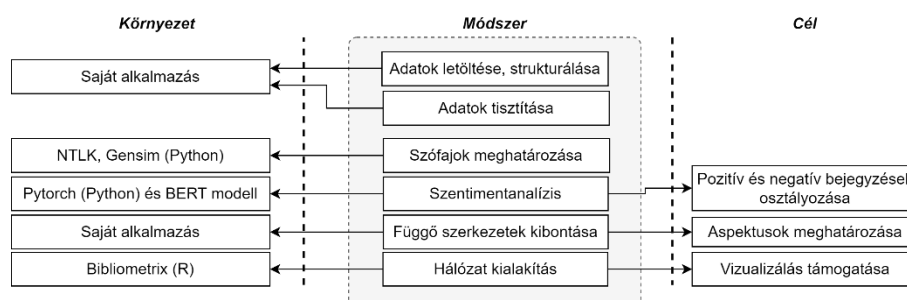
*Forrás: Saját ábra*

### 3.2. A közösségi bejegyzések kvantitatív áttekintése

Az általános megközelítés áttekintése során közösségi bejegyzések kerültek elemzésre több megközelítésből az *aspektus szerinti vélemény* és a *jellemző trendek* meghatározása céljából. Az első lépés a **szentimentanalízis** implementálása és alkalmazása volt későbbiekben bemutatásra

kerülő adatfeldolgozást követően (tisztítás, szűrés, egyezőségek többszintű keresése), mely révén lehetőség nyílt a feldolgozott szöveges bejegyzésekben megfogalmazott álláspont osztályozására negatív, semleges vagy pozitív osztályokba való sorolással. Ennek megvalósításához a neurális hálózatok témakörébe tartozó transzformer alapú hálózati struktúra került implementálásra. Ezen belül a jellegzetes szerkezettel bíró (12 réteges transzformer) BERT modell került implementálásra (DEVLIN et al., 2019) egyrészt a bizonyítottan jó teljesítmény, másrészt a rendelkezésre álló súlyozás révén, melyből kifolyólag nincs szükség a teljes hálózat újbóli tanítására.

Az adott kategóriába sorolt bejegyzéseken nyelvtani szabályok (függőségek alapján meghatározott minőségjelzős szerkezetek) alkalmazásával sikerült az **aspektusok meghatározása**, mely alapján meghatározhatóvá vált, hogy a bejegyzésben milyen konkrét tétel szerepel és erre milyen jelzőt alkalmazott a szerző. Jelen esetben függőségek vizsgálata céljából hét nyelvtani szabály került implementálásra majd alkalmazásra a Stanford séma alapján (DE MARNEFFE et al., 2014). Ezeket igyekeztem összefoglalni, azonban sok esetben talákoztam olyan kifejezéssel, mely nem fordítható le megfelelően, így az előbbieken mellékelt hivatkozásra hagyatkoztam a pontatlan megfogalmazás helyett. Első lépésként szükséges volt az adott mondatot alkotó szavak szófajainak meghatározása, melyhez a Python környezetben elérhető NLTK könyvtár került alkalmazásra. Az így kialakult címkézett szavak további feldolgozása érdekében kerültek implementálásra az említett szabályok, különböző eljárások formájában, ezzel hierarchikus adatszerkezetet kialakítva. Összefoglalásként, az alábbi 4. ábra bemutatja a főbb környezeteket, melyek alkalmazásra vagy kialakításra kerültek a célok elérése céljából.



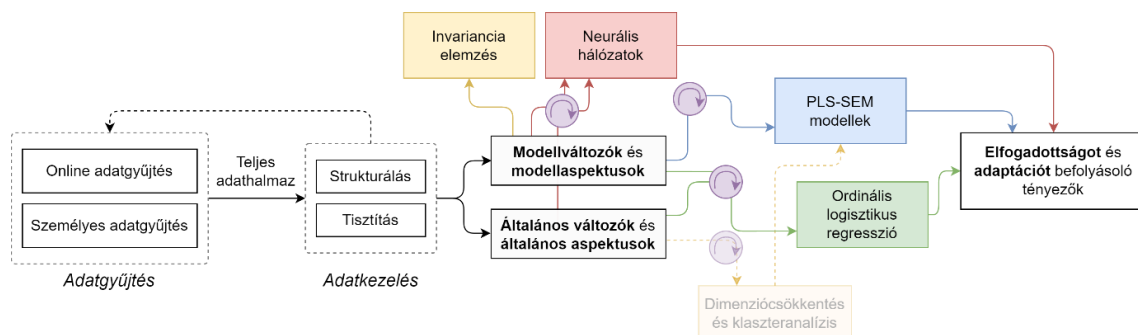
**4. ábra: Az egyes módszerek és kapcsolódó eszközök (közösségi bejegyzések)**

*Forrás: Saját ábra*

### 3.3. A felmérés és modellszerkesztés során alkalmazott módszerek

A primer adatgyűjtést érintően kiemelendő a kutatás egyik fő elemét jelentő **kérdőíves felmérés**, melynek célcsoportját a kis és közepes méretkategóriába tartozó, mezőgazdasági tevékenységet folytató gazdaságok döntéshozói és alkalmazottjai jelentik. A kérdőíves felmérés célkitűzései két fő csoportba sorolhatók. A kapcsolódó célkitűzés a célcsoport tematikus ismereteinek és véleményük felmérése. Ezt követi az Ipar 4.0 komponenseit képező Internet of Things koncepción, Big Data koncepción, illetve mesterséges intelligencián alapuló eszközök és

megoldások használati hajlandóságának, elfogadottságának vizsgálatára alkalmas modellek kialakítása és a külső hatások vizsgálata a mezőgazdasági döntéstámogatásban történő alkalmazás aspektusában. A felmérés maszkoltan kezeli az említett technológiai megoldásokat, így elsősorban operatív adatgyűjtés, illetve stratégiai adatelemzés lehetőségei közé kerültek gyűjtésre az általános változók és modellváltozók. A pontos felépítés a releváns fejezetben kerül bemutatásra. A továbbiakban áttekintésre kerül a felmérés során alkalmazott módszerek összessége, magában foglalva az adatgyűjtés, illetve adatelemzés sajátosságait. A kutatás felépítése a módszertant tekintve az alábbi 5. ábra segítségével került összefoglalásra.



**5. ábra: Kérdőív esetében alkalmazott módszerek és kimenetek**

Forrás: Saját ábra

Az ábra alapján láthatjuk, miszerint a modellváltozók (közvetetten mért tényezők) és az általános változók (közvetlenül mért egzakt kérdések) külön kerülnek kezelésre az eltérő célok révén. Míg a modellváltozók döntően PLS-SEM elemzések során kerültek alkalmazásra, úgy az általános változók az ezt alátámasztó kiegészítő elemzésekben vettek részt, döntően ordinális logisztikus regresszió és neurális hálózatok formájában. A lila színnel jelölt alakzatok iterációt fejeznek ki, az optimális szerkezet kialakítása céljából egy erre hivatott alkalmazás fejlesztése és alkalmazása által, mely az eredményeket bemutató fejezetben kerül bemutatásra.

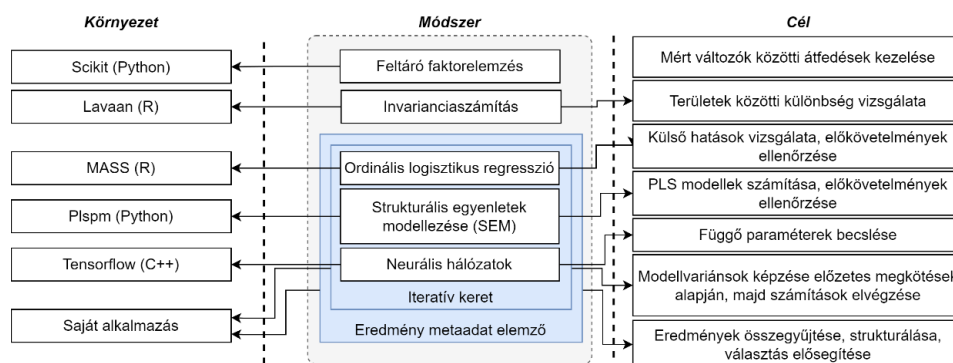
### 3.3.1. Az alkalmazott teoretikus modell alapja

A teoretikus modell elsődleges célja a kutatás egyik célkitűzésének teljesítése, a *technológiai elfogadottság és használati hajlandóság* vizsgálatát elősegítő modellvariánsok készítése révén. Mivel nem áll rendelkezésre a szakirodalom által alátámasztott teoretikus alap, egy feltételezett alapmodellről és annak iteratív elven változó bővítése által kialakuló szerkezetről beszélünk, így több variáns kerül megvalósításra az implementált látens változók segítségével. A modell kialakítása során szükséges volt figyelembe venni a célcsoportra jellemző sajátos helyzetet, miszerint a döntéshozatal legtöbb esetben centralizált és egy főt érint. Ebből adódóan nem alkalmazhatóak módosítás nélkül a szervezeteket vizsgáló teoretikus modellek, melyek csoportokat vesznek figyelembe, ám a tevékenység és a kontextus révén nem alkalmazhatóak fogyasztókat vizsgáló teoretikus modellek sem. Ennek megfelelően egy alapmodell

implementálása és kezdeti módosítása mellett *új látens változók implementálásával* igyekeztem alkalmazkodni a célcsoport és a terület sajátosságaihoz. Az alkalmazott modell kiindulási pontja a szakirodalmi áttekintés során röviden bemutatott UTAUT2 modell (módosításokat követően), részben érintve a TAM3 modell és TOE keretrendszer elemeit. Az elméletek fejlesztése során koncentrálhatunk mérési és strukturális teóriákra, melyből az előbbi a látens változók mérésének elveit, míg az utóbbi a látens változók közötti kapcsolatot definiálja (HAIR JR et al., 2016). Az alapmodell kialakítása során alkalmazásra kerültek a UTAUT2 modell látens változói, ám azok bővítésre is kerültek, az eredményeket bemutató befejezetben meghatározott módon. Mivel számos szakirodalom kezeli a Big Data koncepciót és a mesterséges intelligenciát összetartozó területként (bár a gyakorlatban ez nem jellemző), jelen kutatás során is ennek megfelelően került összeállításra, így a továbbiakban *adatgyűjtés* és *adatkezelés* témaköre kerül megkülönböztetésre, mely közül az utóbbi tartalmazza az adatelemzés jellegzetességeit is.

### 3.3.2. Az adatok elemzése során alkalmazott módszerek

Mint az említésre került a szerkezet bemutatása során, a felmérés során implementált változók két fő komponensből tevődnek össze, magában foglalva ezzel az *általános* és *modellváltozókat*. Az előbbi leginkább a kontextusba való elhelyezést, illetve a külső hatások vizsgálatát teszi lehetővé közvetlen mérés által, míg az utóbbi szigorúan meghatározott (szakirodalom által validált) struktúra alapján igyekszik egyes tényezők és jelenségek mérését megvalósítani közvetett módon, több mért változó alapján. A továbbiakban áttekintésre kerülnek az alkalmazott módszerek alapjai az eredményekben való megjelenésük sorrendjében. Az említett módszerek közvetetten kerülnek alkalmazásra a kutatás során kialakított keretrendszeren belül az egyes tényezők optimalizálása érdekében, azonban jelen fejezetben az egzakt módszerekre fókuszálunk, míg az ezeket kiegészítő megoldások az eredményeket bemutató fejezetben kerülnek kifejtésre. A változók szelekciója és csoportosításuk (egyes aspektusok) kialakítása hasonlóképp az eredmények tárgyát képezi. Összefoglalásként, az alábbi 6. ábra mutatja be a főbb környezeteket, melyek alkalmazásra vagy kialakításra kerültek a célok elérése céljából.



**6. ábra: Az egyes módszerek és kapcsolódó eszközök (változók kiválasztása, modellalkotás)**  
 Forrás: Saját ábra

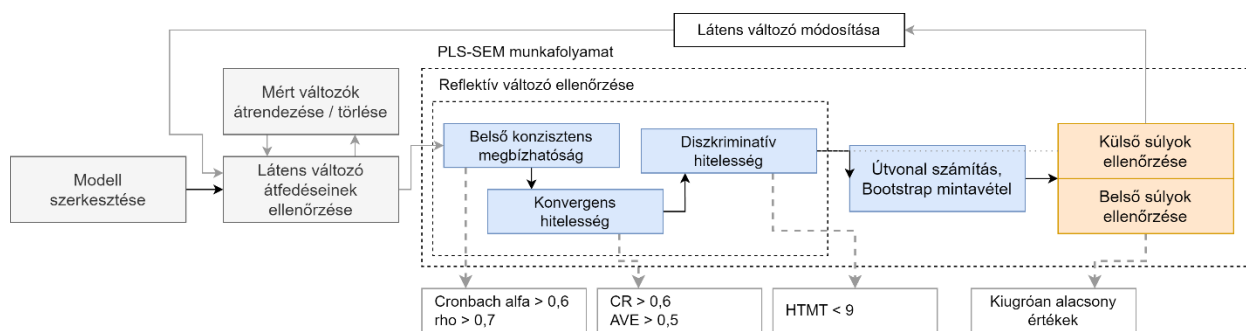
A megfelelő adathalmaz előállítását követően az első lépés a területek egyes jellemzőit illető értékelés közötti eltérés volt **invarianciaelemzés** segítségével, majd a következő lépés az egyes általános változók (kontextust kifejező tényezők) modellváltozók értékelésére gyakorolt hatásának vizsgálata volt a minta alapján tapasztalható esetleges szegmentáció vizsgálata érdekében, mely **ordinális logisztikus regresszió** segítségével került megvalósításra. A módszer alapjául a logisztikus regresszió szolgál, mely esetében a binárisan értelmezhető függő változó ( $Y = I$ ) bekövetkezésének („sikerének”) esélyét becsüljük meg (AGRESTI, 2018). Esetünkben a függő változók ordinális jelleggel kerülnek mérésre, így egy  $K$  szinttel rendelkező skálát figyelembe véve a „siker” az adat több aspektusból is vizsgálható, melynek megfelelően az adat  $K - I$  „siker” szeletelőre kerül bontásra (FOX, 2015). A függő változót tekintve megkülönböztetjük a kumulatív odds (növekvő és csökkenő), a folytatólagosság aránya, illetve a szomszédos kategóriák aspektusát (O’CONNELL, 2005). A proporcionális esély modell esetében a logit transzformáció a válaszok kumulatív valószínűségére vonatkozóan kerül alkalmazásra (LIU, 2015). Az általunk értelmezésre kerülő eredmény az esélyhányados (OR – Odds ratio), melynek jelentése a magyarázó változó jellegétől függ. Folytonos változó esetén magyarázza, hogy az  $X$  egy egységgel való növekedése hányszorosára növeli az  $y$  bekövetkezésének oddsát, ezzel szemben bináris változó esetén magyarázza, hogy az  $y$  bekövetkezésének oddsza hányszorosa a referenciacsoportra jellemzőnek, míg két kategória felett magyarázza, hogy az adott csoportban az  $y$  bekövetkezésének oddsza hányszorosa a referenciacsoportra jellemzőnek (HILBE, 2015). A módszerre jellemző a legnagyobb valószínűség (maximum likelihood) becslés alkalmazása, mely sík segítségével próbálja megkeresni azon  $\beta$  értékeket, ahol a valószínűség függvény logaritmikus transzformációja (log-likelihood) globálisan maximum értéket vesz fel (HARRELL, 2015). A létrehozott modell illeszkedése többek között a Nagelkerke féle  $R^2$  mutatóval (AWA et al., 2016), míg szignifikanciaszint Wald teszt segítségével (HARRELL, 2015) állapítható meg. Az elemzéssel olyan tényezők (skála, nominális és ordinális változók) kerülnek meghatározásra, melyek befolyásolhatják a modellben szereplő látens változók alakulását.

Az általános hatások felmérését követően **SEM** (Structural Equation Modelling – strukturális egyenlegek modellezése) többváltozós módszer kerül alkalmazásra a modellalkotás céljából. Módszereket tekintve leggyakrabban a CB-SEM és PLS-SEM variánsokkal találkozunk, melyek között a lényeges különbség, hogy míg a CB-SEM a látens változókat közös faktorként kezeli, ezzel magyarázva az egymást érintő indikátorok kovarianciáját, a PLS-SEM ezzel szemben proximat alkalmaz a látens változók reprezentálására, az indikátorok súlyozott összetételeként (HAIR JR et al., 2016), ezzel csökkentve a CB-SEM erős feltételezését, miszerint az indikátorok közötti kovariancia egy közös faktor által kerül befolyásolásra (HENSELER et al., 2014). Az előnyei révén a PLS-SEM (Partial least square – részleges legkisebb négyzetek) variáns kerül

implementálásra, amely ellenben a kovariancia alapú CB-SEM módszerrel, hatékonyan alkalmazható alacsonyabb elemszám és komplex struktúra mellett, egyes követelmények (például: nemparaméteres eljárás révén a normáleloszlás) teljesülése nélkül (CASSEL et al., 1999). A PLS-SEM képes az útvonalmodellben meghatározott parciális modellszerkezetek becslésére a főkomponenselemzés és legkisebb négyzetes regresszió kombinálásával, mely során cél a hibák (maradványértékek) minimalizálása és az illeszkedés maximalizálása. A módszer kiemelt eleme a függő vagy független *látens változó* (más néven konstruktor vagy faktor), mely indirekt módon kerül mérésre egy csoport ténylegesen mérhető változók segítségével (SCHUMACKER – LOMAX, 2015). Ennek megfelelően a módszer célja a látens változók közötti kapcsolat megállapítása az említett mért változók segítségével, melynek elérése során maximalizálja az endogén látens változók által magyarázott varianciát (KAO et al., 2019). A modell ábrázolása során a látens változók kör vagy ovális alakzat segítségével, míg az mért változók (indikátorok vagy manifeszt változók) négyzet segítségével kerülnek jelölésre, míg a közöttük lévő kapcsolat nyilakkal, melynek egyik végletén lévő nyíl okozati hatást fejez ki (HAIR JR et al., 2016). A szerkezethez kapcsolódik a *mérési elmélet*, mely kétféleképpen közelíthető meg. Formatív mérés esetén az egyirányú kapcsolat az indikátor felől a látens változó felé mutat, kifejezve ezzel az okozati kapcsolat irányát, azaz a mért hatások összessége határozza meg a látens változók. Reflektív mérés estében az egyirányú kapcsolat a látens változók felől az indikátorok felé mutat, kifejezve ezzel, hogy látens változó okozza a mérések eredményét, pontosabban a kovarianciát (HAIR JR et al., 2016). Exogén látens változó esetében csak egyirányú nyíl vezet kifelé, ezzel szemben endogén változó esetében kifelé és befelé irányuló nyíl is vezethet további változók irányába. A hibatényezők az (endogén) látens változókhoz és (reflektív) mért változókhoz kerülnek rendelésre, melyek a modell becslése során felmerülő, magyarázatlan varianciából erednek. Hibatényező csak reflektív kapcsolat esetében kerül meghatározásra (HAIR JR et al., 2016). A modell esetében jellemző lehet mediátor és moderátor változók használata. Mediátor hatásként két látens változó között fellépő harmadik látens változó hatását értjük, indirekt hatást kifejezve a függő és független változó között. A moderátor változó szintén hasonló hatást fejt ki, mely által a kapcsolat erőssége vagy iránya is megváltozhat (HAIR JR et al., 2016). A hatás kifejezhető kategória és folytonos változók által, ám az előbbi esetében jellemzően alcsoportokra kerül bontásra a teljes minta.

A modell *két fő komponensből* tevődik össze, melyből az első a strukturális modellt (PLS-SEM esetében belső modellként tekintünk rá), melyet a látens változók, illetve a közöttük lévő kapcsolat alkotja. A második komponense a mérési modellek összessége (PLS-SEM esetében külső modellként tekintünk rá), mely magában foglalja a látens változókat és indikátorokat, illetve a közöttük lévő kapcsolatot, az exogén (magyarázó) és endogén (magyarázott) változót érintően.

(HAIR JR et al., 2016). Összetettebb modellek esetében jellemző a magasszintű vagy hierarchikus struktúrák (HCM) megjelenése (SARSTEDT et al., 2019). Egy tipikus SEM munkafolyamat *öt fő részből* áll, beleértve a modell specifikációt, azonosítást, becslést, tesztelést és módosítást (AMOS, 2015). A modell tesztelése két folyamatból tevődik össze, mely magában foglalja a látens változók értékelését, majd a strukturális és mérési modell paramétereinek becslését (OOM DO VALLE – ASSAKER, 2016). Megkülönböztetünk megerősítő (hipotézisek tesztelése) és feltáró jellegű (mintázatok keresése) módszereket, melyek közül a PLS-SEM módszer elsősorban az utóbbira alkalmas (HAIR et al., 2013). Ennek oka, hogy a proxim nem azonosak az általuk felcserélt látens változókkal, inkább becslések, ezért a CB-SEM a teoretikus modellek precízebb mérésekre képes (HENSELER et al., 2014). További indok a teljes illeszkedés (GOF – Goodness-of-fit) hiánya, ezzel korlátozva az elméletek megerősítését, ám újabb kutatások foglalkoznak ezen problémával, többek között az SRMR mutató bevezetésével, mely a modell által definiált és az empirikus korrelációs mátrix közötti különbség négyzetösszegének négyzetgyöke (HENSELER et al., 2016), azaz  $SRMR = 0$  esetén teljes illeszkedésről beszélünk.



**7. ábra: A PLS-SEM modell ellenőrzésének folyamata reflektív változók esetében**

*Forrás: Saját ábra*

A kialakított modell megoldása előtt első lépésként individuálisan kerülnek ellenőrzésre a látens változót alkotó mért változók *VIF* (Variance inflation factor – varianciainflációs tényező) értékek segítségével a multikollinearitás kiküszöbölése érdekében. A mutató  $VIF \leq 5$  esetében tekinthető elfogadhatónak (VENKATESH et al., 2012a). A szakirodalom egy része alapján a multikollinearitás nem feltétlen rontja a regresszió pontosságát (O'BRIEN, 2007), emellett reflektív modellek esetében nem okoznak problémát (a külső modellt érintően), ám mivel nem teljes az egyetértés, jelzésre kerülnek a követelményt nem teljesítő változók. A *Kolmogorov-Smirnov* és *Shapiro-Wilks* tesztek segítségével elvégezhető a normáloszlás vizsgálata – ami bár nem követelmény – iránymutatást adhat a várható szignifikanciát illetően, ha az extrém módon eltér (HAIR et al., 2013). Egyes szakirodalom alapján ebben a fázisban kerülhet elvégzésre a mért változók kizárása főkomponenselemzés (PCA) segítségével (MASOOD – EGGER, 2019), ám tapasztalatok alapján hatékonyabban végezhető el a számítások későbbi szakaszában, mivel abban az esetben több tényező is figyelembe vehető. A becslés során az első lépés a modell kezdeti

megoldása, lehetővé téve a validitási szintek vizsgálatát. Reflektív modell esetében belső konzisztencia, konvergens validitás, illetve diszkriminációs validitás vizsgálatára, míg formatív modell esetében konvergens validitás, indikátorok közötti fellépő kollinearitás, illetve külső súlyok relevanciájának és szignifikanciájának vizsgálatára van szükség. A továbbiakban a reflektív modellre jellemző mérőszámok kerülnek áttekintésre. A belső konzisztenciát érintően a *Cronbach alfa* mutató kerül számításra, melynek követelménye  $\alpha > 0,6$  esetén teljesül (CHURCHILL JR, 1979). A szintén kapcsolódó *Dijkstra–Henseler féle rho* indikátor esetében a  $\rho > 0,7$  által meghatározott jellemző irányelvet javasolja a szakirodalom (ARIZA-MONTE et al., 2019). Ezt követően a kompozit megbízhatóság (Goldstein féle rho index) a látens változó és indikátorai között fennálló teljes korrelációt fejezi ki (OOM DO VALLE – ASSAKER, 2016). A mutató esetében 0,6 és 0,7 közötti értékek már elfogadhatónak tekinthetők feltáró kutatás esetében, ám 0,9 feletti értékek redundáns elemeket jelenthetnek, ezzel csökkenthetik a látens változók érvényességét (DIAMANTOPOULOS et al., 2012; DROLET – MORRISON, 2001). A konvergens validitás vizsgálata érdekében megállapításra kerül, hogy a különböző mért változók az adott látens változót egységesen határozzák meg. Ennek megállapításához faktorsúly, emellett kompozit megbízhatóság és *AVE* (Average variance extracted – átlagos kivonatolt variancia) mutatók kerülnek kiszámításra. Az *AVE* mutató esetében a megfelelő tartomány  $AVE > 0,5$  alapján kerül meghatározásra, mely kifejezi, hogy a látens változók egésze 50%-ban fejezi ki a látens változót alkotó mért változók varianciáját (HAIR et al., 2019). A diszkriminatív validitás segítségével meghatározásra kerül a látens változók megkülönböztethetősége. A szakirodalom alapján a validitás két fő módszer segítségével állapítható meg, beleértve a látens változókra jellemző *AVE* értékek összevetését a látens változókra jellemző korrelációs együtthatók négyzetével, illetve alternatív módszerként a mért változók súlyának nagyobbnak kell lennie a látens változókra belül, mint a külső látens változókra fejtett hatás. Egyes kutatások alapján az előbb említett mérőszámok nem minden esetben mutatják ki a diszkriminatív validitás hiányát, így a *HTMT* (Heterotrait-monotrait ratio of correlations) mutató alkalmazását javasolják. A szakirodalom alapján a mérőszám  $HTMT < 0,9$  esetén tekinthető elfogadhatónak, a diszkriminatív validitás látens változók közötti teljesülése esetében (DIJKSTRA – HENSELER, 2015). A modell eredményének értelmezése során elsődleges szempont az útegyüttható, illetve a hozzájuk társuló t-értékek és p-értékek ellenőrzése. Mivel többszintes modelltől beszélünk (több endogén változó), több determinációs együtthatóra ( $R^2$ ) is számíthatunk, kifejezve, hogy milyen mértékben lehetséges a látens változó magyarázata. Értékelésre kerülhet a *prediktív relevancia* ( $Q^2$ ), illetve a *hatás nagysága* ( $f^2$  és  $q^2$ ). Mivel a PLS módszer nem hagyatkozik a normáloszlásra, a szignifikanciaszintek meghatározásához bootstrap mintavétel kerül alkalmazásra (EFRON – TIBSHIRANI, 1986), mely során a minta véletlenszerűen kerül kiválasztásra az iteráció során. A

minták segítségével minden alkalommal megoldásra kerül a PLS modell, melyet követően a bootstrap minták eloszlásából származó sztenderd hiba segítségével elvégezhető a Student féle  $t$  teszt, kimutatva, hogy a külső súly ( $w_1$ ) szignifikáns eltérést a nullától (HAIR JR et al., 2016).

Az általános változók és modellváltozókon belüli, illetve csoportok közötti összefüggések meghatározása és így becslések lehetőségének vizsgálata érdekében egy, a kérdésstruktúra alapján kialakított, többrétegű **neurális hálózat** került alkalmazásra. A szakirodalomban egyre többet találkozhatunk szociológiai felmérések kapcsán történő alkalmazással (ASADI et al., 2019; CHENG et al., 2008; SHARMA et al., 2017; TUNG et al., 2008), reprezentálva a kialakítása során a SEM modell szerkezetét (GONZALEZ-LIMA – MCINTOSH, 1995). Egy neurális hálózat alkalmazása esetében módosításokra van szükség, azonban referencia hiányában különböző elképzelések alapján implementált kísérleteket igyekszek végrehajtani. A tervezett első lépés a kódolás kialakítása, melyet követően lehetőség van *bináris osztályozásként* kezelni a problémadefiníciót, ahol a végső rétegen alkalmazott szigmoid aktivációs függvény révén az értékek 0 és 1 közé kerülnek skálázásra, súlyozva ezzel az egyes osztályokba való kerülés lehetőségét. A kódolás során az öt pontos Likert skálásra jellemző értékelés négy változóra (jelen elképzelés szerint osztályra) kerül bontásra, mely esetében az  $X = [V_4 = 0, V_3 = 0, V_2 = 0, V_1 = 0, V_0 = 0]$  struktúra reprezentálja az „1” értékelést, míg hasonlóan az  $X = [V_4 = 1, V_3 = 1, V_2 = 1, V_1 = 1, V_0 = 1]$  struktúra az „5” értékelést. A kimenet figyelembevételével módosított veszteségfüggvény ennek alapján képes figyelembe venni a sorrendiséget, mivel a kategorikus keresztentropia hibafüggvény esetén nem kerül differenciálásra a sorrendiség. Mivel mélytanulásról van szó, a köztes rétegeken teljesülhet a nemlinearitás, jelen esetben ReLU (Rectified linear unit) aktivációs függvények segítségével. A különböző módon kerültek összevonásra, melyek részletei a kapcsolódó az eredményeket bemutató fejezetben kerül részletezésre az iteratív folyamat bemutatása kapcsán.

### 3.4. A gyakorlati tesztrendszer kialakításának alapjai

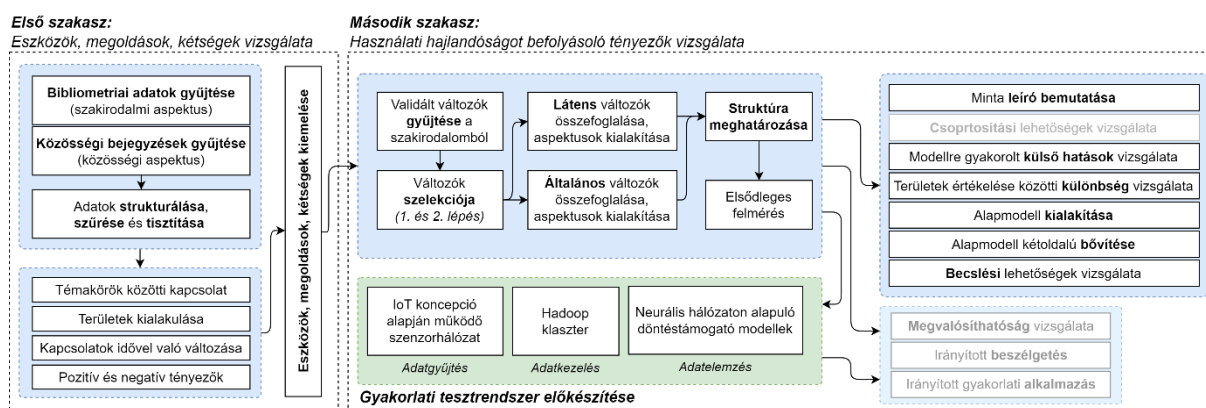
A kutatás struktúrája alapján a következtetések során kialakított gyakorlati rendszer elsődleges célja az eredmények alapján alátámasztott feltételek szerint releváns lehetőségek bemutatása *adatgyűjtést, adatkezelést és adatelemzést* illetően a szakmai döntéstámogatás aspektusában. Ez lehetőséget biztosíthat a jövőben a **vélemény** és **elfogadottság** gyakorlati alkalmazásból eredő változásának vizsgálatához, illetve a tényleges alkalmazás **folyamatokra gyakorolt** hatásának vizsgálatára, mely rávilágíthatnak a **rendszerkonceptiók** létrehozása esetében mérvadó tényezőkre a mezőgazdasági üzemek döntéstámogatását érintően. A saját tapasztalatok, illetve a felmérés során meghatározott igényeknek megfelelően kialakított adatmodell (mint rendszerkomponens) alapja egy korábbi tevékenységeim alatt létrehozott,

gyakorlatban is alkalmazott platform, mely minden szükséges komponenst tartalmaz az adatgyűjtéstől egészen a releváns elemzéseket kivitelező modulokig. Azonban jelen esetben fontos lépés volt a felmérés eredményének felhasználása az ilyen módon orientál változtatás, alkalmazkodás érdekében. Az alkalmazkodás révén elsődleges cél a több, különböző struktúrában formában tárolt adathalmaz és adatbázis integrálása, ezzel azok logikai adathalmazként való kezelésének biztosítása, hogy minél szélesebb körben kerüljenek biztosításra adatok a döntéshozók számára. Ám a célcsoport méretkategóriáját figyelembe véve feltehetően fontos szempont a költséghatékonyság, ennek megfelelően egy nyílt forráskódú alternatív megoldás került kidolgozásra az említett alapok segítségével a Hadoop ökoszisztéma képében, mely egy párhuzamosított, nagy adathalmazok kezelésére és feldolgozására alkalmas, fejlesztések alapját jelentő platform (BENDRE et al., 2016). A továbbiakban röviden bemutatásra kerülnek az ökoszisztéma egyes komponensei, melyek lehetővé teszik a Big Data koncepció megvalósítását egy keretrendszeren belül. A benne foglalt szolgáltatások az osztott és hibátűrő jelleg révén több számítógépen futtatják komponenseiket. Az egyes szolgáltatások különböző kategóriába sorolhatók az alkalmazási terület függvényében. Az ökoszisztéma alapja a HDFS fájlrendszer, mely skálázható, hibátűrő és költséghatékony *tárolást* biztosít. Megkülönböztetünk név és adat csomópontokat, melyből az előbbi metaadatokat, míg az utóbbi tényleges adatokat tárol és replikációt végez. Az ezt támogató YARN erőforrás menedzsmentért felelős, mely magában foglalja a MapReduce szolgáltatást, az ökoszisztéma egyik alapvető elemét a strukturált és nemstrukturált adatok *párhuzamos feldolgozására*. Összetétele alapján „mapper” és „reducer” csomópontokból áll, melyből az első átalakítja és kulcs-érték párokká, míg az utóbbi kombinálja ennek kimeneteit. Az Internet of Things koncepció alapján jellemző *külső eszközök kapcsolatát* az Apache NiFi szolgáltatás biztosítja, mely támogatja többek között a területen jellemző MQTT protokollt (SALAZAR et al., 2018; TRUONG, 2018). Beépített *adatbázis szolgáltatások* között a konvencionális (PostgreSQL relációs adatbázis) megemlíthető a HBase, mely oszlopos struktúrát alkalmaz az egyes adatok tárolása céljából. Az egyik legfontosabb tényező az adatok *importálása és exportálása*, mely a Sqoop és Flume szolgáltatásokkal valósítható meg, az előbbi esetben strukturált (például: relációs adatbázisok), míg az utóbbi esetben félstrukturált és nemstrukturált adatokat figyelembe véve. Az adatok *feldolgozásához és lekérdezéséhez* a Pig szolgáltatás magas szintű platformot biztosít, SQL-szerű interfész segítségével. A Hive szolgáltatás képes szintén SQL-szerű utasítások MapReduce feladatokra történő fordítására. Ezekon felül memórián belüli megoldásként az Apache Spark lehetőséget biztosít az adatok olvasására, előfeldolgozására és elemzésére tárolt és valós idejű adatok esetében. Elemzés kapcsán elérhető a Mahout és Spark MLlib, mint beépített könyvtár, gépi tanulás implementálásához, mely többek között képes adatok kinyerésére, átalakítására, jellemzők kiválasztására, osztályozásra, klaszteranalízisre, regressziós

elemzésre, dimenzió csökkentésre, mintázatkeresésre. Végezetül az Ambari és ZooKeeper szolgáltatás egyfajta felügyeleti, kezelői és monitoring platformként van jelen, biztosítva ezzel a szolgáltatások menedzselését (BUY YA et al., 2016).

## 4. EREDMÉNYEK ÉS AZOK ÉRTÉKELÉSE

Az alábbi fejezetben bemutatásra kerül a kutatás során kialakított keretrendszer, mely magában foglalja az egyes célkitűzések eléréséhez szükséges lépéseket. A kutatás két fő szakaszra bontható. Az első szakasz az alapkutatásként szolgáló *kvantitatív területi elemzés* megvalósításával kezdődik. Ide tartozik a **bibliometriai elemzés**, illetve a **közösségi bejegyzések elemzése** a témakörök, területek és az általános vélemény áttekintése érdekében. Többek között az itt szerzett ismeretekre hagyatkozva kerül kidolgozásra a második szakasz tartalma, melynek első feladata a **változószelekció** első lépéseinek megvalósítása. Ezt követően az elsődleges adatgyűjtés **tartalmának, eszközének és módszertani keretének kialakítása** történt meg, melynek célja az okos mezőgazdaság témaköre alá eső informatikai eszközök és módszerek használati hajlandóságát befolyásoló tényezők vizsgálatát támogató **modellvariánsok kialakítása**. Az utóbbi folyamat több szinten került megvalósításra (alapmodell kialakítása és kétszintes bővítése), melyet támogató elemzések előztek meg a pontosság növelése céljából, beleértve a **témaköröket érintő értékelések különbségének meghatározását** és a **modellváltozókra gyakorolt külső hatások meghatározását**. Az említett folyamatok támogatásához *kérdőíves felmérés* került megvalósításra, mely során a kialakított alkalmazás révén dinamikus felépítésű, többlépcsős adatgyűjtés segítségével igyekeztem a célkitűzéseknek megfelelő adathalmazt kialakítani a célcsoport résztvevőinek megkérdezésével. A megfelelő áttekintéshez a kutatás fő pontjai bemutatásra kerültek vázlatos módon az alábbi ábra segítségével (8. ábra). A kék színnel jelzett elméleti eredmények mellett zöld szín jelzi a gyakorlati megközelítésre fókuszáló eredményeket. Szürke szín jelzi ezen felül a tervezett, de végül korlátok révén nem megvalósított tevékenységeket vagy eredményeket, melyek a későbbiekben megvalósíthatók a kutatás eredményeinek alkalmazása által.



8. ábra: A kutatás sematikus felépítése

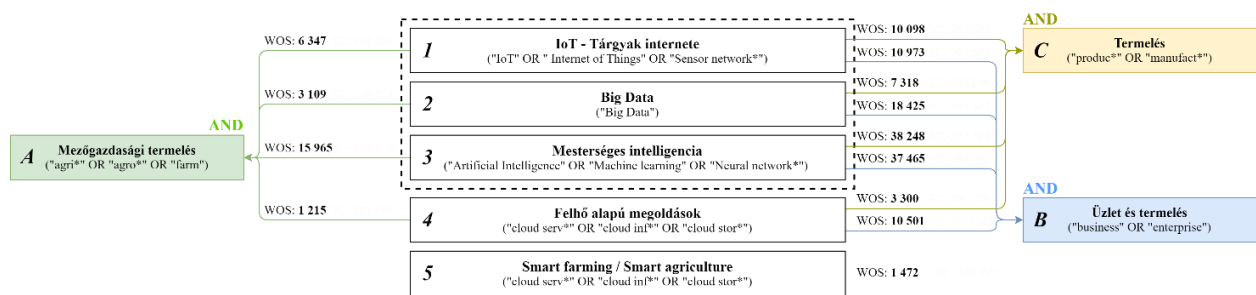
Forrás: Saját ábra

A kutatás zárásaként és egyúttal az esetleges folytatás megalapozása céljából az előbb felsorolt tevékenységekből származó ismeretek, tapasztalatok és konklúziók együttes alkalmazásával egy **gyakorlati rendszerkoncepció kialakításával** foglalkoztam a kutatás során

megállapításra kerülő eszközök és megoldások elterjedését hátráltató tényezők relevanciájának gyakorlati vizsgálata érdekében, mely alapot biztosít egy gyakorlati elemeket magában foglaló felmérés megvalósításához a célzott használatból felmerülő vélemény és folyamatokat érintő hatások változásának vizsgálatára.

#### 4.1. Főbb területek és témakörök meghatározása a szakirodalom alapján

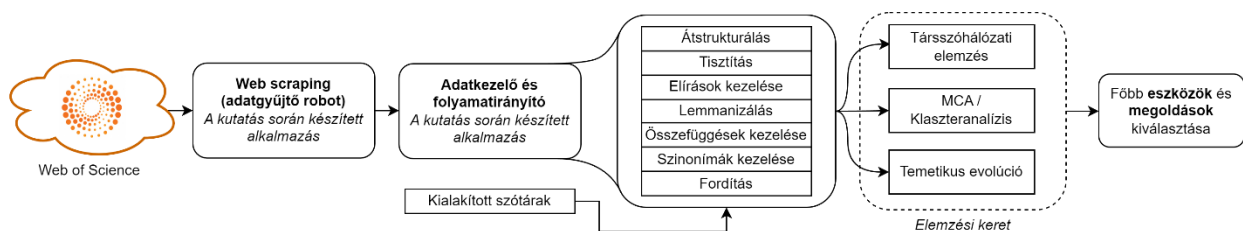
A kvalitatív szakirodalmi áttekintés mellett, általános gyakorlattá vált az egyes szakirodalmi források kvantitatív módon történő vizsgálata, ezzel lehetőséget biztosítva az egyes kapcsolatok számszerű módon történő meghatározására, mely információt biztosít számunkra a hangsúlyos figyelmet érdemlő tételekről a kutatás során. Ezen folyamat során meghatározásra kerültek a főbb témakörök és módszerek az *adatgyűjtés*, az *adatkezelés* és az *adatelemzés* aspektusában a *mezőgazdaság* (specifikus) és az *üzleti vagy termelési* folyamatok (általános) kapcsolatának tükrében. Az alkalmazott szakirodalom metaadatai a Web of Science adatbázisból származnak a megfelelő logikai halmazok kialakítását követően, egy erre a célra kifejlesztett automatizált módszer segítségével. Az első tesztek során kiegészítésként a Scopus adatbázisa is alkalmazásra került, azonban az adatok összevonását követően az átfedések lényeges mivolta révén indokolatlanná vált a további adathalmazok alkalmazása. Az adatok elemzését tekintve a módszertant bemutató fejezetben leírtaknak megfelelően szerint első lépés az egyes témakörök **előfordulási gyakoriságának meghatározása** volt az évek során, ezt követően a **főbb témakörök közötti kapcsolat** (hálózati elemzés, közös előfordulások vizsgálata) került meghatározásra, melyet az **összefüggő témakörök által alkotott területek vizsgálata** követett, végezetül az időben történő **kapcsolati változások** tematikus evolúciós elemzés segítségével kerültek összefoglalásra. A szakirodalom kvantitatív elemzése a területet meghatározó publikációkra jellemző metaadatok gyűjtésével és rendszerezésével kezdődött. Az adathalmaz letöltése korábban manuálisan történt (a Web of Science adatbázis esetében 500 rekordonként, míg a Scopus adatbázis esetében 2.000 rekordonként, a letöltési korlátok révén), ám a megfelelő méretű adathalmaz kialakítása, illetve folyamatos frissítések biztosításához elkészítésre került egy erre a célra dedikált alkalmazás, mely segítséget nyújt a szükséges fájlok automatizált feldolgozásában és konvertálásában elkerülve ezzel a manuális munka időigényességét, illetve pontatlanságát. Az elemzések előtt meghatározásra kerültek a logikai halmazok, melyek a lehető legkevesebb szókapcsolat és leginkább egyértelmű terminológia alkalmazásával határozzák meg a területet az elfogultság csökkentése érdekében.



9. ábra: A kulcsszókombinációk és jellemző elemszámok

Forrás: Saját ábra

A kutatás során 110 kulcsszókombináció által meghatározott adathalmaz került gyűjtésre, melyből 13 variáns folyamatosan frissítésre került a kutatás alatt. Az adathalmazok közül a 9. ábrán szaggatott vonallal kiemelt variánsok kerültek hangsúlyosan áttekintésre a kutatás során, mivel a tapasztalatok alapján ezek alkalmasak leginkább a jelen esetben releváns tényezők objektív bemutatására. Az ábra két szélső oldalán láthatjuk a lekérdezések során alkalmazott kulcsszavakat (részhalmazokat), melyek unió mentén történő kombinálása eredményezte az alkalmazott adathalmazokat („ÉS” logikai művelet). Az egyes nyilak felett feltüntetésre kerültek a jellemző elemszámok az egyes adatforrásokra vonatkozóan, ám érdemes megemlíteni, hogy ezek a nyers, azaz összefűzés, illetve tisztítás előtti állapotot reprezentálják.



10. ábra: A feldolgozás menete a kialakított alkalmazás által a szakirodalom esetében

Forrás: Saját ábra

Az **adatok letöltése** és **kezelése** érdekében egy alkalmazás került készítésre a különböző folyamatok egy munkamenetbe való foglalása céljából, melyek feladatai az 10. ábra szerint kerültek összefoglalásra. Ez a lépés lehetővé teszi a nagyobb volumen elérését és megfelelő rendszerezését. A letöltést követően az összesített adathalmaz mérete nem teszi lehetővé a felstrukturált (tagolt szöveges fájlok) adatok hatékony kezelését, ennek megfelelően a strukturált adatok tárolása céljából kialakításra került egy *relációs adatbázis*, mely lényegesen megkönnyíti további műveleteket. Ennek megfelelően az első lépés a szöveges fájlok strukturálása, összevonása, majd adatbázisba való beillesztése a megfelelő metaadatok (letöltés időpontja, alkalmazott kulcsszókombináció, verzió stb.) kibontását követően, melyek külön táblákban kerültek tárolásra. Ezt követően kezelésre kerültek a duplikált bejegyzések a szerzők és a cím egységes figyelembevételével, melyek közös alkalmazása egyedi kulcsot eredményezett. A következő lépés az *adatok tisztítása* volt a különböző pontatlanságokból adódó zaj csökkentése érdekében. Ennek

támogatásához a kutatás során összeállításra került több szótár, melyet a kialakított alkalmazás vett figyelembe a műveletek elvégzése során. A szótárak és kapcsolódó műveletek magában foglalták az egyes sorok törlését (elsődlegesen tudományterület alapján), a szinonimák kezelését (például: „neurális hálózat”, „mesterséges neurális hálózat”), továbbá a több szóból álló fogalmak (például: „Internet of Things”, „cost efficiency” stb.) összefogását, illetve az elírások korrekcióját. A szótárak kialakítása manuálisan történt, mely során összesen 1.841 szinonima és elírás csoport (ezek több tételt tartalmaznak), 804 jellegzetes és egybeírandó szó szerkezet, továbbá 228 irreleváns témakör került jegyzésre az egyes elemzések támogatása céljából. Ezen lépések bár csökkentik az elemszámot, ugyanakkor lényegesen csökkentik az adathalmazra jellemző inkonzisztenciát, mely leginkább az eltérő, illetve jelen aspektusban irreleváns tudományterületekhez (biológia, fizika, orvostudomány stb.) tartozó publikációk jelenlétéből, illetve a sajátos megfogalmazásokból (kulcsszavak pontatlan megfogalmazása) adódott. A további pontosításért eltávolításra került a szavakra jellemző többszám lemmatizáció alkalmazásával. A korábbiakban nem volt jellemző, hogy az említett módszert magyar nyelvű publikációban alkalmazzam így szükséges volt egy kiegészítő módszer elkészítése, mely magában foglalja a tisztítást követően utolsó lépésként a kulcsszavak magyar nyelvre történő fordítását. Az adathalmaz volumenére való tekintettel ez manuálisan szinte lehetetlennek bizonyult volna, ennek megfelelően kialakításra került egy erre a célra alkalmas modul az alkalmazáson belül. A modul a Google Cloud Translator API-t (alkalmazásprogramozási interfész) használja, így megvalósítva az adathalmaz beavatkozásmentes fordítását magyar nyelvre. A fordítás során hierarchikus elv került implementálásra, mely révén először a saját szótár kerül alkalmazásra, elkerülve ezzel elkerülve meglévő szavak felesleges, illetve egyes jellemző szóösszetételek hibás fordítását (a kontextus hibás érzékelése révén).

Az **elemzések** során minden variáns alkalmazásra került az 9. ábra alapján, mely révén azok transzformálásra, tisztításra, majd elemzésre kerültek a kialakított és ismertetett munkafolyamat alkalmazásával. Előzetesen értelmezésre került a három legfontosabb változat, magában foglalva az Internet of Things (adatgyűjtés), Big Data (adatkezelés) és mesterséges intelligencia (adatelemzés) egyes jellemzőinek kapcsolatát a mezőgazdasági termeléssel („IA”, „IB” és „IC” variáns), azonban a tapasztalatok alapján a köztesen elhelyezkedő adatkezelés területe megfelelő módon kifejezi a további két terület főbb jellemzőit. Ebből adódóan, a redundancia elkerülése érdekében az adatkezelés területét kifejező („2A”) variáns kerül részletesebben kifejtésre a közös területek bővítését követően. Az elemzések elvégzése során egy meglévő programkönyvtár (ARIA – CUCCURULLO, 2017) nyújtotta az inspirációt, melynek eljárásai módosításra, illetve újragondolásra kerültek a jobb paramétereizhetőség, továbbá a nagyobb adatvolumennel való hatékony alkalmazhatóság érdekében. Első lépés a teljes adathalmazra jellemző kulcsszavak

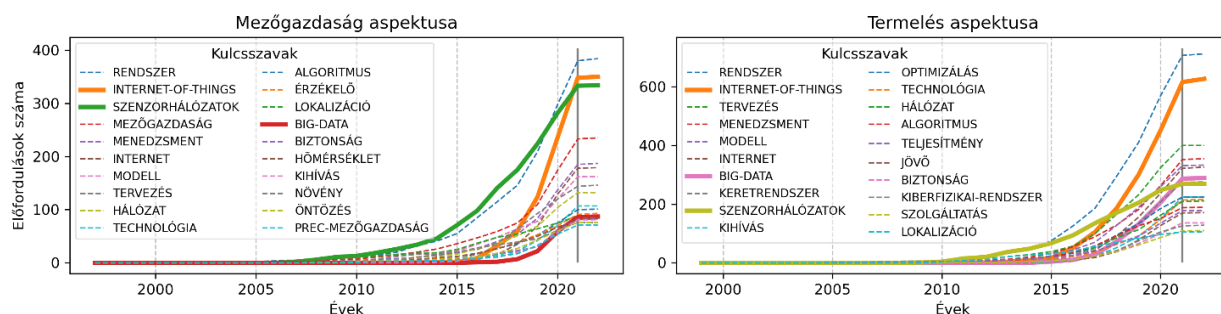
évekre vetített frekvenciájának megállapítása, ezt követi a módszertani áttekintés során bemutatott társszóhálózati elemzés, többszörös korrespondenciaelemzés, illetve tematikus evolúciós elemzés.

A kutatás jelen szakaszában felmerülő tézisek között szerepel, miszerint a szakirodalomra jellemző kulcsszavak által alkotott hálózat alapján *megállapíthatók fontosabb eszközök, megoldások és témakörök (Tézis 1.)*, a szakirodalomra jellemző kulcsszavak alapján *egyértelmű csoportok (területek) alakíthatók ki (Tézis 2.)*, továbbá a szakirodalomra jellemző kulcsszavak alapján *megállapíthatók a területek kialakulása során jellemző hangsúlyos tényezők (Tézis 3.)*.

#### 4.1.1. A frekventált témakörök előfordulásának általános vizsgálata

A frekventált témakörök áttekintése céljából külön került kezelésre a mezőgazdasági termelés és az általános termelő tevékenység kettő területe („A” és „B” jelölésű variánsok). Jelen fejezetben az egyetlen feladat a tisztított adathalmazban előforduló, adott területet érintő kulcsszavak, így az általuk kifejtett témakörök előfordulási gyakoriságának vizsgálata volt, az ebből megállapítható összefüggések értelmezése nélkül. Ezzel a lépéssel láthatjuk a különböző adathalmazokra jellemző témakörök megjelenésének kezdetét és annak gyakoriságát az évek során.

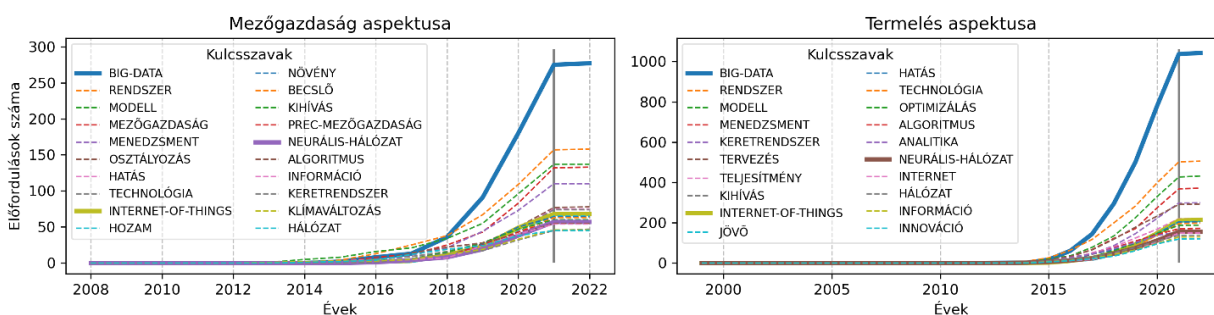
Az első kombináció („IA” és „IC”) a kapcsolt eszközök, tehát az *Internet of Things koncepció* és a szenzorhálózatok jelenlétének sajátosságait taglalja a vizsgálat aspektusokban való előfordulás alapján. Az „A” variáns esetében az alkalmazott keresőszavakon felül jelentős mértékben fordul elő a menedzsment, a biztonság és a kihívások kérdése és a precíziós mezőgazdaság fogalma. A „C” variáns által összefoglalt, általánosabbnak tekinthető termelés aspektusát megfigyelve releváns szempontot jelenthet a keretrendszerek és a szolgáltatások kérdése (egységes platformok kialakítása), továbbá az optimalizálás fontossága. A két variánsra jellemző, leggyakrabban előforduló kulcsszavak az 11. ábrán kerültek összefoglalásra. A témakör elemeinek fokozott megjelenése az általánosabbnak tekinthető termelés aspektusában 2010-re tehető, míg mezőgazdasági termelés esetében már korábban, 2008-ban tapasztalhattuk annak megjelenését a szenzorhálózatok fokozott relevanciája révén (11. ábra).



**11. ábra: Az adatgyűjtés (Internet of Things) témakörének megjelenése**

Forrás: Saját ábra

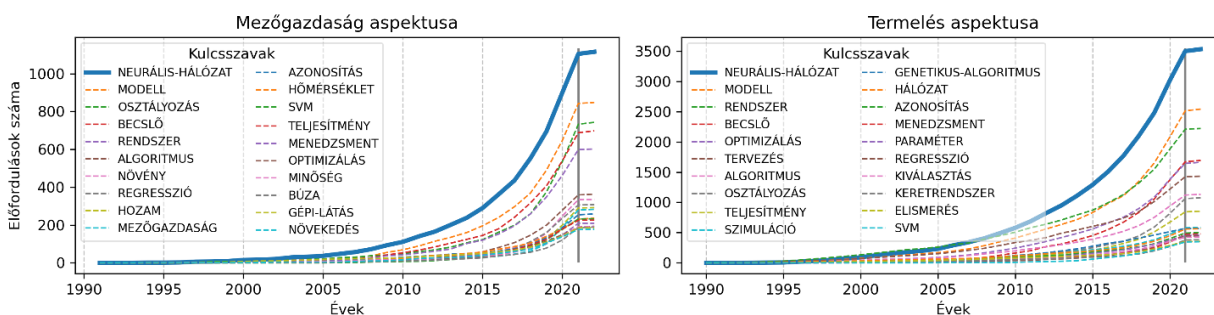
A második kombináció („2A” és „2C”) a *Big Data koncepció*, tehát a nagy adathalmazok menedzsmentjének sajátosságait fejezi ki a vizsgált két aspektus alapján. Általános termelést illetően 2014-től, míg a mezőgazdaság tekintetében 2015-től kimutatható a kapcsolódó témakörök megjelenése. A mezőgazdasági termelés aspektusában az alkalmazott kulcsszavakon felül gyakori előfordulással jellemezhető többek között a modellek, a hatás, a hozam, a becslés, a klímaváltozás és a keretrendszer témaköre, míg a termelés aspektusában ezeken felül megjelenik a tervezés, teljesítmény, az optimalizálás és az innováció témaköre. Mindkét aspektus esetében megfigyelhetjük, miszerint az adathalmazban a kutatás szempontjából relevánsnak tekinthető mindhárom megközelítés megtalálható, mely tovább erősíti a közöttük lévő átfedést (12. ábra).



**12. ábra: Az adatkezelés (Big Data) témakörének megjelenése**

*Forrás: Saját ábra*

A harmadik kombináció („3A” és „3C”) a *mesterséges intelligencia*, tehát a neurális hálózatok segítségével alátámasztott módszerek sajátosságait taglalja a különböző aspektusok figyelembevételével. Általános termelést illetően a szakirodalomban való megjelenés fokozódása az 1990-es évek végére tehető, míg a mezőgazdaság esetében a 2000-es évek elején találkozhatunk az első publikációkkal. A mezőgazdaság aspektusában a gyakori kulcsszavak közé tartozik az osztályozás, a becslés, a hozam, az optimalizálás, a minőség, a menedzsment, illetve a növekedés kérdése, míg az általánosabbnak tekinthető termelés aspektusában a sajátosságok magában foglalják a szimuláció, a teljesítmény, a genetikai algoritmusok (visszacsatolt módszerek), illetve a keretrendszerek kérdését (13. ábra).



**13. ábra: A mesterséges intelligencia témakörének megjelenése**

*Forrás: Saját ábra*

Az eredmények alapján láthatjuk a korábban említett jelenséget, miszerint az adatkezelés (*Big Data*) területén fokozott mértékben jelentek meg az adatkezelés (*Internet of Things*) és az

adatelemzés (*mesterséges intelligencia*) főbb témakörei, így megfelelőnek tekinthető a terület kiemelése a továbbiakban az összefüggések és lehetőségek meghatározása céljából.

#### **4.1.2. A főbb témakörök és kapcsolati pontok vizsgálata**

A jelen fejezetben alkalmazásra kerülő társszóhasználati elemzés célja a kulcsszavak által meghatározott témakörök, illetve a közöttük lévő kapcsolat vagy távolság vizsgálata volt. Az ezt támogató együttes előfordulási mátrix előállításánál a 2015-ben és ezt követő években megjelent publikációk kerültek felhasználásra a párok alkotása céljából, mely révén az adatvolumen csökkent az aktuális időszakra való koncentráció érdekében. Az együttes előfordulási mátrix kialakítása során egy olyan adatstruktúra került létrehozásra, melynek két indexében (sor és oszlop címke) a lehetséges és előforduló kulcsszavak helyezkednek el, míg a mátrixban lévő értékek az egymással való közös előfordulás gyakoriságát fejezik ki. Az elemzés végrehajtásához a 130 leggyakrabban előforduló kulcsszókapcsolat került kiemelésre és alkalmazásra, ezzel csökkentve a jelentős adatmennyiséget. Az említett mátrix létrehozásához szükséges volt a kialakított alkalmazás bővítésére a meglévő megoldások alkalmazása helyett a memóriaterhelés csökkentése és a számítási teljesítmény növelése érdekében. Az említett mátrix alapján elkészített, irányított gráf segítségével a mezőgazdasági termelés aspektusa („A” jelölésű variáns) kerül bemutatásra, mely alapján látható a vizsgált területek közötti kapcsolatok összessége (14. ábra).

A kialakult hálózati szerkezet alapján láthatjuk a leginkább frekvenciát mutató kulcsszavakat (a jelölő alakzat átmérője szerint vizualizálva), beleértve az *Internet of Things* koncepciót, a *szenzorhálózatokat*, a *mezőgazdasági termelést*, a *Big Data* koncepciót, a *precíziós mezőgazdaságot* és a *mesterséges intelligenciát*. A kialakult hálózati szerkezet további vizsgálatára került sor a NetworkX könyvtár segítségével, mely szerint a hálózat sűrűsége  $ND = 0,7432$  volt. Az átlagosan legrövidebb úton elérhető elemek, avagy a középpontok a közelségi centralitás szerint az *Internet of Things* koncepció ( $C = 1,0$ ), a menedzsment témaköre ( $C = 1,0$ ), a mezőgazdaság témaköre ( $C = 1,0$ ), a smart-farm koncepció ( $C = 0,992$ ), a Big Data koncepció ( $C = 0,977$ ) és a gépi tanulás ( $C = 0,969$ ) jelenti, hasonlóan a vizualizált eredményekhez.



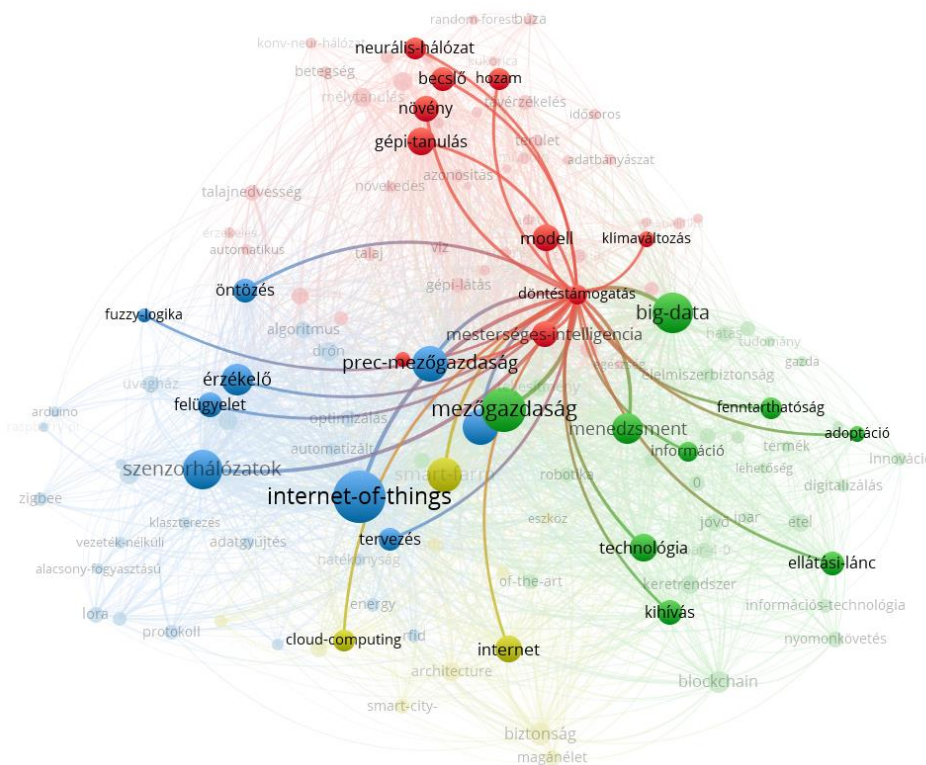
frequency identification) és érzékelő témaköre, a szoros kapcsolat révén. Technológiai oldalról kiemelésre kerül a vezeték nélküli kommunikáció és a protokoll témaköre, mely olyan konkrét példákkal kerül bővítésre, mint a kisebb távolságokat átölelő, rácshálózatként funkcionáló ZigBee szabvány, vagy az alacsony energiaszükségletű, nagyobb távolságok megtételére alkalmazható, pont és pont közötti hálózatot kifejező LoRa szabvány. Gyakorlati oldalról megjelennek a döntően hobbifelhasználók és kutatók által gyakran használt platformok példányai a Raspberry Pi (ARM architektúrájú számítógép) és Arduino (ARM vagy AVR architektúrájú, felhasználóbarát keretrendszer és eszköz).

A *zöld* színnel jelölt tételek a Big Data koncepció és általánosságban az adatkezelés egyes tételeit foglalják össze. Kevésbé jellemzőek technikai fogalmak jelen csoportosulás esetében, azonban ez nem meglepő, mivel a tapasztalatok alapján rendkívül képlékeny területről beszélünk. Mondhatni mindenki más oldalról közelíti meg a kérdést, azonban túlzottan gyakorlatias szakirodalommal ritkán találkozni. Jelen adathalmaz esetében ide sorolhatjuk a Mezőgazdaság 4.0 fogalmának megjelenését, mely a szintén ezen csoportban található Ipar 4.0 egyfajta specializációjának tekinthető, tartalmi tekintetben hasonló elemekkel. Ugyanígy találkozhatunk a digitalizáció, digitális mezőgazdaság témaköreivel. Gyakorlati szempontból áttekintve a lehetőségeket, jelen csoportba került besorolásra az ellátási lánc, nyomonkövetés és decentralizált blockchain koncepció is, melyek közösen alkalmazva egy jellemző rendszerkonceptiót alkothatnak. Az adatkezelés jelen esetben különösen releváns, a követés transzparens és hatékony kivitelezéséhez szükséges decentralizált adattárolás támogatása révén. Jelen csoportban került megfogalmazásra az adaptáció kérdésköre is, mely bizonyos tekintetben nem meglepő, mivel az adatkezelés az említett köztes mivolta révén az a terület, mellyel a felhasználói réteg leggyakrabban, illetve a további területek implementálása esetén mondhatni elkerülhetetlen módon találkozik az implementálás során.

A *piros* színnel jelölt tételek a gépi tanulás, avagy általánosan az adatelemzés egyes lehetőségeit fejezik ki. A fontosabbnak tekinthető témakörök között láthatjuk az alapvető módszereket, mint a neurális hálózat, mélytanulás, gépi tanulás és modellek tételeit. Logikai értelemben egyel mélyebb szinten láthatjuk a konvolúciós neurális hálózatok, osztályozás, regresszió, idősoros elemzések tételeit, melyek jelen esetben az imént említett módszerekkel kerülnek megvalósításra. Külön kiemelésre kerülnek a gépi látás egyes tételei, melyek az említett konvolúciós neurális hálózatokkal kerülnek alátámasztásra. Általánosabbnak tekinthető tételekkel kevésbé találkozhatunk az automatizáláson, továbbá a hozam és kiválasztás kérdéskörén felül, azonban ennek többek között oka lehet a jelentősen redukált adathalmaz.

Végül a *sárga* színnel jelölt smart-farm koncepció a platform és a felhőalapú technológiák alapján az eddigi lehetőségek összefogását célozzák meg, így az egyfajta összekötő kapocsként

vesz részt a hálózatban a különböző területek között. Meglehetősen kis csoportosulásról beszélünk, melynek szerepe annál fontosabb, mivel a benne foglalt *architektúra* és a *platform* kulcsszavak kifejezik véleményem szerint a napjaink egyik legnagyobb kihívását, mely a sztenderdek kialakítását célozza meg az egységes adatkezelés, adatszerkezetek, ezáltal a szervezetten belüli és szervezetten átívelő adatcsere megoldások kialakításának támogatása érdekében. Az adatcsere megoldások által olyan közösségi adathalmazok létrehozására nyílik lehetőség, melyek jelentősen hozzájárulhatnak az adatorientált döntéstámogatási módszerek (főként neurális hálózatok) megfelelő tanításához és az így kialakult modellek elterjedéséhez, melyhez egy adott gazdasági egység által generált adatvolumen nem elegendő, továbbá a területi és technológiai eltérések révén az ilyen szűk adathalmazzal tanított modellek nem általánosíthatók a különböző külső viszonyokhoz való alkalmazás érdekében.



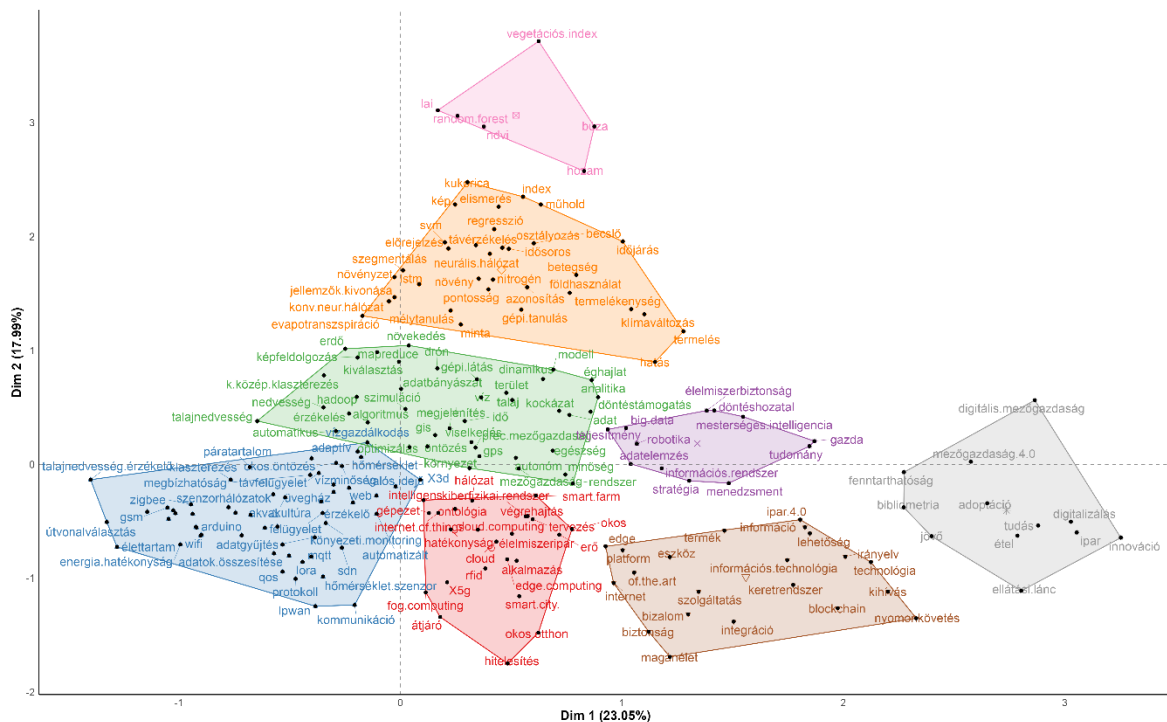
**15. ábra: A döntéstámogatás központi szerepe a bemutatott hálózat alapján**

*Forrás: Saját ábra*

A 15. ábra alapján láthatjuk a döntéstámogatás központi szerepét, mely mondhatni összekapcsolja a vizsgálat tárgyát jelentő technológiai megoldásokat, területeket a releváns kulcsszavak figyelembevételével, hasonlóan a felhő alapú megoldásokhoz. Elhelyezkedése leginkább az adatkezelés és adatelemzés között jellemző, azonban inkább köthető az adatkezeléshez a már korábban is említett okból kifolyólag, mely révén az a leginkább elterjedt és ismert területek közé sorolható. Kiemelt kapcsolatot figyelhetünk meg az általános területeket kifejező kulcsszavakon felül a *fenntarthatóság*, a *tervezés*, a *becslések*, a *hozam* és az *adaptáció* kapcsán.

### 4.1.3. A kialakult területek meghatározása

A jelen esetben cél volt a témakörök által alkotott területek meghatározása és értelmezése. A teljes adathalmaz alapján végrehajtott korrespondenciaelemzés és klaszteranalízis eredményét vizualizálva (16. ábra) aránylag határozott csoportosulásokkal találkozunk, melyek jelentős része egyeztethető az előbbi hálózat alapján levonható következtetésekkel, azonban a csoportosítás specifikusabb lehetőségeket határoz meg. Az elemzés során 8 csoport került kialakításra, kifejezve ezzel a szakirodalomban szereplő kulcsszavak alapján kialakult főbb területeket.



16. ábra: A témakörök által alkotott területek kialakulása

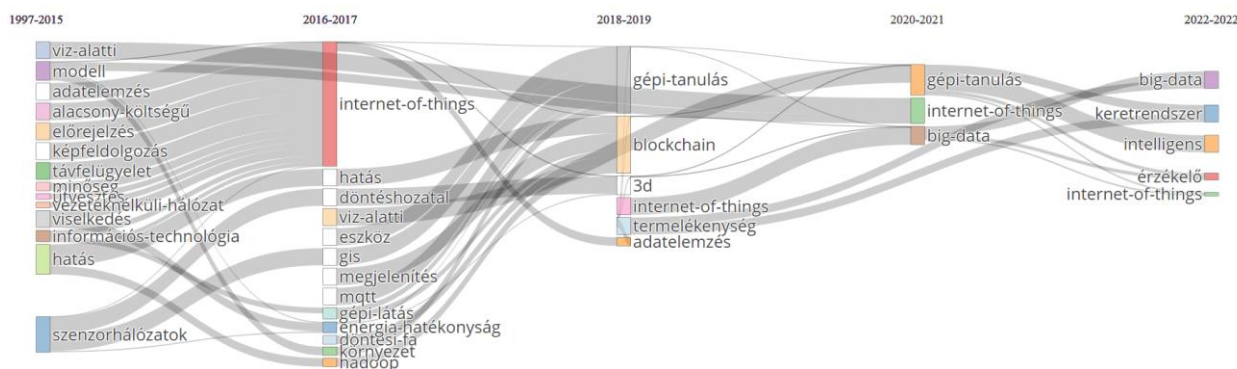
Forrás: Saját ábra

A nagyobb méretű klasztereket kiemelve, a piros színnel jelölt csoportosulás esetében megfigyelhetjük az általánosabb témaköröket összefoglaló kulcsszavakat. Az itt foglalt tételek között szerepel az Internet of Things koncepció, mely nem meglepő, mivel esetében inkább egy általános, mondhatni összefoglaló megnevezéséről beszélünk a benne foglalt szenzorhálózatoknak és az ezt kiegészítő infrastruktúrájának, mely jelentősen hagyatkozik a csoportosulásban szintén szereplő felhő, él és kód alapú műveletvégzésekre a kiberfizikai rendszerek koncepciója által. Ugyanitt felmerül a hitelesítés (komponensek közötti biztonságos kommunikáció) és tervezés (rendszerek felépítése, kapcsolódása) kérdése, mely szintén az említett absztrakciós réteg kapcsán releváns. Az említett csoport mellett elhelyezkedő kék színnel jelölt csoportosulás esetében az Internet of Things koncepcióhoz kapcsolódó, azonban általános megközelítés helyett inkább technikai szempontból releváns témaköröket összefoglaló szenzorhálózatokat érintő kulcsszavak kerültek összefoglalásra. A társszínhálózati elemzés során megismert tételeken felül olyan

kérdések merülnek fel, mint az útvonalválasztás (mennyi eszköz elegendő egy adott terület hatékony feltérképezés érdekében), az élettartam, a megbízhatóság, vagy épp az adatok összesítésének lehetősége (hatékony adatcsere). Ezen felül technikai tételek között merül fel az MQTT protokoll az adatcsere logikai egységesítése céljából, vagy épp társzínhálózati elemzés során említett vezeték nélküli protokollok a fizikai egységesítés céljából, mindezekkel támogatva a szervezeten belüli adatcsere lehetőségét is. A *zöld* színnel jelölt csoportosulás az adatkezelés egyes tételeit foglalja össze, azonban a lehetőségek valamilyen mértékben tartalmazzak adatelemzést érintő tételeket is. Jelen csoportosulás esetében kiemelném a Hadoop kertrendszer megjelenését, mely már említésre került a korábbiakban, mint a Big Data koncepció alapján kialakított, üzleti életben gyakran alkalmazott környezet. Az említett csoportosulás felett elhelyezkedő, *sárga* színnel jelölt csoportosulás elsősorban a neurális hálózatokkal alátámasztott adatelemzés egyes elemeit tartalmazza, technikai tényezők felsorakoztatásával, mint a többek között képek (mátrix jellegű adatok) osztályozása esetén alkalmazott konvolúciós neurális hálózatokat, vagy a sok esetben idősoros modellezés esetében alkalmazott LSTM (Hosszú-rövid távú memória – Long-short term memory) hálózatot. A szorosan kapcsolódó és ágazat szempontjából releváns gépi látás témaköréhez kötődő kiegészítő műveletek, mint a jellemzők kivonása és szegmentálás szintén itt foglalnak helyet. Ágazatot érintően felmerül a tápanyagszint, a betegségek, a földhasználat és a termelékenység kérdése (ezek meghatározása vagy optimalizálása), azonban a pontosság szintén a kérdések között foglal helyet, mint fontos és változó tényező. A közel elhelyezkedő, immáron kisebb méretű *rózsaszín* csoportosulás a gépi látás gyakorlatiasabb tételeit tartalmazza, beleértve mérhető mutatókat és kapcsolódó növényeket. Másik oldalról három kisebb csoportosulással találkozhatunk, melyek általánosabb tételeket foglalnak össze. A *lila* színnel jelölt csoportosulás, hasonlóan a *piros* színnel jelölt példányhoz, egyes tényezők általánosabb, gyakrabban alkalmazott megnevezéseit tartalmazza, azonban míg az említett esetről az adatgyűjtés, úgy jelen esetben inkább az adatelemzés és adatkezelés sajátosságai kerültek felsorolásra, kiegészítve a döntéstámogatás, a stratégia és a menedzsment témakörével. A *barna* színnel jelölt csoportosulás az egyes területek összekapcsolt alkalmazását taglalja, melyre jó példa a már említett Ipar 4.0 koncepció. Ugyanitt felmerül a rendszer egészét érintő biztonság, integráció és keretrendszer kérdése, mint ahogy a kapcsolódó kihívások kérdése is. A platformok és szolgáltatások tükrözik a szolgáltatásként való értékesítés lehetőségét, mely gyakran alkalmazott finanszírozási forma, zárt forráskódú rendszerek esetében, mint a szakirodalmi áttekintés során említésre került. Végezetül a *szürke* színnel jelölt csoportosulás az összefoglaló szakirodalomban gyakran előforduló témaköröket tartalmazza.

#### 4.1.4. A kapcsolati szerkezet idővel történő változása

Jelen fejezet célja a témakörök közötti kapcsolat idővel való változásának vizsgálata, avagy annak megállapítása, hogy milyen kapcsolatok szerint jutottunk el napjaink tematikus szerkezetéig, vagy épp milyen témakörök segítették elő ezek előrehaladását és kialakulását. Ezek a témakörök bár nem feltétlen markánsak napjainkban az új témakörök tömeges megjelenése, torzító hatása révén, azonban fontos szerepet töltek be, így kiemelt figyelmet érdemelhetnek a felmérés során alkalmazásra kerülő változók kiválasztása során. A tematikus evolúció során kulcsszavak között legalább négy kapcsolatra volt szükség a bekerülés érdekében. A megjelenítés Sankey diagram segítségével történt, melyen feltüntetésre kerültek a metszeteket jelentő évszámok (17. ábra).



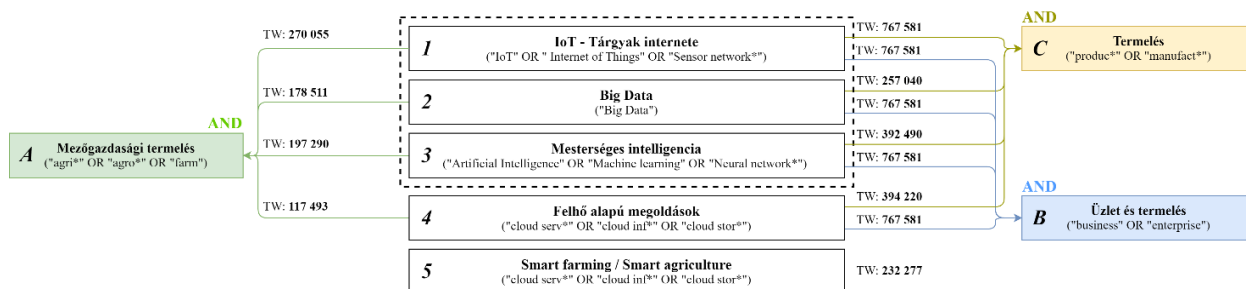
17. ábra: Az egyes témakörök közötti kapcsolat tematikus evolúciója

Forrás: Saját ábra

Az első töréspont esetében mondhatni a témakörök széles körét figyelhetjük meg, beleértve a távfelügyeletet, egyes hatások vizsgálatát és a minőség témakörét. Szinte mondhatni feltételként értelmezhetjük az alacsony költségeket és a vezetéknélküli hálózatok jelenlétét. Ebben az időszakban szenzorhálózatok már alkalmazásra kerültek, azonban a vezetéknélküli technológia rugalmassága és az információs technológia fokozottabb, mindenhol jelenlévő hatása által kialakult az említett tényezőket összefoglaló Internet of Things koncepció a következő időszakban. Emellett számos új témakör jelent meg, beleértve a döntéstámogatásban való alkalmazás lehetőségét, az adatkapcsolati sztenderdek megjelenését, illetve az energiahatékony működést. Ugyanitt találkozhattunk fokozottan a Hadoop keretrendszer megjelenésével, mely ekkor szinte elengedhetetlen volt az osztott adattárolás hatékony kivitelezése érdekében, gondolva a fokozódó volumenű mérési adatokra az üzleti jellegű adatok mellett. A következő időszakban megjelent a gépi tanulás és ezáltal az adatelemzés újabb lehetősége, míg végül napjainkra mondhatni letisztult módon találkozhatunk az ezek által összeállt komponensekkel. Napjaink legnagyobb kihívása a keretrendszer kérdését veti fel, mely lehetővé teszi az integrált alkalmazását az említett komponenseknek a döntéstámogatásban az operatív és vezetői szint igényeihez alkalmazkodva.

## 4.2. A közösség véleményének meghatározása nyilvános bejegyzések alapján

A jelen fejezet célja a közösség véleményének áttekintése a pozitív és negatív tényezők és bennük foglalt aspektusok kibontása által, kiemelt figyelmet fordítva a felmérés során alkalmazható kétségekre. A közösségi bejegyzések segítségével számos következtetés megfogalmazására van lehetőség a különböző területeket érintően az említések gyakorisága, a hálózati szerkezet kiterjedtsége és az általános megítélést illetően. Az adatok beszerzése érdekében két fő lehetőség állt rendelkezésre. Implementálásra kerülhetett volna egyedi web scraping algoritmus, azonban ebben az esetben visszamenő (historikus) adatok lekérdezésére nincs lehetőség, továbbá felmerülhetnek jogi korlátok az adatok felhasználását és publikálását illetően. A jelen esetben alkalmazott alternatív módszer a Twitter API-hez való hozzáférés igénylését tette szükségessé. Az API alkalmazásához szükséges volt egy interfész, egy adatkezelő alkalmazás, továbbá egy nemrelációs adatbázis készítése. A kialakított alkalmazás használatával lehetőség nyílt az adatok automatikus letöltésére, strukturálására, továbbá feldolgozására. A letöltött adatok több témakör individuális vizsgálatát teszi lehetővé a területen. Ennek megfelelően a szakirodalomhoz hasonlóan az alábbi, 18. ábrán feltüntetett kulcsszókombinációk kerültek alkalmazásra. Mint azt láthatjuk, a szakirodalomra jellemző struktúrával egyező adathalmaz került gyűjtésre a tematikát illetően az egységesség érdekében, azonban az elemszámot illetően jelentések az eltérések. Az eredmények bemutatása során hasonlóan a korábbiakhoz, az „1A”, „2A” és „3A” adathalmaz kerül alkalmazásra, azonban az adathalmazok összevonásra kerülnek.

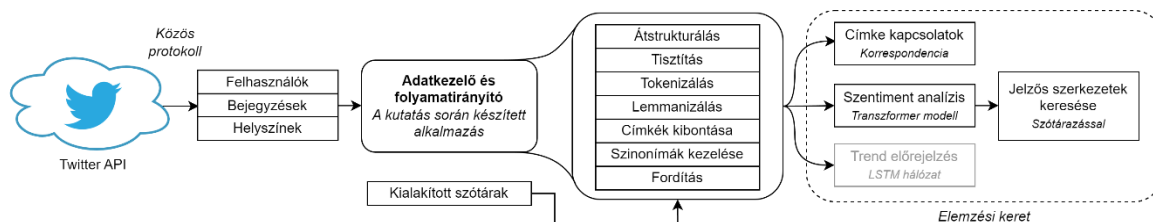


18. ábra: Az alkalmazott kulcsszó kombinációk és a jellemző rekordszám

Forrás: Saját ábra

A beérkező adatok az API lehetőségeihez mérten a legnagyobb adattartalmat biztosították, melynek köszönhetően az egyes objektumok a bejegyzés szövege mellett többek között olyan metaadatot tartalmaznak, mint az alkalmazott kulcsszavak, hivatkozások, megosztások száma, kedvelések száma, válaszok száma, a válaszok azonosítója (mely által lekérdezhető a teljes objektum), a helyszín, továbbá a kapcsolódó felhasználó minden fontosabb adata, mint a név, az elhelyezkedés, a követők száma, az említések száma és a bemutatkozás. Ebből is látható, miszerint az objektumok a *bejegyzés*, *felhasználó* és *helyszín* csoportokba sorolhatók. A lekérdezés, a letöltés és a transzformálás szintén a kutatás során kialakított alkalmazás segítségével történt. Felhasználás

előtt az adatok transzformálására volt szükség (hierarchikus objektumokból oszlopokká), mely szintén az említett alkalmazás feladata volt. A transzformálás során szükség volt egy célzott algoritmus kialakítására, mely képes a jellemzően zajos szövegek tisztítására. Az elsődleges szűrés során aggregálásra kerültek az ismételt (mások által idézett) bejegyzések az RT címkék és az idézésre utaló jelek segítségével, illetve ugyanúgy törlésre kerültek a hivatkozások, felhasználói jelölések (Regex:  $^RT? @[a-zA-Z0-9_]+$ ). Az idézésekből adódóan továbbra is jellemzőek voltak a hasonló bejegyzések, így szövegegyeztetés került implementálásra a munkafolyamatba a további finomhangolás érdekében. Az ilyen módon kiszámolt Levenshtein távolság figyelembevételével a 90% feletti egyezést mutató szövegek összegzésre kerültek a kialakított alkalmazás által. A felhasználók változó struktúrában teszik közzé bejegyzéseiket, így esetekben a kulcsszavak (# előtaggal jellemezhető) szövegekben, míg más esetben a szöveg végén helyezkednek el, így, ha minden előtaggal rendelkező szó eltávolításra kerül, a mondat értelmetlenné válik. További problémaként volt jelen a hivatkozások, felhasználói említések, hangulatjelek, elírások, idegen karakterek és más zavaró tényezők jelenléte, mely megszakítja a koherens szöveget. Ebből adódóan volt szükséges az említett algoritmus kialakítása, mely képes meghatározni a mondat végét (hogyan nem hagyatkozhatunk írásjelekre) és ehhez alkalmazkodva képes kibontani, majd eltávolítani a mondatból a zavaró elemeket. Ez ismételt Regex mintázatok által volt kivitelezhető, mely képes megfelelni a változó mintázatoknak. A szűrést és tisztítást követően az aktuális elemzésnek megfelelően került végrehajtásra tokenizáció, lemmanizáció, továbbá a szinonimák és elírások kezelése a kutatás során kialakított szótárak alapján (19. ábra).



**19. ábra: A feldolgozás menete a kialakított alkalmazás által a közösségi adatok esetében**

*Forrás: Saját ábra*

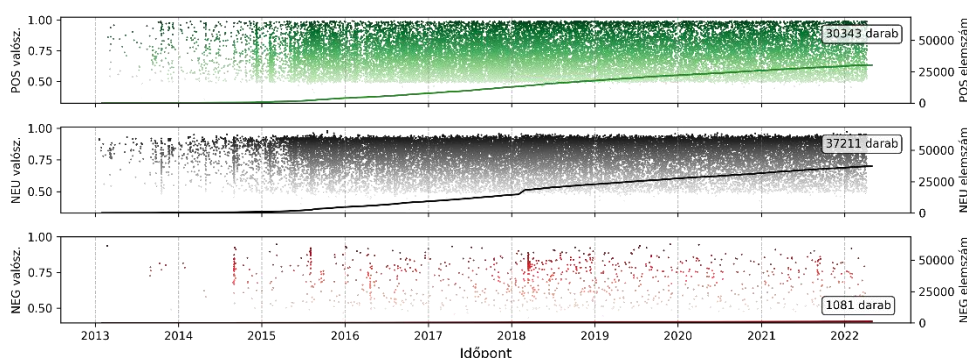
Az elemzések első lépése az alapvető osztályozás céljából megvalósított **szeniment analízis**, mely a módszertant bemutató fejezetben megismert BERT modellre épített variánsok alkalmazásával történt meg. A két alkalmazott modell közül az adott adathalmazra jobban illeszkedő változat tévesztési mátrix kialakításával és értékelésével történt meg, melynek megvalósítása érdekében minden adathalmazból véletlen mintavétel alapján kibontásra került 500 sor. A referenciaként való alkalmazhatóság céljából ezek kézzel kerültek besorolásra a jellemző három csoportba, kifejezve a pozitív, semleges vagy negatív véleményt. A vélemények meghatározást követte a módszertant bemutató fejezetben meghatározott hét nyelvtani szabály implementálása az alkalmazásba majd azok alkalmazása, mely lehetővé tette a jelzős szerkezetek

(elsődlegesen minőségjelző) kibontását és alkalmazását az egyes aspektusokra vonatkozó pozitív és negatív tényezők szétválasztása és értelmezése érdekében.

A jelen fejezethez tartozó eredmények döntően a közvéleményt és az ehhez kötődő aspektusokat vizsgálják. Ebből adódóan a kapcsolódó feltételezés, hogy *meghatározható aspektusok jelennek meg a pozitív és negatív véleményt kifejező közösségi bejegyzésekben (Tézis 4.)* a mezőgazdasági folyamatok, illetve a kutatás szempontjából releváns eszközök és megoldások kapcsolatának aspektusában. Az említett információ lényeges információval szolgálhat a támogató, illetve hátráltató tényezőket illetően a változók kiválasztása és a felmérés kialakítása során.

#### 4.2.1. Szentimentanalízis eredménye

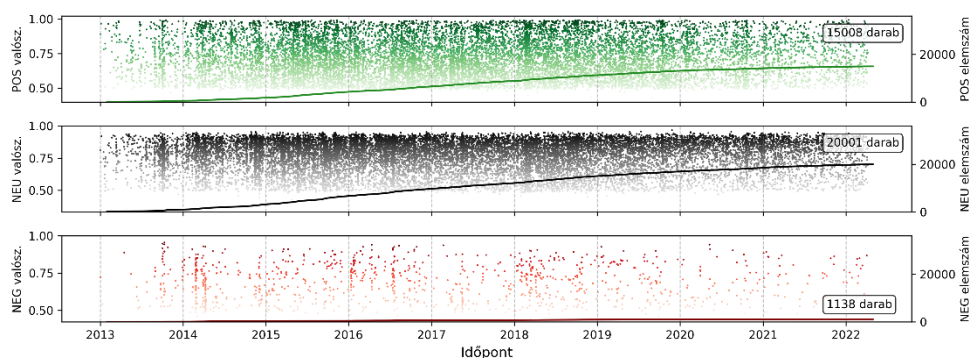
A továbbiakban a szentimentanalízis alapján osztályozott bejegyzések összefoglalása kerül bemutatásra. A különböző témakörökre jellemző ábrák reprezentálják a szentimentanalízis során kialakított három kategóriát (pozitív, semleges és negatív), ezek közelítő megbízhatóságát a kategóriába való tartozás súlya által (0,5 és felette), továbbá a halmozott bejegyzések darabszámát. A kategorizálást követően végzett ellenőrzések alapján a második modellvariáns (BERTweet) került alkalmazásra a tévesztési mátrix alapján meghatározott jobb teljesítmény révén az alapmodellhez viszonyítva. Az **Internet of Things** koncepcióval kapcsolatos bejegyzések az ágazatot érintően 2014-től jelentek meg aktívan a vizsgált közösségi oldalon (20. ábra). Az eredmények alapján a bejegyzések 44,2%-a pozitív véleményt, míg 1,5%-a negatív véleményt fejezett ki. Interakciókat tekintve a pozitív bejegyzések esetében 91.552 megosztás, 31.579 válasz, 115.534 kedvelés és 31.735 idézés, míg a negatív bejegyzések esetében 3.584 megosztás, 1.149 válasz, 5.304 kedvelés és 1.332 idézés került számlálásra. A bejegyzések közül 10.586 pozitív vélemény volt osztályozható, melyek közül 4.824 szervezetet és 573 konkrét terméket, míg negatív vélemény esetében az osztályozható 367 bejegyzés közül 148 szervezetet és 23 konkrét terméket fogalmazott meg. A pozitív, semleges és negatív vélemények előfordulása, azok megbízhatósága (súlya) és az időpontoként összegzett darabszáma az alábbi 20. ábra alapján látható.



20. ábra: Az Internet of Things témakörében közzétett bejegyzések száma és tartalma

Forrás: Saját ábra

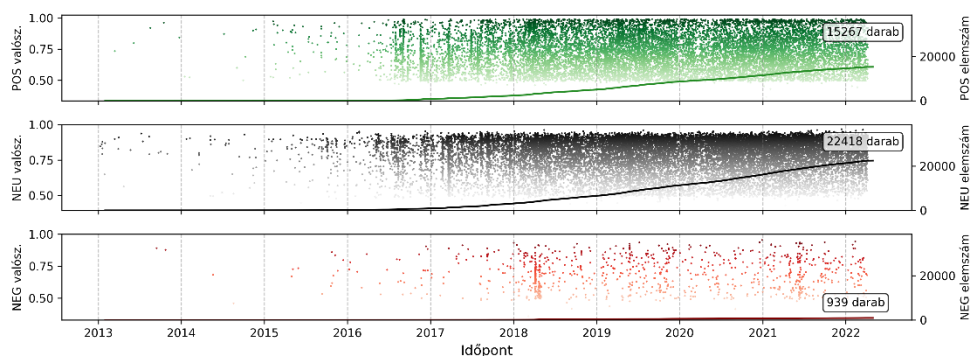
Az adatkezelést érintő **Big Data** koncepcióval kapcsolatos bejegyzések az ágazatot érintően már a vizsgált időszak kezdete óta (2013) jelen voltak a vizsgált közösségi oldalon (21. ábra). Az eredmények szerint a közzétett bejegyzések 41,5%-a pozitív véleményt, míg 3,1%-a negatív véleményt fejezett ki. Az erre jellemző interakciókat tekintve a pozitív bejegyzések esetében 40.391 megosztás, 15.472 válasz, 48.021 kedvelés és 15.549 idézés, míg a negatív bejegyzések esetében 2.493 megosztás, 1.174 válasz, 3.271 kedvelés és 1.163 idézés került számlálásra. A bejegyzések közül 4.748 pozitív vélemény volt osztályozható, melyek közül 1.883 szervezetet és 79 konkrét terméket, míg negatív vélemény esetében az osztályozható 393 bejegyzés közül 148 szervezetet és 7 konkrét terméket fogalmazott meg. A pozitív, semleges és negatív vélemények előfordulása, azok megbízhatósága (osztály súlya) és az időpontként összegzett darabszáma az előző gyakorlatoknak megfelelően az alábbi 21. ábra alapján látható.



**21. ábra: A Big Data témakörében közzétett bejegyzések száma és tartalma**

*Forrás: Saját ábra*

Az adatelemzés aspektusában a **mesterséges intelligencia** témakörében tett bejegyzések az ágazatot érintően 2013-tól jelentek meg aktívan a vizsgált közösségi oldalon, azonban azok konzisztens mivolta 2016-ot követően alakult ki (22. ábra). A jellemző eredmények alapján a bejegyzések 39,5%-a pozitív véleményt, míg 2,4%-a negatív véleményt fejezett ki. Interakciókat tekintve a pozitív bejegyzések esetében 46.485 megosztás, 16.484 válasz, 66.445 kedvelés és 16.357 idézés, míg a negatív bejegyzések esetében 3.140 megosztás, 1.024 válasz, 5.421 kedvelés és 1.049 idézés került számlálásra. A bejegyzések közül 6.244 pozitív vélemény volt osztályozható, melyek közül 3.100 szervezetet és 171 konkrét terméket, míg negatív vélemény esetében az osztályozható 363 bejegyzés közül 174 szervezetet és 10 konkrét terméket fogalmazott meg. A pozitív, semleges és negatív vélemények előfordulása, azok megbízhatósága (osztály súlya) és az időpontként összegzett darabszáma az alábbi 22. ábrán tekinthető meg.



**22. ábra: A mesterséges intelligencia témakörében közzétett bejegyzések száma és tartalma**

*Forrás: Saját ábra*

Az eredmények figyelembevételével láthatjuk, miszerint a döntően leíró jellegű (semleges véleményt kifejező) bejegyzéseken túl sokkal inkább jellemzőek voltak a pozitív véleményt kifejező bejegyzések, amely feltételezhető volt. A módszer használatának célja sokkal inkább az esetleges problémák nagyobb kiterjedésű megjelenésének vizsgálata volt. Az implementált módszereken felül meghatározható lenne a bejegyzések felé irányuló interakciók jellege (azok aránya) alapján az egyetértés mértéke. Jelen kontextusban a bejegyzések osztályozásának elsődleges célja nem kifejezetten a közvetlen használat volt, mivel az közvetetten sokkal több információt tud biztosítani számunkra az adott osztályba tartozó szövegrész további feldolgozása, melynek eredménye a következő fejezetben kerül bemutatásra.

#### 4.2.2. *Aspektusok meghatározásának eredménye*

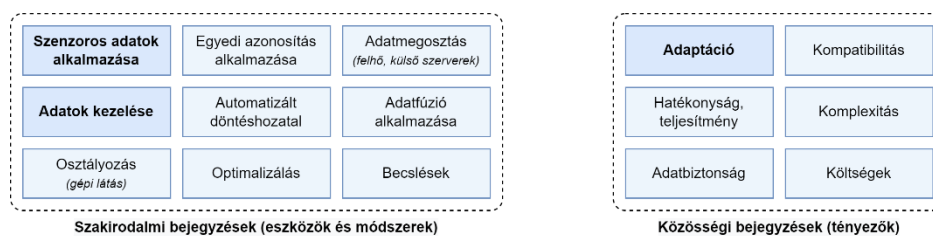
Az aspektusok meghatározása által a vélemény polaritásától függetlenül 14.891 összefüggő nyelvtani szerkezet kibontására volt lehetőség a korábban említett módszer implementálása és alkalmazása által, mely révén párok formájában kerültek definiálásra a mondaton belül fennálló függőségek. Jelen esetben az „1A”, „2A” és „3A” adathalmaz összevontan került alkalmazásra a túlzott részletesség elkerülése révén. A tapasztalatok alapján a platformon a bejegyzések több kategóriára bonthatók, melyek közül sajnos alacsony arányt képvisel a tényleges véleménynyilvánítás, azonban jelentős az általános promóciók aránya. Több kísérletet követően (döntően osztályozás alkalmazásával) a megbízhatatlanság miatt kézzel felülbírált szűrés implementálására volt szükség ezek szűrése érdekében. Ebből adódóan a jelzők és a tárgyak külön szótárba kerültek gyűjtésre, majd elfordulásuk frekvenciája alapján rendezésre. A két szótáron kizáró szűrést hajtottam végre, azaz meghatároztam azon tételeket, melyek semmiképp nem lehetnek relevánsak a kutatás szemszögéből nézve. Ugyanekkor lehetőség nyílt szófaji korrekciók implementálására is, mivel a tapasztalatok alapján az alkalmazott könyvtár által több hiba merült fel. Ezt követően kialakításra került egy kétszintes hálózat, kifejezve ezzel a *jelzők* (zöld alakzatok) és *tárgyak* (kék alakzatok) közötti kapcsolatot (23. ábra). Először a kialakított alkalmazás révén



hatása), a *kis gazdaságok*, az *adatok védelme*, a *komplex használat*, a *magas költségek*, a *skálázható megoldások* (azok feltehető hiánya), az *alacsony adatbiztonság*, a *visszairányú kompatibilitás*, a feltételes pontosság és a *példátlan nyomás* (feltehetően a használat szükségét illetően) témaköreit. Az adat minősége révén lényeges válogatásra volt szükség a szűréseket követően az értelmezhető tételek meghatározásához. Mint az említésre került, meglehetősen eltérő módon megfogalmazott bejegyzésekről beszélünk. A céljuk szerint megkülönböztethetünk a reklámokat, az ismeretterjesztő bejegyzéseket, az egyszerű hivatkozásokat és végül a tényleges véleménynyilvánítást, melyek sajnos legkisebb részarányban fordulnak elő. A bejegyzések esetében sikerült növelni a szintaktikai minőséget, ám szemantikai értelemben jelentősen zavaró tényezőként voltak jelen a nem releváns bejegyzések. Összességében az adattisztítás során felmerülő feltételezhető veszteségek ellenére sikerült meghatározni több aspektust, melyek elsődlegesen az *adatbiztonság*, a *kompatibilitás*, a *komplexitás*, a *pontosság*, a *költségek* és végül az *adaptáció* témaköreit foglalják magukban a vizsgált példák alapján.

### 4.3. A használati hajlandóság és a befolyásoló tényezők vizsgálatának támogatása

Az előbbi fejezetekben bemutatott eredmények alapján összeállításra került egy szempontrendszer, mely alapján kiválasztásra kerültek a szakirodalom és a közösségi bejegyzések fontosabbnak vélt pontjai (24. ábra). Ezek figyelembevételével lehetőség nyílt a kialakításra kerülő felmérésben a *hangsúlyos pontok kiemelésére*, a szakirodalomban felmerülő **főbb eszközök** és **megoldások**, továbbá a közösségi bejegyzésekben szereplő **kétségek figyelembevételével**, ezzel támogatva az adaptációs hajlandóság egyes szintjeinek pontosabb felmérését.

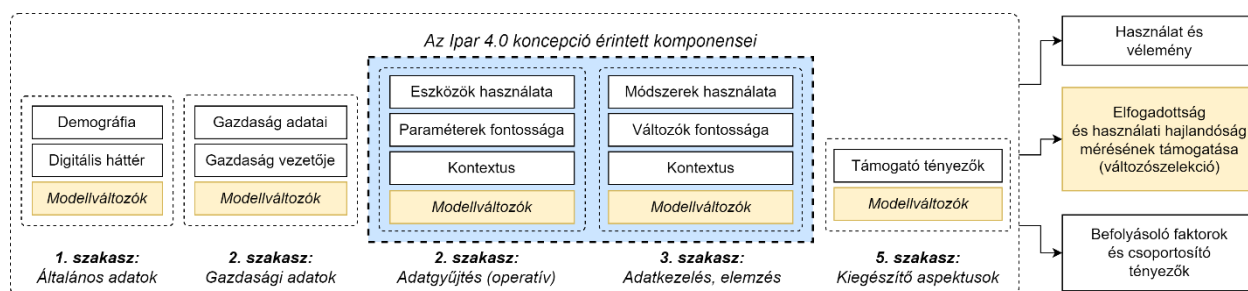


**24. ábra: A szakirodalom és a közösségi bejegyzések összevetése, kiemelt tényezők kiválasztása**

*Forrás: Saját ábra*

Az egyes technológiai megoldások *alkalmazási jellemzőinek*, *elfogadottságának*, illetve az ezt *befolyásoló tényezőinek* meghatározását támogató modell kialakításához szükséges elsődleges adatok beszerzése érdekében kérdőíven alapuló **felmérés** tervezésre és lebonyolításra. A korábbi fejezetekben bemutatásra került a kutatás struktúrája, a kutatáshoz kapcsolódó kérdőíves felmérés elmélete, illetve az alkalmazásra kerülő módszertanok összessége, ennek megfelelően jelen fejezetben a kialakított a kérdőíves felmérés alapvető szerkezete, a kialakított modellek alapja, illetve az elemzés egyes folyamatainak felépítése kerül bemutatásra. Az alábbi 25. ábrán

összefoglalásra került a kérdőív szerkezete, mely sematikus formában mutatja be a kérdőív egyes szakaszainak tartalmát, illetve a közöttük lévő egyezőségeket.



**25. ábra: A kérdőív adattartalmát képező főbb témakörök**

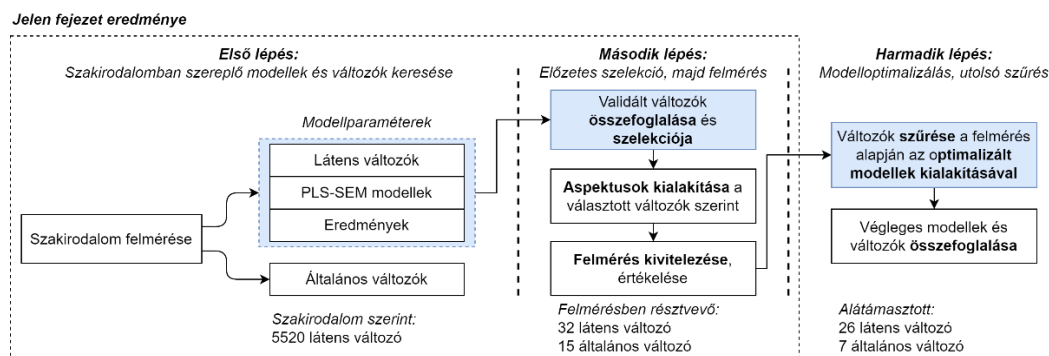
Forrás: Saját ábra

A kérdőív szerkezetét tekintve a változók több csoportra kerülnek bontásra a hatékony adatmenedzsment érdekében. A jellemző felépítés alapján az 1. szakasz döntően általános, személyt érintő demográfiai adatokat tartalmaz, digitális készséget felmérő látens változókkal kiegészítve. A 2. szakasz a kapcsolódó gazdasági egység jellemzőit hivatott felmérni, mely egyes *szervezeti és vezetői aspektust* érintő látens változókkal került kiegészítésre. Az ezt követő, kék színnel jelölt két szakasz specifikusan célozza meg az adatgyűjtés, illetve az adatkezelés vagy adatelemzés egyes jellemzőit, magában foglalva az eszközök és megoldások *használatát*, azok *szubjektív fontosságát*, *előzetes használatát*, az *általános véleményt*, továbbá a későbbiekben bemutatásra kerülő alapmodell látens változóit. Az 5. szakasz döntően a *motiváló és hátráltató tényezők* felmérésére, tovább a modellbővítést támogató kiegészítő látens változók mérésére összpontosított, magában foglalva több kialakított aspektust. A sorrend tudatosan került kialakításra, a feltételezések szerint fontosabb tényezőket előre helyezve, mely révén elhagyás esetén (be nem fejezett kitöltés) minimalizálásra került az adatvesztés mértéke.

#### 4.3.1. A releváns változók kiválasztása

Az ágazat és terület szempontjából releváns változók kiválasztása kiemelt feladata a kutatásnak. Ennek elvégzése **három lépésben történt**, melynek fő szakaszai az alábbi 26. ábra szerint kerültek összefoglalásra. *Első lépésként* áttekintésre került a szakirodalom, a releváns kutatásokat (informatikai eszközök használati hajlandóságának felmérése a mezőgazdaságban) illetően. Ennek eredményeként 5.520 darab látens változó és 198 darab PLS-SEM modellvariáns került összefoglalásra, a rájuk jellemző eredménnyel (súlyok és illeszkedés) együtt, egy nemrelációs adatbázis formájában. Ezt követően *második lépésként* összegzésre kerültek az eredmények az azonos jelentésű látens változók egységes címezésével (másodlagos megnevezés jelölte a feltételezett összetartozást), majd együttes előfordulási mátrix alapján kialakított hálózat kialakításával, mely segítséget nyújtott a felmérésben résztvevő látens változók kiválasztása során. Végezetül *harmadik lépésként* az elvégzett felmérés alapján kialakításra kerülnek a modellek,

majd ismét csökkentésre került az alkalmazott látens változók halmaza az eredmények alapján releváns tételek meghatározásával, ezzel elérve a modell specializálását érintő célkitűzésben foglaltakat. Jelen fejezetben az **első két lépés eredményei** kerülnek bemutatásra (26. ábra), azonban érdemes kiemelni a második lépés fontosságát.



**26. ábra: A változók szelekciójának folyamata**

*Forrás: Saját ábra*

Az *első lépés* megvalósítása teljesen manuális módon történt, mivel a változó struktúra (eltérő folyóiratok) révén nem volt lehetőség egyértelmű automatizálásra. A szükséges paraméterek, mint az alkalmazott PLS-SEM modell szerkezete, a benne foglalt látens változók megnevezése és súlya, a mért változók megnevezése és súlya, továbbá a modell illeszkedése nemrelációs adatbázisban került tárolásra, JSON struktúrában, összefoglalva ezzel a szakirodalom által validált lehetőségeket. A *második lépés* során az első szelekció került megvalósításra, a felmérésben résztvevő változók szűrése érdekében. Az itt összefoglalt változók tekintetében logikai különbséget teszünk az **általános változók** (döntően egzakt adatokat közlő, leíró jellegű változók) és **modellváltozók** (validált látens változók és ezekben foglalt mért változók) között. A 28. ábra alapján láthattuk a felmérés felépítését, funkcionális egységeit. Ennek megfelelően a továbbiakban az ott megfogalmazott szakaszok szerint kerülnek bemutatásra a lényegesebb paraméterek. A továbbiakban a második lépés eredménye kerül összefoglalásra az általános és modellváltozók bemutatása által.

Az **általános változók** kapcsán az elsődleges cél olyan tényezők felmérése volt, melyek közvetlenül vagy közvetetten képesek a feltételezések szerint befolyással lenni a modellváltozók értékelésének alakulására, továbbá képesek magyarázni az esetlegesen előforduló szegmentációt a mintában. Mivel a felmérés során fokozott részletességgel kerültek felmérésre az egyes tényezők az általános változók formájában, igyekeztem különböző logikailag releváns aspektusok kialakításával összesíteni a mért változókat. Az egyes változók csoportosíthatók a *szakaszok* (szerkezetileg megegyezik a felmérés oldalaiával), továbbá empirikus módon kialakított *aspektusok* szerint egyaránt. Az utóbbi kapcsán a kérdések megfogalmazását majd rendszerezését követően öt aspektus került kialakításra, magában foglalva ezzel a személyi aspektust (A1), az általános technológiai aspektust (A2), a szervezeti jellemzők aspektusát (A3), az adatgyűjtés gyakorlati

aspektusát (A4) és az adatelemzés gyakorlati aspektusát (A5). Az alkalmazott általános változók és azok főbb jellemzői a további fejezetekben kerülnek áttekintésre a minta leíró bemutatása, illetve az esetlegesen felmerülő hatások meghatározása során. A kialakított általános aspektusok, továbbá azok fontosabb paraméterei az 1. táblázatban kerültek összefoglalásra.

**1. táblázat: A külső hatások vizsgálatának tárgyát képező általános aspektusok és változók**

<i>Általános változó</i>	<i>Megnevezés</i>	<i>Aspektus</i>	<i>Adattípus</i>
<i>Életkor</i>	DE2	Személyi aspektus (A1)	Skála
<i>Végzettség szintje</i>	DE3	Személyi aspektus (A1)	Számított skála
<i>Általános informatikai eszközhasználat</i>	DH1	Általános technológiai aspektus (A2)	Számított skála
<i>Általános eszközök használati diverzitása</i>	DH4	Általános technológiai aspektus (A2)	Számított skála
<i>Számítógép használat időtartama</i>	DH2	Általános technológiai aspektus (A2)	Skála
<i>Beosztás</i>	DE5	Szervezeti jellemzők aspektusa (A3)	Ordinális
<i>Gazdaságban betöltött szerep</i>	GAZD1	Szervezeti jellemzők aspektusa (A3)	Nominális
<i>Gazdálkodási forma</i>	GAZD8	Szervezeti jellemzők aspektusa (A3)	Ordinális
<i>Méretkategória</i>	GAZD10	Szervezeti jellemzők aspektusa (A3)	Számított skála
<i>Dolgozók száma</i>	GAZD13	Szervezeti jellemzők aspektusa (A3)	Ordinális
<i>Operatív eszközellátottság</i>	GAZD11	Szervezeti jellemzők aspektusa (A3)	Ordinális
<i>Szubjektív teljesítmény</i>	GAZD15	Szervezeti jellemzők aspektusa (A3)	Ordinális
<i>Adatgyűjtő eszközök használati gyakorlata</i>	OPER2	Adatgyűjtés gyakorlati aspektusa (A4)	Számított skála
<i>Bemeneti paraméterek szubjektív prioritása</i>	OPER6	Adatgyűjtés gyakorlati aspektusa (A4)	Számított skála
<i>Adatelemző és adatkezelő megoldások használati gyakorlata</i>	STRAT2	Adatelemzés gyakorlati aspektusa (A5)	Számított skála
<i>Kimeneti paraméterek szubjektív prioritása</i>	STRAT6	Adatelemzés gyakorlati aspektusa (A5)	Számított skála

*Forrás: Saját adatok*

Az előbbi felsorolás alapján láthattuk, hogy az aspektusok kialakításán felül új számított változók kerültek létrehozásra, melyek különböző mért változók alapján kerültek összevonásra az egyes értékek összegzésével vagy más logikai elv alkalmazásával. A *végzettség (DE3)* változója esetében a végzettség szintje egy inkrementummal növelésre került, amennyiben a résztvevőnek aktív tanulmányai vannak folyamatban, ezzel „megelőlegezve” a várható képzési kimenetelt. Az *általános eszközhasználat (DH1)* változó a számítógép, okostelefon, táblagép és más digitális eszközök esetleges használata és az eszközök iránt mutatott érdeklődés alapján került kialakításra pontozás alapján 1 és 4 közötti skálán, feltételezve az azonos inkrementumokat. A *mobil eszköz használati diverzitás (DH4)* változó a mobil eszközökkel végzett jellemző műveletek alapján került összegzésre pontozás alapján, mely szerint egy tevékenység egy inkrementum növelését jelentette 1 és 7 közötti skálán. A *beosztás (DE5)* és *gazdasági egységben betöltött szerep (GAZD1)* kétszer 8 kategóriát foglal össze (a részletesen definiált szerepek funkcionális besorolásával) egy-egy kategóriába, összefoglalva ezzel a tulajdonosi vagy döntéshozói szerepeket, illetve az operatív alkalmazottak szerepét. A területspecifikus változók között szerepelő *adatgyűjtő eszközök használata (OPER2)* és *adatelemző megoldások használata (STRAT2)* a felsorolt konkrét tételek felé mutatott tényleges használat és érdeklődés 1 és 5 közötti

értékkel történő pontozásával, míg a *bemeneti paraméterek szubjektív prioritása (OPER6)* és *kimeneti paraméterek szubjektív prioritása (STRAT6)* a bemeneti adatokat (egyres mérhető környezeti jelenségek) és kimeneti adatokat (munkafolyamatok támogatása, továbbá előrejelzés, optimalizálás eredménye) jelentő paraméterek szubjektív fontossága alapján 1 és 4 közötti értékkel való pontozás aggregálásával került megállapításra, feltételezve az azonos inkrementumokat. A felsorolt változók eredeti értékei a minta bemutatását szolgáló fejezetben kerültek feltüntetésre vizualizálás formájában, beleértve a vizsgált elemeket (eszközök és megoldások esetén) és a jellemző válaszlehetőségeket.

A **modellváltozók**, azaz látens változók vagy konstruktorok alkalmazásának elsődleges célja a kutatás eredményeként kialakításra kerülő modellhez kapcsolódik, melyek megfelelő összeállítása érdekében került összegzésre számos kutatásban szereplő látens változó, az ezek által alkotott PLS-SEM modellszerkezet és annak eredménye. A korábban felsorolt, illetve azt kiegészítő szakirodalmakban foglalt kutatások során alkalmazott látens változók és jellemző modellszerkezetek egy adatbázisban kerültek összefoglalásra, mely lehetőséget biztosít a jól teljesítő látens változók és kapcsolatok, továbbá a jellemző témakörök meghatározására. A teljes modell szerkezetének kialakítása során alkalmazásra kerültek a UTAUT2, a TAM3, illetve a TOE modell egyes látens változói, ám a terület sajátosságainak való megfelelés érdekében azok bővítésre kerültek ezektől független látens változók implementálásával. A modell kialakítása során jelen témakört (Internet of Things, Big Data, mesterséges intelligencia a mezőgazdasági döntéstámogatás aspektusában) érintően nem volt elérhető releváns szakirodalom az összefoglalás időpontjában, ennek megfelelően alternatív területek áttekintésére került sor, mely révén a változók módosítására volt szükség az ágazat jellemzőinek való megfelelés érdekében. Az alternatív területek közé sorolandó a *döntéstámogatás* (általánosan), az *információs rendszerek*, az *IKT eszközök*, a *nyílt adat*, az *ERP rendszerek*, a *felhőalapú infrastruktúrák* és a *precíziós mezőgazdaság* elfogadottságát vizsgáló kutatások részhalmaza. Mivel számos szakirodalom kezeli összetartozó területként a Big Data koncepciót (mint adatkezelést) és a mesterséges intelligenciát (mint adatelemzést) a gyakorlattal ellenben, jelenleg is hasonlóan került kialakításra a modellszerkezet. A modellváltozók esetében 5 szintes Likert skála került alkalmazásra, mint az számos kutatás esetén jellemző a technológiai elfogadottságot mérő TAM és UTAUT modellek esetében (HOLDEN – KARSH, 2010). Az adatbázisban foglalt változók egy része vizualizálásra került azok közös előfordulása és gyakorisága szerint egy kialakított gráf formájában, eredeti megnevezésükkel, az implementálás előtt, mely az alábbi 27. ábra alapján került vizualizálásra (a legalább 15 alkalommal megjelenő tételek). Kék színnel kerültek jelölésre a változók, melyek kapcsolódnak a kutatás első szakaszában megállapított tényezőkhöz, ezzel mutatva az eredmények kapcsolódását.



**27. ábra: A szakirodalomban szereplő, releváns látens változók kapcsolata és gyakorisága**

*Forrás: Saját ábra*

A teoretikus modell kapcsán a megfelelő áttekinthetőség révén fontosnak találtam az aspektusok kialakítását, hasonlóan az általános változók esetén alkalmazott megoldáshoz. Az aspektusok kialakítása során kiemelt figyelem összpontosult az alap kutatás során tapasztalt fontosabb tényezőkre. A csoportosító elvek a kutatás során kialakított, elérhető konstruktorok metaadatait tartalmazó adatbázis alapján kerültek empirikus módon meghatározásra, tematikusan lehatárolva ezzel a lehetőségeket. A továbbiakban az említett aspektusok figyelembevételével kerülnek bemutatásra az adatgyűjtés céljából implementált, modellváltozók által alkotott látens változók. Az aspektusokat a logikus felépítés alapján tovább csoportosíthatjuk **elsődleges és másodlagos csoportokba** annak figyelembevételével, hogy az adott látens változó milyen fontos szerepet tölt be a modell kialakítása során a feltételezések szerint. A továbbiakban elsőként az **elsődleges** csoportba tartozó aspektusok és látens változók kerülnek bemutatásra.

A *digitális attitűd aspektusa (MI)* esetében az adott résztvevőt általánosan jellemző tényezők kerültek felmérésre, melyek a kutatás témakörének megfelelően a hétköznapiakban is releváns technológiai és informatikai attitűdre koncentráltak. A konkrét látens változók és főbb jellemzői az alábbi 2. táblázatban kerültek összefoglalásra. A személyes innováció gyakran alkalmazott személyiségi látens változó a fogyasztók innovatív tendenciáinak felméréséhez, mely hozzájárulhat a széleskörű technológiai újítások elfogadásához (YANG, 2005). Az információ navigációs ismeretek magukban foglalják a készségszintű internetes keresések lebonyolítását (információk megtalálása, kiválasztása és értékelése), melyek tekinthetők egyúttal Web 1.0 készségeknek is (DE BOER et al., 2019). A mobil technológia ismeretek elsődlegesen egyes alkalmazások letöltésére és használatára irányulnak (VAN DEURSEN et al., 2016). A számítógépes készség alatt az eszközök használatát érintő készségek szubjektív megítélése került

mérésre, széleskörű használati körülmények esetén (SHIAU – CHAU, 2016). Ezzel szemben a számítógépes szorongás alatt a különböző informatikai eszközök használata során problémáktól való félelem jelenlétének felmérése a cél, beleértve az adatvesztést vagy a nehezen kezelhető hibákat (HOU, 2014).

**2. táblázat: A digitális attitűd aspektushoz tartozó látens változók jellemzői**

<i>Változó megnevezése</i>	<i>Rövidítés</i>	<i>Változók száma</i>	<i>Eredeti modell</i>	<i>Jelleg</i>	<i>Forrás</i>
<i>Személyes innováció</i>	PIN	4	-	Refl.	(AUBERT et al., 2012)
<i>Információ navigációs ismeretek</i>	GINS	4	-	Refl.	(DE BOER et al., 2019)
<i>Mobil technológia ismeretek</i>	MTS	4	-	Refl.	(DE BOER et al., 2019; WENG, 2016)
<i>Számítógépes készségek</i>	CSE	5	TAM3	Refl.	(HOU, 2014; W. L. SHIAU – CHAU, 2016)
<i>Számítógépes szorongás</i>	CAX	3	TAM3	Refl.	(OKCU et al., 2019; VENKATESH – BALA, 2008)

*Forrás: Saját adatgyűjtés*

A szervezet személyi aspektusa (M2) esetében az elsődleges cél a kapcsolódó gazdasági egységre vonatkozó tényezők felmérése, elsődlegesen a viselkedést és attitűdöt érintő jellemzők figyelembevételével részben technológiai, részben innovációs aspektusból. A jelen aspektus alapján releváns látens változók és főbb jellemzői az alábbi 3. táblázatban kerültek összefoglalásra. A digitális környezetváltozás látens változója alatt a fejlett információs rendszerek alkalmazásának szükségét igyekszik meghatározni, a látens változó hitelességét bemutató tanulmány szerint kifejezetten a mezőgazdaság területén (YOON et al., 2020). A hatékony információfelhasználás érdekében a szervezeteknek rendelkeznie kell az információs környezet proaktív felhasználásának készségével az informatikai, információkezelési és integrálási terület kombinálásával. Az analitikus döntési stílust alkalmazó személyek nagyobb mértékben használják fel a szervezeten belül tárolt adatokat, mint a fogalmi döntési stílusokkal rendelkező személyek (POPOVIČ et al., 2012). Ebből kifolyólag az ezt érintő döntéshozatali kultúra jellemzői hatással lehetnek az egyes eszközök és megoldások adaptációjára. Az egyes eszközök és megoldások eltérő horizontális és vertikális szinteken lehetnek jelen. A szükséges készségek és műszaki ismeretek hiányában a szervezetek hajlamosak lehetnek a technológiai megoldások bevezetésének késleltetésére (THONG, 1998), mely révén az alkalmazottak ismerete szintén szerepet játszhat az adaptáció kérdésében. Az alkalmazottak mellett ugyanúgy fontos a vezetői vagy döntéshozói szint IT ismeretének és innovatív készségének felmérése, mivel az kiemelt tényezőként szerepel a kisebb szervezetek esetében az informatikai rendszerek bevezetése során (YOON et al., 2020). A mért változók kapcsán tapasztalt részleges egyezőség révén azokat összevonva alkalmaztam a megfelelő szelekciót követően.

### 3. táblázat: A szervezet személyi aspektushoz tartozó látens változók jellemzői

Változó megnevezése	Rövidítés	Változók száma	Eredeti modell	Jelleg	Forrás
Digitális környezetváltozás	DENC	4	-	Refl.	(YOON et al., 2020)
Döntéshozatali kultúra	ADMC	4	-	Refl.	(POPOVIČ et al., 2012)
Alkalmazottak IT ismerete	EKN	4	-	Refl.	(THONG, 1998)
Vezető innovációja	CIN/CIT	5	-	Refl.	(GHOBAKHLOO et al., 2011; RATTEN, 2012)

Forrás: Saját adatgyűjtés

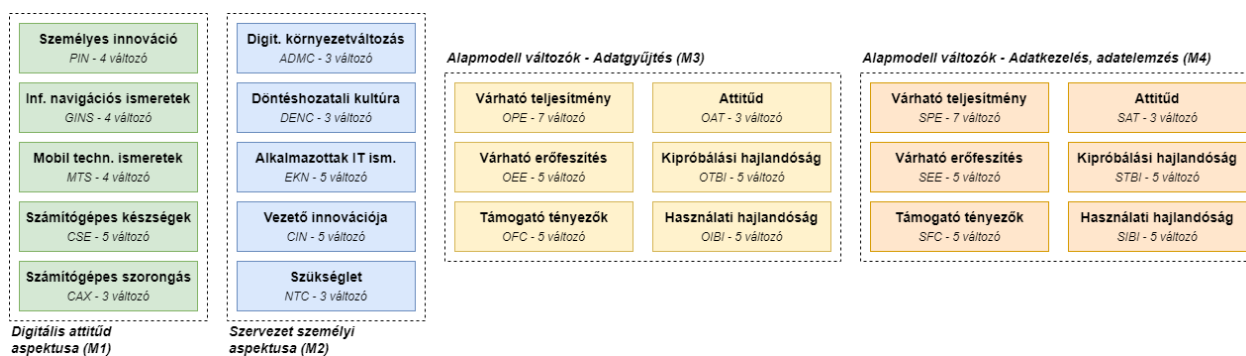
Az alapmodellt alkotó, *adatgyűjtést (M3)*, illetve *adatkezelést és adatelemzést (M4)* érintő két aspektus mondhatni speciális esetet képez, ugyanis azonos látens változók és mért változók kerültek alkalmazásra a két esetben az összemérhetőség céljából. A várható teljesítmény, a várható erőfeszítés, a támogató tényezők, továbbá a használatra való hajlandóság látens változói, illetve ezek jellemzői bemutatásra kerültek a szakirodalmi áttekintés során a UTAUT2 modellhez való kötődés révén. Mint azt láthatjuk, elhagyásra kerültek a kevésbé relevánsnak vélt látens változók, beleértve a hedonikus motivációt és a közösségi hatást. Ezzel szemben az elképzelések szerint implementálásra került a függő változókat érintően a használatra való hajlandóság mellé az adott terület felé mutatott attitűd, továbbá a kipróbálásra való hajlandóság kérdése, különválasztva ezzel az elhatározottság fokozatának szintjeit. A kapcsolódó részletek a 4. táblázatban kerültek kifejtésre.

### 4. táblázat: Az alapmodellt képező aspektusokhoz tartozó látens változók jellemzői

Változó megnevezése	Rövidítés	Változók száma	Eredeti modell	Jelleg	Forrás
Várható teljesítmény	OPE/SPE	7	UTAUT2	Refl.	(ADRIAN et al., 2005; MOGHAVVEMI et al., 2016; REZAEI et al., 2020; VENKATESH et al., 2012a; VENKATESH – BALA, 2008)
Várható erőfeszítés	OEE/SEE	5	UTAUT2	Refl.	(TAHERI et al., 2020; VENKATESH et al., 2012a; VENKATESH – BALA, 2008; WU, 2011)
Támogató tényezők	OFC/SFC	5	UTAUT2	Refl.	(THOMPSON et al., 1991; VENKATESH et al., 2012a)
Attitűd	OAT/SAT	5	-	Refl.	(HAJI et al., 2020; PARK et al., 2017)
Kipróbálásra való hajlandóság	OTBI/STBI	5	-	Refl.	(KUMAR et al., 2017; SALEH ZOLAIT – SULAIMAN, 2008; YUEN et al., 2021)
Használatra való hajlandóság	OIBI/SIBI	5	UTAUT2	Refl.	(ABED, 2020; LU et al., 2005; MOGHAVVEMI et al., 2016; VENKATESH et al., 2012a; VENKATESH – BALA, 2008)

Forrás: Saját adatgyűjtés

A felmérés során alkalmazott **elsődleges aspektusok** és a rájuk jellemző látens változók az alábbi 28. ábrán kerültek összefoglalásra. A különböző színnel jelölt alakzatok reprezentálják a kérdőív szerkezetét alkotó csoportokat, melyek külön oldalon kerültek megjelenítésre. Az aspektusok alakulása az elképzelések szerint egyúttal az összetartozó látens változókat is reprezentálja, mely a későbbi modellalkotás során a szerkezeti felépítés alapjait határozza meg.



**28. ábra: Az elsődleges látens változók összefoglalása aspektusok szerint**

*Forrás: Saját ábra*

A továbbiakban a **másodlagos (kiegészítő)** csoportba tartozó látens változók kerülnek bemutatásra, melyek kiválasztása során négy fő aspektus került kialakításra. A *technológiai eszközök aspektusát (M5)* érintően négy látens változó került kiválasztásra (5. táblázat). A kompatibilitás annak fokát fejezi ki, hogy az adott eszköz vagy megoldás milyen mértékben illeszthető be a meglévő üzleti folyamatokba (OLIVEIRA et al., 2014), vagy épp meglévő informatikai rendszerekbe (KUMAR et al., 2017). Ehhez szorosan illeszkedik az IKT infrastruktúra, mely a tárgyi eszközök és immateriális eszközök (munkaerő, tapasztalat) támogató jelenlétét egyaránt figyelembe veszi (IACOVU et al., 1995), azonban a munkaerőre irányuló dedikált látens változó implementálása révén több látens változó technológiai tényezői kerültek összevonásra és alkalmazásra jelen felmérés esetében a redundancia elkerülése céljából. A komplexitás az eszközök és megoldások megértésének és használatának nehézségi fokát fejezi ki (MOORE – BENBASAT, 1991). Mivel a területen a be és kimenő adatok jelentik a legfontosabb tényezőket, fontos a minőségükkel kapcsolatos vélemény felmérésre, mely érdekében a pontosság kifejezi a felhasználó feltételezését az adatok helyességére vonatkozóan (WIXOM – TODD, 2005).

**5. táblázat: A technológiai eszközök aspektusához tartozó látens változók jellemzői**

Változó megnevezése	Rövidítés	Változók száma	Eredeti modell	Jelleg	Forrás
Kompatibilitás	COT	4	-	Refl.	(KUMAR et al., 2017; Sangjae LEE – KIM, 2007; OLIVEIRA et al., 2014; REZAEI et al., 2020)
IKT infrastruktúra	TRE	5	-	Refl.	(ALBAR – HOQUE, 2019; Sangjae LEE – KIM, 2007)
Komplexitás	CET	4	-	Refl.	(GANGWAR – DATE, 2016; LIN et al., 2016; YOON et al., 2020)
Pontosság	ACC	4	-	Refl.	(WIXOM – TODD, 2005)

*Forrás: Saját adatgyűjtés*

A *technológiai attitűd aspektusát (M6)* érintően a technikai jellegű, azonban kevésbé tárgyiasítható tényezőkről alkotott vélemény felmérése a cél (6. táblázat). A kockázat és bizonytalanság látens változója magában foglalja a pénzügyi, technológiai, termelési és kezelési kockázat tényezőit és azok hatását (W. LI et al., 2020), melyek figyelembevétele gátolhatja az egyes eszközök és megoldások adaptálását. A kockázattal mondhatni párban áll az észlelt előnyök

kérdése, mely kifejezi az eszközök és megoldások relatív előnyét a hagyományos gyakorlatokkal szemben, figyelembe véve a bevezetéssel járó költségeket (ADRIAN et al., 2005). Az adatok megosztása, távoli szervereken való tárolása felveti az adatbiztonság kérdését (SHEN – TONG, 2010). Jelen felmérés esetében két látens változó egyes elemei kerültek összevonásra, reprezentálva az adattárolás biztonságának, illetve a harmadik fél által történő alkalmazhatóság kérdését. Amennyiben nem saját fejlesztésű rendszerről beszélünk, szintén figyelmet kell fordítanunk a szolgáltató kérdésére, mivel annak ismertsége, megbízhatósága és támogatása fontossá válik a biztonságos és zavartalan elérhetőség szempontjából (KUMAR et al., 2017).

**6. táblázat: A technológiai attitűd aspektusához tartozó látens változók jellemzői**

Változó megnevezése	Rövidítés	Változók száma	Eredeti modell	Jelleg	Forrás
Kockázat, bizonytalanság	UNC	4	-	Refl.	(W. LI et al., 2020)
Észlelt előnyök	PNB	4	-	Refl.	(ADRIAN et al., 2005)
Adatbiztonság	SEC	4	-	Form.	(AROGUNDADE et al., 2017; KUMAR et al., 2017; PAŃKOWSKA et al., 2020)
Szolgáltató	VEN	5	-	Form.	(KUMAR et al., 2017)

Forrás: Saját adatgyűjtés

A szervezeti lehetőségek aspektusát (M7) érintően a technológiai tényezők közé nem sorolható, szervezetet érintő támogató tényezők kerültek meghatározásra (7. táblázat). A vezetői támogatás kifejezi a vezetés részvételi hajlandóságát, motiváltságát és elkötelezettségét az új megoldások adaptálását illetően (KUMAR et al., 2017) a források és szervezeti körülmények megteremtésével (PAN – JANG, 2008). A kompetitív nyomás egyfajta külső kényszer, mely serkenti az eszközök és megoldások adoptációját (OBAL, 2017), mivel a verseny fokozódása révén a vezetőség érezheti a felzárkózás szükségét az innovatív megoldások adaptációja által (VERMA – CHAURASIA, 2019). A pénzügyi felkészültség alatt a rendelkezésre álló pénzügyi forrásra gondolunk, amely készen áll az új eszközök vagy megoldások adaptálásával, oktatásával és integrációjával járó költségek fedezésére (CHWELOS et al., 2001). Az előbbivel kapcsolatban álló külső források kérdése a pénzügyi teher csökkentését célzó pályázatok hatását vizsgálja, mely fontos tényező kis és közepes méretű szervezetek esetében (KUAN – CHAU, 2001).

**7. táblázat: A szervezeti lehetőségek aspektusához tartozó látens változók jellemzői**

Változó megnevezése	Rövidítés	Változók száma	Eredeti modell	Jelleg	Forrás
Vezetői támogatás	TMSU	4	-	Refl.	(GHALEB et al., 2021; KUMAR et al., 2017)
Kompetitív nyomás	COMP	4	-	Refl.	(OLIVEIRA et al., 2014; QIAN et al., 2016; S. SUN et al., 2019; VERMA – CHAURASIA, 2019)
Pénzügyi felkészültség	FIR	4	-	Refl.	(AROGUNDADE et al., 2017; LAI et al., 2018; W. SHIAU et al., 2009)
Külső források	GSP	5	-	Refl.	(YOON et al., 2020)

Forrás: Saját adatgyűjtés

A közösségi tényezők aspektusát (M8) érintően a kifelé és befelé irányuló információáramlás hatásának feltárása a cél (8. táblázat). Az észlelt kép jelen aspektusban kifejezi, hogy az eszközök vagy megoldások használatával milyen mértékben javíthatjuk a szervezet imázsát vagy státuszát (AUBERT et al., 2012). A bemutatható eredmények kérdése az elérhető eredmények kézzelfoghatóságát fejezik ki (SHIAU – CHAU, 2016), vagyis mennyire képes a felhasználó demonstrálni az elérhető előnyöket (OPITZ et al., 2012). A közösségi hatás kérdése a UTAUT2 modell megfogalmazása szerint annak mértékét tárgyalja, hogy a fogyasztók milyen mértékben érzékelik fontosnak az egyes tételek mások (család vagy barátok) által történő használatát. Mivel a UTAUT2 modell erősen fogyasztó-orientált elveket követ, lényeges átalakításokra volt szükség, mely révén a látens változókon belül kiegészítésként előtérbe került a szakmai közösségeken belül történő tapasztalatcsere kérdése (LI et al., 2020). A területen releváns információk beszerzésének forrásaként a marketing témaköre magában foglalja a hirdetések, a szájról szájra terjedő információ, a promóciós tevékenységek, az internetes fórumok, továbbá a reklámelhelyezések lehetséges hatását (RATTEN, 2012).

#### 8. táblázat: A közösségi tényezők aspektusához tartozó látens változók jellemzői

Változó megnevezése	Rövidítés	Változók száma	Eredeti modell	Jelleg	Forrás
Észlelt kép	IMG	4	TAM3	Refl.	(AUBERT et al., 2012)
Bemutatható eredmények	RDE	4	TAM3	Refl.	(OPITZ et al., 2012; W. L. SHIAU – CHAU, 2016)
Közösségi hatás	OSI	4	UTAUT2	Refl.	(INDRAWATI – RIDWAN, 2018; W. LI et al., 2020; MICHELS et al., 2020; VENKATESH et al., 2012b)
Marketing hatása	MAI	5	-	Refl.	(RATTEN, 2012)

Forrás: Saját adatgyűjtés

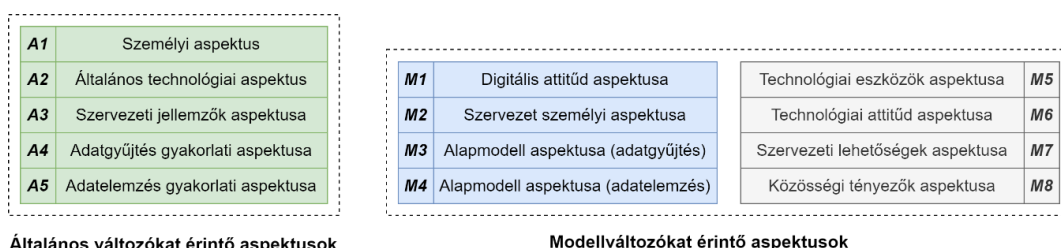
Az alábbi 29. ábrán láthatjuk az előbbieken bemutatott **másodlagos aspektusokhoz** tartozó látens változók összefoglalását, melyek célja az elsődleges látens változók egyes elemeire gyakorolt hatások vizsgálatának támogatása volt, ezzel bővítve a rendelkezésre álló változók látószögét. Az itt felsorolt változók a kérdőív utolsó oldalán kerültek mérésre, mely a felmérés teljes időtartama alatt elérhető volt, azonban az opcionálisan került megjelenítésre, tehát a résztvevő döntése szerint a válaszadás kihagyható volt, mely lehetővé tette a „kényszerű” válaszadások redukálását és ebből adódóan az elhagyás vagy a zavaró hatásokat okozó véletlenszerű kitöltés problémáját.



**29. ábra: A másodlagos látens változók összefoglalása aspektusok szerint**

*Forrás: Saját ábra*

A szakirodalom alapján összegyűjtött, több ezer látens változó közül a fent említett variánsok kerültek implementálásra a változószelekció első két lépésének eredményeként. A szelekció során végzett kizárások elsősorban a látens változók közötti tematikus átfedések (például: észlelt adatbiztonság, adatbiztonsági kockázatok), a túlzott specifikusság (például: Big Data ismeretek), végül a fennmaradó mennyiség révén szubjektív elbírálás révén kerültek mérlegelésre. Az átfedésekből adódóan az ágazat gyakorlati jellemzőinek megfelelő reprezentálásához összevonásra és módosításra kerültek a választott látens változók, melyek validitása előzetes modellkészítés és faktorelemzés segítségével került ellenőrzésre a reflektív jellegű kapcsolatokon alapuló SEM modellek esetében releváns előfeltételek elemzésével párhuzamosan. A változók és aspektusok együttes alkalmazásával az alábbi 30. ábrán bemutatott adatszoportok álltak rendelkezésre az elemzések tervezése és elvégzése érdekében. A továbbiakban az itt felvázolt rövidítések kerülnek alkalmazásra az általános változókat és modellváltozókat összefoglaló aspektusokra való hivatkozás esetében.



**30. ábra: Az általános és modellváltozók alapján alkotott aspektusok**

*Forrás: Saját adatok*

#### 4.3.2. A felmérés módszere és folyamata

A primer adatgyűjtés kérdőíves felmérés által került megvalósításra, mint az említésre került. A kérdőív az interneten volt elérhető, a kutatási részleteit bemutató weboldal részeként, ezzel növelve a kitöltő számára elérhető információt a területet illetően. A tervezett megoldások implementálása érdekében elkészítésre került egy **web alkalmazás** (<http://agrinfo.abadi-major.hu/>), melynek fejlesztését korábban vittem végbe több kutatás során való alkalmazás szándékával. Egyes funkciók révén az alkalmazás rugalmasabbnak tekinthető a napjainkban

gyakran alkalmazott szolgáltatásoknál, mivel előre meghatározott megkötések és elvárások figyelembevételével készült. Lehetőség van az egyes kérdések hierarchikus kialakítására (döntési fa segítségével), mely által az egyes kérdések megjelenését és elrejtését előzetesen adott válasz vagy válasz kombináció válthatja ki, ezzel változtatva a feltett kérdéseket a további szakaszokban. Egyszerű példával élve, csak akkor jelenik meg az egyes eszközök használatának diverzitására vonatkozó kérdés, ha az adott résztvevő korábbi válasza alapján ténylegesen használ ilyen eszközöket. Ezen a módszerrel lényegesen csökkenthetjük a kitöltőre nehezedő terhet, hiszen az irreleváns kérdéseket nem kell kihagynia (miután elolvasta az erre vonatkozó kérést), mivel azok kezdettől fogva nem láthatóak számára. Az egyes összetartozó kérdések ugyanazon kérdésblokkban, a korábbi kérdés alatt jelennek meg az említett logika alapján, jelezve ezzel a logikai összetartozást. A döntési fát meghatározó szabályok egy adatbázisban kerülnek tárolásra mátrix formájában, így módosítás esetén nem szükséges a teljes kérdőív átalakítása, segítve ezzel a finomhangolást. Az alkalmazás biztosít továbbá egy rövid leírást az adott szakaszokra vonatkozóan, ezzel ismertetve az aktuálisan vizsgált technológiai megoldások gyakorlati alkalmazásának lehetőségeit és jellemzőit, mivel az „Internet of Things”, „Big Data” vagy „neurális hálózat” megnevezések nem minden esetben reflektálják a gyakorlati alkalmazás lehetőségét a releváns ismeretek hiányában (31. ábra). Ezzel a lépéssel a cél a résztvevők számára alapvető, objektív ismeretek biztosítása a területtel kapcsolatban, véleményük megfelelő kifejtéséhez való alapfeltételek biztosításához.

The image shows a complex digital questionnaire interface. On the left, there's a header 'Kutatási aloldal' (Research subpage) and a title 'Feltett információs technológiák alkalmazása mezőgazdasági és élelmiszer-döntéshozatalban' (Proposed information technologies in agricultural and food decision-making). Below this is a progress bar with five stages: 'Általános', 'Gazdálkodás', 'Adatok gyűjtése', 'Adatok felhasználása', and 'Összefoglalás'. A diagram illustrates the flow from 'Információs technológiák' (Information technologies) to 'Digitális és intelligens mezőgazdaság' (Digital and smart agriculture). The main part of the image is a detailed questionnaire form with various checkboxes and a table for data collection.

31. ábra: Az online és papíralapú kérdőív felülete

Forrás: Saját ábra

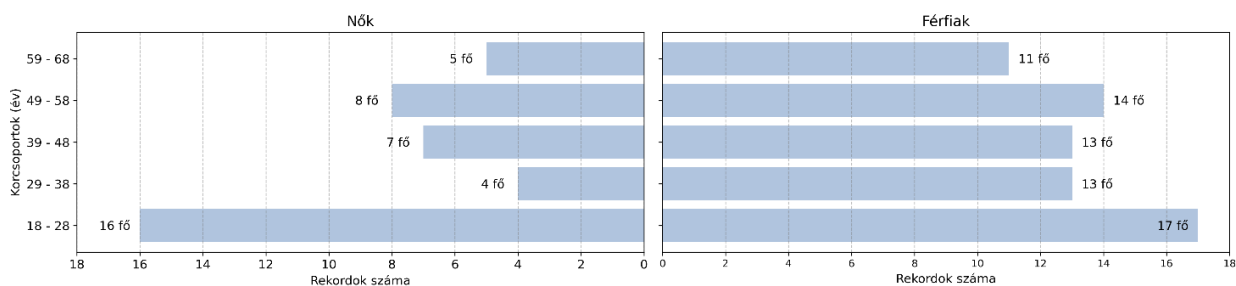
A fontosabb technikai paramétereiket bővítve megemlítendő, hogy a kérdőív motorja optimális megjelenést biztosít (reszponzív), ezzel támogatva a mobil eszközökön történő kitöltést, amennyiben ez szükséges. Az alkalmazáshoz kidolgozásra került egy algoritmus az adatok szűrése, tisztítása és strukturálása érdekében, mely lehetővé teszi a túlzottan kiugró, irreális, illetve a

teljesen random válaszok törlését a teljes mintából, ezzel valóságnak jobban megfelelő eredményt eredményezve. A megvalósított módszerek összessége lényegesen felgyorsítja az elemzésekhez és vizualizálási megoldásokhoz való alkalmazkodást, elősegítve ezzel az iteratív jellegű köteget elemzéseket.

Az elsődleges **adatgyűjtés időszaka** 2022.02.01. és 2022.04.01. között volt esedékes, mely alatt 172 felmérés valósult meg, ám az említett szűrések révén a rekordok száma 135-re csökkent. A közzététel személyes megkeresés (hólabda módszer), internetes szakmai csoportok, illetve hirdetések segítségével történt meg. Utóbbi esetben a munkahely szerinti besorolás alapján sikerült az ágazatban tevékenységet folytató személyeket elérni. A kérdőív felépítéséből adódóan (több szakaszra bontás) lehetőség volt egyes megkeresések esetén redukált adattartalmú változat alkalmazására, mely során egy adott szakasz (rendszerint teljes oldal) elhagyásra került. Ebből adódóan az elemszám a felmért aspektustól, illetve a célkitűzéstől függően változik és mindig az aktuális szűk keresztmetszettől függ. A kutatás során megfogalmazott célcsoportot a kis és közepes méretű, mezőgazdasági tevékenységet végző egyéni vagy társas gazdaságok jelentették. Mivel árbevétel nem került mérésre, a foglalkoztatottak létszámából, illetve az alkalmazott földterület nagyságából került meghatározásra a gazdaság mérete megközelítő módon. Mivel induktív jellegű kutatásról van szó, a **minimális elemszám** meghatározása csak megközelítőleg lehetséges a tervezés alatt aktuális elképzelések figyelembevételével. Egyes kutatások alapján (THOMPSON et al., 1994) a megközelítő elemszám meghatározása során PLS-SEM módszer esetében egy adott belső modellben adott látens változók között felmerülő kapcsolatok maximális számának tízszeresét ajánlott figyelembe venni (tapasztalati szabály), mely alapján a minimális elemszám  $n = 50$  rekord, a legnagyobb tervezett modell paramétereinek figyelembevételével. Mivel a minimális elemszám meghatározásának említett módja többször kerül bírálásra a szakirodalomban, hitelesebb eredményt biztosító a priori számítás is elvégzésre került (FAUL et al., 2007), mely alapján  $n = 123$  rekord számít elfogadható elemszámnak 90% megbízhatósági szint mellett, jelen számítás során  $f^2 = 0,15$  hatásnagyságot feltételezve. Az említett érték F-próba segítségével került megállapításra, fix modellparaméterek és maximális  $R^2$  alapján egy célalkalmazás segítségével. A kutatás feltáró jellege révén a 90% megbízhatósági szint elfogadhatónak tekinthető (CONROY, 2015) így a regressziós modellek eredménye és a PLS-SEM modellek eredménye alapján a bootstrap mintavétel során kiszámított mutatók ennek megfelelően kerültek értékelésre. A számítások során alkalmazott adathalmazra **jellemző elemszám** a szűrések követően  $n = 135$  rekord volt, azonban a kérdőív dinamikusan kialakított jellegéből adódóan az általános leíró változók esetében kevesebb rekordot is tapasztalhatunk.

### 4.3.3. A kutatásban résztvevők demográfiai, informatikai és szervezeti jellemzői

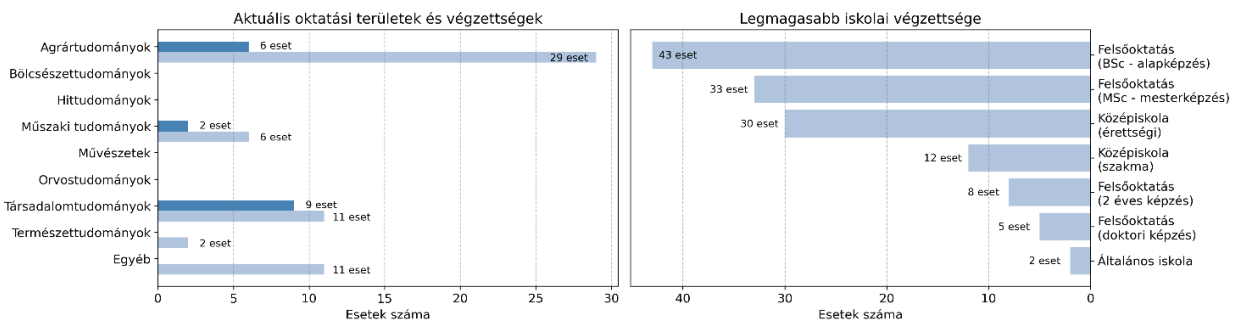
Az adatgyűjtés során kialakult minta leíró bemutatása kifejezi a mintára jellemző kontextust olyan tényezők révén, mint a *demográfiai jellemzők*, *informatikai jellegű tapasztalatok*, illetve az adott résztvevőhöz kapcsolódó *gazdasági egység jellemzői*. Jelen esetben kiemelném, miszerint a kérdőív dinamikus kialakítása révén **eltéréseket tapasztalhatunk az előző fejezetben kiemelt teljes elemszámtól**, azonban ez az eltérés csak a leíró adatokat érinti. Az felsorolásra kerülő tényezők a feltételezések szerint hatással lehetnek a vizsgált témakörbe sorolható eszközökre és megoldásokra irányuló használati hajlandóságra, illetve az ezt befolyásoló tényezők értékelésére. Az alapvető adatokat érintően a **korcsoportok és nemek eloszlása** az 32. ábrán kerül bemutatásra, mely alapján láthatjuk, miszerint kor alapján dominál a fiatalabb (18-28 év) korosztály jelenléte 46,2%-os részaránnyal. Ez az arány leginkább az online szakmai fórumokat aktívan használó korcsoport fokozott jelenléte által magyarázható. A további életkori csoportokat érintően hirdetések és személyes megkeresés által sikerült további résztvevőket találni az életkorból eredő eltérések vizsgálata céljából. A nemek esetében a férfiak részvételi aránya 62,9% volt, mely arányait tekintve valamivel kevesebb az országos felmérések alapján tapasztaltakhoz képest, ahol a gazdaságok döntéshozói szerepét betöltő férfiak aránya 89% volt 2015 évi adatok alapján (KSH, 2015). Számos kutatás alkalmazza a nemet moderátorváltozóként, azonban kevés esetben tapasztalhatjuk a hatását a technológiai elfogadottság aspektusában, így jelentősége inkább a minta bemutatására összpontosul.



32. ábra: Az életkor és nemek eloszlása

Forrás: Saját adatok

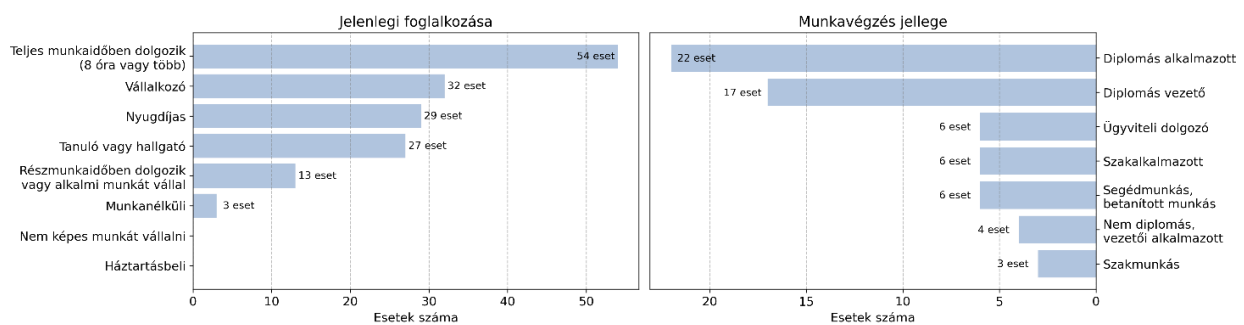
A **tanulmányokat és foglalkozást** érintő adatok alapján láthatjuk, miszerint a releváns kérdésekre választ adó résztvevők döntően alapképzésben vettek vagy vesznek részt (32,3%) az agrártudományok területén (51,4%). A jelenleg tanulmányaikat folytató résztvevők között kiemelkedik az agrártudományok és a társadalomtudományok területének előfordulása a mintában sorra 35,9% és 52,9% részaránnyal. Az 33. ábra első felének világoskékkel jelölt oszlopai a korábban végzett, míg sötétkékkel jelölt oszlopai a jelenleg tanulmányokat folytató résztvevők számát fejezik ki.



**33. ábra: A tanulmányi területek és legmagasabb végzettség eloszlása**

*Forrás: Saját adatok*

Az aktuálisan jellemző foglalkozás és a munkavégzés jellege a későbbiekben lényeges szerepet tölthet be (34. ábra), mivel a gazdasági egységet érintő eszközök és megoldások beszerzése vagy elsajátítása *vezetői oldalról* pénzügyi ráfordítással és pénzügyi vagy technológiai kockázattal, míg az *alkalmazottak oldaláról* szakmai követelmények teljesítésével (önképzés vagy külső képzés) jár. Ebből adódóan eltérő lehet az alkalmazottak és a vezető vagy más döntéshozói pozícióban lévő résztvevő hozzáállása a technológiai megoldások implementálását és használatát illetően az eltérő szempontok figyelembevétele révén. A munkavégzés jellegét érintő általános (nem ágazatra jellemzően specifikált) besorolás tekintetében a legnagyobb részarányban a diplomás alkalmazottak vannak jelen 34,3%-os részarányal, melyet a diplomás vezetők követnek 26,5%-os részarányal. Ezt követően a csoportokat alkotó elemszám lényegesen csökken, mely a felmérés során meghatározott célközönség alapján megfelelőnek tekinthető.

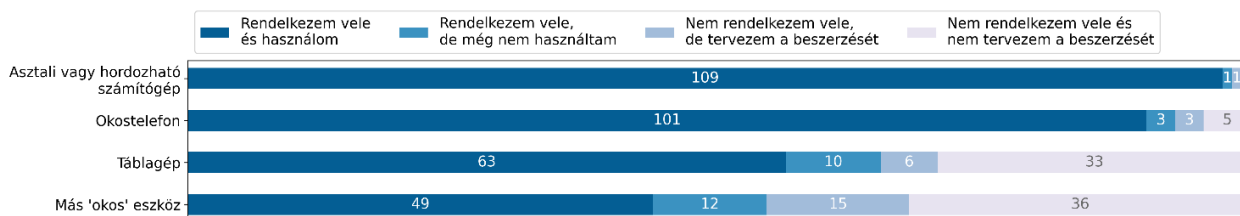


**34. ábra: Az aktuális foglalkozás és munkavégzés jellege**

*Forrás: Saját adatok*

Az életmód aspektusában a hétköznapiakban gyakran előforduló **informatikai eszközök használata** jelentős befolyással lehet az új eszközök elfogadására (KIM – MALHOTRA, 2005). Ennek megfelelően felmérésre kerültek a főbb eszközcsoportok használati jellemzői ebben a kontextusban, magában foglalva az asztali vagy hordozható számítógépet, okostelefont, táblagépet, illetve más „okos” eszközt (adatkapcsolattal bíró hordozható vagy fix eszközök stb.). Az eredmények alapján láthatjuk, miszerint a jelen kérdésre válaszoló résztvevők ( $n = 112$ ) többsége rendelkezik legalább egy eszközzel a felsoroltak közül, továbbá a kérdésre válaszoló résztvevők több mint fele rendelkezik az összes felsorolt eszközzel (35. ábra). Amennyiben a használatot érintő válaszok azt

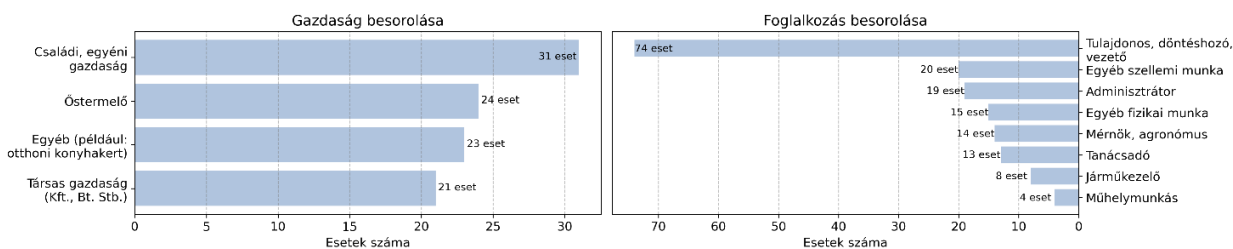
indokolták, felmérésre került a használat jellemző célja, illetve időtartama. Ezen adatok elsősorban a klaszterek kialakítása során bizonyulhatnak hasznosnak, mivel azok kifejezik a tulajdonlás tényén felül, hogy az adott eszközök alkalmazásra kerülnek-e spontán módon az esetleges munkavégzés során történő használaton felül, mivel a munkavégzés során történő alkalmazás a feladatból eredő kötelezettségből is történhet. Ez a tényező reprezentálhatja az általános használathoz elegendő magabiztos ismeretek jelenlétét, mely befolyással lehet az egyes informatikai eszközök felé mutatott szorongásra (SIMSEK, 2011).



**35. ábra: Hétköznapi informatikai eszközök alkalmazásának jellemzői**

*Forrás: Saját adatok*

Az alábbiakban **gazdasági jellemzőket** érintő adatok egy része kerül áttekintésre, mely reprezentálja a kapcsolódó gazdasági egység alapvető jellemzőit, kifejezve ezzel az egyes eszközök és megoldások használatának lehetséges színterét. A feltételezések szerint a gazdaság méretkategóriája és más jellemzői szintén fontos szerepet játszhatnak a személyi tényezőkön túl az elfogadottság (kipróbálásra, implementálásra és használatra való hajlandóság) alakulásában (TAMIRAT et al., 2018) a jövedelmezőség és méretgazdaságosság eltérő mivolta révén. Ezen felül a nagyobb méretkategória esetén jellemzően magasabb lehet a pályázati források igénybevételére irányuló hajlandóság, mely szintén releváns lehet az eszközbeszerzés során (36. ábra).

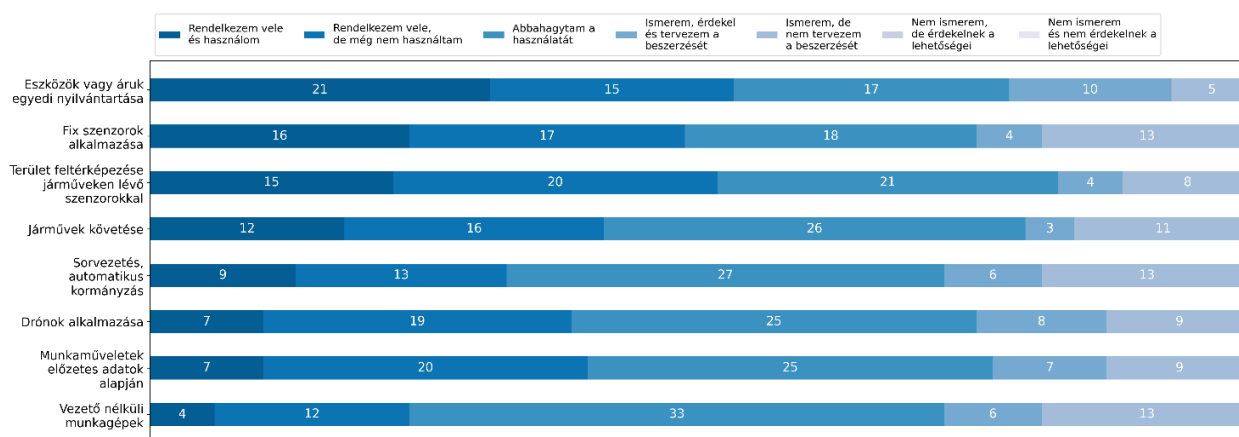


**36. ábra: A kapcsolódó gazdasági egység besorolása és a résztvevő szerepe**

*Forrás: Saját adatok*

A továbbiakban az **adatgyűjtéssel kapcsolatos eszközöket** érintő konkrét használat vagy róluk alkotott vélemény felmérése volt a cél az adott gazdasági egységet érintően (37. ábra). A lista 8 nagyobb funkcionális egységet jelentő rendszerkonceptióból tevődött össze, lefedve ezzel a tapasztalatok alapján fontosabb területeket. A jelen kérdésre válaszoló résztvevők ( $n = 67$ ) között a leggyakrabban implementált és használt rendszerek között szerepelt az eszközök vagy áruk egyedi nyilvántartása (a kérdőív alapján ez kifejezetten rádiófrekvenciás azonosítást jelent), illetve a fix elhelyezésű szenzorhálózatok. Mint azt a szakirodalom alapján is láthatjuk, a kutatás

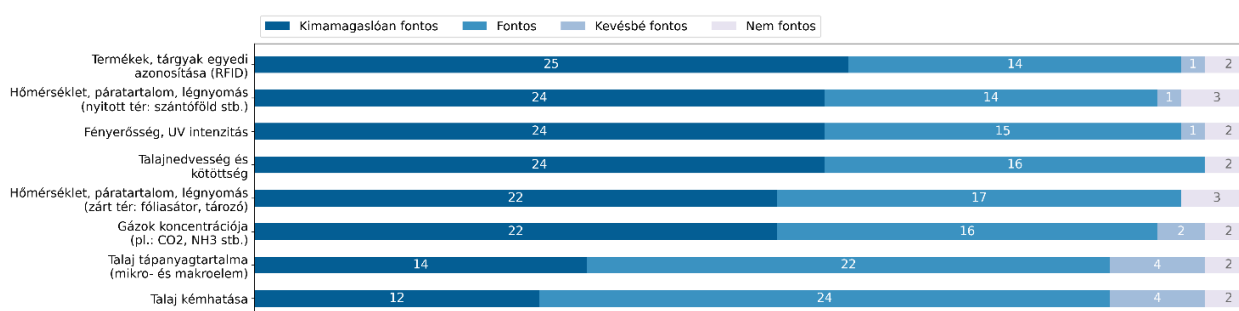
kiemelt elemét jelentő Internet of Things koncepció szintén ezen két terület köré összpontosul az egyes elméletek szerint (L. Da XU et al., 2014).



**37. ábra: Az adatgyűjtéssel kapcsolatos eszközök alkalmazásának jellemzői**

Forrás: Saját adatok

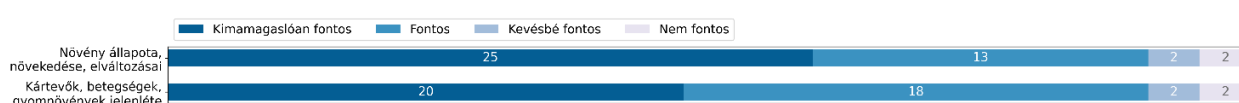
Az alábbiakban a környezeti adatgyűjtés kapcsán jellemző paraméterek szubjektív fontossága (38. ábra) került felmérésre a jelen kérdésre válaszoló résztvevők ( $n = 41$ ) között 8 gyakran alkalmazott paraméter alapján. Az eredmények szerint a felsorolt paraméterek közel azonos fontossággal kerültek értékelésre, melyek közül kivételt képez a talaj tápanyagtartalma és kémhatása, mely esetében csökkent a szélsőségesen pozitív kategória választása.



**38. ábra: Környezeti paraméterek szubjektív fontossága (adatgyűjtés)**

Forrás: Saját adatok

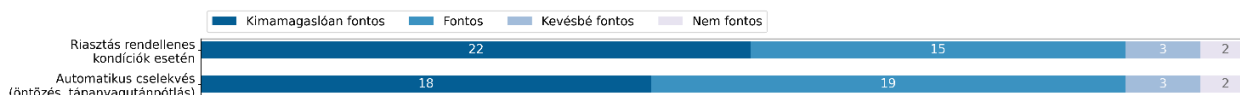
A környezeti adatgyűjtés mondhatni speciális kategóriáját jelenti a képérzékelő szenzorok alkalmazása, mivel az így mért (felvételezett) adatok megfelelő előfeldolgozás és osztályozás nélkül nem értelmezhetők, ellenben az individuális területi egységeket közvetlenül leíró idősoros adatokkal. A kérdésre választ adó résztvevők válasza alapján (39. ábra) a kapcsolódó lehetőségek közül a növény állapotának felmérése átlagon felül, míg a kártevők jelenléte valamivel átlagon alul került értékelésre.



**39. ábra Vizuális paraméterek szubjektív fontossága (adatgyűjtés)**

Forrás: Saját adatok

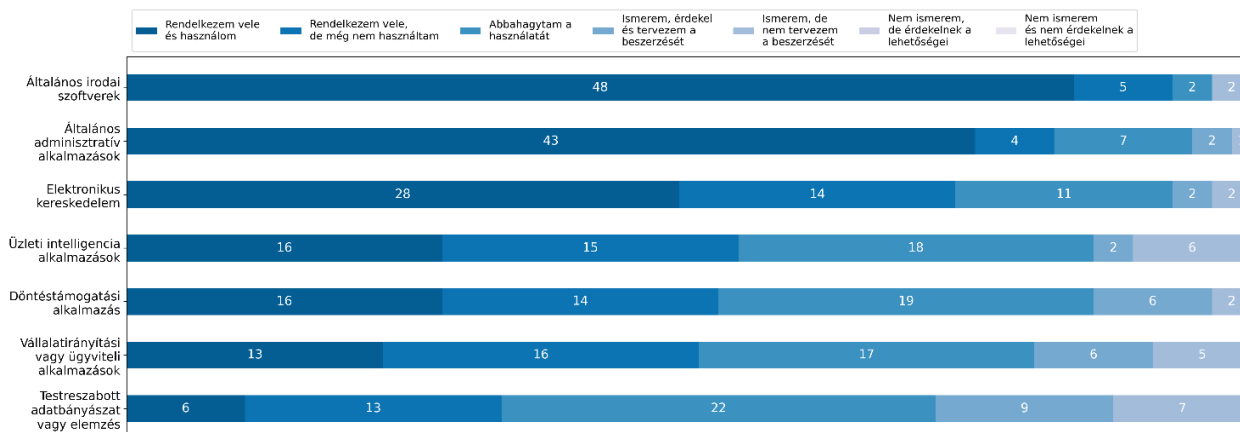
Az operatív folyamatok alatt a szenzorhálózatok „kimeneti” oldalának használatát értjük, a különböző közvetlen visszajelzések vagy aktuátorok alkalmazása által. Jelen esetben a lehetőségek egy-egy esete került feltüntetésre, melyek közül a kiegészítő eszközt nem feltétlen igénylő visszacsatolás prioritása átlagosan, míg a kiegészítő eszközt igénylő aktuátorok alkalmazása átlagon alul teljesített, ha a szélsőséges értékelési kategóriákat vesszük alapul (40. ábra).



**40. ábra: Környezeti adatokra épülő folyamatok szubjektív fontossága (adatgyűjtés)**

*Forrás: Saját adatok*

Az **adatkezelési és adatelemzési** módszerekkel kapcsolatos konkrét használat és róluk alkotott vélemény külön került vizsgálatra, ám az adatgyűjtést érintő szakasszal azonos struktúrájú kérdésekkel találkozhatunk jelen aspektus vizsgálata során is (41. ábra). A megoldások funkcionális besorolása lényegesen összetettebb feladat, mivel egy-egy rendszeren belül általában több módszer is implementálásra kerül, ebből adódóan szinte lehetetlen a teljes spektrum reprezentálása. A konkrét rendszerkomponensek és a feltételezhetően ismeretlen terminológia használatának elkerülése érdekében 7 általánosnak tekinthető lehetőség került felsorolásra. A kérdésre válaszoló résztvevők között kiemelt az irodai szoftvercsomag és az általános adminisztratív alkalmazások használata. Az aktuális használat tükrében legkisebb részarányal a testreszabott adatkezelés és elemzés módszerei kerültek reprezentálásra, azonban ezen módszerek irányába mutatkozott a leginkább fokozott érdeklődés is az ezt reprezentáló részarányok alapján.



**41. ábra: Az adatelemzéssel és kezeléssel kapcsolatos eszközök alkalmazásának jellemzői**

*Forrás: Saját adatok*

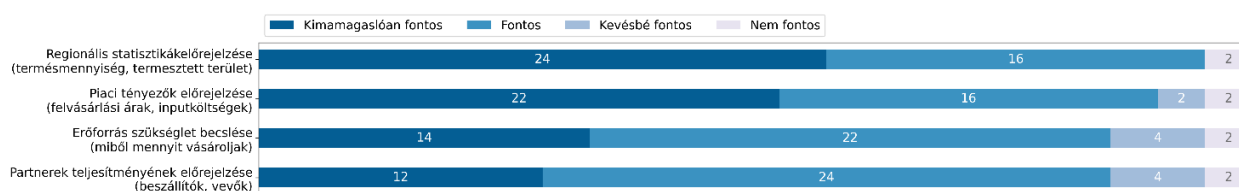
A módszerek által elérhető kimeneti változók szintén három kategóriába kerültek besorolásra, hasonlóan az adatgyűjtés esetén tapasztaltakhoz. A kategóriák figyelembevételével az *adatnyilvántartást* érintő kimeneti változók közül az értékelések közel egyhangúak voltak a kérdésre válaszoló résztvevők között (42. ábra).



**42. ábra: Az aktuális adatok elérésének szubjektív prioritása (adatelemzés és kezelés)**

*Forrás: Saját adatok*

Az *előrejelzések* használata révén elérhető kimeneti változók közül hasonló tendenciával találkozhatunk az előző kategóriához viszonyítva, azonban az erőforrás szükségletet érintő előrejelzések és a partnerek teljesítményét érintő előrejelzések szélsőségesen fontos kategóriába való értékelése átlag alá csökkent (43. ábra).



**43. ábra: Az előrejelzések kivitelezésének szubjektív prioritása (adatelemzés és kezelés)**

*Forrás: Saját adatok*

Az *optimalizálás* alkalmazása során elérhető kimeneti változók közül az erőforrások elosztását és a munkafolyamatokhoz (például: vetés, növényvédelem, értékesítés) illeszkedő optimális időpont meghatározásából származó adatok használatának prioritása átlag felett került értékelésre a kérdésre választ adó résztvevők által (44. ábra).



**44. ábra: Az optimalizálási műveletek szubjektív prioritása (adatelemzés és kezelés)**

*Forrás: Saját adatok*

A használatot és érdeklődést mutató adatok alapján összességében megállapíthatunk egy mintázatot az adatgyűjtő eszközök és adatkezelő megoldások között. Az adatgyűjtő eszközök esetében a jelen kutatás kapcsán releváns tételek (eszközök és árak egyedi nyilvántartása, továbbá a fix szenzorok alkalmazása) kapcsán meglepően magas alkalmazási aránnyal találkozunk, bár hasonlóan magas az elzárkózás aránya is. Ezzel szemben, az adatok tényleges felhasználása révén elérhető értékteremtést támogató adatkezelés releváns tételei (döntéstámogatási alkalmazások, vállalatirányítási vagy ügyviteli alkalmazások, illetve legfontosabb tételként a testesztelt adatbányászat vagy elemzés) esetében a legalacsonyabbnak tekinthető az alkalmazás részaránya, a fokozott érdeklődés ellenére. Ez önmagában kifejezi a használati hajlandóságot kifejező tényezők vizsgálatának fontosságát, mivel *a két terület nem képes egymás támogatása nélkül tényleges értékteremtésre a termelési és üzleti folyamatokat érintő döntéstámogatás során.*

#### 4.3.4. A területek értékelése közötti egyezés vizsgálata az alapmodell alapján

A látens változók összetételének és felépítésének bemutatása során említésre került, miszerint az alapmodell aspektusban (*M3* és *M4*) foglalt látens változók kétszer kerültek mérésre a mért változók tárgyának átfogalmazását követően, ezzel külön vizsgálva az *adatgyűjtés* (kérdőív 3. szakasza), illetve az *adatkezelés* témaköre felé irányuló véleményt (kérdőív 4. szakasza). Az eredmények jelen szakaszának elsődleges célja az említett területeket érintő használati hajlandóság értékelése között fennálló különbségek vizsgálata volt. A területet érintő kutatások esetekben általános (például: információs rendszerek a mezőgazdaságban), míg más esetekben fókuszált módon (például: nyílt adatok vagy mesterséges intelligencia alkalmazása a mezőgazdaságban) hivatkoznak az adott terület eszközeire és módszereire a használati hajlandóság felmérését érintő kutatások területi megfogalmazása során. A jelen fejezetben bemutatott vizsgálat elsődleges feltételezése, hogy *kimutatható a különbség az adatgyűjtés és adatkezelés lehetőségeit érintő véleményt illetően (modellváltozók alapján), azaz a célcsoport egy témakörként tekint a szakmai értelemben differenciálható funkcionális egységekre (Tézis 5.)*. A módszertant bemutató fejezetben leírtak szerint ennek meghatározása érdekében invariancia vizsgálat került alkalmazásra különböző szinteken, az alapmodell két aspektusába besorolt látens változók alkalmazásával (*M3* és *M4*). Az említett kérdés megválaszolásához a továbbiakban áttekintésre kerülnek az eredmények a különböző látens változók alapján. Először kiszámításra kerülnek a módszertanban bemutatott megkötések alapján a feltételezett modellvariánsok, az egy-egy kapcsolódó látens változó alkalmazásával, melyek a két külön terület sajátosságait fejezik ki, majd khi-négyzet próbával kerülnek meghatározásra a fennálló különbségek a modellt érintően.

A *várható teljesítmény (OPE/SPE)* látens változó esetében az ellenőrző faktorelemzés követelményei teljesültek, mely szerint az előkövetelményt reprezentáló mutató  $KMO = 0,78$  értéket vett fel, továbbá a Bartlett teszt szignifikáns ( $p < 0,001$ ) eredménnyel került kiszámításra. A modellek összehasonlításának céljából elvégzett varianciaanalízis eredménye egy esetben sem volt szignifikáns, így megtartjuk a nullhipotézist, miszerint nincs különbség a meghatározott modellek, illetve a felmérés során mért adatokra jellemző súlyok között. A számítások jelen látens változók érintő eredményei a 9. táblázatban kerültek bemutatásra, ahol az első szakasz a modell eredményét, míg a második szakasz a modellek összehasonlítását fejezi ki.

**9. táblázat: A várható teljesítmény értékelése közötti eltérés a területek tükrében**

<i>Modell</i>	<i>Khi-négyzet</i>	<i>df</i>	<i>p</i>	<i>RMSEA</i>	<i>SRMR</i>	<i>AIC</i>	<i>BIC</i>	<i>Khi-négyzet elt.</i>	<i>df elt.</i>	<i>p</i>
<i>Konfigurációs invariancia</i>	511,423	76	<0,001	0,312	0,105	1459,90	1549,30	-	-	-
<i>Gyenge invariancia</i>	512,232	82	<0,001	0,298	0,107	1448,70	1525,60	0,809	6	0,992

<i>Modell</i>	<i>Khi-négyzet</i>	<i>df</i>	<i>p</i>	<i>RMSEA</i>	<i>SRMR</i>	<i>AIC</i>	<i>BIC</i>	<i>Khi-négyzet elt.</i>	<i>df elt.</i>	<i>p</i>
<i>Erős invariancia</i>	512,813	88	<0,001	0,286	0,108	1437,30	1501,70	0,581	6	0,997
<i>Szigorú invariancia</i>	516,424	95	<0,001	0,274	0,113	1426,90	1476,80	3,611	7	0,823

*Forrás: Saját számítások*

A várható erőfeszítés (OEE/SEE) látens változó esetében az ellenőrző faktorelemzés követelményei szintén teljesültek. A KMO mutató megfelelőségének kimutatása teljesült ( $KMO = 0,87$ ), továbbá a Bartlett teszt szignifikáns eredménye ( $p < 0,001$ ) is megállapításra került. A modellek összehasonlítását célzó varianciaanalízis eredményei alapján megtartjuk a nullhipotézist és az előző esethez hasonlóan megállapíthatjuk, hogy nincs kimutatható különbség a vizsgált modellvariánsok figyelembevételével, beleértve a szerkezetet és a minta alapján kialakult súlyokat egyaránt. A látens változók érintő számítások eredményei az alábbi 10. táblázatban kerültek bemutatásra minden szint figyelembevételével, ahol az első szakasz a modell eredményét, míg a második szakasz a modellek összehasonlítását fejezi ki.

**10. táblázat: A várható erőfeszítés értékelése közötti eltérés a területek tükrében**

<i>Modell</i>	<i>Khi-négyzet</i>	<i>df</i>	<i>p</i>	<i>RMSEA</i>	<i>SRMR</i>	<i>AIC</i>	<i>BIC</i>	<i>Khi-négyzet elt.</i>	<i>df elt.</i>	<i>p</i>
<i>Konfigurációs invariancia</i>	154,288	34	<0,001	0,245	0,042	1154,37	1218,77	-	-	-
<i>Gyenge invariancia</i>	156,923	38	<0,001	0,230	0,057	1149,01	1205,10	2,635	4	0,621
<i>Erős invariancia</i>	160,814	42	<0,001	0,219	0,065	1144,90	1192,68	3,891	4	0,421
<i>Szigorú invariancia</i>	165,946	47	<0,001	0,207	0,068	1140,03	1177,42	5,131	4	0,400

*Forrás: Saját számítások*

A támogató tényezők (OFC/SFC) esetében az ellenőrző faktorelemzés követelményei teljesültek, mely a KMO mutató ( $KMO = 0,66$ ) szerint és a Bartlett teszt szignifikanciájának ( $p < 0,001$ ) figyelembevételét követően került meghatározásra. A modellek összehasonlítása révén végzett varianciaanalízis alapján megtartjuk a nullhipotézist és ezáltal kijelenthetjük, miszerint nem volt kimutatható különbség a modellvariánsok között. A számítások eredményei az 11. táblázatban kerültek bemutatásra, ahol az első szakasz a modell eredményét, míg a második szakasz a modellek összehasonlítását fejezi ki.

**11. táblázat: A támogató tényezők értékelése közötti eltérés a területek tükrében**

<i>Modell</i>	<i>Khi-négyzet</i>	<i>df</i>	<i>p</i>	<i>RMSEA</i>	<i>SRMR</i>	<i>AIC</i>	<i>BIC</i>	<i>Khi-négyzet elt.</i>	<i>df elt.</i>	<i>p</i>
<i>Konfigurációs invariancia</i>	261,298	34	<0,001	0,337	0,105	1531,46	1595,86	-	-	-
<i>Gyenge invariancia</i>	262,368	38	<0,001	0,316	0,110	1524,53	1580,62	1,069	4	0,899
<i>Erős invariancia</i>	262,652	42	<0,001	0,298	0,111	1516,81	1564,59	0,284	4	0,991
<i>Szigorú invariancia</i>	266,191	47	<0,001	0,281	0,121	1510,35	1547,75	3,540	5	0,617

Forrás: Saját számítások

A független változókat tartalmazó látens változók áttekintését követően a függő változók ellenőrzése következett. Első esetként az *attitűd (OAT/SAT)* vizsgálata során az ellenőrző faktorelemzés feltételei teljesültek, mely a KMO mutató megfelelése ( $KMO = 0,74$ ), illetve a Bartlett teszt szignifikanciája ( $p < 0,001$ ) figyelembevételét követően került meghatározásra. A modellek összehasonlítását támogató varianciaelemzés szerint megtartjuk a nullhipotézist, így az előző esetekhez hasonlóan nem volt kimutatható különbség a modellek és a mérések között. A számítások eredményei az alábbi 12. táblázatban kerültek bemutatásra, ahol az első szakasz a modell eredményét, míg a második szakasz a modellek összehasonlítását fejezi ki.

**12. táblázat: Az attitűd értékelése közötti eltérés a területek tükrében**

Modell	Khi-négyzet	df	p	RMSEA	SRMR	AIC	BIC	Khi-négyzet elt.	df elt.	p
Konfigurációs invariancia	24,067	8	<b>0,002</b>	0,184	0,061	668,24	707,71	-	-	-
Gyenge invariancia	25,037	10	<b>0,005</b>	0,160	0,078	665,21	700,53	0,970	2	0,616
Erős invariancia	26,978	12	<b>0,008</b>	0,145	0,085	663,15	694,31	1,941	2	0,379
<b>Szigorú invariancia</b>	<b>30,785</b>	<b>15</b>	<b>0,009</b>	<b>0,134</b>	<b>0,139</b>	<b>660,96</b>	<b>685,89</b>	<b>3,807</b>	<b>3</b>	<b>0,283</b>

Forrás: Saját számítások

A próbára való hajlandóság (*OTBI/STBI*) esetében az ellenőrző faktorelemzés feltételei teljesültek, melyet tükrözi a megfelelést kifejező mutató ( $KMO = 0,91$ ), illetve a Bartlett teszt ( $p < 0,001$ ) szignifikáns eredménye. A varianciaanalízis alapján az első három összevetés esetében megtartjuk az átlagok egyezésére vonatkozó nullhipotézist, azonban az erős és szigorú modell összevetése esetén a szignifikáns eredmény révén az alternatív hipotézist tekintjük érvényesnek, mely alapján eltérés tapasztalható a modellek között. A számítások eredményei az alábbi 13. táblázatban kerültek bemutatásra. A szigorú invariancia követelményeinek való megfelelés hiánya esetén a két modellre jellemző reziduumok varianciája eltér (PUTNICK – BORNSTEIN, 2016), azonban minden más, „gyengébb” modellek által vizsgált tényező (struktúra, faktorsúlyok, manifeszt változók átlaga) továbbra is egyezést mutat. A szigorú invariancia elérésének hiánya ebből adódóan nem jelenti a vizsgálat sikertelenségét, ahol az első szakasz a modell eredményét, míg a második szakasz a modellek összehasonlítását fejezi ki.

**13. táblázat: A próbára való hajlandóság értékelése közötti eltérés a területek tükrében**

Modell	Khi-négyzet	df	p	RMSEA	SRMR	AIC	BIC	Khi-négyzet elt.	df elt.	p
Konfigurációs invariancia	73,856	34	<b>&lt;0,001</b>	0,141	0,027	926,06	990,46	-	-	-
Gyenge invariancia	81,311	38	<b>&lt;0,001</b>	0,139	0,081	925,51	981,61	7,455	4	0,114
<b>Erős invariancia</b>	<b>84,796</b>	<b>42</b>	<b>&lt;0,001</b>	<b>0,131</b>	<b>0,083</b>	<b>921,00</b>	<b>968,78</b>	<b>3,484</b>	<b>4</b>	<b>0,480</b>

<i>Modell</i>	<i>Khi-négyzet</i>	<i>df</i>	<i>p</i>	<i>RMSEA</i>	<i>SRMR</i>	<i>AIC</i>	<i>BIC</i>	<i>Khi-négyzet elt.</i>	<i>df elt.</i>	<i>p</i>
<i>Szigorú invariancia</i>	121,914	47	<0,001	0,164	0,069	948,12	985,51	37,118	5	<0,001

*Forrás: Saját számítások*

A használatra való hajlandóság (OIBI/SIBI) esetében a faktorelemzés előfeltételei teljesültek, mely az eddigiekben is alkalmazott előkövetelmény megfelelésége ( $KMO = 0,84$ ) és a Bartlett teszt szignifikáns ( $p < 0,001$ ) eredménye alapján került meghatározásra. A varianciaelemzés kapcsán az előző függő változó esetén tapasztalt eredményekhez hasonlóan az első két összehasonlítás esetén érvényben maradt a nullhipotézis, míg az erős és szigorú modellek összevetése során a szignifikáns eredmény révén az alternatív hipotézis lépett érvénybe, mely szerint különbségek tapasztalhatók a mérések között. A számítások eredményei az alábbi 14. táblázatban kerültek bemutatásra, ahol az első szakasz a modell eredményét, míg a második szakasz a modellek összehasonlítását fejezi ki.

#### 14. táblázat: A használati hajlandóság értékelése közötti eltérés a területek tükrében

<i>Modell</i>	<i>Khi-négyzet</i>	<i>df</i>	<i>p</i>	<i>RMSEA</i>	<i>SRMR</i>	<i>AIC</i>	<i>BIC</i>	<i>Khi-négyzet elt.</i>	<i>df elt.</i>	<i>p</i>
<i>Konfigurációs invariancia</i>	166,378	34	<0,001	0,257	0,076	1095,42	1159,83	-	-	-
<i>Gyenge invariancia</i>	167,493	38	<0,001	0,240	0,079	1088,54	1144,63	1,115	4	0,892
<b><i>Erős invariancia</i></b>	<b>168,519</b>	<b>42</b>	<b>&lt;0,001</b>	<b>0,226</b>	<b>0,078</b>	<b>1081,56</b>	<b>1129,35</b>	<b>1,026</b>	<b>4</b>	<b>0,906</b>
<i>Szigorú invariancia</i>	182,213	47	<0,001	0,221	0,085	1085,26	1122,65	13,694	5	0,018

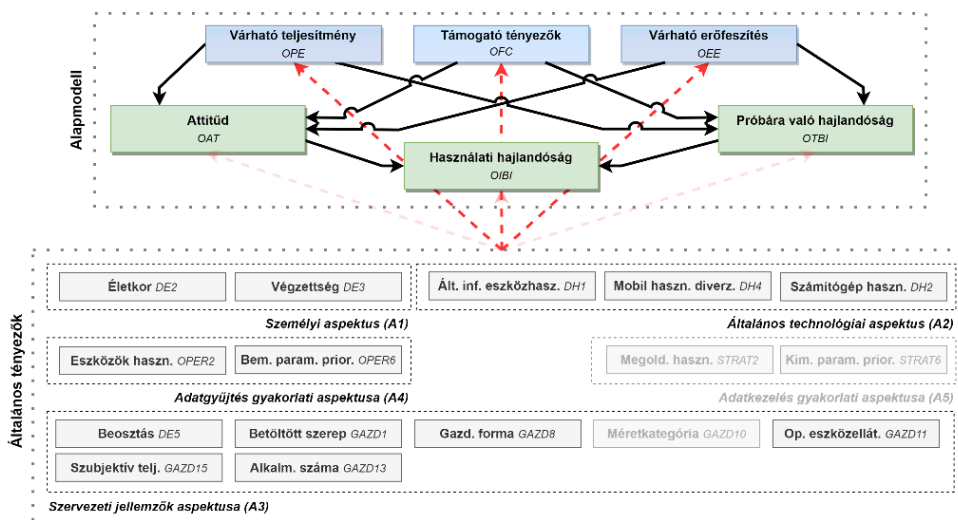
*Forrás: Saját számítások*

Az eredmények alapján láthatjuk, miszerint minden esetben teljesültek az invariancia feltételei, legtöbb esetben egészen a szigorú invarianciáig bezáróan. A szigorú invariancia feltétele a két függő látens változó (kipróbálásra való hajlandóság és használatra való hajlandóság) esetén nem teljesült, így parciális invarianciát állapíthatunk meg, azonban az erős invariancia jelenléte ennek ellenére jó eredményként értelmezhető, mivel ezen a szinten már összevetésre kerül az indikátorok átlaga és súlya (DIMITROV, 2010). Az eredmények alapján arra következtethetünk, hogy a célcsoport jelen képviselői azonos véleménnyel vannak a különböző lehetőségeket illetően a gyakorlatban tapasztalható funkcionális különbségekkel ellenben. Ennek oka további vizsgálatot igényelhet, mivel beszélhetünk tudatos véleményről (értelmezi a különbséget és ezek tudatában közli véleményét), azonban fennállhat információs hiány is a területeket illetően (az adott résztvevő mindent informatikai eszközként értelmez a sajátosságok figyelembevétele nélkül). Ezt az információs egyenetlenséget igyekeztem orvosolni a kérdőívbe integrált kiegészítő információk megjelenítésével, azonban ennek hatékonysága nem bizonyítható egyértelműen. A kapcsolódó hatások meghatározása érdekében a felmérés utolsó szakaszában egy kiegészítő változó került megjelenítésre, mely a felmérésben olvasottak alapján szerzett új ismeretek elsajátításának

mértékét (*VE1*) hivatott felmérni szubjektív módon, 5 pontos ordinális skálán, ahol az 5 az új ismeretek elsajátításának jelentős mivoltát fejezte ki, ezzel szemben az 1 ennek teljes hiányát. A kérdésre válaszolók alapján a válaszadás átlaga  $\bar{x} = 3,90$ , szórása  $S = 0,79$ , míg varianciája  $S^2 = 0,62$  volt. Összességében, a konklúziók alapján az adatkezelésre vonatkozó aspektusban foglalt modellváltozók jelen kutatás alatt nem kerültek felmérésre a kutatás második részében, mivel a különbségek hiánya révén az feltehetően nem biztosított volna jelentős többletinformációt a modellalkotás során.

#### 4.3.5. Az általános jellemzők hatása a modellváltozókra

A továbbiakban a kialakításra kerülő modellben szereplő látens változók alakulását befolyásoló tényezők vizsgálata volt a cél. Ezáltal felmerült feltételezésként, hogy *a külső tényezők (általános változók) egyes kombinációja befolyásolja a különböző látens változók (modellváltozók) értékelésének alakulását, ezzel befolyásolva az ezek alapján kialakított modellek eredményét és alakulását a minta szegmentálása révén (Tézis 6.)*. Ennek vizsgálata érdekében ordinális logisztikus regresszió került alkalmazásra, mely az adott független változó mérési skálájának megfelelően vizsgálja az egyes külső tényezők változásának hatását. A számításokat illetően az egyes variánsok eredményeinek meghatározásához egy célalkalmazás került készítésre, mely lehetővé teszi a különböző változókombinációkhoz kapcsolódó modellek létrehozását, eredményeinek számítását és a metaadatok kezelését. Az alternatívák számítása során kialakításra került egy kombinációs lista az *általános változók* alapján (45. ábra).



45. ábra: Az alapmodellben (M3) szereplő látens változókra gyakorolt hatások vizsgálata

*Forrás: Saját adatok*

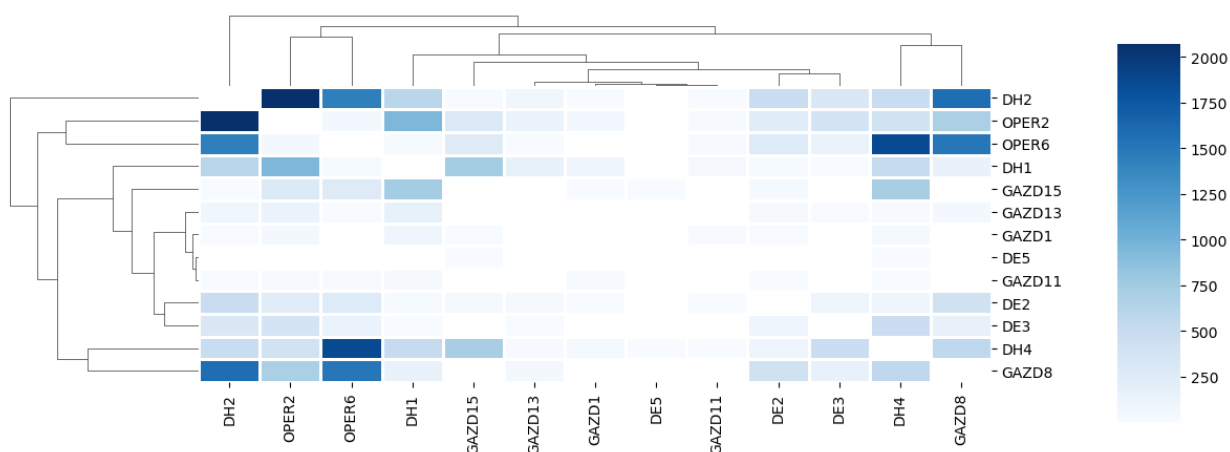
Ezt követően a kizárásokkal korrigált kombinációk hatása minden, a modellbe illeszthető látens változó esetében vizsgálatra került, azonban a koncentrálttság jegyében csak az alapmodellt érintő látens változók független tényezői kerülnek áttekintésre. Ebből adódóan a bemutatásra

kerülő optimalizálás szerkezete az 45. ábra alapján kerül bemutatásra. Az ábra egyúttal előre szemlélteti a további fejezetekben kialakításra kerülő alapmodell felépítését, melynek definiálására a későbbi fejezetekben fordítunk figyelmet. Szürke színnel kerültek jelölésre a változók, melyek mérésre kerültek, de nem kerültek alkalmazásra az alternatívák kialakítása során.

A számításokat követően az eredményt reprezentáló metaadatok (szerkezet, koeficiens, sztenderd hiba, szignifikanciaszint, esélyhányados, modellilleszkedést reprezentáló mutatók, modellösszehasonlítást elősegítő mutatók) egy nemrelációs adatbázisba kerültek mentésre későbbi feldolgozás és szűrés szándéka révén. Az *általános változók* alapján a 4.083 változókombináció 163 alkalommal került kiszámításra, az alkalmazott modellváltozók számának megfelelően. A modellválasztás során több metaadat került összevetésre. Mindenekelőtt kialakításra került egy szabályrendszer, mely megfogalmazza az irreleváns kapcsolati kombinációkat a változók között, elkerülve ezzel az empirikusan nem alátámasztható kapcsolatok zavaró hatását. A szisztematikus korlátozásokon felül kizárásra kerültek a kimeneti paraméterek szubjektív prioritását (*STRAT6*), illetve az adatelemző és adatkezelő megoldások használati gyakorlatát (*STRAT2*) reprezentáló változók a korábbi fejezetben bemutatott, felmérés során tapasztalt egyezőség, továbbá a redukált elemszámból eredő szűk keresztmetszet révén. Az említett szabályrendszer elsődleges szűrés feltételként került alkalmazásra. Ezt követően meghatározásra került, miszerint az adott modellváltozó esetében a különböző variánsok figyelembevételével mely független változók, illetve változókombinációk bírnak legtöbb esetben kimutatható hatással, illetve ezek koeficiense miként változik a különböző variánsok figyelembevételével (az esetlegesen eltérő elemszám révén). A cél a varianciát leginkább magyarázó kimeneti kombinációk meghatározása, majd azok a lehető legkevesebb független változóval való elérése volt, csökkentve ezzel az irreleváns változókat. A kapcsolatok bemutatása érdekében kialakított vizualizáció az egyes változók előfordulásának számát hivatottak reprezentálni, mely a releváns ábrákon szereplő hierarchikus klaszteranalízis segítségével került kiegészítésre a gyakori párosítások meghatározása érdekében. A variánsok rendezését követően az a változat került véglegesen implementálásra, mely esetében az illeszkedés az átlagot tekintve csekély mértékben csökkent az egyes változók eliminálása során.

A különböző alternatívák esetén a modellilleszkedést reprezentáló mutatók (elsődlegesen McFadden) kerültek alkalmazásra (MCFADDEN, 1977), mely röviden az alábbi módon kerülhet kiszámításra:  $R_{McFadden}^2 = 1 - \frac{\ln(\text{illesztett modell})}{\ln(\text{null modell})}$ . A McFadden mutató esetében 0,2 és 0,4 közötti érték kitűnő illeszkedésre utal. Amennyiben az értékek közel azonosak voltak, figyelmet fordítottam az alkalmazott független változók lehető legalacsonyabb számának elérésére, ezzel egyszerűsítve a szerkezetet. Ezen felül, amennyiben azonos adathalmaz került alkalmazásra (nem volt szűk keresztmetszetet jelentő változó, mely korlátozta volna az elemszámot), a modellek

összehasonlítását támogató mutatók (elsődlegesen AIC) is áttekintésre kerültek a döntés támogatása céljából. A releváns következtetések vizsgálata mellett az így kialakított kombinációk alkalmazása egy újabb kutatás esetén csökkentheti az adatgyűjtésben szereplő változókat. A jelen esetben releváns **alapmodell adatgyűjtési változata (M3)** az egyik legfontosabb látens változók halmazát alkotja, mivel ez tartalmazza többek között az aggregált jellegű, UTAUT2 modellből ismert változókat, beleértve a *várható teljesítményt (OPE)*, várható erőfeszítést (*OEE*) és támogató tényezőket (*OFC*) kifejező független tételeket, továbbá az *attitűd (OAT)*, kipróbálásra való hajlandóság (*OTBI*) és a beszerzéssel járó használati hajlandóság (*OIBI*) függő tételeket. Az aspektust 30 mért változó alkotja, melyek az említett 6 látens változó formájában kerültek összefoglalásra, azonban ezek közül csak a független tényezők kerültek kiemelésre. A kialakított modellek eredményei alapján több csoportosulást figyelhetünk meg a kimutatható hatással bíró általános változókat érintően, melyek az 46. ábrán láthatók, kiemelve ezzel az esetek számát.



**46. ábra: Az alapmodell (M3) látens változóinak értékelését befolyásoló változók előfordulásának gyakorisága**

*Forrás: Saját adatok*

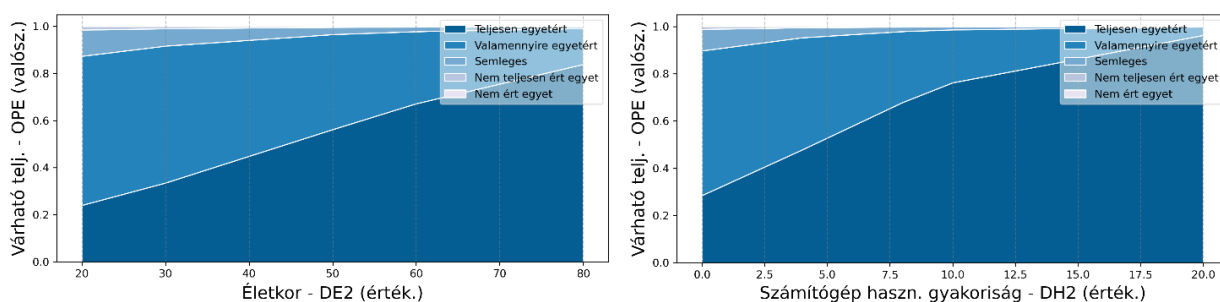
A várható teljesítmény (*OPE*) látens változó esetében a vizsgálat modellvariánsok alapján legtöbb esetben az adatgyűjtő eszközök használati gyakorlata (*OPER6*), a kapcsolódó szervezet szubjektív teljesítménye (*GAZD15*), továbbá a bemeneti paraméterek szubjektív prioritása (*OPER2*) jelent meg szignifikáns hatással bíró tényezőként, a felsorolás sorrendjét követve 3.790, 3.046 és 2.250 alkalommal. Az eredmények rendezését követően sikerült egy variánsra csökkenteni a lehetőségek halmazát, melynek eredménye az alábbi 15. táblázatban került összefoglalásra. A kialakult regressziós képlet gradiens boosting algoritmus segítségével történő optimalizálása esetén keresztvalidáció alapján (10-szeres validálás) a becslések átlagos pontossága tanulóadatok alkalmazásával  $RMSE = 0,629$ , míg új adatok alkalmazásával  $RMSE = 0,785$  volt. A számítások alapján a legfontosabb változónak a bemeneti paraméterek szubjektív prioritása (*OPER6*) tekinthető.

### 15. táblázat: A várható teljesítmény (OPE) értékelésére ható tényezők modellváltozata

Szerkezet	Koefficiensek	p	$\rho^2$
Életkor – DE2	0,047	0,044,	0,258
Számítógép haszn. gyak. – DH2	0,208,	0,050,	
GAZD1 – Gazdaságban bet. szerep	[1,853, -2,552]	[0,248, 0,063]	
GAZD8 – Gazdálkodási forma	[-0,779, 1,024, -2,373]	[0,396, 0,320, 0,035]	
OPER6 – Bemeneti par. szubj. prior.	0,122	0,002	
GAZD13 - Foglalkoztatás	[-0,911, -0,508, -0,889]	[0,348, 0,642, 0,423]	
GAZD11 – Eszközellátottság	[-0,795, -3,962]	[0,320, 0,014]	
GAZD15 – Szubj. teljesítmény	[-2,429, -2,269]	[0,018, 0,052]	

Forrás: Saját számítások

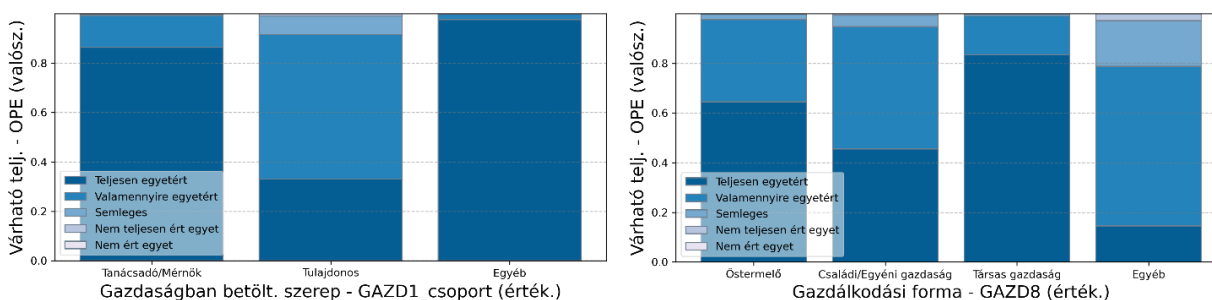
Az eredmények alapján az életkor (DE2) egységnyi növekedése 1,478-szorosan növeli az várható teljesítmény (OPE) pozitív értékelésének oddsát (a koefficiensből számolva), növeli a teljesítménnyel kapcsolatos elvárásokat (47. ábra), avagy a magasabb életkor magasabb elvárással párosul. Az eredményben kifejezett tendencia első látásra eltérhet a várttól, illetve a szakirodalomban tapasztaltaktól (MAGSAMEN-CONRAD et al., 2015), azonban feltételezhetjük, hogy a célcsoportot alkotó döntéshozók magasabb átlagéletkorral jellemezhetők. A döntéshozóknak vagy vezetőknak magasabbak lehetnek az alátámasztott igényei a kockázati tényezők (elsősorban pénzügyi, technikai és humán kockázat) esetleges hatásának kompenzálása, illetve a megtérülés garantálása érdekében. Ennek alátámasztásához figyelembe vehetjük az aktuális felméréseket, mely alapján a gazdaságok irányítása 35%-a 65 éves vagy annál idősebb, 55%-a 40-64 éves kor közötti és mindösszesen 10%-a 14-39 év közötti személyeket érint (KSH, 2020c). Az általános eszközhasználat gyakoriságának (DH2) egységnyi növekedése 1,301-szeresen növeli a várható teljesítmény pozitív értékelésének oddsát (47. ábra). Fontos megemlíteni, hogy az általános eszközhasználat nem szakirányú eszközöket feltételez, inkább a digitális készséget igyekszik reflektálni, így a gyakori eszközhasználatból eredő rutin, továbbá a lehetőségek alapszintű ismerete növelheti az elvárásokat, mivel bár más aspektusból, de a széleskörű informatikai eszközhasználat rávilágít a digitalizációból eredő előnyökre.



47. ábra: Az életkor és az eszközhasználat gyakoriságának hatása (OPE)

Forrás: Saját adatok

A gazdaságban betöltött szerepek (*GAZD1*) vizsgálata alapján a tanácsadók és mérnökök értékeléséhez képest a tulajdonos szerepkörben lévők között a várható teljesítmény (*OPE*) pozitív értékelésének oddsza 0,077 egységgel csökken (48. ábra) a koefficiensek alapján, mely eredmény bizonyos mértékben megcáfolja a korral tett összefüggés magyarázatát, ugyanis az eredmény alapján sokkal inkább feltételezhető, hogy a foglalkozásból adódóan bővebb, specifikus ismerettel rendelkező réteg szélesebb körben rendelkezik információval a különböző eszközök és megoldások által elérhető előnyöket illetően, mely révén a várt teljesítmény is magasabb lehet. A gazdasági aspektust folytatva, a gazdálkodási formák (*GAZD8*) közötti eltérések vizsgálata alapján az őstermelők kategóriájába eső résztvevőkhöz az egyéb kategóriáját képező résztvevők által tett magasabb (pozitív) értékeléséhez tartozó oddsz 0,093-szorosan csökken, azonban az ezen felül megfogalmazott specifikus tételek nem szignifikánsak (48. ábra). A családi vagy egyéni gazdaságok esetében szakadékot figyelhetünk meg a teljesítmény értékelés függvényében a minta alapján, azonban a szignifikancia hiánya révén a megfelelő korrekció további adatgyűjtést tenne szükségessé.

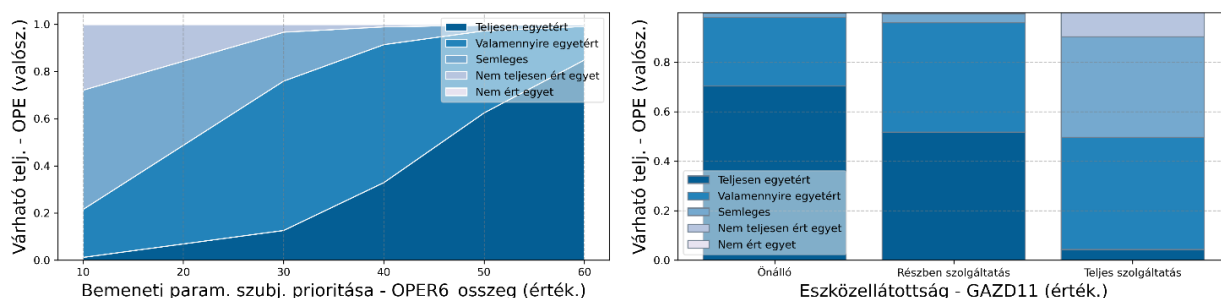


**48. ábra: A gazdaságban betöltött szerep és a gazdálkodási forma hatása (OPE)**

*Forrás: Saját adatok*

A bemeneti paraméterek szubjektív prioritása (*OPER6*) alapján az egyes tényezők magas prioritással való illetése, illetve ezek számának egységnyi növekedése 1,129-szeresen növeli a várható teljesítmény magasabb értékelésének oddszát. Az eredmény által kifejezett irány alapján az általunk szubjektív módon fontosnak tartott releváns eszközök és megoldások esetében az irányukba alátámasztott elvárásaink is magasak, mivel feltételezhető, hogy a várható eredmények alapján tekintjük azokat fontosnak a termelésben vagy üzleti folyamatokban való alkalmazás során. Az operatív jellegű eszközellátottság (*GAZD11*) esetében fokozatos változással találkozhatunk (49. ábra). A teljes eszközellátottsággal rendelkező szervezetekhez képest a részben szolgáltatás igénybevételével működő szervezetek esetében 0,451-szeresen, míg a kizárólag szolgáltatás igénybevételével tevékenykedő szervezetek esetében 0,019-szeresen csökkent a várható teljesítmény magasabb (pozitív) értékelésének oddsza (49. ábra), azaz fokozottabb eszközellátottság esetében (ami feltehetően nagyobb üzemmérettel párosul) magasabb elvárások kerülnek megfogalmazásra. Végül a szervezet szubjektív teljesítményének (*GAZD15*) hatását

érintő eredmények alapján az átlag felett teljesítő gazdaságok mondhatni optimistán állnak az elvárt teljesítmény alakulásához, míg az átlagosan vagy átlag alatt teljesítők értékelésének magas mivoltához tartozó oddsz 0,088-szorosan, illetve 0,103-szeresen csökkent a minta alapján.



**49. ábra: A paraméterek szubjektív prioritása és az eszközellátottság hatása (OPE)**

*Forrás: Saját adatok*

A várható erőfeszítést (*OEE*) érintő látens változóban foglaltakkal kapcsolatos véleményre legtöbb esetben a bemenő paraméterek szubjektív prioritása (*OPER6*), a gazdálkodási forma (*GAZD8*), továbbá az általános eszközhasználati diverzitás (*DH4*) volt szignifikánsan kimutatható hatással, a felsorolást követve 4.096, 3.452 és 2.983 alkalommal. Az eredmények alapján egy variáns került kiválasztásra a lehetőségek közül, melynek eredménye az 16. táblázatban kerül bemutatásra. A regressziós képlet gradiens boosting algoritmus segítségével történő optimalizálása esetén keresztvalidáció alapján (10-szeres validálás) a becslések átlagos pontossága tanulóadatok alkalmazásával  $RMSE = 0,980$ , míg új adatok alkalmazásával  $RMSE = 1,119$  volt. A számítások alapján a legfontosabb változó a gazdaság szubjektív teljesítménye (*GAZD15*) volt.

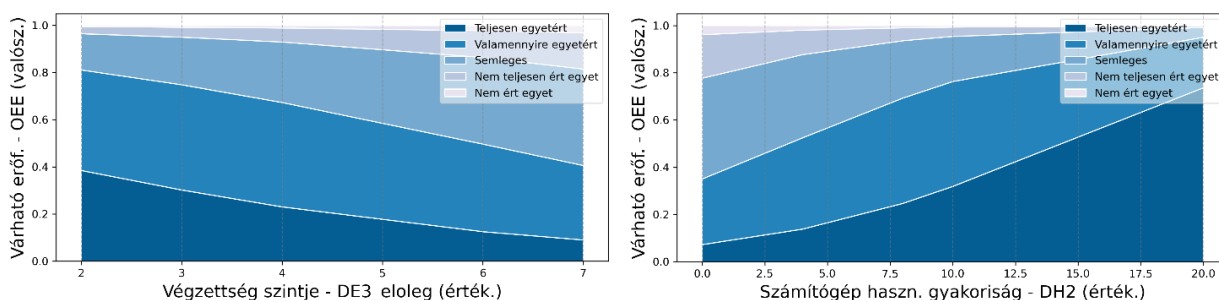
**16. táblázat: A várható erőfeszítés (OEE) értékelésére ható tényezők modellváltozata**

Szerkezet	Koefficiensek	p	$\rho^2$
<i>DE3 – Végzettség szintje</i>	-0,368	0,098	0,127
<i>DH2 – Számítógép haszn. gyakoriság</i>	0,179	0,025	
<i>DE5 – Beosztás</i>	[0,490, -0,584]	[0,433, 0,373]	
<i>GAZ8 – Gazdálkodási forma</i>	[-1,893, -1,377, -1,566]	[0,016, 0,096, 0,047]	
<i>OPER2 – Adatgyűjtő eszk. használata</i>	0,090	0,012	
<i>GAZD11 – Eszközellátottság</i>	[0,510, -0,234]	[0,326, 0,795]	
<i>GAZD15 – Szubjektív teljesítmény</i>	[-1,047, 0,348]	0,709	

*Forrás: Saját számítások*

A kiválasztott variánssal kapcsolatos eredmények alapján a végzettség (*DE3*) egységnyi növekedése esetén a várható erőfeszítés magasabb értékelésének oddsza 0,692-szeresen, megadott egységgel csökken (50. ábra). Az eredmény mondhatni magától értetődő, mely alapján az oktatás magasabb szintű mivolta általánoságban könnyíti a használatot és az adaptációs készséget. Az általános eszközök használati gyakoriságának (*DH2*) egységnyi növekedése 1,195-szörösen növeli a várható erőfeszítés magas értékelésének oddszát (50. ábra). Jelen változó két megközelítésből is értelmezhető annak függvényében, hogy az eszközhasználattal töltött idő kényszerű vagy önkéntes,

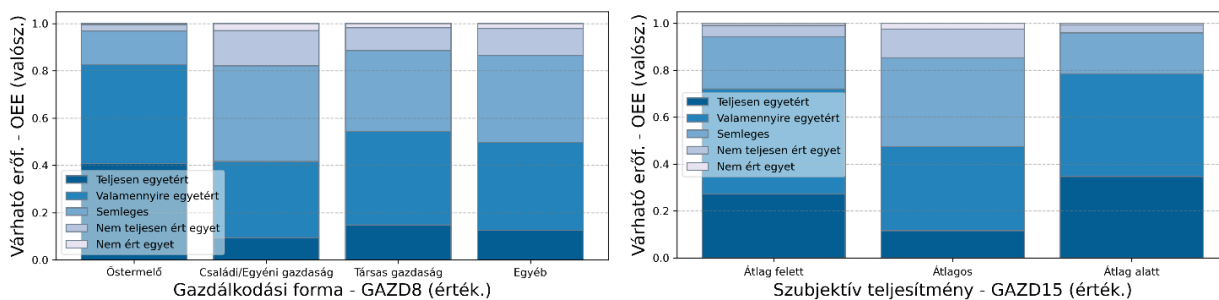
melyet hivatott vizsgálni az általános eszközhasználati diverzitás. Az előbbi esetében a pótlólagos eszközhasználat hozzájárulhat az erőfeszítések fokozódásához, mivel gyakorlatilag újabb munkavégzés igényével azonosítható. Ezzel szemben önkéntes vagy saját célok elérésére való használat esetében fennáll az esélye annak, hogy nem nő az erőfeszítések szükségessége az alkalmazás által, mivel spontán használat révén eltérő attitűd lehet jellemző. A hatás leginkább a számítógépes szorongást (CAX) és számítógépes készségeket (CSE) vagy mobil technológia készségeket (MTS) reprezentáló látens változók áttekintésével lenne pontosítható célzott felmérés esetében. A kettősségből adódóan a változó nem került korlátozásra, azonban kétséges az egzakt alkalmazhatósága és értelmezhetősége.



**50. ábra: A paraméterek szubjektív prioritása és az eszközellátottság hatása (OEE)**

*Forrás: Saját adatok*

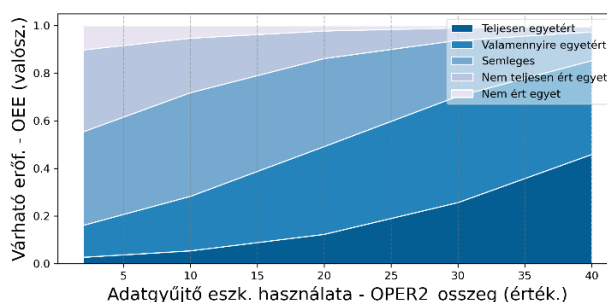
A gazdálkodási forma (GAZD8) figyelembevételével az östermelő kategóriába eső résztvevőkhöz képest minden esetben csökkenést figyelhetünk meg a magasabb értékelés oddszát illetően, egyéni vagy családi gazdaság esetében 0,150-szeres, míg társas gazdaság esetében 0,252-szeres mértékben, azaz az östermelők esetében mutatható ki a várható erőfeszítés leginkább fokozott mivolta a szubjektív értékelések alapján (51. ábra). Az adott gazdaság szubjektív teljesítményével (GAZD15) kapcsolatosan megállapítható, miszerint az átlag felett teljesítő gazdaságokhoz viszonyítva az átlagos teljesítménnyel jellemezhető gazdaságok a várható erőfeszítés tükrében tett értékelésük magasabb kategóriába való tartozásának oddsza 0,351-szeresen csökken (51. ábra), míg az átlag alatti kategóriát érintő megállapítás szignifikáns hatásának vizsgálata további, releváns esetet bemutató adatot igényelne.



**51. ábra: A gazdálkodási forma és a szubjektív teljesítmény hatása (OEE)**

*Forrás: Saját adatok*

Végül az adatgyűjtésre alkalmas eszközök vagy kapcsolódó megoldások használati gyakorlata (*OPER2*) esetében minden pótlólagos eszköz megjelenése és jelölése esetében 1,093-szorosan nő a magasabb értékelés oddsza (52. ábra). A használati gyakorlat esetében többször fogunk találkozni az eszközök és megoldások birtoklásának, illetve alkalmazásának pozitív hatásával, jelen esetben azonban ellentétes hatást állapíthatunk meg. Ennek egyik oka lehet a standardizálás (felhasználói interfész és fizikai komponensek) hiányából eredően az alkalmazás szerteágazó, eszközönként és megoldásomként eltérően definiált módja, mely releváns készségek hiányában növelheti az kapcsolódó erőfeszítést, mivel egy új eszköz minden esetben szükségessé teszi a kapcsolódó új módszerek használatának elsajátítását a felhasználó oldaláról.



**52. ábra: Az előzetes eszközhasználat hatása (OEE)**

*Forrás: Saját adatok*

A támogató tényezők (*OFC*) látens változót érintő eredmények alapján legtöbb esetben a kapcsolódó gazdaság szubjektív teljesítménye (*GAZD15*), az általános eszközhasználat (*DH1*) és a gazdálkodási forma (*GAZD8*) volt szignifikáns hatással az értékelésre a felsorolás szerint 452, 349 és 225 eset alapján. A kapcsolódó variánsok rendezését követően két alternatíva került kiválasztásra a több csoportosulásból adódóan, melyek az 17. táblázatban kerültek összefoglalásra. A variánsok vizsgálata során a független változókat érintő átfedés esetében a jobb illeszkedéssel bíró variáns eredményei kerülnek bemutatásra. Az elsődleges regressziós képlet gradiens boosting algoritmus segítségével történő optimalizálása esetén keresztvalidáció alapján (10-szeres validálás) a becslések átlagos pontossága tanulóadatok alkalmazásával  $RMSE = 0,829$ , míg új adatok alkalmazásával  $RMSE = 1,089$  volt. A számítások alapján a legfontosabb változónak a gazdaság besorolása (*GAZD8*) tekinthető.

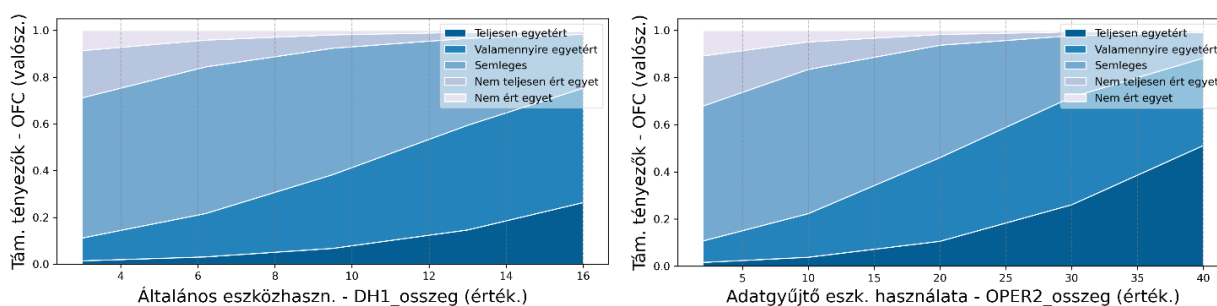
**17. táblázat: A támogató tényezők (*OFC*) értékelésére ható tényezők kialakított modellváltozata**

Szerkezet	Koefficiensek	p	$\rho^2$
<i>DH1 – Általános eszközhaszn.</i>	0,245	0,029	0,232
<i>DH2 – Számítógép haszn. gyakoriság</i>	0,061	0,505	
<i>DE5 – Beosztás</i>	[-1,185, -0,486]	[0,518, 0,465]	
<i>GAZD1 – Gazdaságban betöltött szerep</i>	[2,277, 2,952]	[0,027, 0,485]	
<i>GAZD8 – Gazdálkodási forma</i>	[-1,931, 0,369, 0,119]	[0,030, 0,710, 0,893]	
<i>OPER2 – Adatgyűjtő eszk. használata</i>	0,078	0,099	

Szerkezet	Koefficiensek	p	$\rho^2$
<i>OPER6 – Bemeneti param. szubj. prior.</i>	-0,054	0,151	
<i>GAZD13 – Foglalkoztatottak száma</i>	[-0,353, -1,048, -0,215]	[0,680, 0,307, 0,840]	
<i>GAZD11 – Eszközellátottság</i>	[-1,050, -2,185]	[0,095, 0,079]	
<i>GAZD15 – Szubjektív teljesítmény</i>	[-0,966, -2,182]	[0,230, 0,011]	

*Forrás: Saját számítások*

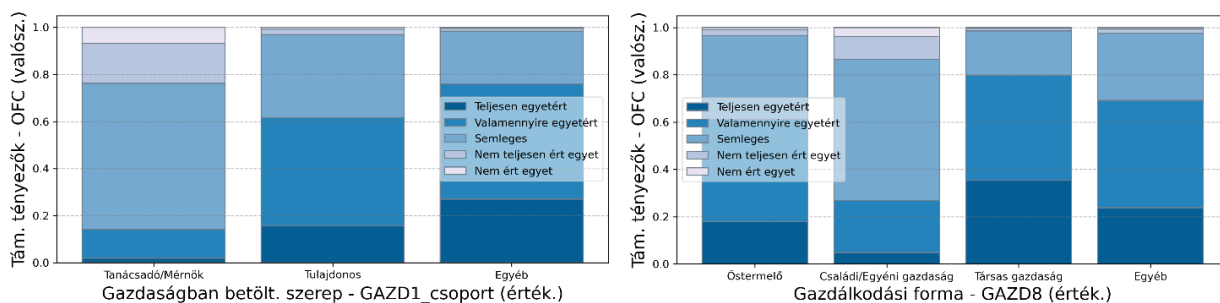
Az eredmények alapján az általános eszközhasználat (*DH1*) egységnyi növekedése 1,277-szeresen fokozza a támogató tényezők (*OFC*) magasabb értékelésének oddsát, kifejezve ezzel a kapcsolódó eszközökkel való tapasztalat pozitív hatását. Az adatgyűjtésre alkalmas eszközök vagy kapcsolódó megoldások pótlólagos használata (*OPER2*) esetében ismét kölcsönhatást figyelhetünk meg a gyakorlati alkalmazás és a támogató tényezők értékelése között, mely szerint az alkalmazott eszközök vagy megoldások számának egységnyi értékelésének növelése 1,080-szorosan növeli a támogató tényezők értékelésének magasabb mivoltának oddsát (53. ábra).



**53. ábra: Az általános eszközhasználat és az előzetes eszközhasználat hatása (OFC)**

*Forrás: Saját adatok*

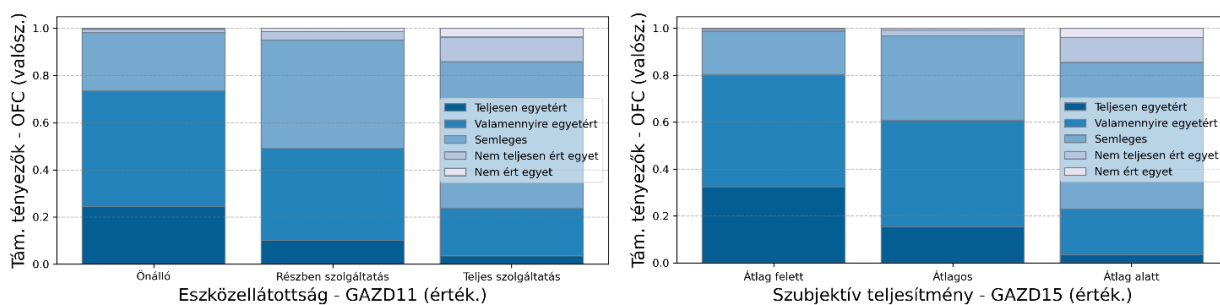
A szervezetben betöltött (*GAZD1*) szerep vizsgálata kapcsán a tanácsadó vagy mérnök pozícióban lévő résztvevőkhöz képest a tulajdonosok esetében a támogató tényezők magasabb értékelésének oddsza 9,753-szorosan nő, tehát a döntéshozók esetében magasabb a támogató tényezők jelenlétének értékelése. Felmerülhet a kérdés, hogy a jelen esetben a döntéshozók értékelik túl a lehetőségeiket, vagy a tanácsadók és mérnökök tekinthetők pesszimistának a rendelkezésre álló lehetőségek értékelésének esetében. E jelenség vizsgálatát teszi lehetővé többek között a jelen kutatás esetében implementált kiegészítő látens változók látens változók látens változók aspektusai. A gazdálkodási forma (*GAZD8*) vizsgálata esetében az őstermelők csoportjába tartozó résztvevőkhöz képest a családi vagy egyéni gazdaság csoportjába tartozók esetében 0,145-szörös csökkenést, míg a társas gazdaságok csoportját alkotók esetében 1,445-szörös növekedést tapasztalhatunk a támogató tényezők magasabb értékelésének oddsát tekintve. Ismét tapasztalhatjuk a korábban is ismertetett szakadékot a családi vagy egyéni gazdaságok esetében az értékelések tükrében, azonban jelenleg a hatás szignifikánsan is kimutatható (54. ábra).



**54. ábra: Az gazdaságban betöltött szerep és a gazdálkodási forma hatása (OFC)**

*Forrás: Saját adatok*

Az operatív jellegű eszközellátottság (*GAZD11*) egyfajta önállóságot sugall, mely szintén befolyásolja a támogató tényezők értékelésének alakulását. A teljesen önálló tevékenységet végző szervezetekhez viszonyítva a részben szolgáltatást alkalmazó szervezetek esetében 0,349-szeresen, míg a kizárólag szolgáltatást alkalmazó szervezetek esetében 0,112-szeresen csökkent a támogató tényezők magasabb értékelésének oddsza. A kapcsolódó szervezet teljesítményének szubjektív értékelése (*GAZD15*) szintén hatással van az értékelésre, mivel a hatékonyabban működő szervezet esetében egyes szűkösségek (például: forrás vagy meglévő eszközök) egyre kevésbé jelentenek korlátot az adaptáció során. Az átlag felett értékelt szervezetekhez képest az átlagosan értékelt szervezetek esetében 0,380-szorosan, míg az átlag alatt teljesítő szervezetek esetében 0,073-szorosan csökken a támogató tényezők magas értékelésének oddsza (55. ábra).



**55. ábra: Az eszközellátottság és a szubjektív teljesítmény hatása (OFC)**

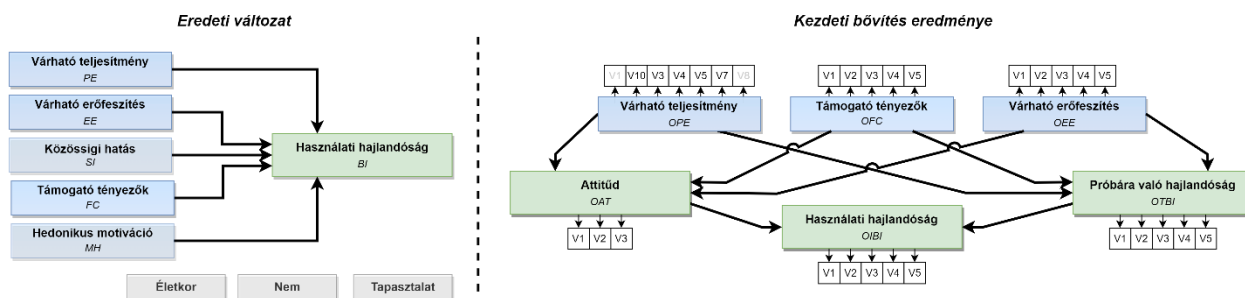
*Forrás: Saját adatok*

Az eredmények alapján a személyi aspektus (*A1*) a várható teljesítmény (*OPE*) és várható erőfeszítés (*OEE*) esetében volt releváns az életkor és végzettség tükrében. Az általános technológiai aspektus (*A2*) hasonló módon volt releváns a számítógép használat és az általános eszközhasználati diverzitás tükrében a támogató tényezők (*OFC*) esetében volt releváns. A szervezeti tényezők (*A3*) mindhárom változó esetében mérvadónak bizonyult a szubjektív teljesítmény, gazdasági szerep, gazdálkodási forma és eszközellátottság tükrében. A gyakorlati aspektus (*A4 és A5*) mindhárom változó esetében releváns volt az adatgyűjtő eszközök használata és bemeneti paraméterek szubjektív prioritása alapján. Konklúzióként elmondható, miszerint a kialakított aspektusokhoz tartozó változók egy része kimutatható hatással van a modellalkotásra alkalmazásra kerülő látens változók értékelésének alakulására, így célszerűnek látom a belőlük

származó többletinformáció felhasználását az esetleges következtetések pontosabb meghatározása céljából. Az ismeretek döntően két irányból kerülhetnek hasznosításra. Azok egyrészt alkalmazhatók az *elemzések további fázisában*, a PLS-SEM modellek kialakítása során moderátorváltozóként, vagy többcsoportos elemzések végrehajtásának alapjaként. Azonban a csoportosító tényezőként való alkalmazás esetén lényeges korlátozásokat jelent az adatgyűjtés limitált jellege, mivel az ilyen irányú alkalmazáshoz szükséges lenne a különböző „csoportok” vagy szintek (ordinális vagy nominális változók esetében) megfelelő mértékű feltöltésére, melynek feloldása további adatgyűjtéssel lehetséges. A további elemzés során való alkalmazáson felül a kiválasztott változók és általuk kifejezett tényezők listája lehetőséget biztosít a *gyakorlatban is releváns változók kiválasztásában*, mely rendszerfejlesztés esetében kiemelt információval szolgál a mérlegelést érdemlő tényezőket illetően.

#### **4.3.6. Az alapmodell kialakítása a használati hajlandóság felmérése érdekében**

A továbbiakban kialakításra és értelmezésre kerül az alapmodell, mely egyfajta bázisként szolgál a területi sajátosságokat kifejező látens változókkal való bővítés során. Az alapmodell kialakításához kapcsolódó feltételezés, miszerint *a UTAUT2 teoretikus keret függő tényezőinek bővítése által kialakított alapmodell magyarázza az attitűdöt, a kipróbálásra való hajlandóságot, illetve ezeken keresztül a beszerzéssel járó használati hajlandóságot* (Tézis 7.). A modell kialakítása során a UTAUT2 teoretikus modellből is ismert, majd módosított várható teljesítmény (*PE, jelen esetben OPE*), várható erőfeszítés (*EE, jelen esetben OEE*) és támogató tényezők (*FC, jelen esetben OFC*) képezték a független változók halmazát, melyek aggregált jellegükből adódóan több látens változó információtartalmát foglalják össze. A felmérés előtt törlésre került az eredeti modellből ezzel szemben az irrelevánsnak tekintett látens változók halmaza, mint a hedonikus motiváció (*HM*) és a közösségi hatás (*SI*), mint ez a látens változók kiválasztása során is kifejtésre került. Az UTAUT modellben függő változóként az eredeti forrás szerint a viselkedési szándék (*BI*) szerepel, azonban ez jelen kutatás esetében bővítésre került a korábbi fejezetekben elhangzottak szerint. Ennek megfelelően, igyekeztem más, kisebb léptékeket reprezentáló látens változókat implementálni, mely révén külön került vizsgálatra az attitűd (*AT*), a kipróbálásra való hajlandóság (*TBI*) és a beszerzéssel járó használati hajlandóság (*BI*) mértéke. Az említett léptékek kiválasztását és hozzáadását kiemelt feladatként kezeltem, mivel ezzel kapcsolatos kutatásokkal nem találkoztam, azonban feltételeztem, miszerint a használat különböző szintjeit reprezentáló függő tényezőkre jellemző ráfordítás és kockázat eltérő mértéke a modellben szereplő tényezők új értelmezésére ad lehetőséget. A kezdeti bővítés eredménye az alábbi 56. ábra szerint látható.



56. ábra: A UTAUT2 alapmodell kezdeti változtatása

Forrás: Saját adatok

A jelen látens változókhoz kapcsolódó mért változók reflektív formában kerültek megfogalmazásra. Mivel az adatgyűjtés, továbbá az adatkezelés és adatelemzés jellemzői az alapmodellhez kapcsolódó látens változók esetén külön kerültek mérésre (*M3* és *M4* aspektus), a releváns látens változók megnevezése az adatgyűjtés aspektusa esetében „O”, míg az adatkezelés és adatelemzés aspektusa esetében „S” előtaggal kerültek kiegészítésre. Az előző fejezetekben tapasztalt eredmények alapján csak az adatgyűjtés aspektusára vonatkozó modell került kialakításra a kapcsolódó látens változók értékelésének feltételezhető egyezősége révén.

Első lépésként kiszámításra kerültek a különböző validációs követelmények megállapítását támogató mutatók, melyet követően kiszámításra került az útvonalmodell. Az első tapasztalatok alapján az *OPE1* és *OPE8* változó alacsony súllyal volt jellemezhető a külső modell vizsgálata során (0,693 és 0,710). Az eredményt alátámasztotta feltáró faktorelemzés is, mely szerint az *OPE1* („Az említett eszközök hasznosak lehetnek a termelésben és üzletben.”) és *OPE8* („Az említett eszközök alkalmazása növelheti a minőséget és élelmiszerbiztonságot.”) a tervezettől eltérő faktorba került besorolásra. A bootstrap mintavétel alapján az érintett külső súlyok szignifikáns jelleggel bírnak, azonban az *OPE1* változó esetében a túlzottan általános megfogalmazás, míg az *OPE8* esetében túlzott specifikusság révén (nem minden területen releváns a kérdés), továbbá a mindkét esetben jellemző alacsony külső súlyok révén kísérletet tettem az érintett változók kihagyására. Mivel a változók kihagyása révén a látens változóhoz tartozó AVE értékek növekedtek, továbbá a módosított modell AIC értéke csökkent, elfogadásra került a módosítás. A tervezés során több, tartalmi tekintetben egyező mért változó került kiválasztásra eltérő forrásokból erre az esetre a tartalmi validitás megőrzéséhez. A módosítások további jóváhagyása érdekében ellenőrző faktorelemzés is elvégzésre került. Az előkövetelménynek vizsgálata során a szignifikáns Bartlett-teszt ( $p \leq 0,001$ ) és a mintavétel megfelelősége ( $KMO = 0,886$ ) a faktorelemzés elvégzésének lehetőségét támogatta. Az ellenőrző faktorelemzés eredményeinek áttekintése alapján a modell illeszkedése javult az eredeti modellhez képest. Az eredeti modell illeszkedése  $CFI = 0,807$  és  $TLI = 0,785$ , míg az alternatív modell illeszkedése  $CFI = 0,837$  és  $TLI = 0,816$  mutatókkal jellemezhető. Ezen felül minden manifestváltozó

szignifikáns faktorsúllyal tartozik a kapcsolódó látens változóhoz. A látens változók vizsgálatát követően az eredmény bemutatás céljából a reflektív modell sajátosságainak megfelelően ellenőrzésre kerül a belső konzisztencia, a konvergens validitás, illetve a diszkrimináns validitás.

A belső konzisztens megbízhatóságot kifejező mutatók (18. táblázat) minden esetben meghaladták a követelményeket. Egyes források a kompozit megbízhatóság túlzottan magas értéke ( $CR > 0,95$ ) esetén redundanciára hívják fel a figyelmet, azonban jelen esetben a kutatás feltáró jellege révén szándékosan kerültek ismétlések a mért változók között a különböző forrásokból származó, de egy tényezőt felmérő látens változók összevonásával. A külső modellt érintő súlyok legrosszabb esetben 0,778 értéket vettek fel az *OPE7* változó esetében, azonban átlagosan 0,892 külső súly volt jellemző a mért változók esetében a látens változókon végzett kezdeti módosításokat követően.

**18. táblázat: Belső konzisztens megbízhatóság és konvergens validitás (ADGY-A-2)**

	<i>Cronbach alfa</i>	<i>rho</i>	<i>CR</i>	<i>AVE</i>
<i>OAT</i>	0,884	0,900	0,929	0,814
<i>OEE</i>	0,951	0,955	0,962	0,837
<i>OFC</i>	0,887	0,894	0,917	0,689
<i>OIBI</i>	0,959	0,960	0,968	0,860
<i>OPE</i>	0,935	0,945	0,951	0,797
<i>OTBI</i>	0,947	0,950	0,959	0,825

*Forrás: Saját számítások*

A diszkrimináns validitás a korrelációk alapján számított HTMT mutatók alapján került meghatározásra (19. táblázat). A számítások alapján a HTMT értékek minden esetben a szakirodalomban meghatározott  $HTMT = 0,9$  küszöbérték alá estek, így kijelenthető, hogy a diszkrimináns validitás feltétele teljesült a látens változók között, tehát meghatározható a közöttük lévő különbség. A terjedelmi korlátok révén nem került közzétételre, azonban Fornell-Larcker kritérium és kereszthatások módszerével (cross loadings) is minden esetben vizsgálatra került a diszkrimináns validitás az esetleges problémák feltárása érdekében.

**19. táblázat: A diszkrimináns validitást kifejező HTMT mutatók (ADGY-A-2)**

	<i>OAT</i>	<i>OEE</i>	<i>OFC</i>	<i>OIBI</i>	<i>OPE</i>
<i>OEE</i>	0,571				
<i>OFC</i>	0,627	0,425			
<i>OIBI</i>	0,595	0,399	0,425		
<i>OPE</i>	0,889	0,656	0,582	0,636	
<i>OTBI</i>	0,488	0,12	0,267	0,685	0,529

*Forrás: Saját számítások*

Reflektív modell révén csak a belső modellre vonatkozóan szükséges a multikollinearitás ellenőrzése. Az eredmények alapján a jelenség kimutatására szolgáló VIF mutatók szakirodalomban meghatározott küszöbérték alatt kerültek meghatározásra, így kijelenthetjük,

hogy a látens változók között nem áll fenn multikollinearitás hatása. Jelen esetben a legmagasabb érték  $VIF = 1,915$  volt, az *OPE* és *OTBI* kapcsolata esetében, míg az átlagosan meghatározott érték  $VIF = 1,549$  volt. Következő lépésként áttekintésre kerülnek az eredmények érdemi részét jelentő útegyütthetők, illetve a bootstrap mintavétel révén azok szignifikanciája. Az említett eredmények az alábbi 20. táblázatban kerültek tételiesen összefoglalásra, kifejezve ezzel a közvetlen hatások jelenlétét.

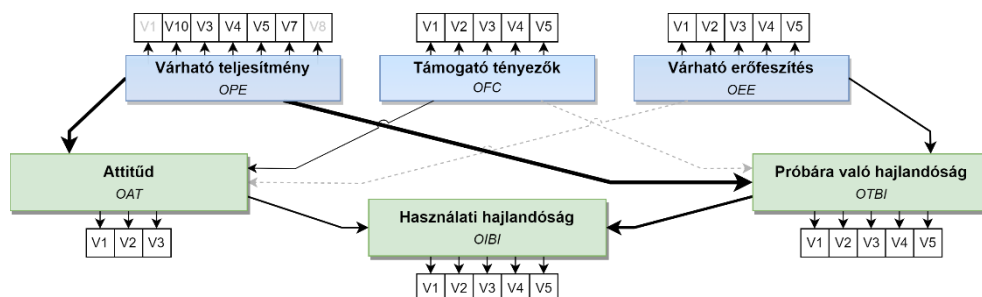
**20. táblázat: Az útegyütthetők alakulása az alapmodell esetén (ADGY-A-2)**

Útvonal	Útegyütthető	Útegy. átlag	Útegy. szórás	t	p
Negatív hatás					
<i>OEE</i> → <i>OTBI</i>	-0,327	-0,329	0,113	2,888	<b>0,002</b>
<i>OFC</i> → <i>OTBI</i>	-0,017	-0,010	0,139	0,124	0,428
Pozitív hatás					
<i>OPE</i> → <i>OTBI</i>	0,721	0,710	0,127	5,675	<b>&lt;0,001</b>
<i>OPE</i> → <i>OAT</i>	0,718	0,715	0,079	9,079	<b>&lt;0,001</b>
<i>OTBI</i> → <i>OIBI</i>	0,516	0,511	0,128	4,022	<b>&lt;0,001</b>
<i>OAT</i> → <i>OIBI</i>	0,322	0,327	0,110	2,940	<b>0,002</b>
<i>OFC</i> → <i>OAT</i>	0,176	0,179	0,077	2,287	<b>0,017</b>
<i>OEE</i> → <i>OAT</i>	0,003	0,003	0,070	0,047	0,461

Forrás: Saját számítások

Kifelé haladva a modell szerkezetének figyelembevételével megállapíthatjuk, hogy az attitűd (*OAT*) és a próbára való hajlandóság (*OTBI*) egyaránt hatással van a beszerzéssel járó használati hajlandóság értékelésére (*OIBI*), tehát a modell legbelső része a feltételezett módon mutat összefüggést. A következő szinten megfigyelhetjük a legnagyobb pozitív súllyal bíró várható teljesítmény (*OPE*) hatását, mely jelentős mértékben magyarázza az előbb említett látens változókat. Az attitűd (*OAT*) esetében  $\beta = 0,718$ , míg a kipróbálásra való hajlandóság esetében (*OTBI*)  $\beta = 0,721$  a jellemző standardizált útegyütthető értéke. A várható teljesítmény (*OPE*) a közvetett hatásokat tekintve minden oldalról szignifikánsan magyarázza a beszerzéssel járó használati hajlandóság (*OIBI*) alakulását, az attitűdön (*OAT*) keresztül a  $\beta = 0,230$ , míg a kipróbálásra való hajlandóságon (*OTBI*) keresztül a  $\beta = 0,348$  standardizált útegyütthető szerint. A látens változó kapcsolata kifejezi, miszerint a teljesítménnyel kapcsolatos elvárások alapvető tényezőként vannak jelen az adaptáció kérdéskörében a rendelkezésre álló adathalmaz alapján. A várható teljesítmény domináns hatása számos kutatás esetében is megfigyelhető (CARLI et al., 2017), így az eredmény nem meglepő. A további látens változók figyelembevételével a második legnagyobb hatással a várható erőfeszítés (*OEE*) látens változó jellemezhető. Az attitűddel (*OAT*) nem került alátámasztásra a kapcsolat mértéke, azonban a próbára való hajlandóság (*OTBI*) esetében sikerült egyértelműen alátámasztható, negatív irányú kapcsolatot felfedezni a standardizált útegyütthető  $\beta = -0,323$  értéke révén. Ebből kifolyólag a várható erőfeszítés (*OEE*) magas értékelése negatív hatással van a próbára való hajlandóságra (*OTBI*), azonban az attitűdöt ez nem befolyásolja. Konklúzióként elmondható, miszerint a komplexnek tűnő (vagy épp annak

gondolt) eszközök esetében csökken a kipróbálásra irányuló hajlandóság, továbbá a közvetett hatások alapján a beszerzéssel járó használati hajlandóság (*OIBI*) is. Ez utóbbi a  $\beta = -0,161$  standardizált útegyütthatóval kifejezett közvetett hatás alapján állapítható meg. Az egyes eszközök és lehetőségek kipróbálása jelentősen hozzájárulhatna az aktuális lehetőségekkel kapcsolatos információk beszerzéséhez, vagyis a tapasztalatszerzéshez és az esetlegesen az információs hiányból eredő hátráltató tényezők csökkentéséhez. A harmadik fő látens változó a támogató tényezőket (*OFC*) foglalja magában, mely esetében szignifikáns hatás volt megállapítható az attitűd (*OAT*) irányába, mindezt  $\beta = 0,161$  standardizált útegyütthatóval jellemezve. A támogató tényezők (*OFC*) és a kipróbálásra való hajlandóság (*OTBI*) esetében nem volt statisztikailag alátámasztható hatás megállapítható, azonban a közvetett hatások figyelembevételével megállapítható volt a szóban forgó látens változó hatása a beszerzéssel járó használati hajlandóságra (*OIBI*), mindezt  $\beta = 0,161$  standardizált útegyütthatóval jellemezve. Összességében az attitűdhöz (*OAT*) tartozó többszörös determinációs együttható értéke  $R^2 = 0,679$ , míg a próbára való hajlandóság esetében a mutató  $R^2 = 0,305$  értéket vett fel. Az ezekkel kapcsolatban álló, beszerzéssel járó használati hajlandósághoz (*OIBI*) kapcsolódó többszörös determinációs együttható értéke  $R^2 = 0,483$ . A szakirodalom és az elképzelések alapján, optimalizálás nélkül kialakított modell szerkezete az 57. ábra alapján látható. Az útvonalakat reprezentáló vonalak szélessége az útegyütthatók értékei alapján kerültek meghatározásra.



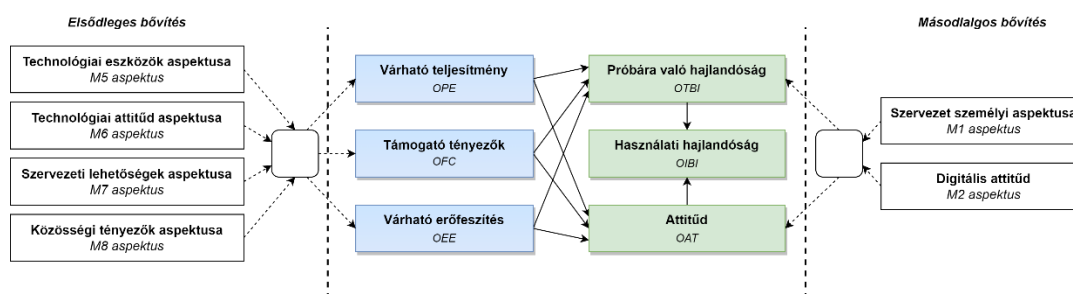
**57. ábra: Az első alapmodell felépítése (ADGY-A-2)**

*Forrás: Saját adatok*

Az alapmodell kialakítása révén megállapításra került a UTAUT2 technológiai elfogadottság mérésére kialakított modell alkalmazhatósága, azonban az eredeti, kezdetleges módosítások nélküli modell a szakirodalomban való gyakori alkalmazás ellenére meglehetősen általánosnak tekinthető, melyet tovább fokoz a változók széles információtartalma. A korábban bemutatott előzetes változószelekció révén lehetőség nyílik a modell bővítésére, ezzel alkalmazkodva az terület és az ágazat sajátosságaihoz. A továbbiakban áttekintésre kerülnek az alkalmazásra kerülő változók (*M1*, *M2* modell aspektus), majd iteratív számítások alapján összevont metaadatok segítségével kerül kiválasztásra a végleges modellvariáns, mely a remények szerint hitelesebben képes kifejezni az említett sajátosságokat.

#### 4.3.7. Az alapmodell bővítésének terve

A kialakított alapmodell esetében a kezdeti módosítások ellenére (alkalmazás elhivatottságának mértéke) tapasztalható volt a túlzottan általános felépítés, mely nem feltétlen alkalmazkodik a terület és ágazat sajátosságaihoz. Ebből adódóan került bemutatásra korábban a változószelekció két lépése, melynek eredményeként rendelkezésre állnak a modell bővítése érdekében a feltételezett fontosság szerint kategorizált *elsődleges* és *másodlagos* változók. Azonban, mivel nem áll rendelkezésre stabil elméleti alap a bővítés támogatásához, kialakításra került egy alkalmazás, mely lehetővé teszi előzetes megkötések (döntően irreleváns hatások kizárása) figyelembevételével a modellvariánsok generálását, megoldását, majd metaadatainak gyűjtését, ezzel támogatva a megfelelő modellszelekciót. Az alkalmazás feladatai magában foglalják az adatok előkészítését, modellvariáns szerkezetének kialakítását (kombinációk kialakítása a korlátozások figyelembevételével), a modell eredményeinek kiszámítását, a fő paraméterek (alkalmazott független változók, külső és belső súlyok, illeszkedés és egyéb) strukturálását és rendszerezését, majd sorrendek kialakítását. A modell bővítése két szinten történik, melynek terve az alábbi 58. ábra szerint kerül bemutatásra. Az *elsődleges bővítés* során az alapmodell független változói kerülnek bővítésre az elsődleges modellaspektusokban foglalt látens változók alkalmazásával, az eredeti változók és szerkezet elemeinek megtartása mellett, míg a *másodlagos bővítés* során a figyelem az UTAUT2 modellben szereplő tömör információtartalmú független változóinak magyarázatára fordul, a másodlagos modellaspektusokban foglalt látens változók alkalmazásával.



58. ábra: Az elsődleges és másodlagos modellbővítés terve

Forrás: Saját adatok

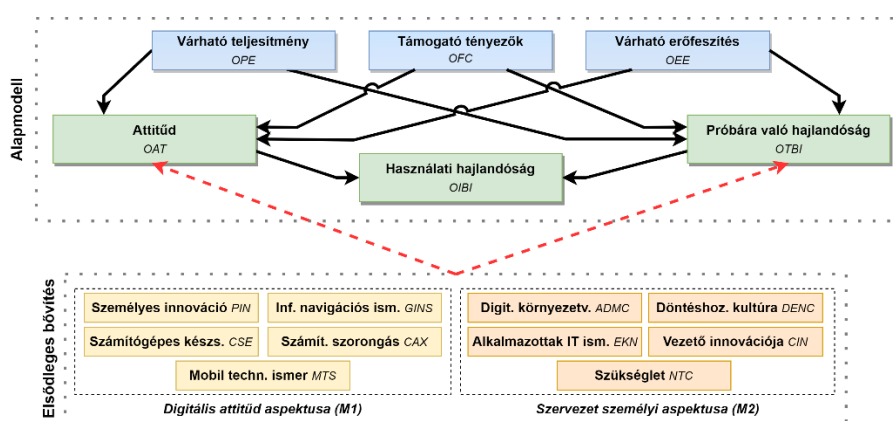
Az 4.3.1. fejezetben bemutatott változószelekció során a szakirodalom által validált (tartalmi hitelesség kapcsán) látens változók kerültek gyűjtésre, melyek kifejezetten PLS-SEM modellekben kerültek alkalmazásra a vizsgált kutatások során. Ennek ellenére az eltérő lefedettség révén (*számítógépes készségek* és *számítógépes adatkezelési készségek* közötti különbség) előfordulhatnak átfedések a változók között. Ebből adódóan az alapmodell bővítése előtt áttekintésre kerültek az első, majd második lépésben kiválasztott látens változók egy kezdeti PLS-SEM modellbe való illesztés által az esetleges problémák meghatározása és korrekciója érdekében.

Az említett modell célja csak a változók ellenőrzése volt, így a kapcsolódó eredmények nem kerülnek részletesen bemutatásra. A modell a szerkezetét tekintve az alapmodell felépítését követi, a benne lévő független változók a vizsgált aspektusban foglalt változóira való kicserélését követően. Az áttekintés során aspektusonként kerültek vizsgálatra az esetleges eltérések (*MI* és *MI* modellaspektus). A *digitális attitűd aspektusban (MI)* szereplő változók alapján alkotott modellvariáns validitási szintjeit reprezentáló mutatók, illetve az útegyütthatók kezdeti kiszámítását követően több mért változóval is felmerült probléma a külső modell vizsgálata során tapasztalt alacsony súly révén, beleértve a számítógépes szorongás (*CAX*) látens változóhoz tartozó *CAX2* (kérdés: „Ijesztően hat, hogy adatvesztés fenyegethet egy rossz lépés következtében”, külső súly: 0,443), *CAX3* (kérdés: „Hezitálok az informatikai eszközök alkalmazásakor javíthatatlan hibák lehetősége miatt”, külső súly: 0,688), az információ navigációs ismeretek (*GINS*) látens változóhoz tartozó *GINS1* (kérdés: „Nehezen döntöm el, hogy milyen kulcsszavakat használjak internetes keresés során”, külső súly: 0,354) és *GINS5* (kérdés: „Sok weboldal felépítése zavaró számomra”, külső súly: 0,385) változókat, továbbá a személyes innováció (*PIN*) látens változóhoz tartozó *PIN1* (kérdés: „Kíváncsi vagyok rá, hogy hogyan működnek a dolgok”, külső súly: 0,634) változókat. A kérdések értelmezése során nem tűnik fel egyértelmű logikai szeparáció a kérdések között, mely okozhatná a problémát, azonban a *CAX* látens változóban foglalt mért változók esetén tapasztalható eltérés a megfogalmazott jelenség mértékét illetően. Feltáró faktorelemzés alkalmazásával nem volt magyarázható az említett változók problémája, ennek ellenére más következtetések megfigyelhetőek voltak. Az eredmények szerint a számítógépes készségek (*CSE*) látens változóba tartozó *CSE5* és *CSE6* változók a mobil technológia ismereteket (*MTS*) reprezentáló faktorba kerültek besorolásra. A kérdések áttekintését követően világossá vált, miszerint a *CSE5* és *CSE6* változókhoz tartozó kérdések logikailag jobban illeszkednek az *MTS* látens változóhoz, mivel azok az aktuális trendek alapján a mobil technológiák alkalmazására gyakrabban vonatkoznak, eltávolodva a faktorhoz tartozó további kérdések esetén jellemző általánosabb megfogalmazástól. Az eddigi konklúziók alapján az *MTS* és *CSE* látens változómódosításra került az említett változók áthelyezésével, melyet követően a *CSE* látens változóban foglalt mért változók száma csökkent, azonban elfogadható keretek között maradt. További módosítás eredményeként törlésre került a *GINS1* és *GINS5*, továbbá a *PIN1* változó a külső modell áttekintése során tapasztalt alacsony súly révén. Mivel több változó módosításra és törlésre került, szükséges volt a feltáró és ellenőrző faktorelemzés ismételt elvégzése, melynek eredménye támogatta a felvázolt módosítások szükségét. A látens változók módosítását követően újra elvégzésre kerültek az útvonalmodell megoldásához és előfeltételeihez kapcsolódó számítások az eredmények véglegesítése érdekében. A módosított látens változók belső konzisztens megbízhatósága és konvergens validitása egyaránt javult. Ezt követően a

szervezet személyi aspektusát (M2) leíró látens változók halmaza került áttekintésre, az alapmodellnek megfelelő szerkezet alapján, továbbá azzal azonos, többlépcsősen kialakított függő változók alkalmazásával. A reflektív modell sajátosságai alapján kiszámításra kerültek a validitási szinteknek megfelelő mutatók, majd ezt követően az útegyütthetők. Ezek alapján nem volt tapasztalható probléma a kapcsolódó látens változókat illetően, így nem volt szükség módosításra.

#### 4.3.8. Az alapmodell elsődleges bővítése

Az előző eredmények alapján megállapításra került az alapmodell általános mivolta, mely révén felmerül a feltételezés, hogy *lehetőség van a területhez és ágazathoz való alkalmazkodásra és a modell teljesítményének fokozására az alapmodell független tényezőinek bővítése által* (Tézis 8). Az alkalmazott látens változók számának csökkentése és a különböző aspektusba sorolt látens változók egységesítése lehetővé teheti nagyobb volumenű és pontosabb felmérések megvalósítását a jövőben. A kérdés megválaszolásához az eddig ismert két függő változóra, nevezetesen az attitűdre (OAT) és a próbára való hajlandóságra (OIBI) gyakorolt hatás került vizsgálatra a rendelkezésre álló M1, M2 és az alapmodell esetében már alkalmazott M3 modellaszpektusokba tartozó látens változók alkalmazásával. A modellvariáns kialakításához az általános hatások vizsgálata kapcsán megismert alkalmazás került módosításra és felhasználásra. Az optimalizálás az alábbi 59. ábra szerint kerül megvalósításra. Mint azt látjuk, az eddig implementált változók rögzítésre kerültek, majd a további változók által történő változás került vizsgálatra.



59. ábra: Az elsődleges modellbővítés stratégiája

Forrás: Saját adatok

Jelen esetben két kombinációs listáról beszélünk a két belső függő változóra (OAT és OTBI) gyakorolt hatások vizsgálata érdekében. Mivel jelen esetben általánosnak tekinthető látens változók kerültek alkalmazásra az érintett aspektusokon belül (ellenben a későbbi fejezetekkel), nem volt szükség empirikus felülbírálatra a konstruktorok közötti kapcsolatok korlátozásához. A kiszámolt variánsok számának csökkentése során azonban korlátozásra került a kombinációk láncolata, mely révén mindkét függő változó esetén maximum 6 konstruktor kapcsolata került

definiálásra, ezzel csökkentve a változók túlzó mennyiségét. Ennek figyelembevételével a lehetséges modellvariánsok száma 16.769.025 volt, azonban ennek csak 70%-a került kiszámításra véletlen kiválasztás szerint a jelentős számítási időtartam mérséklése céljából. A metaadatok mindenekelőtt az illeszkedés szerint szűrésre kerültek (az előző variánsok maximuma szerint), majd szakaszosan kerültek áttekintésre az illeszkedés, az alkalmazott független változó száma és a modell minőségét kifejező mutatók (AIC) figyelembevételével. A belső konzisztens megbízhatóság és konvergens validitás vizsgálatához a gyakorlat mintájára kiszámításra kerültek a szükséges mutatók (21. táblázat), melyek alapján nem volt kimutatható probléma a szakirodalom javaslatával való összevetése során, így megállapítható, hogy a kapcsolódó feltételei teljesültek.

**21. táblázat: Belső konzisztens megbízhatóság és konvergens validitás (ADGY-D)**

	<i>Cronbach alfa</i>	<i>rho</i>	<i>CR</i>	<i>AVE</i>
<i>ADMC</i>	0,885	0,966	0,926	0,807
<i>CAX</i>	0,811	0,830	0,913	0,840
<i>CSE</i>	0,849	0,855	0,908	0,768
<i>DENC</i>	0,794	0,810	0,878	0,706
<i>NTC</i>	0,886	0,893	0,922	0,747
<i>OAT</i>	0,887	0,898	0,930	0,818
<i>OEE</i>	0,949	0,953	0,961	0,831
<i>OFC</i>	0,885	0,907	0,915	0,683
<i>OIBI</i>	0,959	0,961	0,968	0,858
<i>OPE</i>	0,937	0,946	0,952	0,800
<i>OTBI</i>	0,944	0,945	0,958	0,819

*Forrás: Saját számítások*

A diszkrimináns validitás megállapítása révén kiszámított HTMT mutatók vizsgálata és a szakirodalomban megfogalmazott küszöbértékkel való összevetés során nem találtam problémát. A várható teljesítmény (*OPE*) és az attitűd (*OAT*) esetében az átlagosnál magasabb érték volt tapasztalható, azonban az a küszöbérték megfelelő tartományában található. Összességében kijelenthető, hogy a diszkrimináns validitás feltételei teljesültek a modell esetében (22. táblázat).

**22. táblázat: A diszkrimináns validitást kifejező HTMT mutatók (ADGY-D)**

	<i>ADMC</i>	<i>CAX</i>	<i>CSE</i>	<i>DENC</i>	<i>NTC</i>	<i>OAT</i>	<i>OEE</i>	<i>OFC</i>	<i>OIBI</i>	<i>OPE</i>
<i>CAX</i>	0,307									
<i>CSE</i>	0,225	0,172								
<i>DENC</i>	0,511	0,084	0,330							
<i>NTC</i>	0,441	0,137	0,361	0,492						
<i>OAT</i>	0,465	0,068	0,465	0,732	0,565					
<i>OEE</i>	0,394	0,221	0,592	0,532	0,489	0,552				
<i>OFC</i>	0,446	0,167	0,268	0,519	0,506	0,619	0,44			
<i>OIBI</i>	0,300	0,198	0,357	0,488	0,445	0,575	0,401	0,426		
<i>OPE</i>	0,465	0,101	0,390	0,702	0,555	0,882	0,649	0,586	0,619	
<i>OTBI</i>	0,177	0,128	0,191	0,339	0,127	0,480	0,109	0,256	0,660	0,509

*Forrás: Saját számítások*

A belső modellt érintő multikollinearitás vizsgálata esetében végzett számítás eredményeként a legmagasabb érték  $VIF = 2,171$  volt az attitűd (*OAT*) és a várható teljesítmény (*OPE*) kapcsolatát érintve, míg átlagosan  $VIF = 1,629$  érték volt a jellemző. Összességében a multikollinearitás jelensége nem volt kimutatható a látens változók kapcsolatát illetően. A következő lépésként a modell számításának érdemi részeként az alábbi 23. táblázat alapján áttekintésre kerülnek az útegyütthetők, illetve a bootstrap mintavétel révén azok szignifikanciája.

**23. táblázat: Az útegyütthetők alakulása az alapmodell esetén (ADGY-D)**

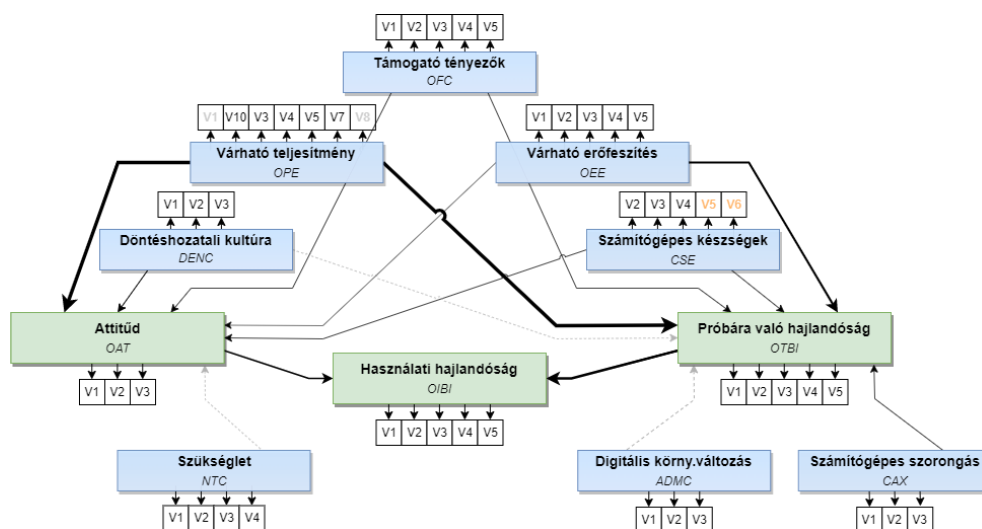
<i>Útvonal</i>	<i>Útegyütthető</i>	<i>Útegy. átlag</i>	<i>Útegy. szórás</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
Negatív hatás					
<i>OEE</i> → <i>OTBI</i>	-0,434	-0,426	0,115	3,778	<0,001
<i>CAX</i> → <i>OTBI</i>	-0,147	-0,14	0,094	1,561	0,059
<i>OEE</i> → <i>OAT</i>	-0,110	-0,107	0,082	1,339	0,090
<i>ADMC</i> → <i>OTBI</i>	-0,048	-0,039	0,099	0,485	0,314
Pozitív hatás					
<i>OPE</i> → <i>OTBI</i>	0,674	0,657	0,113	5,988	<0,001
<i>OPE</i> → <i>OAT</i>	0,668	0,657	0,098	6,848	<0,001
<i>OTBI</i> → <i>OIBI</i>	0,495	0,491	0,132	3,737	<0,001
<i>OAT</i> → <i>OIBI</i>	0,320	0,325	0,112	2,848	0,002
<i>DENC</i> → <i>OAT</i>	0,185	0,187	0,079	2,350	0,009
<i>CSE</i> → <i>OAT</i>	0,142	0,140	0,063	2,251	0,012
<i>CSE</i> → <i>OTBI</i>	0,135	0,128	0,093	1,453	0,073
<i>OFC</i> → <i>OAT</i>	0,132	0,133	0,074	1,800	0,036
<i>NTC</i> → <i>OAT</i>	0,092	0,096	0,055	1,672	0,047
<i>DENC</i> → <i>OTBI</i>	0,068	0,065	0,099	0,682	0,248

*Forrás: Saját számítások*

Az elsődleges bővítés eredményeként kiválasztott modellváltozat fontos szempont volt az alapmodell szerkezetének és változóinak megtartása. Így a már korábban említett változók továbbra is szerepelnek a modellben, bár azok súlya kis mértékben változott a változóösszetétel eltérése révén. Ezzel szemben az alapmodell esetében tapasztaltakhoz képest jelentős változás figyelhető meg azonban a várható erőfeszítés (*OEE*) attitűdre (*OAT*) gyakorolt hatását illetően. Az alapmodell esetében nem volt kimutatható szignifikáns hatás, míg jelen esetben enyhe szignifikáns, negatív hatás volt megfigyelhető  $\beta = -0,110$  útvonalegyütthető mellett. Emellett eltérés a támogató tényezők (*OFC*) kipróbálásra való hajlandóságra (*OTBI*) gyakorolt hatásának kizárása, mely az alapmodell esetében bekerült (optimalizálás hiányában), azonban nem volt kimutatható szignifikáns hatással.

A korábban már megismert tételeken túl a továbbiakban a modellbe bekerült új változók kerülnek áttekintésre. Negatív hatást érintően csak a számítógépes szorongás (*CAX*) kipróbálásra való hajlandóságra (*OTBI*) gyakorolt hatása bizonyult szignifikánsnak  $\beta = -0,147$  útvonalegyütthető mellett, míg a digitális környezetváltozás (*ADMC*) bár bekerült a modellbe, hatása nem tekinthető szignifikánsnak. A számítógépes szorongás jelen esetben az alkalmazásból eredő kellemetlen tapasztalatokat foglalja össze, azonban kérdés, hogy ez a tapasztalat hiányából

eredő feltételezés esetéből származik. Pozitív hatások tekintetében leginkább kiemelhető a döntéshozatali kultúra (*DENC*) attitűdre (*OAT*) gyakorolt hatása  $\beta = 0,185$  útegyüttható mellett, melyek a számítógépes készségek (*CSE*) változó követ mind az attitűdre (*OAT*) és a kipróbálásra való hajlandóságra (*OTBI*) gyakorolt hatásával. A számítógépes készség jelen esetben párként értelmezhető a szorongás esetével, mivel a két változó szinte azonos súllyal rendelkezik, így feltételezhetően az ismeretek hiányára vezethető vissza az alkalmazás hajlandóságát befolyásoló egyik tényező. Legkisebb, ám a több esethez képest nem elhanyagolható mértékben a szükséglet (*NTC*) volt pozitív hatással az attitűd (*OAT*) alakulására. A modellvariáns kiválasztása során hangsúlyos volt a használt változók és feltételezett kapcsolatok csökkentése. A variánsok számítása során a megkötések ilyen irányú befolyásolása nélkül az új látens változók szinte egyenlő arányban kerültek kiválasztásra digitális attitűd (*MI*) és szervezet személyi aspektusa (*M2*) megnevezésű változócsoportokból. Mindkét aspektus esetében a benne foglalt 5 látens változó közül 2-2 képviselő került a modellbe aspektusonként. Bár a szervezet személyi aspektusa (*M2*) esetében három változóról beszélünk, a benne foglalt digitális környezetváltozás (*ADMC*) nem szignifikáns hatása révén nem került számlálásra. A kialakult szerkezet biztosíthatja különböző megközelítések megfelelő figyelembevételét, ezzel szélesebb látószöveget biztosítva az értelmezés során. A modell felépítése az alábbi 60. ábrán kerül bemutatásra.



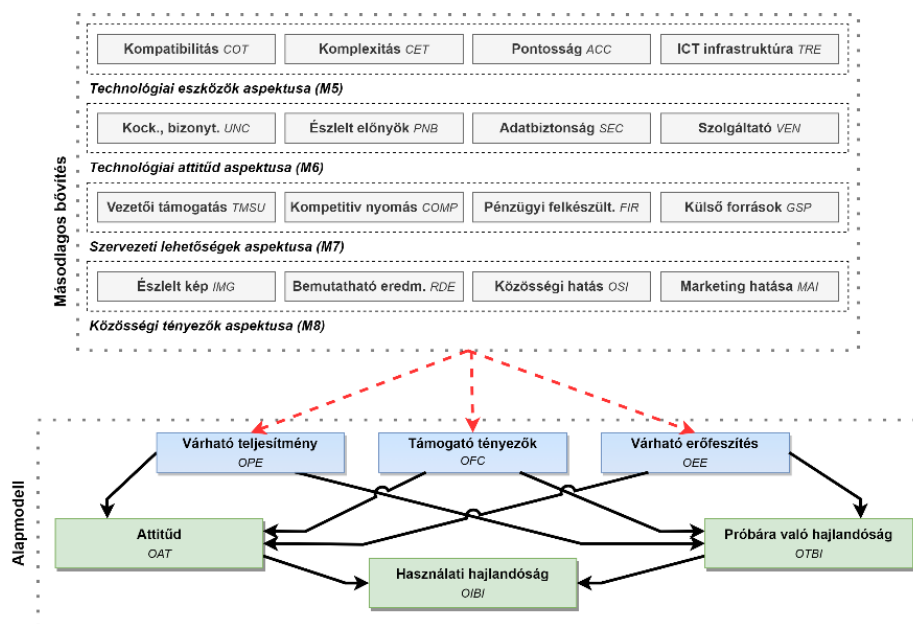
**60. ábra: A kiválasztott optimalizált alapmodell (ADGY-D)**

*Forrás: Saját ábra és adatok*

Összességében az attitűdhez (*OAT*) tartozó többszörös determinációs együttható értéke  $R = 0,715$ , míg a próbára való hajlandóság esetében ez a mutató  $R^2 = 0,339$  értéket vett fel, mely javulást mutat a korábbi három variánsok eredményeihez képest. Az implementált látens változók bár nem jellemezhetők olyan nagy súllyal, mint az alapmodellben használt összevont változók, azonban azok értelmezése további hatásokra hívhatja fel a figyelmet az adaptáció részarányának növelését célzó stratégiák megfogalmazása során.

#### 4.3.9. Az alapmodell másodlagos bővítése

Az alapmodell kialakítása során alkalmazott UTAUT2 modellben szereplő független változók, beleértve a várható teljesítmény (*OPE*), várható erőfeszítés (*OEE*) és támogató tényezők (*OFC*) összevont jelleggel bírnak, azaz több látens változó egyes jellemzői kerültek összevonásra a kialakításuk során (VENKATESH et al., 2003), így mivel kevesebb változó fejezi ki az adott jelenséget, az információtartalmuk meglehetősen koncentrált. A szakirodalomra jellemző gyakori használat ellenére kérdéses, hogy az aktuális kontextusban (vagy általánosságban, az eredeti forrásként szolgáló kutatásra jellemző kontextustól eltérve) mennyire képesek a változók reprezentálni az megfogalmazott jelentéget. A változószelekció első két lépését bemutató fejezetben láthattuk, miszerint számos kiegészítő látens változó került mérésre, beleértve az összefoglaló *M5*, *M6*, *M7* és *M8* modellaspektusokban foglalt tételeket. Jelen esetben felmerül a feltételezés, hogy a *UTAUT2* teoretikus keretben szereplő független tényezők megfelelően magyarázhatók a válogatott, másodlagos modellváltozók egyes kombinációi által (Tézis 9.). A kiegészítő aspektusok felmérése eltérő részvételi arány mellett megvalósításra az opcionális kitöltés révén, mely korlátozta a módszertani lehetőségeket. Hasonlóan az elsődleges modellbővítéshez, mivel nem áll rendelkezésre stabil elméleti alap a szerkezetet illetően, a modellvariánsok több esete került áttekintésre. Ezek kialakítása előtt igyekeztem szakmailag alátámasztható hatásokat kifejező korlátozásokat kialakítani a kapcsolatokat illetően a korábbiakhoz hasonlóan, elkerülve ezzel az irreleváns hatások figyelembevételét és torzító hatását. A változókombinációk lekérdezése során az elkövetkezőkben közzétett 62. ábra szerint jelölt korlátozások kerültek bevezetésre. Az ábrán nem jelölt metszetek által reprezentált kapcsolatok tiltásra kerültek a nem alátámasztható kapcsolatok szelektálása céljából. A kombinációk és modellek kialakítása, a számítások elvégzése és az ebből eredő metaadatok kezelése a nagy volumenű adatok révén a korábban is alkalmazott, a kutatás során erre a célra készített alkalmazás segítségével történt. A releváns függő változókhoz az implementált másodlagos, kiegészítő látens változók fennmaradt kombinációi kerültek hozzárendelésre, mely 65.518 modellvariáns számítását jelentette. Az így keletkezett metaadatok alapján került lekérdezésre, a szakmailag alátámasztható modellvariánsok halmaza, vizsgálva ezzel a lehetséges a jellemző csoportosulásokat (legtöbbször együtt szereplő változók), a hatásnagyságot és az illeszkedést. Fontos megemlíteni, hogy az előző variánsokkal ellenben a korlátozott felmérésben szereplő látens változók kerültek alkalmazásra, így az eltérő minta révén a hatásnagyságok változhatnak. A modellek iteratív kialakítása során az alábbi 61. ábra szerint felvázolt terv került kivitelezésre.



61. ábra: A másodlagos modellbővítés stratégiája

Forrás: Saját adatok

Az iteratív keresések először a látens változók módosítása nélkül kerültek kivitelezésre, mivel a tapasztalatok alapján szükséges volt egy kezdeti ciklus a látens változók kapcsán esetlegesen felmerülő problémák megoldásának támogatása érdekében, melynek szüksége magyarázható a területi kiegészítések implementálásával. Ebből adódóan eredmények összevetésével szerzett tapasztalatokban foglalt módosítások implementálásra kerültek a második ciklus végrehajtása előtt, mely végül alkalmazásra került az eredmények bemutatása során. A kivitelezés során aspektusonként külön-külön és a változók teljes halmazának együttes figyelembevételével egyaránt elvégzésre kerültek a szükséges számítások. A **technológiai eszközök aspektusában (M5)** foglalt változók vizsgálata során nem volt eltérés tapasztalható a meghatározott látens változókba való tartozást illetően, így nem került implementálásra módosítás a látens változók szerkezetét érintően. A **technológiai attitűd (M6)** vizsgálata során a *PNB6* („A megoldások alkalmazása csökkentheti a műtrágyát és vegyszert érintő beruházásokat.”) változó esetében enyhe átfedést tapasztaltam a súlyok alapján, míg a *VEN2* („Fontos, hogy elérhető legyen megfelelő technikai támogatás a szolgáltató/gyártó által.”) és *VEN3* („Fontos a szolgáltatóval való jó kapcsolat.”) változó esetében egyértelmű átrendeződés volt tapasztalható. A változók tartalmi vizsgálatát követően a fogalmazásmódból kifolyólag érezhető volt, miszerint a *VEN2* és *VEN3* változó sokkal inkább értelmezhető a szolgáltatóval való kapcsolat tükrében, míg a faktorhoz tartozó további változók egyértelműen a márkanévre és szolgáltatóra fókuszálnak, mint a vevő bizalmát fokozó tényezőre. Mivel a *PNB6* változó a faktorhoz tartozó további változókhoz képest túlzottan specifikus, az előző gyakorlatoknak megfelelően törlésre kerül, mivel a célcsoport tevékenységi körét figyelembe véve annak tartalma nem minden esetben értelmezhető. Kísérletet

tettem a *VEN2* és *VEN3* változó külön látens változóba való rendezésével, azonban az eredmények ezt nem tették lehetővé újbóli átrendeződések révén. A külön látens változóba való implementálás újbóli adatgyűjtést tenne szükségessé a látens változók további változóval való alátámasztását követően ennek megfelelően a megbízhatóság növelése révén kihagyásra kerültek az említett változók. A módosítást követően a változók között megvalósítható volt az egyértelmű elkülönülés. A **szervezeti lehetőségek aspektusának (M7)** vizsgálata során a *CET4* („Az említett technológiai megoldások alkalmazása aránylag összetett.”) változó kapcsán enyhe átfedést, míg az *ACC3* („Az említett eszközök és megoldások pontos eredményeket biztosíthatnak a munkánk során.”) változó esetében teljes átrendeződést tapasztaltam a súlyok alapján. A *CET4* változóhoz kapcsolódó kérdés esetében magyarázható az eltérés a kérdés objektív jellegéből kifolyólag, mivel a faktorhoz tartozó további kérdések egyértelműen szubjektív formában kerültek megfogalmazásra. Bár nem tapasztalható erős átfedés, a redundancia révén lehetőség van az említett változó kihagyására a tartalmi validitás sérülése nélkül. Az *ACC3* változó esetében nem találtam magyarázatot az eltérések forrását illetően. Egyedüli eltérés a faktorhoz tartozó további kérdésekkel való összevetés esetén az enyhe specifikusság („...munkánk során.”) megjelenése, azonban véleményem szerint ez kis eséllyel lehet az eltérések forrása. A változó kihagyása esetén a látens változók között egyértelműen kimutathatóvá vált az eltérés a változókhoz kapcsolódó súlyok alapján. A **közösségi tényezők aspektusának (M8)** vizsgálata során Az *IMGI* („A gazdaságok, melyek információs technológiákat alkalmaznak a termelés során, nagy jelentőséggel bírnak.”) és *RDEI* („Az információs technológiák használatának lehetséges eredménye nyilvánvaló.”) változó pozícióinak cseréjét tapasztaltam a kapcsolódó súlyok alapján, azonban tartalmi egyezőséget nem találtam. Az *IMGI* változó esetében az abszolút jelző, míg *RDEI* változó esetében az esetleges objektivitás (a látens változóhoz tartozó további szubjektív kérdések mellett) okozhatja az eltéréseket. Átrendezésre nem volt lehetőség, azonban a változók kihagyása esetében egyértelmű különbség volt kimutatható a látens változók között.

Az első iteratív elemzések alapján megállapításra kerültek a felsoroltak közül a ténylegesen szükséges módosítások, majd újból kiszámításra került az összes kombináció a végleges adathalmaz kialakítása érdekében. A metaadatok összefoglalása során az előző fejezetekben bemutatott módszer került módosításra a PLS-SEM modellek kontextusában való alkalmazhatóság elősegítéséhez. Ennek megfelelően az metaadatok az említett korlátozó tényezők (releváns kapcsolatok, statisztikailag kimutatható hatással bíró változók aránya) szerint szűrésre, majd rendszerezésre kerültek az illeszkedés, a szignifikáns hatások és az útvonalegyütthetők figyelembevételével. Összegzésként az alábbi 62. ábra alapján láthatjuk, hogy a különböző látens változók hány alkalommal jelentek meg a variánsokban statisztikailag kimutatható hatással. Az

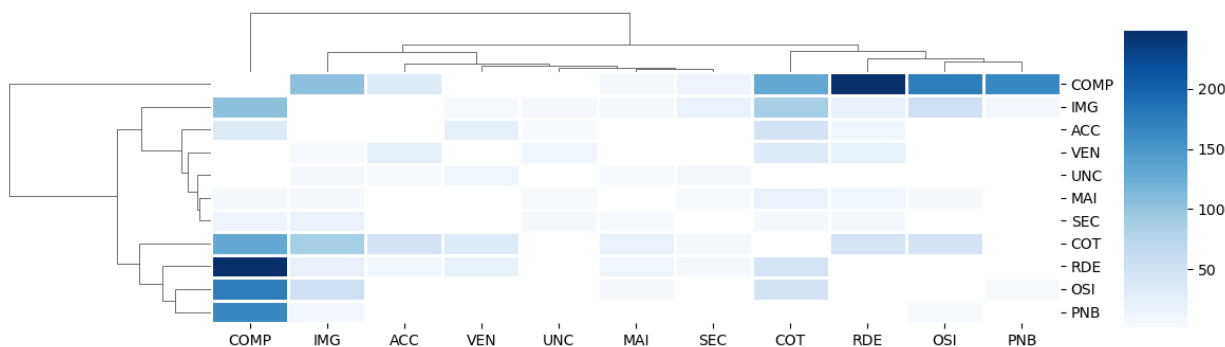
ábra kifejezi a kapcsolatokat érintő felülbírálás jellemzőit is, mely alapján a metszettel nem rendelkező kapcsolatok kizárásra kerültek az adott hatás relevanciájának alacsony mértéke révén.

	M5				M6				M7				M8			
	COT	CET	ACC	TRE	UNC	PNB	SEC	VEN	TMSU	COMP	FIR	GSP	IMG	RDE	OSI	MAI
Várható teljesítmény <i>OPE - 7 változó</i>	237	0	108		24	176	23	75		716			161	308	213	29
Várható erőfeszítés <i>OEE - 5 változó</i>	118	304		269	12	281		42	69	9	27	1				
Támogató tényezők <i>OFC - 5 változó</i>	19108	4833	133	1472	718	873	2291	2734	25738	132	846	2	10145	8671	4709	1444

**62. ábra: A modellalkotás során alkalmazott változók megjelenése és korlátozásai**

Forrás: Saját adatok

A várható teljesítményre (PE) gyakorolt hatások vizsgálata esetében a szűréseket követően elvégzett lekérdezések alapján 941 modellvariáns volt megfelelőnek tekinthető az M5, M6, M7 és M8 aspektus látens változóinak figyelembevételével a kezdeti 65.518 variánshoz képest. A modellvariánsok listája alapján a legjobb illeszkedéssel rendelkező 8 variáns azonos szignifikáns hatást reprezentál, eltérő változókombinációk alkalmazásával. Az adathalmaz figyelembevételével, a kapcsolatokat érintő tiltások alkalmazását követően legtöbb alkalommal a kompetitív nyomás (COMP), a bemutatható eredmények (RDE), a kompatibilitás (COT), a közösségi hatás (OSI), az észlelt előnyök (PNB) és az észlelt kép (IMG) látens változója jelent meg, mint szignifikáns hatással bíró tényező. Az ilyen módon gyakrabban előforduló látens változók és azok csoportosítása az alábbi 63. ábrán tekinthető át. A modellvariánsok esetében gyakran előforduló esetek mellett a szakmai megfontolások alapján kiemelt figyelmet érdemel az arányait tekintve alacsonyabb előfordulási gyakorisággal bíró pontosság (ACC) és adatbiztonság (SEC) kérdése is.



**63. ábra: A szignifikáns változókombinációk elfordulása a várható teljesítmény esetében**

Forrás: Saját adatok

A kialakított módszer alapján csökkentésre kerültek a kapcsolódó független változók az illeszkedés jelentősebb mértékű csökkenéséig, melynek eredményeként a 20D-K2053 azonosítóval rendelkező modell került kiválasztásra. A szóban forgó variáns 9 független változó alkalmazásával magyarázza a várható teljesítmény (OPE) értékelésének alakulását. A reflektív kapcsolatokat implementáló SEM modell esetén releváns előkövetelmények vizsgálata során nem szembesültem a korábban említett korrekciókon felül módosítás szükségével a mért változók vagy látens változók tekintetében, így az alábbiakban a végleges alternatíva kerül bemutatásra, kezdve

a validitás különböző szintjeit alátámasztó mutatókkal. A belső konzisztens megbízhatóság és konvergens validitás meglétét reprezentáló mutatók (24. táblázat) vizsgálata során nem volt tapasztalható eltérés a szakirodalomban meghatározott küszöbértékekhez képest, mely révén a belső konzisztens megbízhatóság és konvergens validitás feltételei teljesültek az alkalmazott mutatók figyelembevételével.

**24. táblázat: Belső konzisztens megbízhatóság és konvergens validitás (20D-K2053)**

	<i>Cronbach alfa</i>	<i>rho</i>	<i>CR</i>	<i>AVE</i>
<i>COMP</i>	0,862	0,862	0,935	0,879
<i>COT</i>	0,895	0,933	0,921	0,701
<i>IMG</i>	0,726	2,674	0,832	0,719
<i>MAI</i>	0,920	0,938	0,949	0,863
<i>OAT</i>	0,883	0,885	0,928	0,812
<i>OIBI</i>	0,941	0,943	0,955	0,810
<i>OPE</i>	0,876	0,928	0,915	0,693
<i>OTBI</i>	0,964	0,964	0,972	0,873
<i>PNB</i>	0,901	0,907	0,927	0,720
<i>RDE</i>	0,807	0,835	0,892	0,737
<i>SEC</i>	0,917	2,253	0,912	0,675
<i>UNC</i>	0,930	1,445	0,961	0,925
<i>VEN</i>	0,872	0,909	0,905	0,657

*Forrás: Saját számítások*

A diszkriminációs validitás vizsgálata során kiszámított HTMT mutatók kapcsán a legtöbb esetben megfelelő eredménnyel találkozhatunk, azonban egyes esetekben az érték megközelíti a szakirodalomban megfogalmazott,  $HTMT = 0,9$  felső küszöbértéket. Ennek ellenére a számítások alapján teljesült a diszkriminációs validitás eléréséhez szükséges követelmény (25. táblázat).

**25. táblázat: A diszkriminációs validitást kifejező HTMT mutatók (20D-K2053)**

	<i>COMP</i>	<i>COT</i>	<i>IMG</i>	<i>MAI</i>	<i>OAT</i>	<i>OIBI</i>	<i>OPE</i>	<i>OTBI</i>	<i>PNB</i>	<i>RDE</i>	<i>SEC</i>	<i>UNC</i>
<i>COT</i>	0,544											
<i>IMG</i>	0,498	0,645										
<i>MAI</i>	0,714	0,302	0,586									
<i>OAT</i>	0,742	0,402	0,680	0,621								
<i>OIBI</i>	0,708	0,300	0,317	0,386	0,614							
<i>OPE</i>	0,713	0,288	0,411	0,521	0,855	0,645						
<i>OTBI</i>	0,639	0,144	0,218	0,564	0,689	0,722	0,737					
<i>PNB</i>	0,551	0,316	0,497	0,754	0,660	0,474	0,579	0,551				
<i>RDE</i>	0,468	0,344	0,537	0,442	0,375	0,557	0,377	0,452	0,653			
<i>SEC</i>	0,109	0,297	0,136	0,178	0,109	0,154	0,163	0,173	0,390	0,604		
<i>UNC</i>	0,152	0,184	0,308	0,196	0,151	0,211	0,255	0,184	0,268	0,195	0,231	
<i>VEN</i>	0,639	0,403	0,355	0,767	0,596	0,524	0,606	0,675	0,850	0,714	0,487	0,169

*Forrás: Saját számítások*

A multikollinearitás vizsgálata érdekében áttekintésre kerültek a belső modellt érintő VIF mutatók, mely alapján nem került megállapításra a multikollinearitás jelenléte. A számítások

alapján a legmagasabb,  $VIF = 3,911$  érték a várható teljesítmény (*OPE*) és a szolgáltató (*VEN*) jellemzőinek kapcsolata esetében merült fel, azonban átlagosan  $VIF = 2,237$  érték volt a jellemző. A maximális érték lényegesen több az eddig megszokott variánsokhoz képest, azonban a szakirodalomban meghatározott küszöbértéket nem éri el. Az alábbiakban 26. táblázatban áttekintésre kerülnek a standardizált útegyütthetők, illetve a bootstrap mintavétel segítségével számított szignifikancia. Az útegyütthetők alapján megállapításra kerültek a várható teljesítményre (*OPE*) hatással lévő tényezők, továbbá a kapcsolódó hatások erőssége.

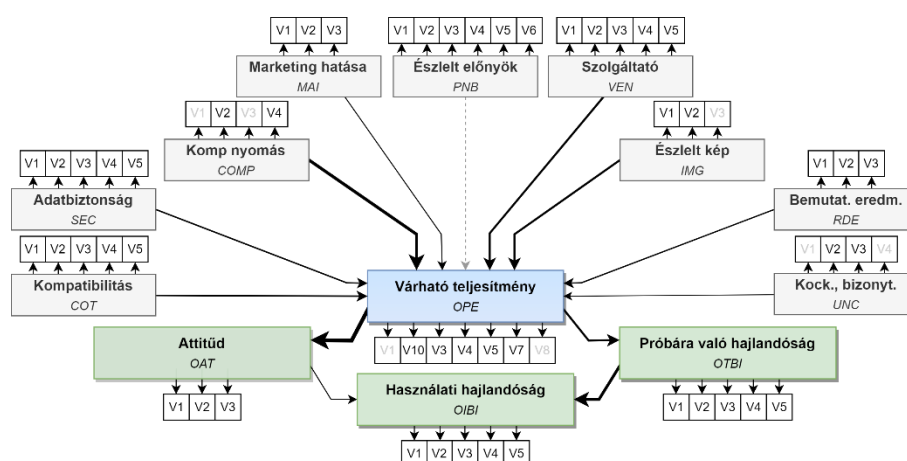
**26. táblázat: Az útegyütthetők alakulása a választott variáns esetén (20D-K2053)**

Útvonal	Útegyütthető	Útegy. átlag	Útegy. szórás	t	p
Negatív hatás					
<i>MAI</i> → <i>OPE</i>	-0,415	-0,299	0,250	1,660	<b>0,049</b>
<i>COT</i> → <i>OPE</i>	-0,291	-0,198	0,183	1,588	<b>0,056</b>
<i>RDE</i> → <i>OPE</i>	-0,262	-0,203	0,191	1,371	<b>0,085</b>
<i>UNC</i> → <i>OPE</i>	-0,171	-0,145	0,120	1,427	<b>0,077</b>
Pozitív hatás					
<i>COMP</i> → <i>OPE</i>	0,603	0,434	0,247	2,444	<b>0,007</b>
<i>VEN</i> → <i>OPE</i>	0,417	0,349	0,232	1,794	<b>0,036</b>
<i>IMG</i> → <i>OPE</i>	0,406	0,377	0,225	1,801	<b>0,036</b>
<i>SEC</i> → <i>OPE</i>	0,274	0,135	0,216	1,267	<b>0,100</b>
<i>PNB</i> → <i>OPE</i>	0,050	0,124	0,195	0,254	0,400

Forrás: Saját számítások

Az eddigi gyakorlatnak megfelelően bentről kifelé haladunk az értelmezést illetően, azaz mindenekelőtt megállapításra kerül, miszerint a várható teljesítmény szignifikáns hatással van az attitűdre (*OAT*) és a kipróbálásra való hajlandóságra (*OTBI*) egyaránt, az előző eredményeknek megfelelően. Kifelé haladva a modell kapcsolati szerkezetén a legnagyobb pozitív hatással a kompetitív nyomás (*COMP*) jellemezhető ( $\beta = 0,603$ ), mely alapján a kompetitív hatások megjelenése pozitívan járul hozzá a különböző eszközök és módszerek várható teljesítményének (*OPE*) értékeléséhez. Ez mindenképp releváns lehet abban az esetben, ha a versenytársak már implementáltak a szóban forgó eszközök és megoldások közül egyes lehetőségeket. A listán szereplő látens változókat követi a szolgáltató (*VEN*) hatása ( $\beta = 0,417$ ), mely révén megállapítható, miszerint a szolgáltató egyes aspektusainak magas értékelése (például: általános ismertség) hozzájárul az várható teljesítmény (*OPE*) alakulásához. Harmadik a sorban az észlelt kép (*IMG*) hatása ( $\beta = 0,406$ ), mely alapján kijelenthető, hogy a megítélés szerepet játszik az várható teljesítmény (*OPE*) értékelésében, avagy az eszközök és megoldások használhatósága és az ebből eredő, gazdaságot érintő külső megítélés értékelése kölcsönhatásban áll egymással. Végül, de a kapcsolódó útegyütthető ( $\beta = 0,274$ ) alapján szintén magas prioritással bíró tényező az adatbiztonság (*SEC*) tényezőit fessegeti, mely alapján kifejezhető, hogy a várható teljesítmény szerves részét képezi az adatbiztonság kérdésköre, tehát az adatbiztonságot jelentő tételek (például: adatvesztés és harmadik fél által történő hozzáférés) értékelése hozzájárul a várható

teljesítmény (*OPE*) alakulásához. A negatív hatásokat szemrevételezve láthatjuk, miszerint a marketing hatása (*MAI*) negatívan befolyásolja a várható teljesítmény alakulását ( $\beta = -0,415$ ). Ebből adódóan felmerül a kérdés, hogy a marketingtevékenységek milyen okból adódóan csökkentik az elvárásokat, mivel a feltételezések szerint a csökkenő információs hiány az új lehetőségek bemutatása révén a várható teljesítmény fokozásával kellene párosulnia. Értelmezésem szerint a hatás többek között a rendszerszemlélet hiányával magyarázható. Az egyes reklámtevékenységek esetében a lehetőségek egy-egy szeletével találkozunk, azonban a rendelkezésre álló felületen nincs lehetőség a különböző megoldások közötti szinergia (az adatok teljes életútja a gyűjtéstől a felhasználásig külön megoldásokat igényel) és az ezzel együtt a tényleges előnyök prezentálására, melyből adódóan mérséklődhetnek az elvárások, mivel az értelmezés alapján a kollektíven tekintett eszközök és módszerek összessége (melynek közös értelmezése az invarianciaelemzés alapján bizonyításra került) „csak annyira képes”, mint ami az individuális hirdetésben szerepelt. A negatív hatásokat tovább bővíti a bemutatható eredmények (*RDE*) hatásának megjelenése ( $\beta = -0,262$ ). A látens változó elsősorban a szubjektív ismereteket reprezentálja, mely alapján a válaszadó képesnek érzi magát a lehetséges előnyök szóbal történő bemutatására. A bizonytalanság (*UNC*) negatív hatása ( $\beta = -0,171$ ) mondhatni egyértelmű, mivel az kifejezi, miszerint a fokozódó bizonytalanság (megtérülés, hatékonyság) jelentősen csökkenti a várt teljesítmény értékelését. A magyarázat szerint nem határozhatunk meg fokozott elvárásokat, amennyiben nincs bizodalunk az eszközök és megoldások használhatóságában. A kiválasztott modellvariáns szerkezete, a jellemző útvonalak, illetve módosítások az alábbi 64. ábrán kerülnek bemutatásra.



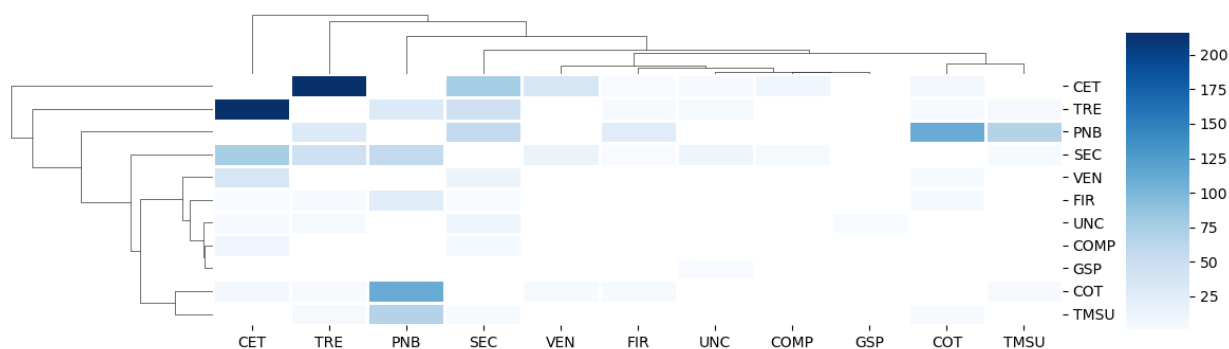
**64. ábra: A várható teljesítmény (OPE) kapcsán választott modellvariáns (20D-K2053)**

*Forrás: Saját adatok*

A várható teljesítmény (*OPE*) estében a többszörös determinációs együtttható  $R^2 = 0,566$  értéket vett fel, míg az útvonalakon kifelé haladva található attitűd (*OAT*) és kipróbálásra való

hajlandóság (*OTBI*) sorra  $R^2 = 0,592$  és  $R^2 = 0,477$  értékkel jellemezhető, továbbá az utolsó elemként jelenlévő, beszerzéssel járó használati hajlandóság  $R^2 = 0,512$  értékkel jellemezhető.

A **várható erőfeszítésre (EE)** gyakorolt hatások vizsgálata esetében az eredményeket érintő lekérdezések alapján 621 modellvariáns tekinthető megfelelőnek a kezdeti 65.518 variánshoz képest az *M5*, *M6*, *M7* és *M8* modellaspektus látens változóinak figyelembevételével. A számítások alapján a kapcsolatokat érintő tiltások érvényesítését követően legtöbb alkalommal a komplexitás (*CET*), az észlelt előnyök (*PNB*) és az IKT infrastruktúra (*TRE*) látens változó volt szignifikáns hatással a várható erőfeszítés értékelésére. A számítások során legtöbb esetben kimutatott hatással bíró látens változók és azok csoportosítása az alábbi 65. ábrán látható.



**65. ábra: A szignifikáns változókombinációk elfordulása a várható erőfeszítés esetében**

Forrás: Saját adatok

A várható erőfeszítés értékelését leginkább befolyásoló független változók jellemzően gyakran előforduló csoportjai alapján két variáns került kiválasztásra, melyek közül egy került implementálásra az eredmények bemutatása érdekében. Az azonos változócsoportokat képviselő modellek illeszkedés és változószám alapján történő rendezését követően a *20E-K3030* azonosítójú modellvariáns került kiválasztásra, mely 7 független változóval magyarázza a várható erőfeszítés (*OEE*) értékelését. A kiválasztott variáns esetében az előkövetelmények vizsgálata során nem tapasztaltam további módosítás igényét a második iterációs folyamat előtt kialakított állapothoz képest a látens változók és mért változókat illetően. Alternatív módosításként az előző tapasztalatok alapján a kimeneti értékelések invertáltan kerültek alkalmazásra. A reflektív modellek esetében alkalmazott validációs szintek vizsgálatát alátámasztó számítások az alábbiakban kerülnek bemutatásra. A belső konzisztens megbízhatóság és konvergens validitás megállapítása céljából számított mutatók áttekintése alapján nem tapasztaltam a szakirodalomban megfogalmazott küszöbértékek átlépését, így azok követelményei teljesültek (27. táblázat).

**27. táblázat: Belső konzisztens megbízhatóság és konvergens validitás (20E-K3636)**

	<i>Cronbach alfa</i>	<i>rho</i>	<i>CR</i>	<i>AVE</i>
<i>CET</i>	0,737	0,862	0,878	0,783
<i>COMP</i>	0,848	1,227	0,921	0,854
<i>FIR</i>	0,930	0,960	0,949	0,825

	<i>Cronbach alfa</i>	<i>rho</i>	<i>CR</i>	<i>AVE</i>
<i>OAT</i>	0,890	0,894	0,932	0,819
<i>OEE</i>	0,938	0,942	0,953	0,801
<i>OIBI</i>	0,954	0,956	0,965	0,845
<i>OTBI</i>	0,958	0,967	0,968	0,857
<i>SEC</i>	0,908	0,928	0,931	0,729
<i>TRE</i>	0,847	0,872	0,897	0,687
<i>UNC</i>	0,923	1,278	0,959	0,921
<i>VEN</i>	0,863	0,915	0,896	0,636

Forrás: Saját számítások

A belső konzisztens megbízhatóság és konvergens validitás meglétét reprezentáló mutatók vizsgálata során nem volt tapasztalható eltérés a szakirodalomban meghatározott küszöbértékekhez képest, így a belső konzisztens megbízhatóság és konvergens validitás feltételei teljesültek az minden alkalmazott mutató esetében (28. táblázat).

**28. táblázat: A diszkrimináns validitást kifejező HTMT mutatók (20E-K3636)**

	<i>CET</i>	<i>COMP</i>	<i>FIR</i>	<i>OAT</i>	<i>OEE</i>	<i>OIBI</i>	<i>OTBI</i>	<i>SEC</i>	<i>TRE</i>	<i>UNC</i>
<i>COMP</i>	0,255									
<i>FIR</i>	0,122	0,319								
<i>OAT</i>	0,082	0,678	0,242							
<i>OEE</i>	0,257	0,202	0,163	0,303						
<i>OIBI</i>	0,075	0,731	0,288	0,599	0,348					
<i>OTBI</i>	0,334	0,589	0,180	0,528	0,122	0,540				
<i>SEC</i>	0,123	0,135	0,474	0,158	0,380	0,164	0,158			
<i>TRE</i>	0,346	0,419	0,644	0,475	0,389	0,499	0,440	0,647		
<i>UNC</i>	0,131	0,217	0,197	0,241	0,162	0,334	0,143	0,202	0,154	
<i>VEN</i>	0,506	0,493	0,340	0,304	0,185	0,333	0,566	0,397	0,665	0,170

Forrás: Saját számítások

A diszkrimináns validitás vizsgálatát támogató HTMT mutatók áttekintése során nem tapasztaltam eltérést a szakirodalomban megfogalmazott küszöbértékek figyelembevételével, ebből adódóan a látens változók között egyértelmű különbség mutatható ki, tehát a diszkrimináns validitás feltétele teljesült. A belső modellt érintő multikollinearitás vizsgálata során nem tapasztaltam kiugró értéket, mely utalhat a multikollinearitás jelenlétére. A maximális érték  $VIF = 2,389$  volt, míg átlagosan  $VIF = 1,445$  érték volt a jellemző. A lényegesebb eredmények bemutatása érdekében az alábbi 29. táblázatban láthatjuk az implementált útvonalakat reprezentáló útegyütthetők és a bootstrap mintavétel alapján azok szignifikanciáját

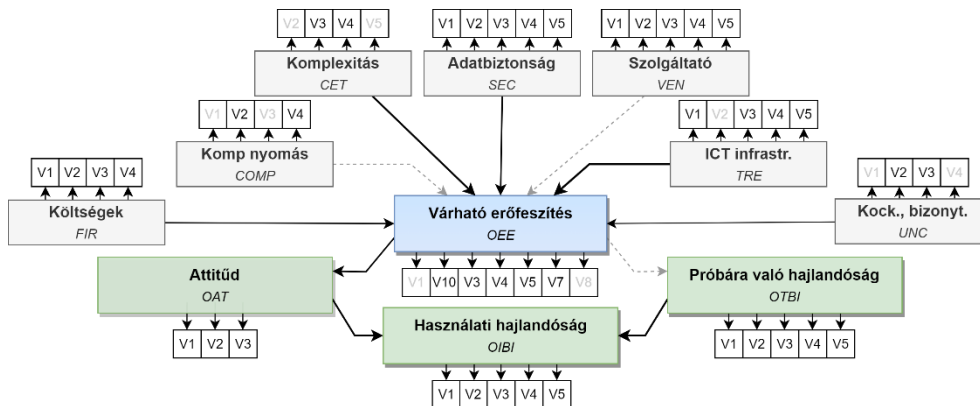
**29. táblázat: Az útegyütthetők alakulása a választott variáns esetén (20E-K3636)**

Útvonal	Útegyütthető	Útegy. átlag	Útegy. szórás	<i>t</i>	<i>p</i>
Negatív hatás					
<i>CET</i> → <i>OEE</i>	-0,343	-0,322	0,154	2,229	<b>0,013</b>
<i>FIR</i> → <i>OEE</i>	-0,238	-0,194	0,159	1,497	<b>0,067</b>
<i>UNC</i> → <i>OEE</i>	-0,196	-0,199	0,145	1,351	<b>0,088</b>
<i>VEN</i> → <i>OEE</i>	-0,001	0,025	0,186	0,004	0,498

	Pozitív hatás				
TRE → OEE	0,375	0,344	0,181	2,067	<b>0,019</b>
SEC → OEE	0,280	0,285	0,151	1,853	<b>0,032</b>
COMP → OEE	0,143	0,082	0,186	0,769	0,221

Forrás: Saját számítások

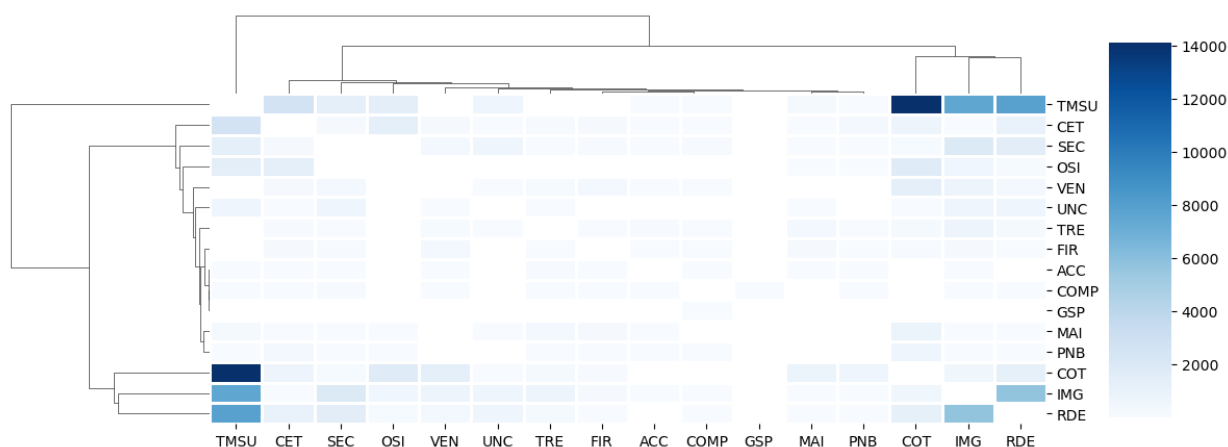
Az eredmények áttekintése során megfigyelhetjük, miszerint az első modellhez (ADGY-A-2) hasonlóan a várható erőfeszítés csak a kipróbálásra való hajlandóságra (OTBI) van szignifikáns hatással, azonban az attitűdre (OAT) nincs statisztikailag bizonyítható hatással. Bentről kifelé haladva a modellszerkezet figyelembevételével a legmagasabb pozitív útvonalegyütthatóval IKT infrastruktúra (TRE) jellemezhető ( $\beta = 0,379$ ), mely kifejezi számunkra, miszerint minél magasabb az aktuális felszereltség, annál kisebb mértékben érezzük erőfeszítésnek az új eszközök és megoldások adaptálását és használatát. Ezt követi az adatbiztonság (SEC) kérdése  $\beta = 0,278$  útvonalegyütthatóval jellemezve, mely értékelése pozitívan járul hozzá a várható erőfeszítés (OEE) alakulásához, tehát az adatbiztonság fontosabb pontjainak garantálása esetén jellemzően alacsonyabb a kapcsolódó szakértelem igénye, továbbá a hardver és szoftverigény (például: konfigurációs tételek, biztonsági mentésekhez szükséges tároló, tűzfalak). Végül a kompetitív nyomás (COMP) szintén enyhe pozitív kapcsolatban áll a várható erőfeszítés értékelésével, tehát a versenytársak által történő használat könnyebb adaptálhatóságot sugall a döntéshozók számára, mivel nem egyedi és megvalósíthatatlan folyamatról van szó. Az ellenkező oldal eseteit említve, a komplexitás (CET) látens változója jelen esetben negatív kapcsolatot képez a várható erőfeszítés értékelésével, tehát magas feltételezett komplexitás esetén nő a várható erőfeszítés mértéke. Ez szintén természetes és várt hatásként került kimutatásra. Az ellentétes kapcsolatok sorát követi költségeket (FIR) reprezentáló látens változó (pénzügyi források rendelkezésre állása), mely szintén negatív kapcsolatban áll a várható erőfeszítések értékelésével, hasonlóan bizonytalanság (UNC) látens változó által reprezentált tényezőhöz (megtérülés és hatékonyság kérdése). A meghatározott módszerek szerint kiválasztott modell felépítése az alábbi 66. ábrán látható.



66. ábra: A várható erőfeszítés (OEE) kapcsán választott modellvariáns (20E-K3636)

Forrás: Saját adatok

A **támogató tényezőkre (OFC)** gyakorolt hatások vizsgálata esetében a megfelelő szűréseket követően 36.053 modellvariáns tekinthető megfelelőnek a kezdeti 65.518 variáns közül az *M5*, *M6*, *M7* és *M8* modellaspektus látens változóinak figyelembevételével. Az eredmények szerint, a kapcsolatokat érintő korlátozásoknak megfelelő alternatívák esetén legtöbbször a vezetői támogatás (*TMSU*), a kompatibilitás (*COT*), az észlelt kép (*IMG*), a bemutatható eredmények (*RDE*), a komplexitás (*CET*), a közösségi hatás (*OSI*), a szolgáltató (*VEN*), az adatbiztonság (*SEC*), az IKT infrastruktúra (*TRE*), a marketing hatása (*MAI*) és a költségek (*FIR*) látens változó jelentek meg. A leggyakrabban előforduló látens változók csoportosulása az eddigi gyakorlatnak megfelelően az alábbi 67. ábrán kerül bemutatásra.



**67. ábra: A szignifikáns változókombinációk elfordulása a támogató tényezők esetében**

Forrás: Saját adatok

A támogató tényezők (*OFC*) értékelését befolyásoló független változók vizsgálata során három modellvariáns került kiválasztásra a változócsoportok alapján, melyből egy variáns került implementálásra az eredmények bemutatásához. Az azonos változócsoportokat képviselő modellek illeszkedés és változószám szerinti rendezését követően a *20F-K1133* azonosítójú modellvariáns került kiválasztásra, mely 8 független változóval magyarázza a támogató tényezők értékelésének alakulását. A reflektív modellre jellemző előkövetelményeknek való megfelelés vizsgálata során nem tapasztaltam további módosítás szükségét a konstruktorokat és mért változókat illetően a második iterációs folyamat előtt végzett módosításokhoz képest.

**30. táblázat: Belső konzisztens megbízhatóság és konvergens validitás (20F-K1133)**

	<i>Cronbach alfa</i>	<i>rho</i>	<i>CR</i>	<i>AVE</i>
<i>ACC</i>	0,802	0,853	0,882	0,715
<i>COT</i>	0,895	0,906	0,923	0,705
<i>FIR</i>	0,927	0,94	0,949	0,822
<i>IMG</i>	0,732	0,802	0,878	0,784
<i>OAT</i>	0,887	0,889	0,930	0,817
<i>OFC</i>	0,886	0,890	0,916	0,687
<i>OIBI</i>	0,942	0,943	0,956	0,812
<i>OTBI</i>	0,964	0,965	0,972	0,875

	<i>Cronbach alfa</i>	<i>rho</i>	<i>CR</i>	<i>AVE</i>
<i>RDE</i>	0,807	0,812	0,884	0,719
<i>SEC</i>	0,917	0,934	0,937	0,749
<i>TMSU</i>	0,905	0,930	0,940	0,839
<i>UNC</i>	0,928	1,201	0,962	0,928

*Forrás: Saját számítások*

A belső konzisztens megbízhatóság és konvergens validitás megállapítása érdekében kiszámításokra kerültek a releváns mutatók, melyek alapján a szakirodalomban található küszöbértékekkel való összevetést követően nem tapasztaltam problémát az összes alkalmazott mutató figyelembevételével. A számítások alapján a belső konzisztens megbízhatóság és konvergens validitás kritériumai teljesültek (30. táblázat).

### 31. táblázat: A diszkrimináns validitást kifejező HTMT mutatók (20F-K1133)

	<i>ACC</i>	<i>COT</i>	<i>FIR</i>	<i>IMG</i>	<i>OAT</i>	<i>OFC</i>	<i>OIBI</i>	<i>OTBI</i>	<i>RDE</i>	<i>SEC</i>	<i>TMSU</i>
<i>COT</i>	0,433										
<i>FIR</i>	0,366	0,465									
<i>IMG</i>	0,700	0,613	0,257								
<i>OAT</i>	0,342	0,376	0,185	0,617							
<i>OFC</i>	0,364	0,669	0,454	0,516	0,526						
<i>OIBI</i>	0,306	0,331	0,336	0,293	0,593	0,384					
<i>OTBI</i>	0,218	0,132	0,151	0,237	0,648	0,370	0,685				
<i>RDE</i>	0,606	0,312	0,503	0,516	0,377	0,336	0,531	0,447			
<i>SEC</i>	0,402	0,298	0,478	0,138	0,124	0,357	0,167	0,156	0,590		
<i>TMSU</i>	0,505	0,477	0,654	0,292	0,318	0,731	0,405	0,357	0,688	0,531	
<i>UNC</i>	0,222	0,211	0,189	0,300	0,133	0,142	0,238	0,175	0,179	0,220	0,051

*Forrás: Saját számítások*

A diszkrimináns validitás vizsgálata céljából vizsgált HTMT mutatók (31. táblázat) kiszámítása, majd azok a szakirodalomban található küszöbértékekkel való összevetésük alapján megállapítható volt a látens változók között fennálló egyértelmű különbség, így a diszkrimináns validitás feltételét teljesültek tekinthetjük. A belső modellt érintően áttekintésre került a multikollinearitás jelenléte, mely vizsgálatához kiszámításra kerültek a jellemző VIF mutatók. Az eredmények alapján nem volt kimutatható a multikollinearitás hatása. A legmagasabb érték  $VIF = 2,461$  volt az támogató tényezők (*OFC*) és az észlelt kép (*IMG*) kapcsolatát érintően, míg átlagosan  $VIF = 1,784$  volt a jellemző érték. A jellemző útegűtthetők az alábbiakban kerülnek bemutatásra, kifejezve ezzel a főbb hatásokat (32. táblázat).

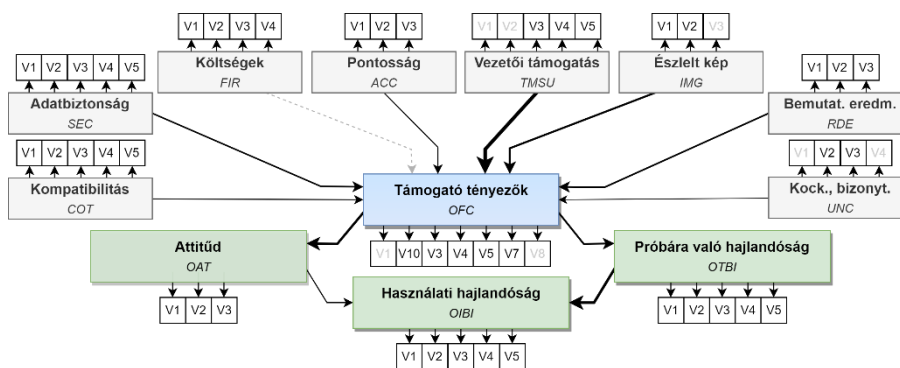
### 32. táblázat: Az útegűtthetők alakulása a választott variáns esetén (20F-K1133)

<i>Útvonal</i>	<i>Útegűtthető</i>	<i>Útegy. átlag</i>	<i>Útegy. szórás</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
Negatív hatás					
<i>RDE</i> → <i>OFC</i>	-0,321	-0,307	0,171	1,876	<b>0,030</b>
<i>ACC</i> → <i>OFC</i>	-0,229	-0,186	0,139	1,652	<b>0,049</b>
<i>UNC</i> → <i>OFC</i>	-0,154	-0,136	0,123	1,245	<b>0,100</b>
<i>FIR</i> → <i>OFC</i>	-0,134	-0,138	0,128	1,046	0,148

	Pozitív hatás				
<i>TMSU</i> → <i>OFC</i>	0,693	0,682	0,143	4,842	<0,001
<i>IMG</i> → <i>OFC</i>	0,418	0,381	0,182	2,296	0,011
<i>SEC</i> → <i>OFC</i>	0,291	0,281	0,167	1,738	0,041
<i>COT</i> → <i>OFC</i>	0,211	0,215	0,134	1,568	0,058

Forrás: Saját számítások

Az értelmezésem szerint a várható teljesítmény (*OPE*) és a támogató tényezők (*OFC*) alapján megfogalmazott hatások kölcsönhatásban vannak egymással, mivel a támogató tényezők (nagyobb halmazként) magukban foglalják a különböző feltételeket az adaptáció céljából (technológiai, humán és egyéb feltételek formájában), azonban magukban foglalják azon tényezőket is, melyek motiváció révén támogatják az adaptációs döntést. Ilyen tényezők lehetnek az alkalmazás esetén tapasztalt előnyök, mely a várható teljesítmény (*OPE*) látens változó értelmezésével párhuzamos. Ebből adódóan, bár a két látens változó a UTAUT2 modellhez való tartozásuk által szinte mindig együtt szerepel a kutatásokban, hasonlóságokra számítok a korábbi, várható teljesítmény (*OPE*) esetében jellemző eredményekhez viszonyítva. Az útegyütthetők vizsgálata során a szokásos módon belülről kifelé haladunk. Ebből adódóan mindenekelőtt megállapításra került, miszerint a támogató tényezők (*OFC*) értékelése szignifikáns hatással van az attitűd (*OAT*) és a kipróbálásra való hajlandóság (*OTBI*) értékelésére egyaránt. A támogató tényezők értékelésére legnagyobb pozitív hatással a vezetőség támogatásának (*TMSU*) értékelése volt, mely kapcsolat útvonalegyütthetője  $\beta = 0,693$  értékkel jellemezhető. Ebből adódóan a vezetőség támogatásának mértéke hozzájárul a támogató tényezők egészének alakulásához. A felvázolt sorrendben ezt a hatást követi az észlelt kép (*IMG*) értékelésével való pozitív kapcsolat,  $\beta = 0,693$  útvonalegyütthetővel jellemezve, mely alapján a pozitív megjelenés szintén értelmezhető támogató tényezőként a külső megítélés közvetett hatása révén. Az adatbiztonság hatása is megnyilvánul  $\beta = 0,291$  útvonalegyütthetővel egyeztethető mértékben, tehát a megfelelő adatvédelem jelenléte pozitívan befolyásolja a támogató tényezők (*OFC*) értékelését a korábban említett tételek révén. A sorrend alapján utolsó, ám ennek ellenére fontos szerepe van a kompatibilitás (*COT*) hatásának,  $\beta = 0,211$  útvonalegyütthetővel jellemezve. A kapcsolat szinte egyértelmű, melynek magyarázata, miszerint a meglévő technológiai, szervezeti és humán keretekbe való illeszkedés pozitív mivolta támogató tényezőként értelmezhető. A pozitív hatások mellett a bemutatható eredmények (*RDE*) értékelése ellentétes hatást eredményez, melynek egyértelmű oka nem határozható meg. A kiválasztott modell felépítése az alábbi 68. ábrán látható.



**68. ábra: A támogató tényezők (OFC) esetében választott modellvariáns (20F-K1133)**

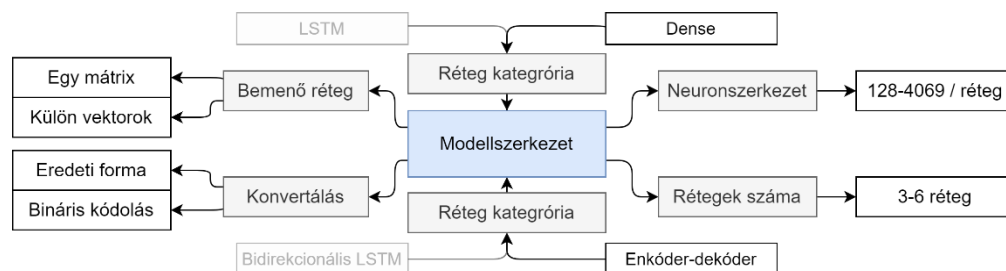
*Forrás: Saját adatok*

A három modellvariáns kialakítása során változó eredmények születtek. A továbbiakban, dolgozat eredményeinek összefoglalása során, a hipotézisek vizsgálata szerint megfigyelhetjük, hogy a kialakított aspektusok megfelelően képesek magyarázni a szóban forgó összevont változók alakulását, azonban fontosabb információval szolgál azok elrendezkedése a modellek között. A várható teljesítmény (*OPE*) foglalja magában leginkább a technológiai fókuszú tételeket (*technológiai eszközök aspektusa – M5 és technológiai attitűd aspektusa – M6*), míg a támogató tényezők (*OFC*) változó kiegyensúlyozottan foglalja magában emellett a szervezeti lehetőségek (*M7*) és közösségi tényezők (*M8*) aspektusát érintő egyes tételeket. A várható erőfeszítés a technológia fókuszú aspektusok mellett kizárólag a szervezeti lehetőségeket aspektusát (*M7*) érintő tételeket foglal magában. Összességében sikerült definiálni azon pontokat, melyek leginkább mozgatják a modellt meghatározó összevont változókat, ezzel tisztább képet adva az elfogadottságot érintő, fontosabbnak tekinthető témakörökről.

#### **4.3.10. Becslések lehetősége vizsgálata neurális hálózat kialakításával**

Az általános, külső hatások felmérése során kezdetleges kísérletek születtek a függő modellváltozók becslését illetően, azonban ekkor még a független látens változók implementálása hiányában változó, csak az általános változók alkalmazásával rendszerint gyenge eredmények születtek a pontosságot illetően. A pontosság bizonyos esetekben növelhető volt gradiens boosting alapú optimalizálással, azonban nem minden esetben és akkor is jellemzően csekély mértékben. Azonban az ezt követően kialakított PLS-SEM modellek új nézőpontot biztosítottak a becsléseket illetően. Mivel a módszer esetében kevésbé jellemzőek az új adatokkal való becslések, alternatív megoldás került implementálásra. A becslésekből eredő eredmények számos következtetés megállapítását tennék lehetővé alacsonyabb adatvolumen (ebből adódóan egyszerűbb felvételezés) alapján, mely révén fontosnak találtam a lehetőségek további vizsgálatát az ágazati jellemzők és az eddigi eredmények figyelembevételével. Ebből adódóan a jelenlegi feltételezés, hogy *lehetőség van az általános tényezők és egyes modellváltozók alkalmazásával becsléseket tenni a főbb függő*

tényezők (modellváltozók) értékelését illetően a kialakult modellszerkezet figyelembevételével (Tézis 10.). Az általános és modellváltozók alkalmazásával történő becslések kivitelezése céljából több különböző, a korábbi eredményeknek megfelelő struktúra szerint kialakított neurális hálózat került alkalmazásra. A hatékonyság növelését célozva a hálózat szerkezetének változtatása mellett hiperparaméter optimalizálás is implementálásra került rács alapú keresés (grid-search) segítségével. Független változók tekintetében a korábbiakban is fontosnak ítélt, *M3* modellspektusban szereplő látens változókat tekintettem relevánsnak. Az elsődleges cél az általános változók alkalmazása volt, mely révén lehetőség nyílt a korábbi eredményekkel való összehasonlítására, azonban kísérletet tettem az első alapmodell (*ADGY-A-2*) egyes látens változóinak alkalmazásával, továbbá az általános változók hatását vizsgáló fejezetben meghatározott, adott látens változó esetén fontosnak ítélt változók alkalmazásával is. A hiperparamétereket illetően az 69. ábrán bemutatásra kerülő variánsok kerültek implementálásra. A felvázolt ábrán nem kerültek feltüntetésre kisebb módosítások, mint a generációk száma (epoch), illetve a dropout rétegek alkalmazása és annak aránya. Minden esetben keresztvalidációt alkalmaztam a tanításra és tesztelésre szánt adatok összevetése érdekében, vizsgálva ezzel a túlilleszkedést, a korábbi számításokhoz hasonlóan. Az optimalizálás során validációs veszteség (loss) alapján korai leállítás került implementálásra a tanítást érintően, mely során a visszaállításra kerültek az optimális súlyok, ezzel is igyekezve a túlilleszkedés csökkentésére. A különböző variánsok a pontosság alapján kerültek kiválasztásra, a keresztvalidáció eredményei alapján.



**69. ábra: A hálózati szerkezetének kialakítása során alkalmazott paraméterek**

*Forrás: Saját adatok*

Minden független változó becslésének vizsgálata esetében több mint 2.365 modell került kiszámításra (függetlenül a változókombinációtól) az előző paraméterek alapján, beleértve a keresztvalidáció számításait. A számítások főbb eredményei, illetve azok összehasonlítása a korábbi fejezetek eredményeivel az alábbi 33. táblázatban kerültek összefoglalásra, ahol a „Boost” jelző a korábbi fejezetekben bemutatott gradiens alapú optimalizálást, míg az „NN” jelző a jelenleg releváns neurális hálózatok alkalmazását jelenti. Az értékek a 10-szeres keresztvalidáció eredményei alapján kerültek átlagolásra minden esetben. Az NRMSE értékek esetében a szakirodalomban szereplő több módszer közül az értékintervallum különbségével való számítás

került alkalmazásra. Mivel a feladatot tekintve osztályozásról beszélünk, tévesztési mátrix és pontosság is számításra került, azonban az egzakt osztályok alkalmazása nem veszi figyelembe a sorrendiség jelenlétét, melyből adódóan döntően RMSE alapú mutatók kerültek alkalmazásra.

**33. táblázat: A becslések pontossága különböző módszerek alapján**

<i>Becsült konstruktor</i>	<i>Tanító RMSE</i>	<i>Teszt RMSE</i>	<i>Tanító pont.</i>	<i>Teszt pont.</i>
<i>OAT (Boost)</i>	0,800	0,953	0,559	0,468
<i>OAT (NN)</i>	0,389	<b>0,405</b>	0,697	<b>0,682-0,989</b>
<i>OTBI (Boost)</i>	0,986	1,111	0,495	0,390
<i>OTBI (NN)</i>	1,024	<b>1,046</b>	0,506	<b>0,544-0,986</b>
<i>OIBI (Boost)</i>	0,882	1,062	0,535	0,425
<i>OIBI (NN)</i>	0,841	<b>0,962</b>	0,590	<b>0,566-0,989</b>

*Forrás: Saját számítások*

Minden modell kapcsán áttekintésre került a túlilleszkedés esetleges jelenléte a tanulóadatok alapján végzett előrejelzések alapján, azonban nem tapasztaltam lényeges eltérést, mely utalhatna túlilleszkedés jelenlétére. Az *attitűd (OAT)* esetében a legjobb modellvariáns a mondhatni legegyszerűbb architektúracsalád alkalmazása során volt tapasztalható. Ez egy négyrétegű, teljesen összekötött neurális hálózatot jelentett, sorra 4.096, 2.048, 1.024 és 512 neuronnal. A bemenet mátrixként került meghatározásra (egy bemeneti réteg alkalmazásával), továbbá a bemeneti értékek skálázásra, míg kategorikus változó esetében bináris módon konvertálásra kerültek. A keresztvalidáció során a tesztadatok alapján meghatározott pontosságra a legjobb esetben  $RMSE = 0,153$ , míg legrosszabb esetben  $RMSE = 0,785$  volt jellemző, mely lényeges előrelépés a korábban tapasztalt eredményhez képest. A *kipróbálásra való hajlandóság (OTBI)* esetében az előbb bemutatott variánssal lényeges hasonlóságot mutató modell volt leginkább hatékonynak tekinthető, kivételt képez ez alól a hálózat szerkezete, mely kapcsán jelen esetben ötrétegű kialakítás bizonyult megfelelőnek, 4.096, 2.048, 1.024, 512 és 256 neuron alkalmazásával, azonos konverziót követően. A pontosság áttekintése során a legjobb esetben  $RMSE = 0,013$ , míg legrosszabb esetben  $RMSE = 1,625$  érték volt tapasztalható, azonban a mutatók alakulását magasabb szórás jellemezte. Végezetül a *beszerzéssel járó használati hajlandóság (OIBI)* esetében szintén azonos módszerek bizonyultak leginkább hatékonynak, azonban jelen esetben szükség, 8.192, 4.069, 2.048, 1.024 és 512 neuron alkalmazására volt szükség, továbbá nem volt szükség az értékek konvertálására a skálázáson felül. A keresztvalidáció alapján a legjobb esetben  $RMSE = 0,077$ , míg legrosszabb esetben  $RMSE = 1,923$  pontosság volt jellemző.

A modellek között jelentős eltérés az alkalmazott változócsoportokat illetően volt tapasztalható. Míg az *attitűd (OAT)* és a *beszerzéssel járó használati hajlandóság (OIBI)* esetében az *A1*, *A2* és *A3* általános aspektusok kerültek alkalmazásra, a próbára való hajlandóság (*OTBI*) esetében az általános hatások megállapítása során *összeállított kombináció* került alkalmazásra a legjobb eredmény elérése érdekében. Összegzésként megállapítható, miszerint a jelen módszerek

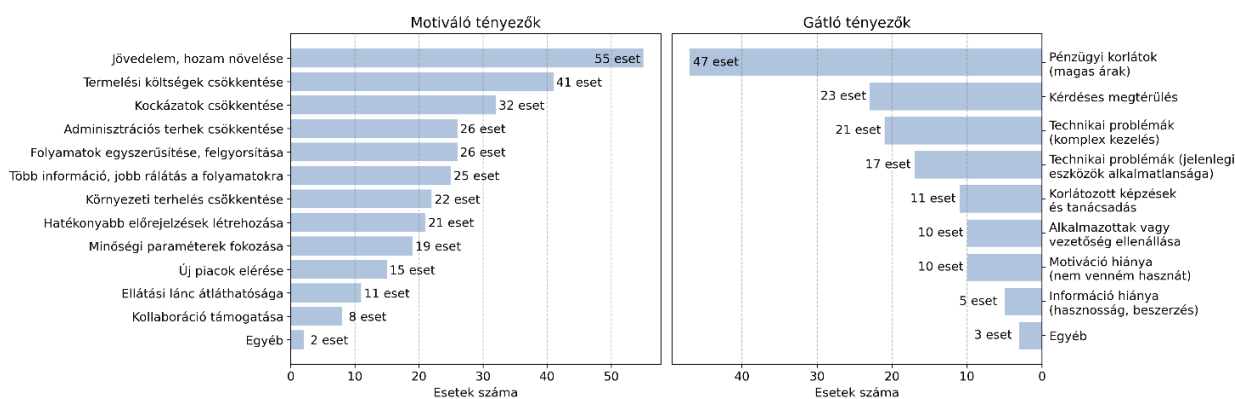
implementálásával növelhető volt a becslés teljesítménye minden vizsgált látens változó esetében, azonban a kipróbálásra való hajlandóság (*OTBI*) esetében a minimális teljesítményjavulás sugallhatja az adott független változók magyarázókéességének teljes alkalmazását, melyből következik, miszerint további teljesítménynövelés érdekében más külső hatást is reprezentáló, további változók implementálására lenne szükség. A mérőszámok és a tapasztalatok alapján a kialakított modellek megfelelő módon voltak alkalmasak közelítő becslések megvalósítására a kimenetet képező változókat érintően, azonban fontosnak találnám a további fontosabb modellváltozók esetében hasonló tesztek lebonyolítását az adathalmaz bővítése és így a becsült adathalmazzal való számítások pontosságának meghatározása érdekében.

## 5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

A jelenleg relevánsnak tekinthető következtetés és javaslat egymásra épül. A következtetések tekintetében egyrészt fontosnak tekinthető a változóselekciónak három lépése szerint szűrt tényezők halmaza, illetve az kialakított modell szerkezete, melyekben a megfogalmazott tételek a felmérés alapján hatással vannak az adatgyűjtés és adatkezelés, mondhatni okos mezőgazdaság egyes eszközeinek és módszereinek adaptációjára a gyakorlatban a kis és közepes méretű gazdaságok esetében, figyelembe véve a hozzáállás (attitűd) és az adaptáció különböző szintjeit (kipróbálás vagy beruházás). Az eredményekből kiindulva lehetőségünk nyílik a releváns tényezők összefoglalására, rendszerezésére, illetve ennek alapján az esetleges támogató tényezők fokozására és hátráltató tényezők mérséklésére több megközelítésből. A továbbiakban meghatározásra kerülnek az említett főbb pontok, illetve az így összefoglalt számos lehetőség közül kijelölésre kerül egy irány a célcsoportot érintő adaptáció lehetséges támogatása céljából.

### 5.1. A használati hajlandóságot befolyásoló tényezők

Jelentős célítűzés volt az adaptációs hajlandóság vizsgálata a technológiai elfogadottság témakörébe tartozó kutatás megvalósításával. A tervezett kimenet az említett tényezőkre gyakorolt tényezők felmérését támogató változóselekciónak és modellszerkezet kialakítása volt, azonban az ezek megvalósítását támogató felmérés és az adatok révén rálátás nyílt a gyakorlatban jellemző ok-okozati kapcsolatokra és azok főbb irányára, kifejezve ezzel a *támogató és hátráltató tényezőket*. A kiválasztott látens változók célja az egyes tényezők közvetett felmérése a benne foglalt mért változók alapján, melyek alapvetően tükrözhetnek motiváló és hátráltató tényezőket. Azonban a modell kialakítása során alkalmazott látens változók mellett egyes feltételezett hatások egzakt módon, tételesen is felmérésre kerültek az ellenőrzés céljából (70. ábra).



70. ábra: Az implementálást vagy használatot motiváló és gátló tényezők

Forrás: Saját adatok

Az adaptációt támogató egzakt tényezők között megkülönböztetjük kifejezetten az *adott személyt vagy szervezeti egységet érintő* és ezen felül kifelé mutató, mondhatni *közösségi célokat szolgáló* lehetőségeket. A felsorolt tételek alapján esetünkben inkább az előbbi alternatíva került középpontba. Legtöbb esetben a *jövedelem és hozam növelése* került megjelölésre, melyet a termelési költségek csökkentése követett a sorrendben, mint az feltételezéseknek is megfelelt. Hátráltató tényezőket tekintve a három leginkább releváns tétel a *pénzügyi korlátok* (magas árak), a *kérdéses megtérülés*, illetve a *technikai problémák* (komplex kezelés) hatása volt. A kérdéses megtérülés tétele egyrészt jelenthet bizalmatlanságot, másrészt információs hiányt, mivel a célcsoport adott résztvevője lehet, hogy nincs a releváns előnyöket kifejező ismeretek birtokában. A tétel ugyanúgy utalhat a már felsorolt komplex kezelésre is, mivel megfelelő magabiztosság vagy ismeretek hiányában nem érhető el olyan eredmény az eszközök és megoldások alkalmazásával, mely azok megtérüléséhez vagy ezen felüli előnyök eléréséhez vezetne. Ha összegezzük a jelen átfedéseket, legtöbb esetben *pénzügyi* és *technikai* akadályokkal, míg az átfedéseken felül a modellvariánsok révén *személyi* és *szervezeti* akadályokkal is találkozunk.

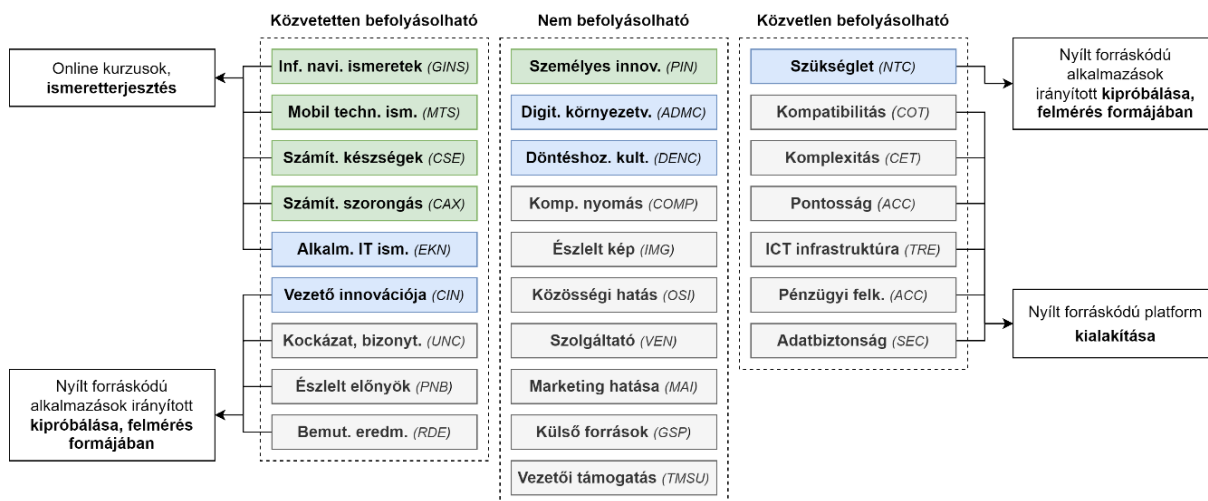
A tényezők a befolyásolhatóságuk figyelembevételével az értelmezésem szerint három csoportba sorolhatók, melyből az első magában foglalja a **közvetlen** befolyásolható, a második a **közvetetten** befolyásolható, míg a harmadik a **nem befolyásolható** (vagy csak lényeges erőfeszítéssel befolyásolható) tényezőket. Jelen kutatás kontextusában leginkább a közvetetten befolyásolható szempontok tekinthetők elsődlegesnek, melyek magában foglalják a szükséglet (*NTC*), a kompatibilitás (*COT*), a komplexitás (*CET*), a pontosság (*ACC*), az IKT infrastruktúra (*TRE*), a pénzügyi felkészültség (*FIR*) és az adatbiztonság (*SEC*) látens változóit. A kiválasztott modellek esetében megfigyelt hatások vizsgálata során átfedés tapasztalható a jelen tételekkel is, melyek az alábbi 34. táblázatban kerültek kifejtésre két szintig bezárólag. A felsorolt eredmények kizárólag a kiválasztott modelleket képviselik, viszont előfordulhat, hogy más modellvariáns hatékonyabban reprezentálná a hatásokat. Az első elemek a modellbővítésből származó közvetett hatásokat foglalják össze, míg utolsó három elem az optimalizált alapmodell részét képezik.

**34. táblázat: A közvetett hatások a közvetlenül befolyásolható tényezők esetében**

Útvonal	Útegyütthető	Útegy. átlag	Útegy. szórás	t	p
<i>ACC</i> → <i>OFC</i> → <i>OAT</i>	-0,108	-0,092	0,074	1,454	<b>0,073</b>
<i>ACC</i> → <i>OFC</i> → <i>OTBI</i>	-0,080	-0,069	0,059	1,351	<b>0,088</b>
<i>CET</i> → <i>OEE</i> → <i>OAT</i>	-0,097	-0,089	0,063	1,553	<b>0,060</b>
<i>COT</i> → <i>OPE</i> → <i>OAT</i>	-0,224	-0,154	0,142	1,573	<b>0,058</b>
<i>COT</i> → <i>OPE</i> → <i>OTBI</i>	-0,201	-0,138	0,127	1,585	<b>0,057</b>
<i>FIR</i> → <i>OEE</i> → <i>OAT</i>	-0,067	-0,056	0,054	1,227	<b>0,098</b>
<i>TRE</i> → <i>OEE</i> → <i>OAT</i>	0,107	0,104	0,081	1,312	<b>0,095</b>
<i>DENC</i> → <i>OAT</i> → <i>OIBI</i>	0,054	0,056	0,033	1,620	<b>0,053</b>
<i>CSE</i> → <i>OAT</i> → <i>OIBI</i>	0,046	0,046	0,029	1,558	<b>0,006</b>
<i>CAX</i> → <i>OTBI</i> → <i>OIBI</i>	-0,073	0,069	0,050	1,459	<b>0,072</b>

Forrás: Saját számítások

Az egyes tényezők befolyásolása érdekében igyekeztem jelen kutatás fókuszán belül is kivitelezhető alternatívákat megfogalmazni, melyek a 71. ábrán kerülnek bemutatásra, a kapcsolódó kategóriák és látens változók jelölésével. A látens változók háttérszíne a korábban kialakított, aspektusok szerinti csoportosítás során bemutatott ábrákkal azonosak. A megoldási lehetőségek figyelembevételével véleményem szerint a közvetetten befolyásolható tényezőkre egy része egyszerű ismeretterjesztéssel is hatással lehetünk, melynek kezdeti példája a kialakított kérdőívben alkalmazott kiegészítő információk halmaza. Ez az állítás párhuzamba hozható a már korábban említett, felmérés során alkalmazott ellenőrző változóval, mely kifejezi az olvasottak alapján szerzett új ismeretek elsajátításának szubjektív mértékét (VEI), 5 pontos ordinális skálán, ahol az 5 az új ismeretek jelentős mivoltát, ezzel szemben az 1 ennek hiányát fejezte ki. Amennyiben összevetjük az ennek értékelését az attitűddel (OAT) szignifikáns kapcsolatot állapíthatunk meg ( $p = 0,044$ ), azonban ez nem egyértelmű bizonyíték, mivel az adatok nem fedik le a feltételezett ismeretszerzés előtti állapotot, mint referencia. A megoldási lehetőségek másik lehetősége a nyílt forráskódú megoldásokra épített tesztkörnyezet tervezése és elkészítése köré összpontosul, mely lehetőséget biztosít egyrészt az oktatás támogatására, a kockázat nélküli (nyílt forráskód révén nem jár költségekkel) kipróbálás lehetőségére, illetve a gyakorlati hatások felmérésére a felhasználó oldaláról (attitűd változása) és a tevékenység oldaláról (vizsgált folyamatokra gyakorolt hatás) egyaránt, így összetett lehetőséget nyújtva a kutatás folytatására.

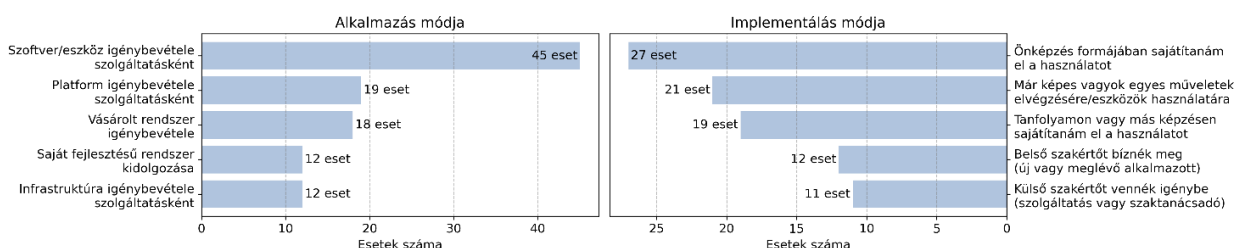


**71. ábra: Az egyes látens változók által reprezentált hatások befolyásolásának lehetőségei**

*Forrás: Saját adatok*

Az adaptáció és egyúttal az említett tesztkörnyezet további lényeges kérdése magában foglalja a *beszerzés és üzemeltetés preferált módját*, illetve a használathoz és adaptációhoz szükséges *ismeretek megszerzésének módját* (72. ábra). A résztvevők válasza alapján az alkalmazás elsődlegesen individuális szolgáltatások formájában tekinthető relevánsnak. Az egyes eszközök és megoldások individuális alkalmazása magával hordozza a kompatibilitás problémáját, mely a *sztenderdek kialakításával* szüntethető meg, tehát ez mindenképp egy kiemelt pontját

jelenti a szükségleteknek. A probléma megoldását érintően több gyakorlati kísérletet tettem (környezeti adatgyűjtés, hardver és szoftversztenderdek, továbbá adatkezelési keretrendszerek kialakítása) a kutatás előtt és alatt, melyek eredményei szerves részét képezik a lehetőségek bemutatását támogató platformnak.



72. ábra: Az alkalmazás és implementálás módjai

Forrás: Saját adatok

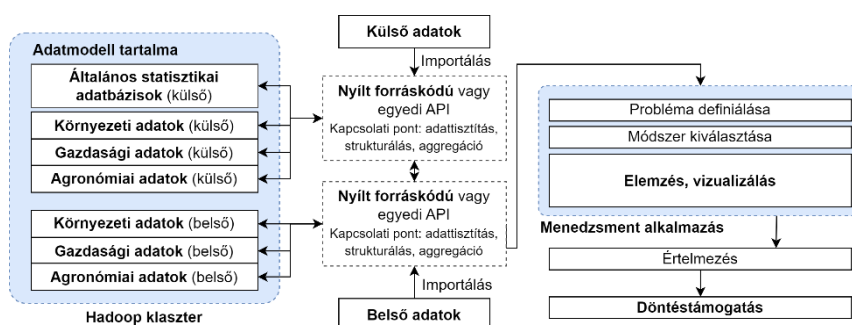
## 5.2. A gyakorlati hatás vizsgálatát támogató rendszermodell kialakítása

A kutatás struktúrája alapján a tesztkörnyezet elsődleges célja a felmérés során szerzett információk felhasználásával a *gyakorlati lehetőségek tesztelése* adatgyűjtést, adatkezelést és adatelemzést illetően a szakmai döntéstámogatás aspektusában a célcsoport egyes résztvevői között, ezzel vizsgálva a *vélemény és elfogadottság* gyakorlati alkalmazásból eredő változását, illetve a döntéshozók tényleges *információs igényét*, mely támogathatja *rendszerkonceptiók létrehozását* a döntéstámogatását érintően. Ebből adódóan mondhatni a jelen kutatásra alapozott folytatás lehetőségei kerülnek tárgyalásra. A gyakorlati használat lehetőséget ad továbbá a célcsoportra jellemző feltételezett információs hiány leküzdésére a használati hajlandóság lehetséges növelése érdekében. A saját tapasztalatok, illetve a felmérés révén meghatározott igényeknek megfelelően kialakított adatmodell alapja egy gyakorlatban is alkalmazott saját platform, azonban cél volt annak minél magasabb fokú generalizálásra a nyílt forráskódú (átlátható és költségkímélő) alternatívák alapjának kidolgozása céljából. A platformot alkotó komponensek magában foglalják az *információs rendszert* (web és asztali menedzsmentalkalmazás), *külső és belső adatbázis rendszereket* (Big Data koncepció alapján implementált módszerek), teljes integrációt biztosító *API-t* (alkalmazásprogramozási interfész), illetve *szenzorhálózatokat* (Internet of Things koncepció alapján kialakított alrendszerek). A rendszermodell kialakítása során az alábbi célkitűzések kerültek meghatározásra a saját tapasztalatok, a felmérés során tapasztaltak és az *Ipar 4.0* egyes koncepciói által definiált követelmények teljesítése érdekében:

- Nyílt forráskódú (*ingyenes és átlátható*)
- Skálázható (*változó igényekhez való alkalmazkodás*)
- Lehetőséget biztosít a tárolt adatok integrációjára
  - Egységesített jellemzők (*kategória, térbeli és időbeli dimenzió*)

- Horizontális integráció (az adatok szabad és strukturált mozgása vállalaton belül)
- Vertikális integráció (az adatok szabad és strukturált mozgása vállalatok között)
- Neurális hálózatok segítségével támogatott döntéstámogató modellek
- Igény-orientált felépítés (moduláris, szükségletek szerinti felépítés)

Az egyes vezetői döntések meghozatala során a legkisebb figyelembe vehető egység az adott folyamatot (legyen az többek között tervezés, termelés vagy értékesítés) közvetlenül vagy közvetetten befolyásoló adat. Ezek az adatok számos primer (belső) vagy szekunder (külső) jellegű forrásból származhatnak, beleértve külső statisztikai adatbázisokat, belső információs rendszereket vagy épp mezőgazdaságra jellemzően a termelés eredményét befolyásoló mérhető adatokat. Az eddigi tapasztalatok alapján a döntéshozatalban szereplő adatokat gazdasági, környezeti és agronómiai csoportokra bonthatók, melyek külső és belső (szervezetten belül keletkezett) forrásból származhatnak, meghatározva az implementálást igénylő transzformációs módszerek lépéseit. A hallottak alapján felmerülhet bennünk az ehhez hasonló, „data lake” koncepció esetén jellemző információs túlterhelés jelensége, azonban ennek hatását a Big Data koncepcióban is megfogalmazott módszerek csökkenthetik (Bucur, 2015) az adatok egységesítése és így a hatékonyabb adatbányászati lehetőségek révén. A kialakítás során az 73. ábrán bemutatott konceptuális keret került kialakításra, mely alkalmazásra került a rendszerek implementálása során.

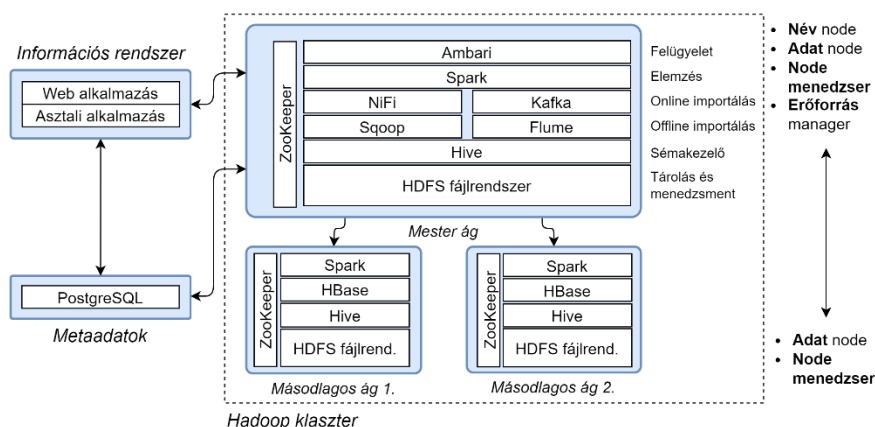


73. ábra: A gyakorlati rendszer kapcsán alkalmazott logikai séma

Forrás: Saját ábra

Mivel az igények felmérése során kiemelt részarány preferálta a szolgáltatásként való igénybevétel gondolatát, fontos szempont volt a decentralizáltság megvalósítása, melynek alapvető eleme a szervertoldali alkalmazásprogramozási interfészek (API) készítése az adott szervezetnél fenntartott, on-site szerverekkel szemben. Ez a lépés technológiai szempontból is racionális, mivel az lehetővé teszi a megfelelő skálázhatóságot, illetve a fajlagos költségek csökkentését a szükséges számítási teljesítmény tükrében. Az adatok tárolása érdekében két adatbázisra van szükség. A gyakorlatban használt nyers adatok esetében merül fel a Big Data koncepció relevanciája. A koncepciót képviselő Hadoop ökoszisztéma egy alapvető jellemzője a horizontális skálázhatóság, mely növekvő üzemméret esetében költséghatékony megoldást biztosít. Amennyiben az adat volumene, illetve a számítási igény növekszik, nem szükséges a teljes

rendszer cseréje, mivel egy új, kisebb eszköz azonos hálózatra helyezésével megoldható a bővítés. Amennyiben mégsem szolgáltatásként venne igénybe az adott szervezet egy hasonló megoldást, a keretrendszer akár egyszerű személyi számítógépen is kialakítható és szükség szerint bővíthető. Jelen kísérletek megvalósításához három virtuális szerver került alkalmazásra, két fizikai szerveren futtatva, mely meglehetősen túlmutat egy kis és közepes vállalkozás esetében jellemző adatvolumen igényeinek kezelésén, ám az osztott környezet révén valóságosabb környezetet eredményez. A Hadoop klaszter kapcsán a mester csomópont az alapfunkciók mellett felelős a *HDFS* (tároló), *YARN* (erőforrás menedzser), *HBase* (adatbázis), *Cassandra* (adatbázis), *Hive* (adatséma), *NiFi* (valós idejű adatbevitel), *Kafka* (valós idejű adatbevitel), *Squoop* (relációs adatbázis importáló), *Flume* (félstrukturált szöveges fájl importáló), és *Spark* (adatelemző platform) szolgáltatások működtetéséért, míg a további csomópontok támogatják azt a redundancia és számítási teljesítmény biztosításához. A gyakorlatban alkalmazott adatok tárolása mellett szükségesnek éreztem a korábban létrehozott rendszer alapján egy metaadatbázis létrehozását, mely képes a komponensekkel (alkalmazások, eszközök és adatok) kapcsolatos leíró adatok tárolására. Ebből adódóan egy külső, dedikált adatbázis (relációs és dokumentum-orientált) is kialakításra került. A szerkezeti felépítés alapjai az alábbi 74. ábrán kerülnek bemutatásra.



**74. ábra: A gyakorlati lehetőségek bemutatására szánt rendszer alapja**

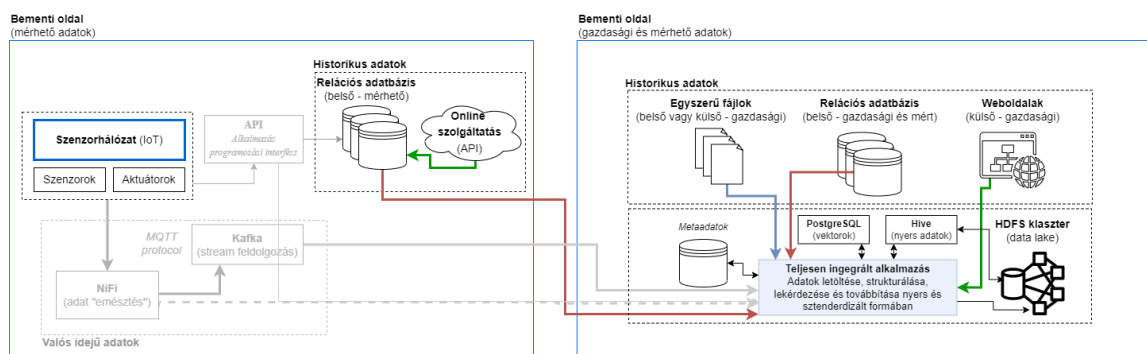
*Forrás: Saját ábra*

A tesztek kivitelezéséhez használt adathalmaz összeállításához több adatforrás került integrálásra, imitálva ezzel gyakorlatban is jellemző használati körülményeket. **Környezeti, mérhető adatok** esetében a korábban említett rendszer szenzorhálózata került alkalmazásra. Három különálló térbeli (volumetrikus) adathalmaz került egységesítésre, integrálásra, melyből szántóföldi növénytermesztésre és hortikultúrára jellemző körülmények között kerültek felvételezésre. Az adatok reprezentálják a menedzsmentzóna hőmérsékletét, páratartalmát, továbbá a jellemző fényerősséget, UV sugárzását és légköri nyomását, 32 paraméter (17 érzékelő) felhasználásával, mintát biztosítva ezzel a mérhető adatok aspektusában. A szenzorok a fóliasátor fix pontjain kerültek rögzítésre mindkét mérési alkalom során meghatározott X (hosszúság), Y

(szélesség) és *Z* (mélység) lokális és globális koordináták alapján, melyből az előbbi menedzsment szempontból, míg az utóbbi átfogó elemzések esetében releváns. Integrálás szempontjából a környezeti adatok esetében online és offline adat egyaránt alkalmazásra került (75. ábra). A *historikus belső* adatok a rendszer egyik relációs adatbázisában kerülnek tárolásra számos metaadattal együtt, tranzakcióorientált (OLTP) struktúrában, azaz minden rekord egy szenzor egy mérését írja le, az ahhoz kapcsolódó adattípus tárolásával. Kibontást (a metaadatokat tartalmazó, normalizálás révén külön táblák összevonását) követően a fő tulajdonságok a mért értéken felül magában foglalják a modell alapján definiált tulajdonságokat, beleértve az adattípus paramétereit (hőmérséklet, páratartalom, fényerősség, RFID azonosító stb.), az időbélyegzőt, a helyszín paramétereit (lokális és globális koordinátákat, illetve metaadatokat). A piaci rendszer képes az adatok idősoros és volumetrikus formában történő exportálására, azok transzformációja által, ám jelen esetben a cél a nyílt forráskódú lehetőségek alkalmazása volt, így a releváns adathalmazok importálása szintén az ökoszisztémán belül került megvalósításra a *Squooop* szolgáltatás használatával. A „data lake” elveket követve az eredményeket elegendő a HDFS fájlrendszeren tárolni az első használatig, ám a lekérdezés paraméterezése révén oszlopos adatok keletkeztek (átalakításra került a tranzakcióorientált struktúra), az eredmény közvetlenül importálhatóvá vált *HBase* adatbázisba. A historikus külső adatok esetében elegendő egy külső szolgáltatás használata, biztosítva ezzel számunkra a félstrukturált adathalmazokat, mely közvetlenül elhelyezhető a klaszteren. A *valós idejű belső* adatok esetében a szenzorhálózat közvetlenül kapcsolatban áll a Hadoop szerverrel a NiFi szolgáltatáson keresztül, melyet követően az adatok a Kafka szolgáltatáson keresztül kerültek tárolásra. Ehhez módosításra került az eszköz a nyílt forráskódú protokollok (MQTT) támogatása céljából. Külső környezeti adatok tekintetében időjárás idősorok kerültek integrálásra egy API segítségével, melyek eredeti formában kerültek tárolásra a klaszteren.

**Gazdasági adatok** esetében számos strukturált és félstrukturált, online elérhető adatforrás került alkalmazásra. A félstrukturált, szabadon elérhető gazdasági adatok gyűjtése és integrálása érdekében kialakításra került egy célalkalmazás, mely lehetővé teszi egyes weboldalak (KSH, AKI, FAO, Eurostat stb.) tükrözését, olyan adatsorokat biztosítva, mint a vetésterület, termelői és piaci árak, árutőzsde opciók, termelési költségek, inputfelhasználás, kapcsolódó termékek piaci árai, import, export adatok, árszínvonal és időjárás adatokat, különböző felbontásban. Az importálásra került adathalmazok többnyire nyers formában kerülnek tárolásra a „data lake” koncepció elvei alapján a gyakorlati használatig. Amennyiben az adattudomány területén jártas személy kezeli az adatokat, az utólagos, feladatnak megfelelő strukturálás nem jelen problémát, ám a célcsoportja jellemzőinek megfelelően jelen esetben a döntéshozó végzi a szükséges elemzéseket, így nem garantálható az ilyen irányultságú ismeretek birtoklása. Ez a lépés a gyakorlatban lényeges korlátot szabhat az adaptáció során. A probléma kiküszöböléséhez kidolgozásra kerültek az eljárások nyílt

forráskódú alternatívái, támogatva a kutatás érintett szakaszát. Az aktuális alkalmazás az integrált adatokat vektorként tárolja, mely összességében [*'Időpont', 'Aspektus', 'Tárgy', 'Érték', 'Mértékegység', 'TerületUUID', 'MetaUUID'*] paraméterekkel jellemezhető. Ebből adódóan gyakorlatban az alábbi felépítést követő rekordokkal találkozhatunk: [*'2021-01-01 00:00:00', 'Termelői mennyiség', 'Búza', '93520,4', 'tonna'...*]. A vektorok kialakítása érdekében metaadatbázis került kialakításra, ezzel segítve az adatok kezelését. Említésre került, miszerint a korábbi kísérletek során az elkészített adatkezelő variánsok esetében minden adathalmaz tárolása esetén szükség volt előzetes transzformálásra (fix adatbázis révén), míg az utóbbi kísérletek során az adatok nyers formában kerültek tárolásra. Jelen változat esetében sikerült elérni ezen tulajdonságok együttes jelenlétét, így az adatok tárolhatók nyers és integrált (vektorizált) formában egyaránt. Függetlenül attól, hogy az adatok milyen formában, továbbá átfedéssel vagy anélkül kerülnek hozzáadásra a klaszterhez, a lekérdezés előtt az algoritmus áttekinti a variánsokat és a legfrissebb alternatívákat fűzi össze egy kimeneti vektor kialakítása érdekében.



**75. ábra: A gazdasági és szenzoros adatok importálása a különböző forrásokból**

*Forrás: Saját ábra*

Az adatok integrálását követően a **döntéstámogatási modellek** kialakítása során a szakirodalom és a tényleges döntéshozók véleménye egyaránt mérlegelésre kerülhet, ezzel megállapítva azon funkciókat, melyekre tényleges igény mutatkozik. A kutatás során több modell került átvételre a korábban kialakított rendszerből a prezentálhatóság céljából. Az alábbi 35. táblázat tartalmazza a hosszútávú célokat melyek közül a nyílt forráskódú rendszer stabilan a piaci előrejelzések számítását teszi lehetővé neurális hálózatok segítségével.

**35. táblázat: A bemutatásra kerülő lehetőségek**

Megnevezés	Döntési kategória	Adatigény	Módszerek	Lefedettség
<b>Piaci becslések (naturális és pénzügyi)</b>	Stratégiai	Külső gazdasági; Külső környezeti	ConvLSTM és LSTM	Országos; Regionális
<i>Termelési szerkezet optimalizálása</i>	Stratégiai	Külső és belső gazdasági; Belső agronómiai	RL	Lokális
<i>Termésbecslés (naturális és pénzügyi)</i>	Stratégiai	Belső agronómiai; Belső és külső környezeti; Külső gazdasági	LSTM	Országos; Regionális; Lokális
<i>Értékesítés optimalizálása</i>	Stratégiai	Belső agronómiai; Külső gazdasági	LSTM	Lokális
<i>Tápanyag kijuttatás optimalizálás</i>	Operatív	Belső agronómiai; Belső és külső környezeti; Külső és belső gazdasági	RL	Lokális
<i>Fóliásátor automatizálás</i>	Operatív	Belső és külső környezeti	RL	Lokális

*Forrás: Saját adatok*

A hálózati struktúra kialakítása nem meghatározott szabályok szerint történik, a probléma definiálása szerint. Lényegében minden feladat egy új program elkészítését igényli, mely túlmutat a döntéshozói feladatkörön, épp ezért fontos a modellekkel való kísérletezés. A felhasználói támogatás érdekében a modellek és a hiperparaméterek optimalizálásához „grid search” algoritmus implementálásával foglalkoztam, fokozva az automatizáltságot. A vezetői aspektus alapján **temporális és spatiotemporális előrejelzés** került elvégzésre a tesztelés érdekében az összegyűjtött *gazdasági és környezeti* adatok segítségével, melyből jelenleg a gazdasági aspektus kerül bemutatásra. A mintaként kiválasztott cél a búza és napraforgó *termelői árának* és *mennyiségének*, illetve egyes *végtermékek árának* becslése egy- és többváltozós modellek segítségével országos (temporális) és megyei (spatiotemporális) felbontásban. A bemenő változók száma inkrementálisan fokozódott, növelve a komplexitást és esetekben a hatékonyságot. Kialakításra került egyszerű LSTM hálózat, többirányú LSTM hálózat, enkóder-dekóder LSTM hálózat, CNN és LSTM hálózat kombinációja, ConvLSTM hálózat, továbbá figyelmi mechanizmus kombinációja. Minden modell több hiperparaméter (rétegek száma és elrendezése, neuronok száma, epoch száma) segítségével került tesztelésre egy- és többváltozós esetben egyaránt. Az értékek standardizálásra kerültek, azonban dekompozíció nem került elvégzésre a mozgó átlagból eredő adatvesztés elkerülése érdekében. A túlilleszkedés vizsgálatához a tanuló és tesztadat egyaránt összevetésre került. A szekvencia becslés problémája ablakok formájában került kifejezésre, ahol 32 előző érték (havi inkrementum) alapján kerül meghatározásra a következő 12 érték. Ez egészen 32 egységig került növelésre egyes variánsok esetében. Minden esetben ReLU belső és szigmoid külső aktivációs függvény, továbbá Adam optimalizáló és MSE veszteségfüggvény került alkalmazásra. Az eddig elért legjobb eredmények figyelembevételével a felvásárlási ár esetében  $SMAP E = 6,11\%$ , míg mennyiség esetében  $SMAP E = 5,85\%$  mellett teljesítettek a modellek a becsült adat szerint a meglehetősen egyszerű (3 réteg mélységű) struktúra ellenére. Mindkét esetben a ConvLSTM hálózat bizonyult hatékonynak, ám ciklikus adatok (mennyiség) esetében jelentősen javított a teljesítményen a figyelmi mechanizmus integrálása.

A jelen témát illetően kutatást követő célok közé tartozik minél több lehetőség megfogalmazása és integrálása az információs rendszerbe az esetleges folytatás megalapozása érdekében. A felsorolt tényezők esetében tapasztalhattuk az egyes hátráltató tényezők leküzdése érdekében tett kísérleteket, beleértve a *komplexitás* csökkentését az automatizált műveletek révén, a *kompatibilitás* fokozását a standardizált folyamatok által, a *költségek* csökkentését a nyílt forráskódú komponensek segítségével, a *pontoság* növelését a válogatott modellek révén, a *méretkategóriához* való alkalmazkodást a skálázhatóság által, illetve *szükségleteknek* való megfelelést a döntéshozói igények felmérése alapján.

## 6. AZ ÉRTEKEZÉS FONTOSABB MEGÁLLAPÍTÁSAI, ÚJSZERŰ EREDMÉNYEI

Az értekezés esetében releváns megállapítások összefoglalásához áttekintésre kerülnek a megfogalmazott kutatási kérdések, a hozzájuk kapcsolódó tézisek és főbb hipotézisek, illetve azok összefüggése a kapcsolódó fejezetekben bemutatott eredményekkel. Ennek megfelelően a továbbiakban sorban haladva tekintjük át a kutatás *első szakaszát (alap kutatás)*, a *második szakaszát (felmérés)*, illetve a *következtetéseket* érintő eredményeket. A kutatási kérdések, a tézisek, illetve a hipotézisek minden esetben összefoglalásra kerülnek a kapcsolódó fejezeten belül a redundancia ellenére megfelelő áttekinthetőség érdekében.

### 6.1. A kutatás első szakaszának eredményei

**Kutatási kérdés 1.:** Milyen formában jelennek meg releváns eszközök és megoldások a mezőgazdasági termelés témakörén belül a közöttük lévő kapcsolat, csoportosulás, illetve vélemények képében a szakirodalom és közösségi bejegyzések alapján? A kérdést érintő alap kutatás feladata a kutatásban és azon belül a felmérésben szereplő, okos mezőgazdaság témakörét érintő eszközök és megoldások összefoglalása, továbbá az ezeket érintő fontosabb pozitív és aspektusok meghatározása volt, utóbbi alapján kiemelve az esetleges kétségeket. A folyamat egyes szakaszai magában foglalták a szakirodalom és egyes közösségi bejegyzések kvantitatív áttekintését. Az elérhető alternatívák hiányában a kutatás támogatásához egy kapcsolódó alkalmazás került készítésre, mely lehetővé teszi a két adatforrás megfelelő kezelését, beleértve az adatok letöltését, szűrését, rendszerezését, megfelelő tisztítását, majd elemzését. Az alap kutatás kiemelten fontos szereppel bírt az ágazat szempontjából fontos témakörök meghatározása érdekében, melyek alapjait képezték a kutatási keretrendszernek a mérés és értékelés tekintetében. Jelen kérdés kapcsán öt tézis került megfogalmazásra.

Kutatási kérdés 1: Milyen formában jelennek meg releváns eszközök és megoldások a mezőgazdasági termelés témakörén belül a közöttük lévő kapcsolat, csoportosulás, illetve vélemények képében a szakirodalom és közösségi bejegyzések alapján?			
<b>Tézis 1:</b> A szakirodalomra jellemző kulcsszavak által alkotott hálózat alapján megállapíthatók fontosabb eszközök, megoldások és témakörök	<b>Tézis 2:</b> A szakirodalomra jellemző kulcsszavak alapján egyértelmű csoportok (területek) alakíthatók ki.	<b>Tézis 3:</b> A szakirodalomra jellemző kulcsszavak alapján megállapíthatók a területek kialakulása során jellemző hangsúlyos tényezők.	<b>Tézis 4:</b> Meghatározható aspektusok jelennek meg a pozitív és negatív véleményt kifejező közösségi bejegyzésekben.
Jelen kérdés esetében nem került hipotézis megfogalmazásra.			

### 76. ábra: Az első kutatási kérdés és megfogalmazott tézisek

Forrás: Saját adatok

Felmerült a feltételezés, hogy a *szakirodalomra jellemző kulcsszavak által alkotott hálózat alapján megállapíthatók fontosabb eszközök, megoldások és témakörök (Tézis 1.)*. A feltételezést hálózati elemzés segítségével sikerült igazolni. Több releváns adathalmaz került gyűjtésre és feldolgozásra szakirodalmi forrásokból, melyek közül végül az átfedések bizonyított jelenléte révén egy variáns került részletesen áttekintésre. A főbb témakörök és közöttük lévő kapcsolat, továbbá ezeken belül a fontosabb eszközök és megoldások hálózat alapján számított paraméterek

segítségével kerültek meghatározásra, kiemelten a bemutatott PageRank értékeket. Kiemelt pontokat jelent többek között az egyéni azonosítás, az adatmegosztás, az automatizált döntéshozatal, az adatintegráció, az osztályozás, az optimalizálás és becslések témaköre.

A szakirodalomhoz kötődően további feltételezés volt, hogy *a szakirodalomra jellemző kulcsszavak alapján egyértelmű csoportok (területek) alakíthatók ki (Tézis 2.)*. A vizsgált adathalmaz alapján 9 differenciálható csoport vagy terület került meghatározásra. A csoportok interpretálása alapján megfelelő módon sikerült szétválasztani az adatgyűjtés és adatkezelés általánosabb témaköreit, az Internet of Things koncepcióhoz kötődő technikai témaköröket, az adatkezelés egyes tételeit, a neurális hálózatokkal alátámasztott adatelemzés egyes elemeit, a gépi látás gyakorlatiasabb tételeit és végül az egyes területek összekapcsolt alkalmazásának témaköreit.

A tematikus kapcsolatok idővel való változása kapcsán feltételezésre került, miszerint *a szakirodalomra jellemző kulcsszavak alapján megállapíthatók a területek kialakulása során jellemző hangsúlyos tényezők (Tézis 3.)*. A feltételezés tematikus evolúció segítségével került igazolásra, mely szerint megállapítható volt az Internet of Things koncepció tömörítő hatása, illetve a tömörítésben résztvevő témakörök halmaza. Ez az információ a teljes adathalmaz egységes vizsgálatával nem lett volna megállapítható a napjaink felkapott témaköreinek domináns hatása által. Az időbeli töréspontok alapján megállapítható volt a Big Data koncepcióba és a gépi tanulás témakörébe épült tételek listája is, ezzel kifejezve a témakörök alakulását és a kutatás szempontjából releváns, de nem feltétlen frekvenciát megjelölő témaköröket.

Az alap kutatást érintő további, ám más szempontból érintett feltételezés volt, hogy *meghatározható aspektusok jelennek meg a pozitív és negatív véleményt kifejező közösségi bejegyzésekben (Tézis 4.)* a mezőgazdasági folyamatok, illetve a kutatás szempontjából releváns eszközök és megoldások kapcsolatának aspektusában. A megoldásra szentimentanalízis és függőségi szerkezetek kibontásával volt lehetőség választ találni a szakirodalom elemzése során készített alkalmazás bővítését követően. Az elemzés során korlátozó tényezőt jelentett az adatok minősége, azonban hozzávetőlegesen lehetőség nyílt a főbb aspektusok meghatározására, melyek az adaptáció, a kompatibilitás, a hatékonyság, a komplexitás, az adatbiztonság és a költségek témaköreit foglalják magukban.

A meghatározott területek, eszközök, továbbá a kapcsolódó aspektusok figyelembevételével kidolgozásra került a kutatási keretrendszer, mely a használati hajlandóság egyes szintjeinek (attitűd, kipróbálásra való hajlandóság, beszerzéssel járó használati hajlandóság) vizsgálatát támogató modellvariánsok kialakítását segítette. Összességében a kutatás első szakaszában a szakirodalmi bejegyzések elemzése által sikerült megállapítani a **főbb témaköröket**, az ezek által alkotott **területeket**, melyek magukban foglalják az **ágazat szempontjából fontos eszközöket** és **megoldásokat**. Emellett a közösségi adatok elemzése során sikerült meghatározni és kiválogatni

a fontosabb **pozitív és negatív aspektusokat** a területen, melyek közül kiemelésre kerültek az esetleges **kétségek**. A két eredmény együttes alkalmazása jelentős támogatást nyújtott a kutatás második szakaszában a hangsúlyos tényezők vizsgálatára való összpontosítás érdekében.

## 6.2. A kutatás második szakaszának eredményei

A kutatás második felének fontos feladata volt a három lépcsős változószelekció megvalósítása, továbbá az így kiválasztott általános és modellváltozók aspektusokká formálása a rendszerezés és összegző jellegű következtetések megfogalmazása céljából. Ezt követte a felmérést támogató web alkalmazás elkészítése, majd a felmérés megvalósítása, a felsorolásra kerülő kutatási kérdések vizsgálatának támogatásához szükséges minta beszerzése érdekében.

**Kutatási kérdés 2.:** *Eltérő véleménnyel rendelkeznek-e a résztvevők a releváns eszközök és megoldásokhoz kapcsolódó szakmai területeket érintően? Mivel meglehetősen nagy mennyiségű változók kerültek alkalmazásra, első kérdés a feltételezett redundanciával volt kapcsolatos, melynek megválaszolása lehetőséget adott a kialakításra kerülő modell és ezáltal a kutatás eredményére alapozott további felmérések egyszerűsítésére.*

Kutatási kérdés 2: Eltérő véleménnyel rendelkeznek-e a résztvevők a releváns eszközök és megoldásokhoz kapcsolódó szakmai területeket érintően?	
Tézis 5: Kimutatható a különbség az adatgyűjtés és adatkezelés lehetőségeit érintő véleményt illetően (modellváltozók alapján), azaz a célcsoport egy témakörként tekint a szakmai értelemben differenciálható funkcionális egységekre.	
Hipotézis 1: A releváns területek egyes tényezőinek értékelése során minden vizsgált modellváltozó esetében teljesültek a különbséget kifejező feltételek.	Elfogadva

### 77. ábra: A második kutatási kérdés, kapcsolódó tézisek és hipotézis

*Forrás: Saját adatok*

Feltételezés volt, hogy *kimutatható a különbség az adatgyűjtés és adatkezelés lehetőségeit érintő véleményt illetően (modellváltozók alapján), azaz a célcsoport egy témakörként tekint a szakmai értelemben differenciálható funkcionális egységekre (Tézis 5.)*. Ez kifejezi számunkra, hogy lényeges-e a használati hajlandóság egyes szintjeit érintő vizsgálatok esetében a fókuszált tematika kialakítása. A kérdés megválaszolása céljából invariancia vizsgálat került alkalmazásra, mely során minden alapmodellt alkotó látens változó esetében legalább erős invariancia volt kimutatható, azonban a független változók esetében a szigorú invariancia követelményei is teljesültek. Ebből adódóan elfogadásra került a jelen kérdés esetén megfogalmazott egy hipotézis, miszerint *a releváns területek egyes tényezőinek értékelése során minden vizsgált modellváltozó esetében teljesültek a feltételek (Hipotézis 1.)*, mint az az 77. ábra szerint is jelölésre került.

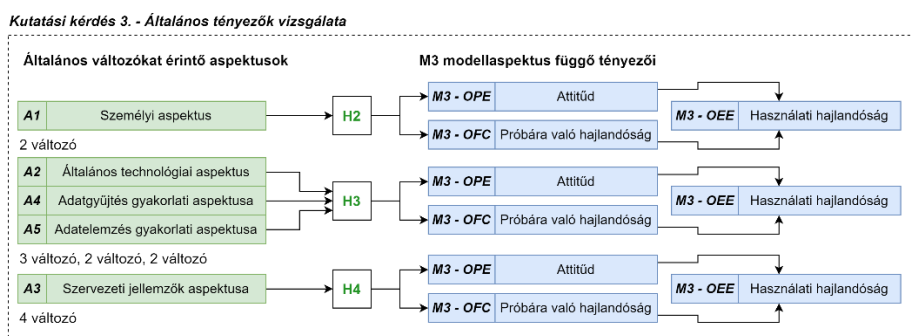
**Kutatási kérdés 3.:** *Megállapítható-e a minta alapján az általános tényezők hatása a modellbe foglalható látens tényezők értékelésére? A látens változók az előbbi lépéssel tisztításra kerültek, számuk redukálására került az M4 modellaspektus kizárása által, így folytatásként megfogalmazásra került a vele eredetileg párban álló M3 modellaspektust érintően a feltételezés.*

Kutatási kérdés 3: Megállapítható-e a minta alapján az <b>általános tényezők hatása</b> a modellbe foglalható látens tényezők értékelésére?	
<b>Tézis 6:</b> A külső tényezők (általános változók) egyes kombinációja befolyásolja a különböző látens változók (modellváltozók) értékelések alakulását, ezzel befolyásolva az ezek alapján kialakított modellek eredményét és alakulását a minta szegmentálása révén.	
<b>Hipotézis 2:</b> A külső hatások vizsgálata során releváns volt a személyi aspektus (A1) egy tétele.	Elfogadva
<b>Hipotézis 3:</b> A külső hatások vizsgálata során releváns volt az technológiai aspektusok (A2, A4 és A5) egy tétele.	Elfogadva
<b>Hipotézis 4:</b> A külső hatások vizsgálata során releváns volt a szervezeti aspektus (A3) egy tétele.	Elfogadva

### 78. ábra: A harmadik kutatási kérdés, kapcsolódó tézisek és hipotézisek

Forrás: Saját adatok

Ennek megfelelően a modellalkotás előtti feltételezés, hogy a külső tényezők (általános változók) egyes kombinációja befolyásolja a különböző látens változók (modellváltozók) értékelésének alakulását, ezzel befolyásolva az ezek alapján kialakított modellek eredményét és alakulását a minta szegmentálása révén (Tézis 6.). Ennek megállapításához ordinális logisztikus regresszió került alkalmazásra. A megvalósítás érdekében kialakításra került egy alkalmazás, mely lehetőséget biztosított az előzetes megfontolások (nem releváns hatások) figyelembevételével a lehetséges alternatívák kiszámítására, metaadatainak összeállítására és ezek alapján a leginkább hatékonyabbnak tekinthető változókombinációk kiválasztására. Az eredményeket illetően kiválasztásra került a várható teljesítmény (OPE), várható erőfeszítés (OEE) és támogató tényezők (OFC) látens változói által mért tényezőkre gyakorolt leginkább kiemelkedő kombináció. Az aspektusok változói egyenletesen szerepeltek a kialakult modellekben, így minden szempont kifejezésre került. A hipotézisek összevontan kerültek megfogalmazásra (79. ábra), az általános változók által alkotott aspektusok hatásának egységes figyelembevételével. A kapcsolódó hipotézisek, melyek a 78. ábra szerint kerültek felsorolásra, elfogadásra kerültek. Jelen esetben a kutatási kérdés sárgával került megjelölésre a részleges válaszadás révén, mivel bár megállapításra kerültek a külső hatások, azok nem kerültek alkalmazásra a PLS-SEM modell kialakítása során moderátorváltozóként vagy csoportos elemzések kivitelezése érdekében a korlátokból adódóan.



### 79. ábra: Az általános tényezők hatását érintő fő hipotézisek megfogalmazásának módja

Forrás: Saját adatok

**Kutatási kérdés 4.:** A válogatott látens változók alapján kialakíthatók-e olyan modellváltozatok, melyek képesek a releváns eszközök és megoldások elfogadottságát és használatát érintő tényezők magyarázatára? Jelen kérdés keretein belül kialakításra került a használati hajlandóság egyes szintjeinek mérésére alkalmas alapmodell, melynek kétirányú, elsődleges és másodlagos bővítése került megvalósításra a terület és ágazat sajátosságaihoz való

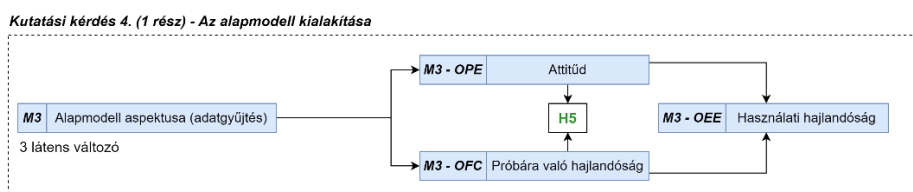
alkalmazkodás érdekében. Ahogy azt látjuk, jelen esetben három részre csoportosíthatók az eredmények, mely a bemutatás során is ilyen módon kerül megfogalmazásra.

Kutatási kérdés 4: A válogatott látens változók alapján kialakíthatók-e olyan <b>modellváltozatok</b> , melyek képesek a releváns <b>eszközök és megoldások elfogadottságát és használatát</b> érintő tényezők magyarázatára?		
<b>Tézis 7:</b> Az UTAUT2 teoretikus keret <b>függő tényezőinek bővítése</b> által kialakított alapmodell magyarázza az attitűdöt, a kipróbálásra való hajlandóságot, illetve ezeken keresztül a beszerzéssel járó használati hajlandóságot.	<b>Tézis 8:</b> Lehetőség van a területhez és ágazathoz való alkalmazkodásra és a modell teljesítményének növelésére az alapmodell <b>független tényezőinek bővítése</b> által.	<b>Tézis 9:</b> Az UTAUT2 teoretikus keretben szereplő <b>független tényezők megfelelően magyarázhatók</b> a válogatott, másodlagos modellváltozók egyes kombinációi által.
<b>Hipotézis 5:</b> Az alapmodell kialakítása során különbség volt megfigyelhető az implementált szintekre, tehát az attitűdre és próbára való hajlandóságra gyakorolt hatás között.		Elfogadva
<b>Hipotézis 6:</b> Az elsődleges modellbővítés során releváns volt a digitális attitűd (M1) tétele.		Elfogadva
<b>Hipotézis 7:</b> Az elsődleges modellbővítés során releváns volt a szervezet személyi aspektusának (M2) tétele.		Elfogadva
<b>Hipotézis 8:</b> A másodlagos modellbővítés során releváns volt a technológiai aspektusok (M5 és M6) tétele.		Elfogadva
<b>Hipotézis 9:</b> A másodlagos modellbővítés során releváns volt a szervezeti lehetőségek aspektusának (M7) tétele.		Részl. elfogadva
<b>Hipotézis 10:</b> A másodlagos modellbővítés során releváns volt a közösségi tényezők aspektusának (M8) tétele.		Részl. elfogadva

## 80. ábra: A nyednik kutatási kérdés, kapcsolódó tézisek és hipotézisek

Forrás: Saját adatok

Első lépésként kialakításra került az alapmodell az alapmodell aspektus (M3) alkalmazásával a UTAUT2 modell függő változóinak bővítésével, a használati hajlandóság egyes szintjeinek mérése érdekében, mely révén feltételezésre került, miszerint *az UTAUT2 teoretikus keret függő tényezőinek bővítése által kialakított alapmodell magyarázza az attitűdöt, a kipróbálásra való hajlandóságot, illetve ezeken keresztül a beszerzéssel járó használati hajlandóságot (Tézis 7.)*. Számos hipotézis megfogalmazására nyílt volna lehetőség, azonban jelen esetben, mivel a saját munka a függő változók bővítését foglalta magában, kézenfekvő volt ezt figyelembe venni a kiválasztás során (81. ábra). A kapcsolódó hipotézis feltételezi a függő változókra gyakorolt hatás eltérő mivoltát (Hipotézis 5.), mely az alapmodell eredményei alapján igazolásra került (80. ábra).

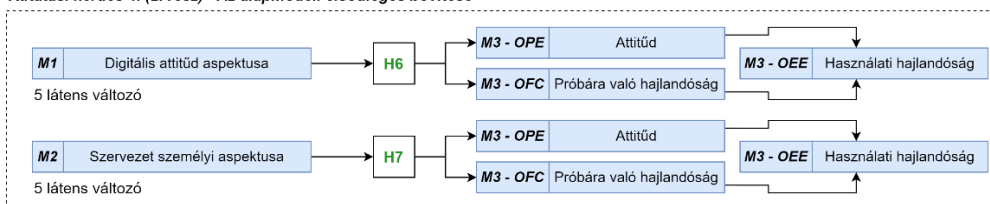


## 81. ábra: Az alapmodell kialakítását érintő fő hipotézis megfogalmazása

Forrás: Saját adatok

Az alapmodell általános mivolta révén megvalósított elsődleges modellbővítés a modellben szereplő független változók által tükrözött hatások fókuszának bővítése érdekében, így feltételezésre került, *hogy lehetőség van a területhez és ágazathoz való alkalmazkodásra és a modell teljesítményének növelésére az alapmodell független tényezőinek bővítése által (Tézis 8.)*. Ennek igazolásához két hipotézis került megfogalmazásra, melyek a 80. ábra alapján kerültek kifejtésre, míg a megfogalmazásuk módja az 83. ábra szerint történt. A két hipotézis elfogadásra került, mely kifejezi, hogy a digitális attitűd (M1) és a szervezet személyi aspektusában (M2) megfogalmazott látens változók minden tétele bekerült a modellbővítés során kialakított szerkezetbe és az szignifikáns hatással van az attitűd vagy a próbára való hajlandóság (legalább az egyik), ezen keresztül pedig a beszerzéssel is járó használati hajlandóság alakulására.

Kutatási kérdés 4. (2. rész) - Az alapmodell elsődleges bővítése

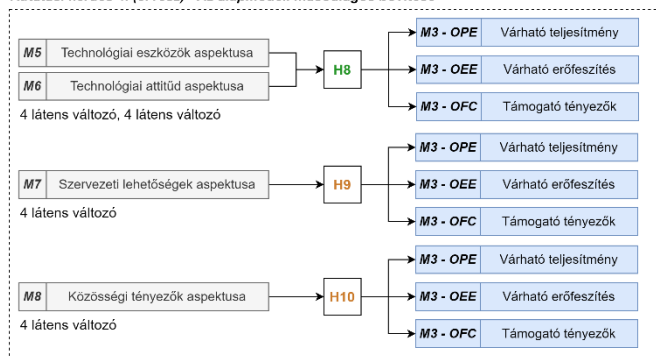


82. ábra: Az elsődleges bővítést érintő fő hipotézisek megfogalmazása

Forrás: Saját adatok

A UTAUT2 modellre is jellemző összevont látens változók alkalmazása kapcsán felmerült a rájuk gyakorolt hatások vizsgálatának gondolata, mely a másodlagos modellbővítés megvalósításához vezetett. Ezt érintő feltételezés, miszerint az UTAUT2 teoretikus keretben szereplő független tényezők megfelelően magyarázhatók a válogatott, másodlagos modellváltozók egyes kombinációi által (Tézis 9.). Jelen esetben három hipotézis került megfogalmazásra, melyek a 80. ábra szerint kerültek feltüntetésre, míg a hipotézisek megfogalmazása a 83. ábra szerint történt. Az eredmények szerint a technológiai eszközök és a technológiai attitűd aspektusában foglalt látens változók minden példány szerepelt legalább az egyik kialakított modellben (melyek az OPE, OEE és OFC látens változók összetételét vizsgálták három külön esetben) és az szignifikáns hatással volt ezáltal a modellt érintő látens változók egyikére. Ezzel szemben a szervezeti lehetőségek (M7) és közösségi tényezők aspektusa (M8) esetében egy-egy látens változó esetében nem volt kimutatható a szignifikáns hatás (a kétszer 4 változó közül). Ebből adódóan részben fogadható el a kialakított modellszerkezetben való relevanciájuk.

Kutatási kérdés 4. (3. rész) - Az alapmodell másodlagos bővítése



83. ábra: A másodlagos bővítést érintő fő hipotézisek megfogalmazása

Forrás: Saját adatok

**Kutatási kérdés 5.:** Az eszközök és megoldások elfogadottságát és használatát érintő tényezők megállapíthatók becslések által? A modellben szereplő függő változók becslésének lehetősége már az általános változók hatásának vizsgálata során is felmerült a választott regressziós képlet gradient boosting alapú optimalizálása által. Ennek során nem születtek konzisztens eredmények, azonban ezt követően, a PLS-SEM modellek kialakítása során felmerült az így létrejött szerkezet alkalmazása, azonban neurális hálózatként való megfogalmazás által.

<p><b>Kutatási kérdés 5:</b> Az eszközök és megoldások elfogadottságát és használatát érintő tényezők megállapíthatók becslések által?</p>
<p><b>Tézis 10:</b> Lehetőség van az általános tényezők és egyes modellváltozók alkalmazásával becsléseket tenni a főbb függő tényezők (modellváltozók) értékelését illetően a kialakult modellszerkezet figyelembevételével.</p>
<p><i>Jelen kérdés esetében nem került hipotézis megfogalmazásra.</i></p>

### **84. ábra: Az ötödik kutatási kérdés és a kapcsolódó tézis**

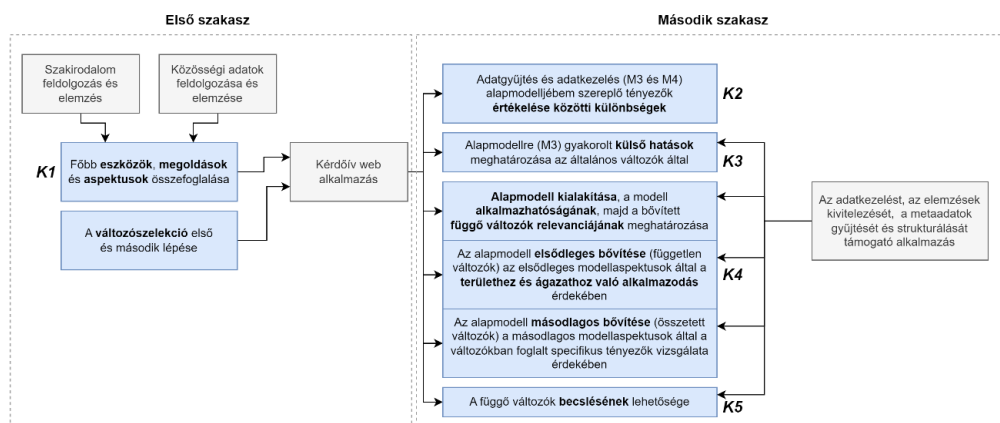
*Forrás: Saját adatok*

A feltételezés, hogy *lehetőség van az általános tényezők és egyes modellváltozók alkalmazásával becsléseket tenni a főbb függő tényezők (modellváltozók) értékelését illetően a kialakult modellszerkezet figyelembevételével (Tézis 10.)*. Mint azt látjuk, jelen esetben is sárgával került jelölésre a kérdés, mely az előbbi példa szerint kifejezi, hogy nem sikerült megbízható választ találni a kérdésre 84. ábra. Bár a fejezetben kialakított hálózat több esetben megfelelő eredményt nyújtott a 10-szeres keresztvalidáció alapján, az alkalmazott hálózati szerkezet hiánytalan tanításához lényegesen nagyobb adatmennyiség lenne szükséges a megfelelő generalizálás esetében, így bár a modell kialakításra került, a paraméterek optimalizálása megtörtént, mégis részeredményként tekintek rá az említett korlátozásokból adódóan.

Összességében, a kutatás második szakaszának kiemelt lépése volt a többszintes változószelekció, mely hozzájárult a modellalkotás folyamatához. A felmérés szerkezetének kialakítását követően megállapításra került a két fő terület, tehát az adatgyűjtés és adatkezelés egyes tényezőit érintő értékelések egyezősége az alapmodell szerint, mely figyelembevételével nem volt szükség túlzottan specifikus, a területekre külön fókuszáló vizsgálat megvalósítása további lépésként. Ezt követően, a modellalkotás előtt meghatározásra kerültek az általános tényezők azon kombinációi, melyek hatással vannak a főbb modellváltozók alakulására. A fő eredményt jelentő modellalkotás három lépcsőben történt, mely során első lépésként a kialakított alapmodell a UTAUT2 technológiai elfogadottság mérésére szolgáló teoretikus keret módosításával jött létre. A módosítás a függő változók bővítését foglalta magában az elfogadottság szintjeinek értelmezése céljából. A modell általános mivolta révén kétszintes bővítésre került sor. Az elsődleges bővítés során a modell teljesítményének javítása és a terület, valamint az ágazat sajátosságaihoz való alkalmazkodás volt a cél az elsődleges modellaspektusok alkalmazásával, míg a másodlagos bővítés során a UTAUT2 modellben szereplő összetett változókra gyakorolt hatás vizsgálata volt a cél a másodlagos modellaspektusok alkalmazásával. Végezetül áttekintésre kerültek a modell szerkezetének figyelembevételével a függő változók becslésének lehetőségei.

### **6.3. A főbb eredmények összefoglalása**

Az eredmények két fő témakört ölelnek át, magában foglalva a kialakított *támogató alkalmazások készítését*, illetve a *kutatási célkitűzések elérését támogató lépéseket*, melyek az alábbi 85. ábra szerint kerültek összefoglalásra. Itt szürke szín jelzi a kiegészítő alkalmazásokat, míg kék szín a célkitűzéseket, továbbá láthatjuk a kapcsolódó kutatási kérdés jelölését.



**85. ábra: A főbb eredményeket tartalmazó pontok összefoglalása**

*Forrás: Saját adatok*

Egyrészt, a célkitűzések elérése érdekében szükséges volt több **támogató alkalmazás** készítésére, melyek tételesen a teljesség igénye nélkül az alábbiakat foglalják magában:

- A **szakirodalmi adatok**, illetve a **közösségi bejegyzések kezelését és elemzését támogató munkafolyamat és alkalmazás elkészítését**,
- a **kérdőív kezeléséhez használt alkalmazás elkészítését**, a főbb sajátosságok (dinamikus kérdések, kiegészítő információk) megjelenítése céljából,
- a három lépéses **változószelekciót**, továbbá a **számítások terv szerinti elvégzését** és az eredmények metaadatainak strukturálását és összevetését végző **munkafolyamat és alkalmazás elkészítését**,
- végezetül a **rendszerkonceptió és nyílt forráskódú rendszer tervezését és kivitelezését** a gyakorlati alkalmazás folyamatokra és felhasználóra gyakorolt hatásának felmérése céljából.

Az eredmények esetében kiemelt szerepe volt a változószelekciónak és az ágazat, valamint terület sajátosságaihoz illeszkedő szerkezettel bíró modellek kialakításának. A teoretikus keret hiányában szükséges volt egy olyan munkafolyamat kialakításra, mely lehetőséget ad a kutatás egyes pontjainak megalapozására. Ebből adódóan a kutatás két fő szakaszból áll.

#### **Első szakasz: Főbb tényezők összefoglalása, felmérés kialakítása**

- A szakirodalom és közösségi bejegyzések alapján meghatározásra kerültek a **hangsúlyos eszközök és megoldások**, továbbá a **fontosabb aspektusok**, kiemelve a kétségeket.
- Elkezdődött a háromszintes változószelekció, a szakirodalom alapján frekvenciánként használt **látens változók és PLS-SEM modellvariánsok gyűjtésével, válogatásával és aspektusokba való formálásával** a felmérés támogatása céljából.
- Végezetül megtörtént a **felmérés összeállítása** az előbbieken alapján, majd a **felmérés** a kis és közepes méretű, szántóföldi növénytermesztéssel foglalkozó vállalkozások körében.

#### **Második szakasz: Főbb tényezők összefoglalása, felmérés kialakítása**

- Első lépésként megállapításra került, miszerint az alapmodell és a minta szerint **nem tapasztalható különbség az adatgyűjtés és adatkezelés egyes tényezőinek értékelését** illetően, ezzel lehetőséget adva a modell egyszerűsítésére.
- Ezt követően **áttekintésre kerültek a főbb külső hatások** az általános változók alapján, támogatva az ezt követő modellalkotás folyamatát a torzító hatások ismerete által.
- A modellalkotás során **kialakításra került a UTAUT2 technológiai elfogadás mérését segítő modell, a függő tényezők bővítését követően**, mely immáron képes volt az elfogadottság egyes szintjeinek vizsgálatára is. A modell alkalmasnak bizonyult az alapvető hatások felmérésére, azonban túlzott általánosság jellemezte.
- Ebből adódóan, **elsődleges bővítés során sikerült a modell teljesítményét fokozni** egyes, elsődleges modellaspektusok közé tartozó változók hozzáadásával az optimalizálás során.
- A **másodlagos bővítés** során az UTAUT2 modellben eredetileg szereplő, tömör információtartalmat képviselő **független változók magyarázhatósága került vizsgálatra**, mely által a rájuk gyakorolt hatások kombinációi kerültek vizsgálatra, majd az eredmények szerint kiválasztásra a másodlagos modellaspektusokba sorolt tényezők figyelembevételével.
- Végezetül, a kialakított modellszerkezet alapján **áttekintésre kerültek a függő tényezők, tehát a használati hajlandóság egyes szintjeinek becslését érintő lehetőségek**.

## ÖSSZEFOGLALÁS

A mezőgazdasági termelés és a kapcsolódó üzleti folyamatok optimalizálása kiemelt fontosságot élvez a versenyképesség és a fenntarthatóság egyensúlyozása érdekében. A digitalizáció lehetőségeit összefogó Ipar 4.0 koncepcióban számos módszer került összefoglalásra ennek támogatásához, mely révén új adatforrások és új feldolgozást és elemzést segítő módszerek kerültek definiálásra iránymutatásként. Az implementálásnak több módjáról beszélhetünk a testreszabhatóság és az erőforrások alapján. Jelentős szakadék figyelhető meg a szervezeti méretkategóriák között, így kérdés, hogy milyen tényezők befolyásolják a megoldások kis és közepes méretű, mezőgazdasági tevékenységet folytató szervezetek körében történő alkalmazását.

A kutatás első lépését jelentő alapkutatás során szakirodalmi és közösségi bejegyzések kerültek elemzésre. Kiemelt szerepe volt a mezőgazdasági termelés és a releváns területek közötti kapcsolatot kifejező adatoknak, melyek esetében társszóhálózati elemzés, többszörös korrespondencia elemzés és tematikus evolúciós elemzés került alkalmazásra a témakörök, közöttük lévő kapcsolat, az ezek alapján kialakuló területek, illetve a témakörök közötti kapcsolat idővel való változásának meghatározása céljából, mely támogatta a felmérés során relevánsnak tekinthető *eszközök* és *megoldások* kiválasztását. A közösségi adatok esetében eddiginél összetettebb adattisztítást követően a bejegyzések transzformer alapú neurális hálózat segítségével kerültek osztályozásra a bennük foglalt vélemény alapján. A bejegyzéseken ezt követően függőségi szabályok kerültek alkalmazásra, mely által lehetőség nyílt a *pozitív és negatív aspektusok* meghatározására, melyek közül kiemelésre kerültek a kétségek a felmérésben való fokozott szerepük révén. Az előbb említett alapkutatás által összefoglalásként meghatározásra kerültek a főbb eszközök, megoldások és kétségek, melyek támogatták az ezt követő háromszintes változószelekció megvalósítását. Ennek eredményeként 5.520 szakirodalom által validált látens változó és 198 PLS-SEM modellvariáns került gyűjtésre és rendszerezésre. A kiválasztást követően szűrésre kerültek a tételek a korábbi eredmények figyelembevételével, majd aspektusok kerültek kialakításra a megfelelő kezelhetőség érdekében, kialakítva a *digitális attitűd (M1)*, a *szervezet személyi (M2)* és az adatgyűjtéssel vagy adatkezelés és elemzéssel kapcsolatos *alapmodell (M3 és M4)* elsődleges, illetve a *technológiai eszközök (M5)*, a *technológiai attitűd (M6)*, a *szervezeti lehetőségek (M7)*, illetve a *közösségi tényezők (M8)* másodlagos aspektusait. Ezek mellett általános jellegű változók kerültek megfogalmazásra a külső hatások vizsgálata érdekében. Az utóbbiak *személyt (A1)*, *általános technológiát (A2)*, *szervezeti jellemzőket (A3)*, *adatgyűjtést (A4)*, illetve *adatkezelést (A5)* érintő aspektusokba kerültek besorolásra. Az összeállítást követően kialakításra került egy web alkalmazás a kérdőív közzétételére, mely a válaszok alapján alkalmazkodott a résztvevő ismereteihez és szerepköréhez.

Az adatgyűjtést követően a kutatás második szakaszának kezdéseként invariancia vizsgálat segítségével megállapításra került az egyes területek (adatgyűjtés és adatkezelés) alapján megfogalmazott alapmodell aspektusok értékelése közötti egyezőség a funkcionális eltérések ellenére, mely lehetőséget biztosított a látens változók számának csökkentésére. Ezt követően, a modell értékelését befolyásoló, illetve rá torzító hatással bíró külső tényezők vizsgálatára került sor az általános változók alkalmazásával. A következő lépés a PLS-SEM modellvariánsok kialakítása volt. Az első alapmodell kialakítása során a UTAUT2 modellből ismert függő és független változók kerültek alkalmazásra (M3 modellaspektusban foglalt tényezők), azonban a független változók kiegészítésre kerültek az eszközök és megoldások használati hajlandóságának eltérő szintjeit kifejező *attitűd (OAT)* és *kipróbálásra való hajlandóság (OTBI)* tényezőivel, a *használati hajlandóság (OIBI)* mellett. A modell általános mivolta révén felmerült a bővítés szüksége a terület és ágazat sajátosságaihoz való alkalmazás érdekében, mely két szinten került megvalósításra. Teoretikus alap hiányában kidolgozásra került egy iteratív elemzések megvalósítását támogató alkalmazás, mely a megkötések figyelembevételével képes volt számos modellváltozat létrehozására, a kiszámítására, majd metaadatainak strukturálására, ezzel támogatva a leginkább kifejező változat keresését. A cél a vizsgált látens változók halmazának szűkítése volt a gyakorlatban releváns tényezők kiválasztása érdekében, az elsődleges modellaspektusokban foglalt látens változók alkalmazásával. Az ezt követő másodlagos modellbővítés során a UTAUT2 modellben foglalt aggregált változók magyarázata került célként meghatározásra, a másodlagos modellaspektusban foglalt látens változók implementálása által. Jelen esetben minden érintett látens változóhoz kialakításra került egy modell annak magyarázata céljából. A számítások megvalósításához a korábban megismert iteratív módszer került alkalmazásra, melynek támogatásához kidolgozásra került egy új, empirikus elképzeléseken alapuló korlátozás a kapcsolatokat illetően. A modellek kialakítását követően az eredmények alapján felmerült a becslések kérdése, azaz annak vizsgálata, hogy milyen hatékonysággal becsülhető meg a főbb látens változók értékelése redukált adathalmaz alapján, különböző szerkezeti paraméterekkel rendelkező neurális hálózatok segítségével. Ennek eredményeként kiválasztásra kerültek a megfelelő modellvariánsok, melyek minden esetben jobb pontossággal voltak képesek az értékelések becslésére a korábbi próbálkozásokhoz képest, azonban a megbízható alkalmazása további adatgyűjtést igényel.

Az eredmények alapján összefoglalásra kerültek a használati hajlandóságot befolyásoló főbb tényezők, melyek közvetlenül, közvetetten és nem befolyásolható tényezőként kerültek csoportosításra. A befolyásolható tényezők mintázata alapján lehetséges megoldás lehet a gyakorlati alkalmazás hatásának vizsgálata a felhasználó (attitűd változása a használatot követően) és a szervezet (folyamatokra gyakorolt hatás) szempontjából egyaránt. Az eredményekben foglalt

tapasztalatok alapján kidolgozásra került egy rendszerkoncepció nyílt forráskódú komponensek alkalmazásával egy Hadoop klaszter formájában, a gyakorlatban alkalmazott saját rendszer logikai felépítésére alapozva. Az így elérhető lehetőségek magában foglalják az eszközmenedzsmentet (szenzorhálózatok), az online adatbányászatot (változó strukturáltságú, online adatok), a különböző, környezeti, gazdasági és agronómiai adatok integrációját, illetve a teljes adatbázis egységének elérését függetlenül az időbeli vagy térbeli paramétereiktől, illetve az adathalmaz által reprezentált tényezőtől, így támogatva a lehetőségek széleskörű megismerését.

A kutatás során elsődleges cél olyan modellváltozatok elkészítése volt, mely alapjaiban alkalmazkodik a terület és az ágazat sajátosságaihoz. Ez a feladat több kihívást hordozott magában, mivel stabil teoretikus alap hiányában több részeredmény közbeiktatása által sikerült eljutni a meghatározott célkitűzésig. Ez magában foglalja a szakirodalmi és a közösségi bejegyzések vizsgálatát a lehetséges irányok meghatározása céljából, illetve ugyanúgy magában foglalja a változószelekció folyamatát, mely lényeges korlátokat szabott a kutatás során a mérést igénylő változók mennyisége révén. Végeredményként kidolgozásra került a használati hajlandóság egyes szintjeit mérő PLS-SEM modellvariáns, mely reményeim szerint jobban reflektálja az említett sajátosságokat az általánosabb modellek által nyújtott lehetőségekhez képest. Azonban nem minden korlátot sikerült leküzdeni, mely egyértelműen további kutatás lebonyolítását tenné szükségessé. Elsőként fontos lépésként tekintek a kialakított modell újbóli tesztelésére, mely a változószelekció révén jelentősen csökkentett terjedelem által immáron lehetőséget biztosít a nagyobb elemszám elérésére. Ezáltal lehetőség nyílna a relevánsnak vélt külső hatások további értelmezésére, a modellbe való építés által, emellett további tesztek lebonyolítására nyílna lehetőség a becsléseket illetően, ezekkel a lépésekkel korrigálva két részben megválaszolt kutatási kérdést. A következtetések alapján kialakított rendszerkoncepció szintén további lehetőségeket nyithat a modell alkalmazását érintően a már kifejtett, gyakorlati alkalmazás hatásának vizsgálatát érintően, melyek kapcsán személy szerint preferálom a folyamatokra gyakorolt hatás vizsgálatát, ám a dolgozat témájához illeszkedően relevánsabb lehet a használat felhasználókra gyakorolt hatásának felmérésre a modell feltételeinek eleget tevő felmérés használat előtti és utáni megvalósítása által. Összességében ezzel a lépéssel tudom meghatározni az eredmények további bővítésének, illetve felhasználásának lehetőségét.

A kutatás szempontjából releváns eszközök és megoldások alkalmazása kiemelten fontos, nem csak az egyén, hanem a közösség szempontjából is, mivel a technológiai megoldások lehetőségeinek kihasználása érdekében minden résztvevőre szükség van. Mint az sok területen igaz, új módszerek állnak rendelkezésre, azonban egységes, címkézett adat hiányában nincs lehetőségünk azok kihasználására. Ebből adódóan az elkövetkező évek kiemelt változása lehet a kollaboráció, melynek elengedhetetlen kelléke a bemutatott eszközök és megoldások alkalmazása.

## SUMMARY

Optimising agricultural production and related business processes is a priority to balance competitiveness and sustainability. The concept of Industry 4.0 comprises the opportunities of digitalisation, by summarising diverse options as guidelines, defining new data sources and new methods for data processing and analysis. There are several ways of implementation based on customisation and available resources. There is a significant gap between organisational sizes, thus the question is that what factors influence the implementation of relevant tools and solutions in small and medium sized agricultural organisations.

The first step of the research was to analyse literature and public entries. The data expressing the relationship between agricultural production and the relevant fields played a key role, for which co-word network analysis, multiple correspondence analysis and thematic evolutionary analysis were used to identify the topics and the relationship between them, the resulting fields and how the relationship between them changes over time. This step supported the selection of *tools and solutions* that were considered relevant for the survey. For the public entries, more complex data cleaning was used to classify the entries using a transformer-based neural network based on the opinions they contain. Dependency rules were applied to the entries, allowing the identification of *positive and negative aspects*, with doubts being highlighted through their increased role in the survey. The preliminary research summarised the main tools, solutions and doubts that supported the subsequent three-step variable selection. As a result, 5,520 validated latent variables and 198 PLS-SEM model variables were collected and organized from the literature. Following the selection, items were filtered by taking into account previous results and then aspects were created for appropriate manageability, creating primary aspects of *digital attitude (M1)*, *organisation personnel (M2)* and *base model of data acquisition or management (M3 and M4)*, and secondary facets of *technological tools (M5)*, *technological attitude (M6)*, *organisational capabilities (M7)* and *community factors (M8)*. In addition, general variables have been formulated in order to examine externalities. The latter have been classified into aspects as well, forming *personnel aspect (A1)*, *general technology aspect (A2)*, *organisational characteristics aspect (A3)*, and *practical aspect of data collection and management (A4 and A5)*. A web application was then developed to publish the questionnaire, which was able to adapt to the knowledge and role of the participants based on the responses.

After the data collection, the second phase of the research started with an invariance analysis to establish the similarity between the scoring of the base model aspects formulated for each field (data acquisition and data management), despite functional differences, which provided an opportunity to reduce the number of latent variables. Then, the external factors influencing or

distorting the evaluation of the model were examined using the general variables. The next step was the design of the PLS-SEM model variants. In the first basic model design, the dependent and independent variables known from the UTAUT2 model were used (factors included in the M3 model aspect), but the independent variables were complemented by the latent variables of *attitude (OAT)* and *intention to try (OTBI)*, in addition to *intention to use (OIBI)* of tools and solutions. The generic nature of the model has led to the need for extension to adapt to the specificities of the field and the sector, which has been implemented at two levels. In the absence of a theoretical basis, an application was developed to support the implementation of variables via iterative methods, which, taking into account the constraints, was able to generate the model variants, calculate them and structure the metadata of the results to support the model selection. The aim was to reduce the set of latent variables under consideration in order to select the factors that are relevant in practice, using the latent variables included in the primary model aspects. The subsequent secondary model extension aimed at explaining the aggregated variables included in the UTAUT2 model by implementing the latent variables included in the secondary model aspect. In the present case, a model has been developed for each latent variable to explain them. To implement the calculations, the previous iterative method was used with new constraints, based on empirical ideas. Once the models were developed, the results led to the question of estimation, to how efficiently the main latent variables can be estimated from a reduced data set using neural networks with different structural parameters. As a result, appropriate model variants were selected, which in all cases were able to estimate the valuations with improved accuracy compared to previous attempts, but their reliable application requires further data collection.

Based on the results, the main factors influencing intention to use were summarised and categorised as directly influenceable, indirectly influence ably and non-influenceable. Based on the pattern of influencing factors, a possible solution could be to examine the impact of practical application from both the user's (change in attitude after use) and the organisation's (impact on processes) perspective. Based on the experience gained from the results, a system concept was developed using open-source components in the form of a Hadoop cluster, based on the architecture of a proprietary system used in practice. The resulting capabilities include device management (sensor networks), online data mining (online data with variable structure), integration of diverse environmental, economic and agronomic data, and access to the database entities regardless of the temporal or spatial parameters or subject of the data, thus supporting a broad understanding of the potential use.

The primary objective of the research was to develop a model variant that is fundamentally adapted to the specificities of the field and the sector. This was a challenging task, as the lack of a solid theoretical background meant that the defined objective was achieved by introducing a

number of partial results. This involved an examination of the literature and public entries to identify possible directions, and also involved a process of variable selection, which imposed significant constraints on the research in terms of the quantity of variables to be measured. As a result, a PLS-SEM model variant measuring different levels of intention to use was developed, which is able to reflect these characteristics more compared to the possibilities offered by more general models. However, not all limitations could be solved, as some would require further research. As a first step, I consider the assessment of the developed model, which now offers the possibility of achieving a larger sample through a significantly reduced scope based on the variable selection. This would allow for further interpretation of the external effects found to be relevant by incorporating them into the model and would also allow for further testing of the estimates, thus correcting two of the research questions that were partially answered. The system concept developed on the basis of the conclusions could also open up further possibilities for the application of the model regarding the impact of the practical application already discussed, where I personally prefer to examine the impact on processes, and to assess the impact on users by implementing a pre- and post-use survey that meets the conditions of the model. This steps can summarize the potential for further extension and application of the results.

The use of tools and solutions relevant to research is of paramount importance, not only for the individual but also for the community, as all participants are required to take advantage of the potential of technological solutions. As is true in many fields, new methods are available, but without consistent, labelled data, we have no way of utilizing them. Therefore, collaboration could be a key change in the coming years, and the use of the tools and solutions presented is an indispensable prerequisite.

## SZAKIRODALMI JEGYZÉK

- Abdellah, Z. – Aminearrahmane, A. – Fatima, J. (2016): Factors affecting adoption of FLOSS ERP system by SMEs directors and managers in developing countries using UTAUT2, SEM and R. *Colloquium in Information Science and Technology, CIST*, v.0(July 2002), pp. 25–30. doi:10.1109/CIST.2016.7805058
- Abed, S. S. (2020): Social commerce adoption using TOE framework: An empirical investigation of Saudi Arabian SMEs. *International Journal of Information Management*, v.53(October 2019), pp. 102118. doi:10.1016/j.ijinfomgt.2020.102118
- Abrahams, O. – Ophoff, J. – Mwalemba, G. (2015): Cloud computing adoption for business development: A TOE perspective. *Proceedings of the 9th IDIA conference*, pp. 463–476.
- Acheampong, O. – Moyaid, S. A. (2016): An integrated model for determining business intelligence systems adoption and post-adoption benefits in banking sector. *Journal of Administrative and Business Studies*, v.2(2), pp. 84–100. doi:10.20474/jabs-2.2.4
- Adrian, A. M. – Norwood, S. H. – Mask, P. L. (2005): Producers' perceptions and attitudes toward precision agriculture technologies. *Computers and Electronics in Agriculture*, v.48(3), pp. 256–271. doi:10.1016/j.compag.2005.04.004
- Agovino, M. – Casaccia, M. – Ciommi, M. – Ferrara, M. – Marchesano, K. (2019): Agriculture, climate change and sustainability: The case of EU-28. *Ecological Indicators*, v.105(April), pp. 525–543. doi:10.1016/j.ecolind.2018.04.064
- Agresti, A. (2018): *An Introduction to Categorical Data Analysis*, 3rd Edition. Wiley.
- Ahemd, M. M. – Shah, M. A. – Wahid, A. (2017): IoT security: A layered approach for attacks & defenses. *International Conference on Communication Technologies, ComTech 2017*, pp. 104–110. doi:10.1109/COMTECH.2017.8065757
- Ahmad Salleh, K. – Janczewski, L. (2018): An Implementation of Sec-TOE Framework: Identifying Security Determinants of Big Data Solutions Adoption. *PACIS 2018 Proceedings*, pp. 211. Elérés forrás <https://aisel.aisnet.org/cgi/viewcontent.cgi?article=1210&context=pacis2018>
- AlBar, A. M. – Hoque, M. R. (2019): Factors affecting cloud ERP adoption in Saudi Arabia: An empirical study. *Information Development*, v.35(1), pp. 150–164. doi:10.1177/0266666917735677
- Albright, S. C. – Wayne, W. L. (2016): *Business Analytics: Data Analysis & Decision Making*. Cengage Learning.
- Alexopoulos, K. – Makris, S. – Xanthakis, V. – Sipsas, K. – Chryssolouris, G. (2016): A concept for context-aware computing in manufacturing: the white goods case. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, v.29(8), pp. 839–849. doi:10.1080/0951192X.2015.1130257
- Alkhalil, A. – Sahandi, R. – John, D. (2017): An exploration of the determinants for decision to migrate existing resources to cloud computing using an integrated TOE-DOI model. *Journal of Cloud Computing*, v.6(1). doi:10.1186/s13677-016-0072-x
- Almada-Lobo, F. (2016): The Industry 4.0 revolution and the future of Manufacturing Execution Systems (MES). *Journal of Innovation Management*, v.3(4), pp. 16–21. doi:10.216/81805
- Alvarez, R. (2009): Predicting average regional yield and production of wheat in the Argentine Pampas by an artificial neural network approach. *European Journal of Agronomy*, v.30(2), pp. 70–77. doi:10.1016/j.eja.2008.07.005
- Amini, A. (2015): Application of fuzzy multi-objective programming in optimization of crop production planning. *Asian Journal of Agricultural Research*, v.9(5), pp. 208–222. doi:10.3923/ajar.2015.208.222
- Amos, S. (2015): *A Beginner's Guide to Structural Equation Modeling*. In *A Beginner's Guide to Structural Equation Modeling*. doi:10.4324/9781315749105
- Antunes, M. – Gomes, D. – Aguiar, R. L. (2018): Towards IoT data classification through semantic features.

- Future Generation Computer Systems, v.86, pp. 792–798. doi:10.1016/j.future.2017.11.045
- Aria, M. – Cuccurullo, C. (2017): bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*, v.11(4), pp. 959–975. doi:10.1016/j.joi.2017.08.007
- Ariza-Monte, A. – Leal-Rodríguez, A. L. – Ramírez-Sobrino, J. – Molina-Sánchez, H. (2019): Safeguarding health at the workplace: A study of work engagement, authenticity and subjective wellbeing among religious workers. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v.16(17). doi:10.3390/ijerph16173016
- AROGUNDADE, O. T. – ADEJIMI, A. O. – MUSTAPHA, A. M. – IKOTUN, A. M. – AKINWALE, A. (2017): Investigation of Factors Affecting Cloud Computing Adoption in Nigeria. *Journal of Natural Sciences Engineering and Technology*, v.15(2), pp. 73–94. doi:10.51406/jnset.v15i2.1687
- Asadi, S. – Abdullah, R. – Safaei, M. – Nazir, S. (2019): An Integrated SEM-Neural Network Approach for Predicting Determinants of Adoption of Wearable Healthcare Devices. *Mobile Information Systems*, v.2019, pp. 1–9. doi:10.1155/2019/8026042
- Ashton, K. (2009): That “Internet of Things” Thing. *RFiD Journal*, v.22, pp. 97–114.
- Assunção, M. D. – Calheiros, R. N. – Bianchi, S. – Netto, M. A. S. – Buyya, R. (2015): Big Data computing and clouds: Trends and future directions. *Journal of Parallel and Distributed Computing*, v.79–80, pp. 3–15. doi:10.1016/j.jpdc.2014.08.003
- Atluri, G. – Karpatne, A. – Kumar, V. (2018): Spatio-temporal data mining: A survey of problems and methods. *ACM Computing Surveys*, v.51(4), pp. 1–37. doi:10.1145/3161602
- Aubert, B. A. – Schroeder, A. – Grimaudo, J. (2012): IT as enabler of sustainable farming: An empirical analysis of farmers’ adoption decision of precision agriculture technology. *Decision Support Systems*, v.54(1), pp. 510–520. doi:10.1016/j.dss.2012.07.002
- Awa, H. O. – Ukoha, O. – Emecheta, B. C. (2016): Using T-O-E theoretical framework to study the adoption of ERP solution. *Cogent Business and Management*, v.3(1). doi:10.1080/23311975.2016.1196571
- Ayub, U. – Moqurrah, S. A. (2018): Predicting crop diseases using data mining approaches: Classification. *Proceedings - 2018, IEEE 1st International Conference on Power, Energy and Smart Grid, ICPEGS 2018*, pp. 1–6. doi:10.1109/ICPEGS.2018.8384523
- Babiceanu, R. F. – Seker, R. (2016): Big Data and virtualization for manufacturing cyber-physical systems: A survey of the current status and future outlook. *Computers in Industry*, v.81, pp. 128–137. doi:10.1016/j.compind.2016.02.004
- Bach, M. P. – Zoroja, J. – Čeljo, A. (2017): An extension of the technology acceptance model for business intelligence systems: Project management maturity perspective. *International Journal of Information Systems and Project Management*, v.5(2), pp. 5–21. doi:10.12821/ijispm050201
- Baker, J. (2012): The Technology–Organization–Environment Framework. In *Information Systems Theory: Explaining and Predicting Our Digital Society* (V. 1, pp. 231–245). doi:10.1007/978-1-4419-6108-2\_12
- Banavlikar, T. – Mahir, A. – Budukh, M. – Dhodapkar, S. (2018): Crop recommendation system using neural networks. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, v.5(5), pp. 1475–1480.
- Bano, M. – Zowghi, D. (2015): A systematic review on the relationship between user involvement and system success. *Information and Software Technology*, v.58, pp. 148–169. doi:10.1016/j.infsof.2014.06.011
- Barney, J. B. (1999): How a firm’s capabilities affect boundary decisions. *Sloan Management Review*, v.40(3), pp. 137–145.
- Bartodziej, C. J. (2017): The Concept Industry 4.0. In *The Concept Industry 4.0*. doi:10.1007/978-3-658-16502-4
- Batagelj, V. – Cerinšek, M. (2013): On bibliographic networks. *Scientometrics*, v.96(3), pp. 845–864.

doi:10.1007/s11192-012-0940-1

- Baviskar, J. – Mulla, A. – Baviskar, A. – Ashtekar, S. – Chintawar, A. (2014): Real Time Monitoring and Control System for Green House Based on 802.15.4 Wireless Sensor Network. 2014 Fourth International Conference on Communication Systems and Network Technologies, (December 2004), pp. 98–103. doi:10.1109/CSNT.2014.28
- Belcastro, L. – Marozzo, F. – Talia, D. – Trunfio, P. (2017): Big Data Analysis on Clouds. In *Handbook of Big Data Technologies* (pp. 101–142). doi:10.1007/978-3-319-49340-4\_4
- Bendre, M. R. – Thool, R. C. – Thool, V. R. (2016): Big data in precision agriculture: Weather forecasting for future farming. Proceedings on 2015 1st International Conference on Next Generation Computing Technologies, NGCT 2015, (September), pp. 744–750. doi:10.1109/NGCT.2015.7375220
- Benotmane, R. – Kovács, G. – Dudás, L. (2019): Economic, social impacts and operation of smart factories in Industry 4.0 focusing on simulation and artificial intelligence of collaborating robots. *Social Sciences*, v.8(5). doi:10.3390/socsci8050143
- Beza, E. – Reidsma, P. – Poortvliet, P. M. – Belay, M. M. – Bijen, B. S. – Kooistra, L. (2018): Exploring farmers' intentions to adopt mobile Short Message Service (SMS) for citizen science in agriculture. *Computers and Electronics in Agriculture*, v.151(June), pp. 295–310. doi:10.1016/j.compag.2018.06.015
- Blok, P. M. – Barth, R. – van den Berg, W. (2016): Machine vision for a selective broccoli harvesting robot. *IFAC-PapersOnLine*, v.49(16), pp. 66–71. doi:10.1016/j.ifacol.2016.10.013
- Bucur, C. (2015): Using Big Data for Intelligent Businesses. *Proceedings of the Scientific Conference AFASES*, 2, 605–612. Elérés forrás <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=108556642&lang=es&site=ehost-live>
- Burstein, F. – Holsapple, C. (2008): Handbook on Decision Support Systems 1: Basic Themes. In *International Handbooks of Information Systems*. doi:10.1007/978-3-540-48713-5
- Buyya, R. – Calheiros, R. N. – Vahid Dastjerdi, A. (2016): Big data: Principles and paradigms. Morgan Kaufmann.
- Cabrera-Sánchez, J.-P. – Villarejo-Ramos, Á. F. (2019): Factors affecting the adoption of big data analytics in companies. *Revista de Administração de Empresas*, v.59(6), pp. 415–429. doi:10.1590/s0034-759020190607
- Cabrera-Sánchez, J.-P. – Villarejo-Ramos, Á. F. (2020): Acceptance and use of big data techniques in services companies. *Journal of Retailing and Consumer Services*, v.52(March 2019), pp. 101888. doi:10.1016/j.jretconser.2019.101888
- Carli, G. – Xhakollari, V. – Tagliaventi, M. R. (2017): How to Model the Adoption and Perception of Precision Agriculture Technologiespp. 223–249. doi:10.1007/978-3-319-68715-5\_11
- Cassel, C. – Hackl, P. – Westlund, A. H. (1999): Robustness of partial least-squares method for estimating latent variable quality structures. *Journal of Applied Statistics*, v.26(4), pp. 435–446. doi:10.1080/02664769922322
- Chen, M. – Mao, S. – Liu, Y. (2014): Big data: A survey. *Mobile Networks and Applications*, v.19(2), pp. 171–209. doi:10.1007/s11036-013-0489-0
- Cheng, J. – Wang, Z. – Pollastri, G. (2008): A neural network approach to ordinal regression. Proceedings of the International Joint Conference on Neural Networks, pp. 1279–1284. doi:10.1109/IJCNN.2008.4633963
- Cheng, T. – Haworth, J. – Anbaroglu, B. – Tanaksaranond, G. – Wang, J. (2014): Spatiotemporal Data Mining. In M. M. Fischer & P. Nijkamp (Szerk.), *Handbook of Regional Science* (pp. 1173–1193). doi:10.1007/978-3-642-23430-9\_68
- Churchill Jr, G. A. (1979): Paradigm for developing better measures of marketing constructs. *Journal of Marketing Research*, v.16(1), pp. 64–73. Elérés forrás [http://statmath.wu.ac.at/people/dittrich/m1bw/trochim\\_pdfs/zus%E4tzliches](http://statmath.wu.ac.at/people/dittrich/m1bw/trochim_pdfs/zus%E4tzliches) Material

- Chwelos, P. – Benbasat, I. – Dexter, A. S. (2001): Research Report: Empirical Test of an EDI Adoption Model. *Information Systems Research*, v.12(3), pp. 304–321. doi:10.1287/isre.12.3.304.9708
- Coble, K. H. – Mishra, A. K. – Ferrell, S. – Griffin, T. (2018): Big data in agriculture: A challenge for the future. *Applied Economic Perspectives and Policy*, v.40(1), pp. 79–96. doi:10.1093/aep/px056
- Cobo, M. J. – López-Herrera, A. G. – Herrera-Viedma, E. – Herrera, F. (2011): An approach for detecting, quantifying, and visualizing the evolution of a research field: A practical application to the Fuzzy Sets Theory field. *Journal of Informetrics*, v.5(1), pp. 146–166. doi:10.1016/j.joi.2010.10.002
- Colizzi, L. et al. (2020): Introduction to agricultural IoT. In *Agricultural Internet of Things and Decision Support for Precision Smart Farming* (pp. 1–33). doi:10.1016/B978-0-12-818373-1.00001-9
- Conroy, R. (2015): Sample size A rough guide (pp. 1–30)pp. 1–30. Elérés forrás <https://pdfs.semanticscholar.org/4781/878153e13322c028c7d8970e7f52fbaa102a.pdf>
- Cooper, R. B. – Zmud, R. W. (1990): Information technology implementation research: A technological diffusion approach. *Management Science*, v.36(2), pp. 123–139.
- Côrte-Real, N. – Ruivo, P. – Oliveira, T. (2014): The Diffusion Stages of Business Intelligence & Analytics (BI&A): A Systematic Mapping Study. *Procedia Technology*, v.16, pp. 172–179. doi:10.1016/j.protcy.2014.10.080
- Davcev, D. – Mitreski, K. – Trajkovic, S. – Nikolovski, V. – Koteli, N. (2018): IoT agriculture system based on LoRaWAN. *IEEE International Workshop on Factory Communication Systems - Proceedings, WFCS*, v.2018-June, pp. 1–4. doi:10.1109/WFCS.2018.8402368
- Davis, F. D. (1989): Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly: Management Information Systems*, v.13(3), pp. 319–339. doi:10.2307/249008
- de Boer, P. S. – van Deursen, A. J. A. M. – van Rompay, T. J. L. (2019): Accepting the Internet-of-Things in our homes: The role of user skills. *Telematics and Informatics*, v.36(November 2018), pp. 147–156. doi:10.1016/j.tele.2018.12.004
- De Marneffe, M. C. – Dozat, T. – Silveira, N. – Haverinen, K. – Ginter, F. – Nivre, J. – Manning, C. D. (2014): Universal stanford dependencies: A cross-linguistic typology. *Proceedings of the 9th International Conference on Language Resources and Evaluation, LREC 2014*, pp. 4585–4592.
- Delen, D. – Turban, E. – Sharda, R. (2010): *Decision Support And Business Intelligence Systems*. Pearson Education.
- DePietro, R. – Wiarda, E. – Fleischer, M. (1990): The context for change: Organization, technology and environment. In L. G. Tornatzky & M. Fleischer (Szerk.), *The Process of Technological Innovation* (pp. 151–175). Lexington Books.
- Devlin, J. – Chang, M. W. – Lee, K. – Toutanova, K. (2019): BERT: Pre-training of deep bidirectional transformers for language understanding. *NAACL HLT 2019 - 2019 Conference of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics: Human Language Technologies - Proceedings of the Conference*, v.1(Mlm), pp. 4171–4186.
- Diamantopoulos, A. – Sarstedt, M. – Fuchs, C. – Wilczynski, P. – Kaiser, S. (2012): Guidelines for choosing between multi-item and single-item scales for construct measurement: A predictive validity perspective. *Journal of the Academy of Marketing Science*, v.40(3), pp. 434–449. doi:10.1007/s11747-011-0300-3
- Dicks, L. V. – Walsh, J. C. – Sutherland, W. J. (2014): Organising evidence for environmental management decisions: A „4S” hierarchy. *Trends in Ecology and Evolution*, v.29(11), pp. 607–613. doi:10.1016/j.tree.2014.09.004
- Diène, B. – Rodrigues, J. J. P. C. – Diallo, O. – Ndoeye, E. H. M. – Korotaev, V. V (2020): Data management techniques for Internet of Things. *Mechanical Systems and Signal Processing*, v.138, pp. 106564. doi:10.1016/j.ymsp.2019.106564

- Dijkstra, T. K. – Henseler, J. (2015): Consistent and asymptotically normal PLS estimators for linear structural equations. *Computational Statistics and Data Analysis*, v.81(July), pp. 10–23. doi:10.1016/j.csda.2014.07.008
- Dillon, A. (2001): User acceptance of information technology. In *Encyclopedia of Human Factors and Ergonomics*. Taylor and Francis.
- Dimitrov, D. M. (2010): Testing for factorial invariance in the context of construct Validation. *Measurement and Evaluation in Counseling and Development*, v.43(2), pp. 121–149. doi:10.1177/0748175610373459
- Drolet, A. L. – Morrison, D. G. (2001): Do We Really Need Multiple-Item Measures in Service Research? *Journal of Service Research*, v.3(3), pp. 196–204. doi:10.1177/109467050133001
- Duan, L. – Xiong, Y. (2015): Big data analytics and business analytics. *Journal of Management Analytics*, v.2(1), pp. 1–21. doi:10.1080/23270012.2015.1020891
- Dubey, S. R. – Jalal, A. S. (2015): Application of Image Processing in Fruit and Vegetable Analysis: A Review. *Journal of Intelligent Systems*, v.24(4), pp. 405–424. doi:10.1515/jisys-2014-0079
- Dulcic, Z. – Pavlic, D. – Silic, I. (2012): Evaluating the Intended Use of Decision Support System (DSS) by Applying Technology Acceptance Model (TAM) in Business Organizations in Croatia. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, v.58, pp. 1565–1575. doi:10.1016/j.sbspro.2012.09.1143
- Dumbill, E. (2012): Getting Up to Speed with Big Data. In *Big Data Now: 2012 Edition*. O'Reilly Media.
- Eberius, J. – Thiele, M. – Lehner, W. (2017): Exploratory Ad-Hoc Analytics for Big Data. In *Handbook of Big Data Technologies* (pp. 365–407). doi:10.1007/978-3-319-49340-4\_11
- Efron, B. – Tibshirani, R. (1986): Bootstrap Methods for Standard Errors, Confidence Intervals, and Other Measures of Statistical Accuracy. *Statistical Science*, v.1(1), pp. 54–75.
- Ehie, I. C. – Chilton, M. A. (2020): Understanding the influence of IT/OT Convergence on the adoption of Internet of Things (IoT) in manufacturing organizations: An empirical investigation. *Computers in Industry*, v.115, pp. 1–11. doi:10.1016/j.compind.2019.103166
- Elavarasan, D. – Vincent, D. R. – Sharma, V. – Zomaya, A. Y. – Srinivasan, K. (2018): Forecasting yield by integrating agrarian factors and machine learning models: A survey. *Computers and Electronics in Agriculture*, v.155(August), pp. 257–282. doi:10.1016/j.compag.2018.10.024
- Elijah, O. – Rahman, T. A. – Orikumhi, I. – Leow, C. Y. – Hindia, M. N. (2018): An Overview of Internet of Things (IoT) and Data Analytics in Agriculture: Benefits and Challenges. *IEEE Internet of Things Journal*, v.5(5), pp. 3758–3773. doi:10.1109/JIOT.2018.2844296
- FAO (2009): Global agriculture towards 2050. Elérés forrás [http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/Issues\\_papers/HLEF2050\\_Global\\_Agriculture.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/Issues_papers/HLEF2050_Global_Agriculture.pdf)
- Faul, F. – Erdfelder, E. – Lang, A.-G. – Buchner, A. (2007): G\*Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behavior Research Methods*, v.39(2), pp. 175–191. doi:10.3758/BF03193146
- Fosso Wamba, S. – Akter, S. – Edwards, A. – Chopin, G. – Gnanzou, D. (2015): How „big data” can make big impact: Findings from a systematic review and a longitudinal case study. *International Journal of Production Economics*, v.165, pp. 234–246. doi:10.1016/j.ijpe.2014.12.031
- Fourati, F. – Chtourou, M. (2007): A greenhouse control with feed-forward and recurrent neural networks. *Simulation Modelling Practice and Theory*, v.15(8), pp. 1016–1028. doi:10.1016/j.simpat.2007.06.001
- Fox, J. (2015): *Applied Regression Analysis and Generalized Linear Models*. SAGE Publications, Inc.
- Gacar, A. – Aktas, H. – Ozdogan, B. (2017): Digital agriculture practices in the context of agriculture 4.0. *Pressacademia*, v.4(2), pp. 184–191. doi:10.17261/pressacademia.2017.448
- Gamage, T. C. (2019): Determinants of Cloud Computing Adoption among SMEs in Sri Lanka: A Meta Theoretical Framework. *International Journal of Asian Social Science*, v.9(2), pp. 189–203.

doi:10.18488/journal.1.2019.92.189.203

- Gangwar, H. – Date, H. (2016): Understanding cloud computing adoption: A model comparison approach. *Human Systems Management*, v.35(2), pp. 93–114. doi:10.3233/HSM-150857
- Gao, S. E. – Lin, B. S. – Wang, C.-M. (2018): Share Price Trend Prediction Using CRNN with LSTM Structure. *2018 International Symposium on Computer, Consumer and Control (IS3C)*, 10–13. doi:10.1109/IS3C.2018.00012
- Gebbers, R. – Adamchuk, V. I. (2010): Precision Agriculture and Food Security. *Science*, v.327(5967), pp. 828–831. doi:10.1126/science.1183899
- Ghaleb, E. A. A. – Dominic, P. D. D. – Fati, S. M. – Muneer, A. – Ali, R. F. (2021): The assessment of big data adoption readiness with a technology–organization–environment framework: A perspective towards healthcare employees. *Sustainability (Switzerland)*, v.13(15). doi:10.3390/su13158379
- Ghobakhloo, M. – Arias-Aranda, D. – Benitez-Amado, J. (2011): Adoption of e-commerce applications in SMEs. In *Industrial Management and Data Systems* (V. 111). doi:10.1108/02635571111170785
- Gilchrist, A. (2016a): IIoT Reference Architecture. In *Industry 4.0* (pp. 65–86). doi:10.1007/978-1-4842-2047-4\_4
- Gilchrist, A. (2016b): Industry 4.0. In *Apress*. doi:10.1007/978-1-4842-2047-4
- Gilchrist, A. (2016c): Introducing Industry 4.0. In *Industry 4.0* (pp. 195–215). doi:10.1007/978-1-4842-2047-4\_13
- Gonzalez-Lima, F. – McIntosh, A. R. (1995): Analysis of neural network interactions related to associative learning using structural equation modeling. *Mathematics and Computers in Simulation*, v.40(1–2), pp. 115–140. doi:10.1016/0378-4754(95)00022-X
- Gonzalez-Sanchez, A. – Frausto-Solis, J. – Ojeda-Bustamante, W. (2014): Predictive ability of machine learning methods for massive crop yield prediction. *Spanish Journal of Agricultural Research*, v.12(2), pp. 313–328. doi:10.5424/sjar/2014122-4439
- Groß, M. (2015): Mobile shopping: A classification framework and literature review. *International Journal of Retail and Distribution Management*, v.43(3), pp. 221–241. doi:10.1108/IJRDM-06-2013-0119
- Gupta, S. – Giri, V. (2018): Introduction to Enterprise Data Lakes. In *Practical Enterprise Data Lake Insights* (pp. 1–31). doi:10.1007/978-1-4842-3522-5\_1
- Hair, J. F. – Hult, G. T. M. – Ringle, C. M. – Sarstedt, M. (2013): A Primer on Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM) (V. 46).
- Hair, J. F. – Risher, J. J. – Sarstedt, M. – Ringle, C. M. (2019): When to use and how to report the results of PLS-SEM. *European Business Review*, v.31(1), pp. 2–24. doi:10.1108/EBR-11-2018-0203
- Hair Jr, J. – Hult, G. T. – Ringle, C. – Sarstedt, M. (2016): A Primer on Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM). In *Sage*. SAGE Publications, Inc.
- Haji, L. – Valizadeh, N. – Rezaei-Moghaddam, K. – Hayati, D. (2020): Analyzing iranian farmers' behavioral intention towards acceptance of drip irrigation using extended technology acceptance model. *Journal of Agricultural Science and Technology*, v.22(5), pp. 1177–1190.
- Hardaker, J. B. (2015): Coping with risk in agriculture: Applied decision analysis. CABI.
- Harrell, F. E. (2015): Overview of Maximum Likelihood Estimation. doi:10.1007/978-3-319-19425-7\_9
- He, J. – Wang, J. – He, D. – Dong, J. – Wang, Y. (2011): The design and implementation of an integrated optimal fertilization decision support system. *Mathematical and Computer Modelling*, v.54(3–4), pp. 1167–1174. doi:10.1016/j.mcm.2010.11.050
- Hendler, J. (2014): Data Integration for Heterogenous Datasets. *Big Data*, v.2(4), pp. 205–215. doi:10.1089/big.2014.0068
- Henseler, J. et al. (2014): Common Beliefs and Reality About PLS. *Organizational Research Methods*, v.17(2), pp. 182–209. doi:10.1177/1094428114526928

- Henseler, J. – Hubona, G. – Ray, P. A. (2016): Using PLS path modeling in new technology research: Updated guidelines. *Industrial Management and Data Systems*, v.116(1), pp. 2–20. doi:10.1108/IMDS-09-2015-0382
- Hermann, M. – Pentek, T. – Otto, B. (2016): Design principles for industrie 4.0 scenarios. *Proceedings of the Annual Hawaii International Conference on System Sciences, 2016-March*, 3928–3937. doi:10.1109/HICSS.2016.488
- Hilbe, J. M. (2015): *Practical Guide to Logistic Regression*. CRC Press.
- Hofmann, E. – Rüsçh, M. (2017): Industry 4.0 and the current status as well as future prospects on logistics. *Computers in Industry*, v.89, pp. 23–34. doi:10.1016/j.compind.2017.04.002
- Holden, R. J. – Karsh, B.-T. T. (2010): The Technology Acceptance Model: Its past and its future in health care. *Journal of Biomedical Informatics*, v.43(1), pp. 159–172. doi:10.1016/j.jbi.2009.07.002
- Höller, J. et al. (2014): M2M to IoT – The Vision. From Machine-To-Machine to the Internet of Things, pp. 9–37. doi:10.1016/b978-0-12-407684-6.00002-4
- Hou, C. K. (2013): Investigating factors influencing the adoption of business intelligence systems: An empirical examination of two competing models. *International Journal of Technology, Policy and Management*, v.13(4), pp. 328–353. doi:10.1504/IJTPM.2013.056787
- Hou, C. K. (2014): Exploring the user acceptance of business intelligence systems in Taiwan’s electronics industry: applying the UTAUT model. *International Journal of Internet and Enterprise Management*, v.8(3), pp. 195. doi:10.1504/ijiem.2014.059177
- Hrustek, L. (2020): Sustainability driven by agriculture through digital transformation. *Sustainability (Switzerland)*, v.12(20), pp. 1–18. doi:10.3390/su12208596
- Hu, H. – Xu, L. – Wei, R. – Zhu, B. (2011): Multi-objective control optimization for greenhouse environment using evolutionary algorithms. *Sensors*, v.11(6), pp. 5792–5807. doi:10.3390/s110605792
- Iacovou, C. L. – Benbasat, I. – Dexter, A. S. (1995): Electronic data interchange and small organizations: adoption and impact of technology. *MIS Quarterly*, v.19(4), pp. 465–485.
- Indrawati – Ridwan, N. F. (2018): Analyzing Factors Affected Customers’ Acceptance Toward High Speed Internet Access in SME Market: (A Case Study in XYZ Corporation). *Advanced Science Letters*, v.24(5), pp. 2996–3002. doi:10.1166/asl.2018.11307
- Inmon, B. – Levins, M. – Srivastava, R. (2021): *Building the Data Lakehouse*. Elérés forrás <https://www.amazon.com/Building-Data-Lakehouse-Bill-Inmon-ebook/dp/B09GRZ9KP3>
- Irawan, M. I. – Syaharuddin – Utomo, D. B. – Rukmi, A. M. (2013): Intelligent irrigation water requirement system based on artificial neural networks and profit optimization for planting time decision making of crops in Lombok Island. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, v.58(3), pp. 657–671.
- Ivanov, D. – Sethi, S. – Dolgui, A. – Sokolov, B. (2018): A survey on control theory applications to operational systems, supply chain management, and Industry 4.0. *Annual Reviews in Control*, v.46, pp. 134–147. doi:10.1016/j.arcontrol.2018.10.014
- Jahan, I. – Sajal, S. Z. – Nygard, K. E. (2019): Prediction Model Using Recurrent Neural Networks. *2019 IEEE International Conference on Electro Information Technology (EIT), 2019-May*, 1–6. doi:10.1109/EIT.2019.8834336
- Jang, W.-J. – Kim, S.-S. – Jung, S.-W. – Gim, G.-Y. (2019): A Study on the Factors Affecting Intention to Introduce Big Data from Smart Factory Perspective. In *2018 IEEE 42nd Annual Computer Software and Applications Conference (COMPSAC) (V. 786*, pp. 129–156). doi:10.1007/978-3-319-96803-2\_11
- Jayashankar, P. – Nilakanta, S. – Johnston, W. J. – Gill, P. – Burrell, R. (2018): IoT adoption in agriculture: the role of trust, perceived value and risk. *Journal of Business and Industrial Marketing*, v.33(6), pp. 804–821. doi:10.1108/JBIM-01-2018-0023

- Jeffery, M. (2010): Data-driven marketing: The 15 metrics everyone in marketing should know. John Wiley.
- Jiang, J. (2018): An improved cyber-physical systems architecture for Industry 4.0 smart factories. *Advances in Mechanical Engineering*, v.10(6), pp. 168781401878419. doi:10.1177/1687814018784192
- Jin, X. – Wah, B. W. – Cheng, X. – Wang, Y. (2015): Significance and Challenges of Big Data Research. *Big Data Research*, v.2(2), pp. 59–64. doi:10.1016/j.bdr.2015.01.006
- Jones, J. W. et al. (2017): Brief history of agricultural systems modeling. *Agricultural Systems*, v.155, pp. 240–254. doi:10.1016/j.agsy.2016.05.014
- Kamada, T. – Kawai, S. (1989): An algorithm for drawing general undirected graphs. *Information Processing Letters*, v.31(1), pp. 7–15. doi:10.1016/0020-0190(89)90102-6
- Kamble, S. – Gunasekaran, A. – Arha, H. (2019): Understanding the Blockchain technology adoption in supply chains-Indian context. *International Journal of Production Research*, v.57(7), pp. 2009–2033. doi:10.1080/00207543.2018.1518610
- Kamble, S. S. – Gunasekaran, A. – Gawankar, S. A. (2020): Achieving sustainable performance in a data-driven agriculture supply chain: A review for research and applications. *International Journal of Production Economics*, v.219(May 2019), pp. 179–194. doi:10.1016/j.ijpe.2019.05.022
- Kamienski, C. – Soininen, J. P. – Taumberger, M. – Fernandes, S. – Toscano, A. – Cinotti, T. S. – Maia, R. F. – Neto, A. T. (2018): SWAMP: An IoT-based smart water management platform for precision irrigation in agriculture. 2018 Global Internet of Things Summit, GIoTS 2018, pp. 1–6. doi:10.1109/GIoTS.2018.8534541
- Kamilaris, A. – Prenafeta-Boldú, F. X. (2018): A review of the use of convolutional neural networks in agriculture. *Journal of Agricultural Science*, v.156(3), pp. 312–322. doi:10.1017/S0021859618000436
- Kao, Y.-S. – Nawata, K. – Huang, C.-Y. (2019): An Exploration and Confirmation of the Factors Influencing Adoption of IoT-Based Wearable Fitness Trackers. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v.16(18), pp. 1–31. doi:10.3390/ijerph16183227
- Karmas, A. (2014): Online Analysis of Remote Sensing Data for Agricultural Applications. Foss4G.
- Katsoulas, N. – Ferentinos, K. P. – Tzounis, A. – Bartzanas, T. – Kittas, C. (2017): Spatially distributed greenhouse climate control based on wireless sensor network measurements. *Acta Horticulturae*, v.1154, pp. 111–119. doi:10.17660/ActaHortic.2017.1154.15
- Kent, R. (2018): Data, information and the smart factory. In *Cost Management in Plastics Processing* (pp. 305–326). doi:10.1016/B978-0-08-102269-6.50007-0
- Khan, M. – Wu, X. – Xu, X. – Dou, W. (2017): Big data challenges and opportunities in the hype of Industry 4.0. *IEEE International Conference on Communications*, (May), 1–6. doi:10.1109/ICC.2017.7996801
- Kim, S. S. – Malhotra, N. K. (2005): Predicting system usage from intention and past use: Scale issues in the predictors. *Decision Sciences*, v.36(1), pp. 187–196. doi:10.1111/j.1540-5915.2005.00070.x
- Kohnke, O. – Wolf, T. R. – Mueller, K. (2011): Managing user acceptance: An empirical investigation in the context of business intelligence standard software. *International Journal of Information Systems and Change Management*, v.5(4), pp. 269–290. doi:10.1504/IJISCM.2011.045833
- Krejcar, O. – Selamat, A. – Svobodova, L. – Soukal, I. – Maresova, P. – Javanmardi, E. – Hedvicakova, M. (2018): Consequences of Industry 4.0 in Business and Economics. *Economies*, v.6(3), pp. 46. doi:10.3390/economies6030046
- KSH (2015): A mezőgazdasági képzettségűek társadalmi jellemzői. . Elérés 2022. május 27., forrás <https://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/idoszaki/pdf/mkepzes.pdf>
- KSH (2020a): Agrárdigitalizáció. . Elérés 2022. június 20., forrás Agrárcenzus 2020 website: <https://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/ac2020/agrardigitalizacio/index.html>
- KSH (2020b): Gazdaságtipológia. . Elérés 2022. június 20., forrás Agrárcenzus 2020 website: <https://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/ac2020/gazdasagtipologia/index.html>

- KSH (2020c): Mezőgazdasági munkaerő, generációváltás. . Elérés 2022. június 20., forrás Agrárcenzus 2020 website: [ksh.hu/docs/hun/xftp/ac2020/mezogazdasagi\\_munkaero\\_generaciovaltás/index.html](http://ksh.hu/docs/hun/xftp/ac2020/mezogazdasagi_munkaero_generaciovaltás/index.html)
- Kuan, K. K. Y. – Chau, P. Y. K. (2001): A perception-based model for EDI adoption in small businesses using a technology-organization-environment framework. *Information and Management*, v.38(8), pp. 507–521. doi:10.1016/S0378-7206(01)00073-8
- Kumar, D. – Samalia, H. V. – Verma, P. (2017): Factors Influencing Cloud Computing Adoption by Small and Medium-Sized Enterprises (SMEs) In India. *Pacific Asia Journal of the Association for Information Systems*, v.9(3), pp. 25–48. doi:10.17705/1pais.09302
- Lai, Y. – Sun, H. – Ren, J. (2018): Understanding the determinants of big data analytics (BDA) adoption in logistics and supply chain management: An empirical investigation. *International Journal of Logistics Management*, v.29(2), pp. 676–703. doi:10.1108/IJLM-06-2017-0153
- Lasi, H. – Fettke, P. – Kemper, H.-G. – Feld, T. – Hoffmann, M. (2014): Industry 4.0. *Business & Information Systems Engineering*, v.6(4), pp. 239–242. doi:10.1007/s12599-014-0334-4
- Lee, E. A. (2006): Cyber-Physical Systems - Are Computing Foundations Adequate? October, v.1(January 2006), pp. 1–9. Elérés forrás <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.84.8011&rep=rep1&type=pdf>
- Lee, J. – Bagheri, B. – Kao, H.-A. (2015): A Cyber-Physical Systems architecture for Industry 4.0-based manufacturing systems. *Manufacturing Letters*, v.3, pp. 18–23. doi:10.1016/j.mfglet.2014.12.001
- Lee, M. – Hwang, J. – Yoe, H. (2013): Agricultural production system based on IoT. *Proceedings - 16th IEEE International Conference on Computational Science and Engineering, CSE 2013*, pp. 833–837. doi:10.1109/CSE.2013.126
- Lee, Sangjae – Kim, K. jae (2007): Factors affecting the implementation success of Internet-based information systems. *Computers in Human Behavior*, v.23(4), pp. 1853–1880. doi:10.1016/j.chb.2005.12.001
- Lee, Sangmin (2016): User behavior of mobile enterprise applications. *KSII Transactions on Internet and Information Systems*, v.10(8), pp. 3972–3985. doi:10.3837/tiis.2016.08.030
- Li, M. – Zhao, D. – Yu, Y. (2015): TOE drivers for cloud transformation: Direct or trust-mediated? *Asia Pacific Journal of Marketing and Logistics*, v.27(2), pp. 226–248. doi:10.1108/APJML-03-2014-0040
- Li, W. et al. (2020): A hybrid modelling approach to understanding adoption of precision agriculture technologies in Chinese cropping systems. *Computers and Electronics in Agriculture*, v.172(March), pp. 105305. doi:10.1016/j.compag.2020.105305
- Liakos, K. G. – Busato, P. – Moshou, D. – Pearson, S. – Bochtis, D. (2018): Machine learning in agriculture: A review. *Sensors (Switzerland)*, v.18(8), pp. 1–29. doi:10.3390/s18082674
- Lin, D. – Lee, C. K. M. – Lin, K. (2016): Research on effect factors evaluation of internet of things (IOT) adoption in Chinese agricultural supply chain. *IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management*, v.2016-Decem, pp. 612–615. doi:10.1109/IEEM.2016.7797948
- Liu, X. (2015): *Applied Ordinal Logistic Regression Using Stata*. SAGE Publications, Inc.
- Lu, J. – Yao, J. E. – Yu, C. S. (2005): Personal innovativeness, social influences and adoption of wireless Internet services via mobile technology. *Journal of Strategic Information Systems*, v.14(3), pp. 245–268. doi:10.1016/j.jsis.2005.07.003
- Luque, A. – Peralta, M. E. – de las Heras, A. – Córdoba, A. (2017): State of the Industry 4.0 in the Andalusian food sector. *Procedia Manufacturing*, v.13, pp. 1199–1205. doi:10.1016/j.promfg.2017.09.195
- Lynch, T. – Gregor, S. (2004): User participation in decision support systems development: Influencing system outcomes. *European Journal of Information Systems*, v.13(4), pp. 286–301. doi:10.1057/palgrave.ejis.3000512
- Magsamen-Conrad, K. – Upadhyaya, S. – Joa, C. Y. – Dowd, J. (2015): Bridging the divide: Using UTAUT

- to predict multigenerational tablet adoption practices. *Computers in Human Behavior*, v.50, pp. 186–196. doi:10.1016/j.chb.2015.03.032
- Maheshwari, A. (2014): *Business Intelligence and Data Mining (Big Data and Business Analytics)*. Business Expert Press.
- Manogaran, G. – Thota, C. – Lopez, D. – Vijayakumar, V. – Abbas, K. M. – Sundarsekar, R. (2017): Big Data Knowledge System in Healthcare. In C. Bhatt, N. Dey, & A. S. Ashour (Szerk.), *Internet of Things and Big Data Technologies for Next Generation Healthcare* (pp. 133–157). doi:10.1007/978-3-319-49736-5\_7
- Marr, B. (2015): *Big data: Using SMART big data, analytics and metrics to make better decisions and improve performance*. Wiley.
- Masood, T. – Egger, J. (2019): Augmented reality in support of Industry 4.0—Implementation challenges and success factors. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, v.58(March), pp. 181–195. doi:10.1016/j.rcim.2019.02.003
- Mcfadden, D. (1977): *Quantitative Methods for Analyzing Travel Behaviour of Individuals: Some Recent Developments* pp. 1–45.
- Michels, M. – Bonke, V. – Musshoff, O. (2020): Understanding the adoption of smartphone apps in crop protection. *Precision Agriculture*, v.21(6), pp. 1209–1226. doi:10.1007/s11119-020-09715-5
- Moghavvemi, S. – Mohd Salleh, N. A. – Standing, C. (2016): Entrepreneurs adoption of information system innovation. *Internet Research*, v.26(5), pp. 1181–1208. doi:10.1108/IntR-01-2014-0024
- Mohanta, B. – Nanda, P. – Patnaik, S. (2020): Management of V.U.C.A. (Volatility, Uncertainty, Complexity and Ambiguity) Using Machine Learning Techniques in Industry 4.0 Paradigm. In *New Paradigm of Industry 4.0* (pp. 1–24). doi:10.1007/978-3-030-25778-1\_1
- Mohanty, H. – Bhuyan, P. – Chenthati, D. (2015): *Big Data: A primer* (H. Mohanty, P. Bhuyan, & D. Chenthati, Szerk.). doi:10.1007/978-81-322-2494-5
- Mokhtar, B. – Eltoweissy, M. (2017): Big data and semantics management system for computer networks. *Ad Hoc Networks*, v.57, pp. 32–51. doi:10.1016/j.adhoc.2016.06.013
- Moore, G. C. – Benbasat, I. (1991): Development of an instrument to measure the perceptions of adopting an information technology innovation. *Information Systems Research*, v.2(3), pp. 192–222. doi:10.1287/isre.2.3.192
- Naud, O. – Taylor, J. – Colizzi, L. – Giroudeau, R. – Guillaume, S. – Bourreau, E. – Crestey, T. – Tisseyre, B. (2020): Support to decision-making. In *Agricultural Internet of Things and Decision Support for Precision Smart Farming* (pp. 183–224). doi:10.1016/B978-0-12-818373-1.00004-4
- Nhita, F. – Saepudin, D. – Adiwijaya – Wisesty, U. N. (2018): Planting Date Recommendation for Chili and Tomato Based on Economic Value Prediction of Agricultural Commodities. *The Open Agriculture Journal*, v.12(1), pp. 156–163. doi:10.2174/1874331501812010156
- O’Brien, R. M. (2007): A caution regarding rules of thumb for variance inflation factors. *Quality and Quantity*, v.41(5), pp. 673–690. doi:10.1007/s11135-006-9018-6
- O’Connell, A. A. (2005): *Logistic Regression Models for Ordinal Response Variables*. SAGE Publications, Inc.
- Obal, M. (2017): What drives post-adoption usage? Investigating the negative and positive antecedents of disruptive technology continuous adoption intentions. *Industrial Marketing Management*, v.63, pp. 42–52. doi:10.1016/j.indmarman.2017.01.003
- Okcu, S. – Hancerliogullari Koksalmis, G. – Basak, E. – Calisir, F. (2019): Factors Affecting Intention to Use Big Data Tools: An Extended Technology Acceptance Model pp. 401–416. doi:10.1007/978-3-030-03317-0\_33
- Oliveira, T. – Thomas, M. – Espadanal, M. (2014): Assessing the determinants of cloud computing adoption: An analysis of the manufacturing and services sectors. *Information and Management*, v.51(5), pp. 497–510. doi:10.1016/j.im.2014.03.006

- Oom do Valle, P. – Assaker, G. (2016): Using Partial Least Squares Structural Equation Modeling in Tourism Research: A Review of Past Research and Recommendations for Future Applications. *Journal of Travel Research*, v.55(6), pp. 695–708. doi:10.1177/0047287515569779
- Opitz, N. – Langkau, T. F. – Schmidt, N. H. – Kolbe, L. M. (2012): Technology acceptance of cloud computing: Empirical evidence from German IT departments. *Proceedings of the Annual Hawaii International Conference on System Sciences*, pp. 1593–1602. doi:10.1109/HICSS.2012.557
- Oteafy, S. M. A. – Hassanein, H. S. (2018): Big Sensed Data: Evolution, Challenges, and a Progressive Framework. *IEEE Communications Magazine*, v.56(7), pp. 108–114. doi:10.1109/MCOM.2018.1700557
- Ou, S. L. (2012): Forecasting agricultural output with an improved grey forecasting model based on the genetic algorithm. *Computers and Electronics in Agriculture*, v.85, pp. 33–39. doi:10.1016/j.compag.2012.03.007
- Ouyang, H. – Wei, X. – Wu, Q. (2019): Agricultural commodity futures prices prediction via long- and short-term time series network. *Journal of Applied Economics*, v.22(1), pp. 468–483. doi:10.1080/15140326.2019.1668664
- Pan, M. J. – Jang, W. Y. (2008): Determinants of the adoption of enterprise resource planning within the technology-organization-environment framework: Taiwan's communications industry. *Journal of Computer Information Systems*, v.48(3), pp. 94–102. doi:10.1080/08874417.2008.11646025
- Pańkowska, M. – Pyszny, K. – Strzelecki, A. (2020): Users' adoption of sustainable cloud computing solutions. *Sustainability (Switzerland)*, v.12(23), pp. 1–21. doi:10.3390/su12239930
- Park, E. – Cho, Y. – Han, J. – Kwon, S. J. (2017): Comprehensive Approaches to User Acceptance of Internet of Things in a Smart Home Environment. *IEEE Internet of Things Journal*, v.4(6), pp. 2342–2350. doi:10.1109/JIOT.2017.2750765
- Pendyala, V. (2018): Machine Learning Algorithms. In *Veracity of Big Data* (pp. 87–118). doi:10.1007/978-1-4842-3633-8\_5
- Pivoto, D. – Dabdab, P. – Talamini, E. – Spanhol, C. P. – Francisco, V. – Corte, D. – Vargas, G. De (2018): Scientific development of smart farming technologies and their application in Brazil. *Information Processing in Agriculture*, v.5(1), pp. 21–32. doi:10.1016/j.inpa.2017.12.002
- Pokrajac, D. – Obradovic, Z. (2001): A Neural Network-Based Method for Site-Specific Fertilization Recommendation. *2001 Sacramento, CA July 29-August 1, 2001*, 0300(01), 1–13. doi:10.13031/2013.3671
- Poornima, S. – Pushpalatha, M. (2019): Prediction of Rainfall Using Intensified LSTM Based Recurrent Neural Network with Weighted Linear Units. *Atmosphere*, v.10(11), pp. 668. doi:10.3390/atmos10110668
- Popovič, A. – Hackney, R. – Coelho, P. S. – Jaklič, J. (2012): Towards business intelligence systems success: Effects of maturity and culture on analytical decision making. *Decision Support Systems*, v.54(1), pp. 729–739. doi:10.1016/j.dss.2012.08.017
- Praveen Kumar, D. – Amgoth, T. – Annavarapu, C. S. R. – Sekhara, C. – Annavarapu, R. (2019): Machine learning algorithms for wireless sensor networks: A survey. *Information Fusion*, v.49(April 2018), pp. 1–25. doi:10.1016/j.inffus.2018.09.013
- Priyadarshinee, P. – Raut, R. D. – Jha, M. K. – Gardas, B. B. (2017): Understanding and predicting the determinants of cloud computing adoption: A two staged hybrid SEM - Neural networks approach. *Computers in Human Behavior*, v.76, pp. 341–362. doi:10.1016/j.chb.2017.07.027
- Pudumalar, S. – Ramanujam, E. – Rajashree, R. H. – Kavya, C. – Kiruthika, T. – Nisha, J. (2017): Crop recommendation system for precision agriculture. *2016 8th International Conference on Advanced Computing, ICoAC 2016*, pp. 32–36. doi:10.1109/ICoAC.2017.7951740
- Putnick, D. L. – Bornstein, M. H. (2016): Measurement invariance conventions and reporting: The state of the art and future directions for psychological research. *Developmental Review*, v.41, pp. 71–90. doi:10.1016/j.dr.2016.06.004

- Qian, L. Y. – Baharudin, A. S. – Kanaan-Jebna, A. (2016): Factors affecting the adoption of enterprise resource planning (ERP) on cloud among small and medium enterprises (SMES) in Penang, Malaysia. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, v.88(3), pp. 398–409.
- Quintanilla, F. G. – Cardin, O. – L’Anton, A. – Castagna, P. (2016): Implementation framework for cloud-based holonic control of cyber-physical production systems. *IEEE International Conference on Industrial Informatics (INDIN)*, v.0, pp. 316–321. doi:10.1109/INDIN.2016.7819179
- Rahnemoonfar, M. – Sheppard, C. (2017): Real-time yield estimation based on deep learning. *Autonomous Air and Ground Sensing Systems for Agricultural Optimization and Phenotyping II*, v.10218, pp. 1021809. doi:10.1117/12.2263097
- Ratten, V. (2012): Entrepreneurial and ethical adoption behaviour of cloud computing. *Journal of High Technology Management Research*, v.23(2), pp. 155–164. doi:10.1016/j.hitech.2012.06.006
- Rejikumar, G. – Aswathy Asokan, A. – Sreedharan, V. R. (2020): Impact of data-driven decision-making in Lean Six Sigma: an empirical analysis. *Total Quality Management and Business Excellence*, v.31(3–4), pp. 279–296. doi:10.1080/14783363.2018.1426452
- Rezaei, R. – Safa, L. – Ganjkhanloo, M. M. (2020): Understanding farmers’ ecological conservation behavior regarding the use of integrated pest management- an application of the technology acceptance model. *Global Ecology and Conservation*, v.22, pp. e00941. doi:10.1016/j.gecco.2020.e00941
- Saggi, M. K. – Jain, S. (2018): A survey towards an integration of big data analytics to big insights for value-creation. *Information Processing and Management*, v.54(5), pp. 758–790. doi:10.1016/j.ipm.2018.01.010
- Salazar, G. D. – Venegas, C. – Baca, M. – Rodriguez, I. – Marrone, L. (2018): Open Middleware proposal for IoT focused on Industry 4.0. *2018 IEEE 2nd Colombian Conference on Robotics and Automation, CCRA 2018*. doi:10.1109/CCRA.2018.8588117
- Saleh Zolait, A. H. – Sulaiman, A. (2008): Incorporating the Innovation Attributes Introduced by Rogers’ Theory into Theory of Reasoned Action: An Examination of Internet Banking Adoption in Yemen. *Computer and Information Science*, v.1(1). doi:10.5539/cis.v1n1p36
- Sallehudin, H. – Che Razak, R. – Ismail, M. – Md Fadzil, A. F. – Baker, R. (2018): Cloud Computing Implementation in The Public Sector: Factors and Impact. *Asia-Pacific Journal of Information Technology and Multimedia*, v.07(02(02)), pp. 27–42. doi:10.17576/apjitm-2018-0702(02)-03
- Salles, M. (2015): Decision-Making and the Information System. doi:10.1002/9781119102663
- Sarkar, P. (Szerk.) (2015): Data as a Service. doi:10.1002/9781119055143
- Sarker, M. N. I. – Wu, M. – Alam, G. M. M. – Islam, M. S. (2019): Role of climate smart agriculture in promoting sustainable agriculture: A systematic literature review. *International Journal of Agricultural Resources, Governance and Ecology*, v.15(4), pp. 323–337. doi:10.1504/IJARGE.2019.104199
- Sarstedt, M. – Hair, J. F. – Cheah, J. H. – Becker, J. M. – Ringle, C. M. (2019): How to specify, estimate, and validate higher-order constructs in PLS-SEM. *Australasian Marketing Journal*, v.27(3), pp. 197–211. doi:10.1016/j.ausmj.2019.05.003
- Schmarzo, B. (2016): The Big Data Business Mandate. In *Big Data MBA: Driving Business Strategies with Data Science* (pp. 3–16). doi:10.1002/9781119238881.ch1
- Schumacker, R. E. – Lomax, R. G. (2015): *A Beginner’s Guide to Structural Equation Modeling*. Routledge.
- Sharma, S. K. – Gaur, A. – Saddikuti, V. – Rastogi, A. (2017): Structural equation model (SEM)-neural network (NN) model for predicting quality determinants of e-learning management systems. *Behaviour and Information Technology*, v.36(10), pp. 1053–1066. doi:10.1080/0144929X.2017.1340973
- Shekhar, S. – Li, Y. – Ali, R. Y. – Eftelioglu, E. – Tang, X. – Jiang, Z. (2018): Spatial and Spatiotemporal Data Mining. *Comprehensive Geographic Information Systems*, pp. 264–286. doi:10.1016/b978-0-12-409548-9.09594-4

- Shen, Z. – Tong, Q. (2010): The security of cloud computing system enabled by trusted computing technology. *2010 2nd International Conference on Signal Processing Systems*, 19(1), V2-11-V2-15. doi:10.1109/ICSPS.2010.5555234
- Shiau, W. – Hsu, P. – Wang, J. (2009): Development of measures to assess the ERP adoption of small and medium enterprises. *Journal of Enterprise Information Management*, v.22(1/2), pp. 99–118. doi:10.1108/17410390910922859
- Shiau, W. L. – Chau, P. Y. K. (2016): Understanding behavioral intention to use a cloud computing classroom: A multiple model comparison approach. *Information and Management*, v.53(3), pp. 355–365. doi:10.1016/j.im.2015.10.004
- Simsek, A. (2011): The Relationship between Computer Anxiety and Computer Self-Efficacy. *Contemporary Educational Technology*, v.2(3), pp. 151–158. doi:10.30935/cedtech/6052
- Stackowiak, R. – Licht, A. – Mantha, V. – Nagode, L. (2015): Big Data and the Internet of Things. doi:10.1007/978-1-4842-0986-8
- Su, Y. – Xu, L. (2017): Towards discrete time model for greenhouse climate control. *Engineering in Agriculture, Environment and Food*, v.10(2), pp. 157–170. doi:10.1016/j.eaef.2017.01.001
- Sun, J. – Di, L. – Sun, Z. – Shen, Y. – Lai, Z. (2019): County-Level Soybean Yield Prediction Using Deep CNN-LSTM Model. *Sensors*, pp. 1–21. doi:10.3390/s19204363
- Sun, S. – Hall, D. J. – Cegielski, C. G. (2019): Organizational intention to adopt big data in the B2B context: An integrated view. *Industrial Marketing Management*, v.86(August 2019), pp. 109–121. doi:10.1016/j.indmarman.2019.09.003
- Taheri, F. – D’Haese, M. – Fiems, D. – Hosseininia, G. H. – Azadi, H. (2020): Wireless sensor network for small-scale farming systems in southwest Iran: Application of Q-methodology to investigate farmers’ perceptions. *Computers and Electronics in Agriculture*, v.177(April), pp. 105682. doi:10.1016/j.compag.2020.105682
- Talavera, J. M. et al. (2017): Review of IoT applications in agro-industrial and environmental fields. *Computers and Electronics in Agriculture*, v.142(118), pp. 283–297. doi:10.1016/j.compag.2017.09.015
- Taleb, I. – Dssouli, R. – Serhani, M. A. (2015): Big Data Pre-processing: A Quality Framework. *Proceedings - 2015 IEEE International Congress on Big Data, BigData Congress 2015*, pp. 191–198. doi:10.1109/BigDataCongress.2015.35
- Tamirat, T. W. – Pedersen, S. M. – Lind, K. M. (2018): Farm and operator characteristics affecting adoption of precision agriculture in Denmark and Germany. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B: Soil and Plant Science*, v.68(4), pp. 349–357. doi:10.1080/09064710.2017.1402949
- Tan, L. – Wang, N. – Lu Tan – Neng Wang (2010): Future internet: The Internet of Things. *2010 3rd International Conference on Advanced Computer Theory and Engineering(ICACTE)*, 5, V5-376-V5-380. doi:10.1109/ICACTE.2010.5579543
- Thompson, R. L. – Higgins, C. A. – Howell, J. M. (1991): Personal computing: Toward a conceptual model of utilization. *MIS Quarterly: Management Information Systems*, v.15(1), pp. 125–142. doi:10.2307/249443
- Thompson, R. L. – Higgins, C. A. – Howell, J. M. (1994): Influence of experience on personal computer utilization: Testing a conceptual model. *Journal of Management Information Systems*, v.11(1), pp. 167–187. doi:10.1080/07421222.1994.11518035
- Thong, J. Y. L. (1998): An integrated model of information systems adoption in small businesses. *Journal of Management Information Systems*, v.15(4), pp. 187–214. doi:10.1080/07421222.1999.11518227
- Tóth, M. – Dér, D. – Botos, S. B. – Szilágyi, R. (2019): Computer vision in agriculture, application development using open source tools and systems. *Journal of Agricultural Informatics*, v.10(2), pp. 37–47. doi:10.17700/jai.2019.10.2.545
- Tóth, M. – Felföldi, J. – Szilágyi, R. (2019): Possibilities of IoT based management system in greenhouses. *Georgikon for Agriculture*, v.23(3), pp. 43–62.

- Truong, H. L. (2018): Integrated Analytics for IIoT Predictive Maintenance Using IoT Big Data Cloud Systems. *Proceedings - 2018 IEEE International Conference on Industrial Internet, ICII 2018, (Icii)*, pp. 109–118. doi:10.1109/ICII.2018.00020
- Tu, M. (2018): An exploratory study of internet of things (IoT) adoption intention in logistics and supply chain management a mixed research approach. *International Journal of Logistics Management*, v.29(1), pp. 131–151. doi:10.1108/IJLM-11-2016-0274
- Tung, F. C. – Chang, S. C. – Chou, C. M. (2008): An extension of trust and TAM model with IDT in the adoption of the electronic logistics information system in HIS in the medical industry. *International Journal of Medical Informatics*, v.77(5), pp. 324–335. doi:10.1016/j.ijmedinf.2007.06.006
- Tung, F. C. – Lee, M. S. – Chen, C. C. – Hsu, Y. S. (2009): An extension of financial cost and tam model with idt for exploring users' behavioral intentions to use the crm information system. *Social Behavior and Personality*, v.37(5), pp. 621–626. doi:10.2224/sbp.2009.37.5.621
- Tushman, M. L. – Anderson, P. (1986): Technological Discontinuities and Organizational Environments. *Administrative Science Quarterly*, v.31(3), pp. 439–465.
- Tzounis, A. – Katsoulas, N. – Bartzanas, T. – Kittas, C. (2017): Internet of Things in agriculture, recent advances and future challenges. *Biosystems Engineering*, v.164, pp. 31–48. doi:10.1016/j.biosystemseng.2017.09.007
- Vaidya, S. – Ambad, P. – Bhosle, S. (2018): Industry 4.0 - A Glimpse. *Procedia Manufacturing*, v.20, pp. 233–238. doi:10.1016/j.promfg.2018.02.034
- Van de Ven, A. H. (2005): Running in packs to develop knowledge-intensive technologies. *MIS Quarterly*, v.29(2), pp. 365–377.
- van Deursen, A. J. A. M. – Helsper, E. J. – Eynon, R. (2016): Development and validation of the Internet Skills Scale (ISS). *Information Communication and Society*, v.19(6), pp. 804–823. doi:10.1080/1369118X.2015.1078834
- Varman, A. M. S. – Baskaran, A. R. – Aravindh, S. – Prabhu, E. (2017): Deep Learning and IoT for Smart Agriculture Using WSN. *2017 IEEE International Conference on Computational Intelligence and Computing Research (ICIC)*, 1–6. doi:10.1109/ICIC.2017.8524140
- Vashist, R. (2015): Cloud Computing Infrastructure for Massive Data: A Gigantic Task Ahead. In *Big Data in Complex Systems* (pp. 1–28). doi:10.1007/978-3-319-11056-1\_1
- Venkatesh – Morris – Davis – Davis (2003): User Acceptance of Information Technology: Toward a Unified View. *MIS Quarterly*, v.27(3), pp. 425. doi:10.2307/30036540
- Venkatesh – Thong – Xu (2012a): Consumer Acceptance and Use of Information Technology: Extending the Unified Theory of Acceptance and Use of Technology. *MIS Quarterly*, v.36(1), pp. 157. doi:10.2307/41410412
- Venkatesh, V. – Bala, H. (2008): Technology acceptance model 3 and a research agenda on interventions. *Decision Sciences*, v.39(2), pp. 273–315. doi:10.1111/j.1540-5915.2008.00192.x
- Venkatesh, V. – Davis, F. D. (2000): A Theoretical Extension of the Technology Acceptance Model: Four Longitudinal Field Studies. *Management Science*, v.46(2), pp. 186–204.
- Venkatesh, V. – Thong, J. Y. L. – Xu, X. (2012b): Consumer acceptance and use of information technology: Extending the unified theory of acceptance and use of technology. *MIS Quarterly*, v.36(1), pp. 157–178. doi:10.2307/41410412
- Verdouw, C. (2016): Internet of Things in agriculture. *CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources*, v.11(035). doi:10.1079/PAVSNR201611035
- Verdouw, C. N. – Beulens, A. J. M. – Reijers, H. A. – van der Vorst, J. G. A. J. (2015): A control model for object virtualization in supply chain management. *Computers in Industry*, v.68, pp. 116–131. doi:10.1016/j.compind.2014.12.011
- Verma, S. – Bhattacharyya, S. S. – Kumar, S. (2018): An extension of the technology acceptance model in the big data analytics system implementation environment. *Information Processing and Management*,

v.54(5), pp. 791–806. doi:10.1016/j.ipm.2018.01.004

- Verma, S. – Chaurasia, S. (2019): Understanding the determinants of big data analytics adoption. *Information Resources Management Journal*, v.32(3), pp. 1–26. doi:10.4018/IRMJ.2019070101
- Wallace, L. G. – Sheetz, S. D. (2014): The adoption of software measures: A technology acceptance model (TAM) perspective. *Information and Management*, v.51(2), pp. 249–259. doi:10.1016/j.im.2013.12.003
- Weng, M. (2016): The acceptance of wearable devices for personal healthcare in China. University of Oulu.
- Wijanarko, A. – Nugroho, A. P. – Sutiarmo, L. – Okayasu, T. (2019): Development of mobile RoboVision with stereo camera for automatic crop growth monitoring in plant factory. *AIP Conference Proceedings*, v.2202(December). doi:10.1063/1.5141713
- Wisika, R. – Habibie, N. – Wibisono, A. – Nugroho, W. S. – Mursanto, P. (2017): Big sensor-generated data streaming using Kafka and Impala for data storage in Wireless Sensor Network for CO2 monitoring. 2016 International Workshop on Big Data and Information Security, IW BIS 2016, pp. 97–101. doi:10.1109/IWBIS.2016.7872896
- Wixom, B. H. – Todd, P. A. (2005): A theoretical integration of user satisfaction and technology acceptance. *Information Systems Research*, v.16(1), pp. 85–102. doi:10.1287/isre.1050.0042
- Wolfert, S. – Ge, L. – Verdouw, C. – Bogaardt, M. J. (2017): Big Data in Smart Farming – A review. *Agricultural Systems*, v.153, pp. 69–80. doi:10.1016/j.agsy.2017.01.023
- Wu, W. W. (2011): Developing an explorative model for SaaS adoption. *Expert Systems with Applications*, v.38(12), pp. 15057–15064. doi:10.1016/j.eswa.2011.05.039
- Xie, N. – Wang, W. – Ma, B. – Zhang, X. – Sun, W. – Guo, F. (2015): Research on an Agricultural Knowledge Fusion Method for Big Data. *Data Science Journal*, v.14(0), pp. 7. doi:10.5334/dsj-2015-007
- Xiong, T. – Li, C. – Bao, Y. (2018): Seasonal forecasting of agricultural commodity price using a hybrid STL and ELM method: Evidence from the vegetable market in China. *Neurocomputing*, v.275, pp. 2831–2844. doi:10.1016/j.neucom.2017.11.053
- Xu, L. Da – He, W. – Li, S. (2014): Internet of things in industries: A survey. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, v.10(4), pp. 2233–2243. doi:10.1109/TII.2014.2300753
- Xu, M. – Siraj, S. – Qi, L. (2015): A Hadoop-based data processing platform for fresh agro-products traceability. *Proceedings of the IADIS International Conference Intelligent Systems and Agents*, (12), 37–44. IADIS Press.
- Yan, J. – Xin, S. – Liu, Q. – Xu, W. – Yang, L. – Fan, L. – Chen, B. – Wang, Q. (2014): Intelligent supply chain integration and management based on cloud of things. *International Journal of Distributed Sensor Networks*, v.2014. doi:10.1155/2014/624839
- Yang, K. C. C. (2005): Exploring factors affecting the adoption of mobile commerce in Singapore. *Telematics and Informatics*, v.22(3), pp. 257–277. doi:10.1016/j.tele.2004.11.003
- Yang, Y. – Luo, X. – Chu, X. – Zhou, M.-T. (2020): Fog-Enabled Multi-Robot System. In *Fog-Enabled Intelligent IoT Systems* (pp. 99–131). doi:10.1007/978-3-030-23185-9\_4
- Yao, X. – Mokbel, M. F. – Alarabi, L. – Eldawy, A. – Yang, J. – Yun, W. – Li, L. – Ye, S. – Zhu, D. (2017): Spatial coding-based approach for partitioning big spatial data in Hadoop. *Computers and Geosciences*, v.106(May), pp. 60–67. doi:10.1016/j.cageo.2017.05.014
- Ylijoki, O. – Porras, J. (2018): What managers think about big data. *International Journal of Business Information Systems*, v.29(4), pp. 485–501. doi:10.1504/IJBIS.2018.096034
- Yoon, C. – Lim, D. – Park, C. (2020): Factors affecting adoption of smart farms: The case of Korea. *Computers in Human Behavior*, v.108(May 2019), pp. 106309. doi:10.1016/j.chb.2020.106309
- Yu, C. – Cui, Y. – Zhang, L. – Yang, S. – Chengbo, Y. – Yanzhe, C. – Lian, Z. – Shuqiang, Y. (2009): ZigBee Wireless Sensor Network in Environmental Monitoring Applications. 2009 5th International Conference on Wireless Communications, Networking and Mobile Computing, pp. 1–5.

doi:10.1109/WICOM.2009.5304242

- Yucel, A. – Gulbahar, U. – Yasemin, Y. (2013): Technology Acceptance Model: A Review of the Prior Predictors. *Ankara Universitesi Egitim Bilimleri Fakultesi Dergisi*, v.46(1), pp. 89–109. doi:10.1501/Egifak\_0000001275
- Yuen, K. F. – Cai, L. – Qi, G. – Wang, X. (2021): Factors influencing autonomous vehicle adoption: an application of the technology acceptance model and innovation diffusion theory. *Technology Analysis and Strategic Management*, v.33(5), pp. 505–519. doi:10.1080/09537325.2020.1826423
- Zambon, I. – Cecchini, M. – Egidi, G. – Saporito, M. G. – Colantoni, A. (2019): Revolution 4.0: Industry vs. Agriculture in a Future Development for SMEs. *Processes*, v.7(1), pp. 36. doi:10.3390/pr7010036

## PUBLIKÁCIÓS LISTA

### Folyóiratcikkek

- 2022 **Tóth M.**, Szilágyi R.: Az IoT koncepción alapuló egészségügyi eszközök fogyasztók közötti elterjedését befolyásoló faktorok vizsgálata. *Információs Társadalom*. Vol. 21., No. 6. DOI: 10.22503/inftars.XXI.2021.3.4
- 2021 Botos Sz., Bíró É., **Tóth M.**, Szilágyi R.: Termékinformációk szerepe az élelmiszer-választásban: a Debreceni Egyetem hallgatóinak attitűdvizsgálata és a tudatos vásárlást támogató applikációk lehetőségei. *Egészségfejlesztés*. Vol. 62., No. 1. DOI: 10.24365/ef.v62i1.615
- 2021 Botos Sz., Szilágyi R., Felföldi J., **Tóth M.**: Readiness for ICT based B2C information flow – Case study of Hungarian food sector. *Agris on-line Papers in Economics and Informatics*. Vol. 12., No. 2. DOI: 10.7160/aol.2020.120204
- 2019 **Tóth M.**, Dér D., Botos Sz., Szilágyi R.: Computer vision in agriculture, application development using open source tools and systems. *Journal of Agricultural Informatics*. Vol. 10, No. 2. pp. 37-47. DOI: 10.17700/jai.2019.10.2.545
- 2019 **Tóth M.**, Felföldi J., Szilágyi R.: Possibilities of IoT management system in greenhouses. *Georgikon for Agriculture* Vol. 23, No. 3. pp. 43-62.
- 2018 **Tóth M.**, Felföldi J., Szilágyi R.: IoT eszközök alkalmazása a döntéshozatal támogatására. *International Journal of Engineering and Management Sciences (IJEMS)* Vol. 3. (2018). No. 4. pp. 125-141. DOI: 10.21791/IJEMS.2018.4.12
- 2017 **Tóth M.**, Szilágyi R.: Development and testing experiences of a management supporting data acquisition system. *Journal of Agricultural Informatics*. Vol. 8, No. 2. pp. 55-70. DOI: 10.17700/jai.2017.8.2.382
- 2015 Szilágyi R., **Tóth M.** Development of an open source agricultural mobile data collector system. *Journal of Agricultural Informatics* Vol. 6, No. 2:54-61  
DOI: 10.17700/jai.2015.6.2.188
- 2014 **Tóth M.**: Mezőgazdasági robot fejlesztése és jövőbeli bővíthetősége. *Gazdálkodástudományi Közlemények*, V. évfolyam, 1. szám

### Könyvfejezet

- 2022 **Tóth M.**, Felföldi J., Várallyai L., Szilágyi R.: Application possibilities of IoT based management systems in agriculture. Springer. DOI: 10.1007/978-3-030-84148-5\_4

### Konferencia kiadványok

- 2017 **Tóth M.**, Szilágyi R.: Gazdálkodást támogató adatgyűjtő rendszer fejlesztése és tesztelése. *Informatika a felsőoktatásban 2017 konferencia kiadvány*.  
ISBN 978-963-473-213-6
- 2017 **Tóth M.**: Gazdálkodást támogató szenzorhálózat fejlesztése. *Intertalent Unideb absztrakt összefoglalók*

## OKTATÁSI, TUDOMÁNYOS TEVÉKENYSÉG

### Oktatási tevékenység

- 2021 Gyakorlatvezető – Szakmai és pénzügyi információ feldolgozási alapismeretek  
2019 Gyakorlatvezető - Informatika és információs rendszerek

### Témavezetői tevékenység

- 2019 Dér Dániel: A gépi látás alkalmazási lehetőségei a mezőgazdaságban

### Konferencia előadások

- 2019 PARTIUM INTERNATIONAL CONFERENCE ON MANAGEMENT,  
Partiumi Keresztény Egyetem, Nagyvárad, Románia  
Management and Information Technologies szekció  
*Téma: The application of the Hadoop ecosystem and IoT devices in agricultural decision support*
- 2019 EFITA-HAICTA-WCCA CONGRESS "DIGITIZING AGRICULTURE",  
Rhodes, Görögország  
Decision szekció  
*Téma: Application possibilities of IoT based management systems in agriculture*
- 2018 GEORGIKON NAPOK,  
Pannon Egyetem, Keszthely  
*Téma: Possibilities of IoT management system in greenhouses*
- 2018 KIHÍVÁSOK ÉS TANULSÁGOK A MENEDZSMENT TERÜLETÉN,  
Debreceni Egyetem Műszaki Kar, Debrecen  
Smart megoldások a menedzsment területén szekció  
*Téma: IoT eszközök a döntéshozatal támogatására*
- 2017 INFORMATIKA A FELSŐOKTATÁSBAN 2017 KONFERENCIA,  
Debreceni Egyetem Informatikai Kar, Debrecen  
Informatikai rendszerek: Tervezés és fejlesztés szekció  
*Téma: Gazdálkodást támogató adatgyűjtő rendszer fejlesztése és tesztelése*
- 2017 INTERTALENT UNIDEB KONFERENCIA,  
Debrecen  
*Téma: Gazdálkodást támogató szenzorhálózatok fejlesztése*
- 2016 JÖVŐ INTERNET NTP AGRÁR- ÉS ÉLELMISZERIPARI TAGOZAT –  
RENDEZVÉNYE,  
Agrárgazdasági Kutatóintézet, Budapest  
*Téma: IoT alapú mezőgazdasági adatgyűjtő prototípus fejlesztési tapasztalatok*
- 2016 ALKALMAZOTT INFORMATIKAI SZAKMAI NAP,  
Debrecen  
*Téma: Gazdálkodást támogató adatgyűjtő rendszer fejlesztése és alkalmazási lehetőségei*
- 2014 AGRICULTURAL INFORMATICS INTERNATIONAL CONFERENCE,  
Debrecen  
*Téma: Mezőgazdasági robot fejlesztése és jövőbeli bővíthetősége*

### Tagságok

- 2016-től Ihrig Károly Szakkollégium (tag)  
2016-től Magyar Agrárinformatikai Szövetség (tag)

### Elnyert ösztöndíjak

- 2019 A jövő tudósai – Fiatal kutatói ösztöndíj (EFOP-3.6.1-16-2016-00022)  
*Téma: Az IoT eszközök alkalmazási lehetőségeinek vizsgálata az egészségmegőrzésben*

## EGYÉB TUDOMÁNYOS, KÖZÉLETI TEVÉKENYSÉG

### Kari, közéleti tevékenység

- 2019 PhD Workshop  
Miskolci Egyetem, Miskolc  
*Előadás témája: Practical use cases of Industry 4.0 in agricultural decision support*
- 2019 KUTATÓK ÉJSZAKÁJA 2019,  
Debreceni Egyetem Gazdaságtudományi Kar, Debrecen  
*Előadás témája: Az IoT eszközök alkalmazási lehetőségei az egészségmegőrzésben*
- 2019 INTERAKTÍV KARI NYÍLTNAP  
Debreceni Egyetem Gazdaságtudományi Kar, Debrecen
- 2016 KUTATÓI ATTITŰD FEJLESZTŐ KURZUS,  
Debrecen  
*Előadás témája: Szenzorhálózatok fejlesztése*
- 2016 KUTATÓK ÉJSZAKÁJA 2016,  
Debrecen  
*Előadás témája: IoT alapú mezőgazdasági adatgyűjtő prototípus fejlesztése és alkalmazási lehetőségei*

## MELLÉKLET

### 1. melléklet: Az egyes kutatások során alkalmazott teoretikus modellek (részleges lista)

<i>Vizsgálat tényező</i>	<i>Faktor</i>	<i>Alkalmazott modell</i>	<i>Közvetlenül ható, szignifikáns változók</i>	<i>Célcsoport</i>	<i>Forrás</i>
<i>Adattárház rendszer</i>	Használati attitúd és szándék	Módosított TAM	Hasznosság; Könnyű kezelés; Attitúd	Vállalatok*	(WIXOM – TODD, 2005)
<i>Projekt menedzsment szoftver</i>	Hasznosság és használat	Módosított TAM	Hasznosság; Könnyű kezelés	Egy vállalat*	(WALLACE – SHEETZ, 2014)
<i>Big Data</i>	Adaptációs hajlandóság	TOE	Tech. kompetencia; Felsővez. támogatása	Vállalatok*	(SUN et al., 2019)
<i>Big Data</i>	Adaptációs hajlandóság	Módosított TAM	Hasznosság; Könnyű kezelés	Egy vállalat*	(OKCU et al., 2019)
<i>Big Data</i>	Attitúd és használati hajlandóság	Módosított TAM	Hasznosság; Attitúd	Fogyasztók	(VERMA et al., 2018)
<i>Big Data</i>	Adaptációs hajlandóság	TOE	Komplexitás; Felsővez. támogatása; Bizt. kultúra; Szabályozás aggodalmak	Vállalatok*	(AHMAD SALLEH – JANCZEWSKI, 2018)
<i>Big Data</i>	Viselkedési szándék; Használati viselkedés	UTAUT	Ellenállás; Várható teljesítmény; Közösségi hatás; Támogató tényezők	Vállalatok*	(CABRERA-SÁNCHEZ – VILLAREJO-RAMOS, 2020)
<i>Big Data</i>	Adaptációs szándék	TOE, DOI	Kompetitív nyomás; Költség; Komplexitás; Szervezeti támogatás; Rel. előny	Vállalatok*	(JANG et al., 2019)
<i>Big Data</i>	Viselkedési szándék; Viselkedés	Módosított UTAUT	Várható teljesítmény; Támogató tényezők; Ellenállás; Közösségi hatás	Vállalatok*	(CABRERA-SÁNCHEZ – VILLAREJO-RAMOS, 2019)
<i>Big Data</i>	Viselkedési szándék	Módosított UTAUT	Várható teljesítmény; Várható erőfeszítés; Közösségi hatás	Vállalatok*	(YLIJOKI – PORRAS, 2018)
<i>IoT</i>	Hasznosság	Egyedi	Észlelt előnyök; Észlelt költség; Külső nyomás	Vállalatok*	(TU, 2018)
<i>IoT</i>	Adaptációs szándék	TOE	Komplexitás; Kompatibilitás; Előnyök; Költség; Méret; stb.	Vállalatok*	(LIN et al., 2016)
<i>IoT</i>	Attitúd; Használati szándék	Módosított TAM	Haszn.; Könnyű kezelés; Bizalom	Vállalatok*	(JAYASHANKAR et al., 2018)
<i>IoT</i>	Konvergencia; Adoptáció	Egyedi	Állami tényezők; Informatikai infrastruktúra; Interop.	Vállalatok*	(EHIE – CHILTON, 2020)
<i>Blockchain</i>	Használati szándék	TAM, TPB, TRI	Attitúd; Haszn.; Könnyű kezelhetőség; Viselkedési kontroll	Szakmabeliek	(KAMBLE et al., 2019)
<i>Üzleti intelligencia</i>	Viselkedési szándék; Viselkedés	Módosított TAM	Attitúd; Szubjektív norma	Vállalatok*	(HOU, 2013)
<i>Üzleti intelligencia</i>	Viselkedési szándék	Módosított TAM	Haszn.; Könnyű kezelés; Szubjektív norma	Felhasználók	(KOHNKE et al., 2011)

<i>Üzleti intelligencia</i>	Implementálás	Módosított TAM	Haszn.; Könnyű kezelés	Vállalatok*	(BACH et al., 2017)
<i>DSS</i>	Adaptációs szándék	Módosított TAM	Hasznosság; Könnyű kezelés; Kommunikálhatóság	Vállalatok*	(AUBERT et al., 2012)
<i>DSS</i>	Viselkedési szándék; Viselkedés	TAM	Hasznosság; Könnyű kezelés;	Vállalatok*	(DULCIC et al., 2012)
<i>ERP</i>	Adaptációs szándék	Egyedi	Előnyök; Felsővezetés ismeretei	SME	(SHIAU et al., 2009)
<i>ERP</i>	Viselkedési szándék; Viselkedés	Módosított UTAUT	Várható teljesítmény; Várható erőfeszítés	SME	(ABDELLAH et al., 2016)
<i>Prec. mg.</i>	Adoptációs szándék	AUTAUT, PNTC	Észlelt kockázat; Szükség-technológia illeszkedés; Észlelt előnyök; Támogató tényezők	Termelők	(LI et al., 2020)
<i>Prec. mg.</i>	Viselkedési szándék	Módosított UTAUT	Várható teljesítmény; Várható erőfeszítés; Ár-érték; Bizalom	Termelők	(BEZA et al., 2018)
<i>Prec. mg.</i>	Viselkedési szándék	Bővített TAM	Haszn.; Könnyű kezelés; Attitűd; Közösségi hatás	Termelők	(REZAEI et al., 2020)
<i>Prec. mg.</i>	Viselkedési szándék	Módosított TAM	Önbizalom; Észlelt előnyök; Végzettség; Méretkategória	Termelők	(ADRIAN et al., 2005)
<i>Smart Farm</i>	Adoptációs szándék	TOE	Kompatibilitás; Költség; Állami támogatás; Digitális környezetváltozás	Szaktáborok	(YOON et al., 2020)
<i>Inf. rendszer</i>	Használati szándék; Használati viselkedés	TAM2	Haszn; Könnyű kezelés	Vállalatok*	(Sangmin LEE, 2016)
<i>Inf. rendszer</i>	Adaptációs szándék	Bővített TAM	Észlelt költségek; Kompatibilitás; Hasznosság; Könnyű kezelés; Bizalom	Vállalatok*	(TUNG et al., 2008)
<i>Inf. rendszer</i>	Viselkedési szándék; Viselkedés	TADU	Várható teljesítmény; Várható erőfeszítés; Észlelt vágyakozás; Észlelt megvalósíthatóság; Támogató tényezők	Vállalatok*	(MOGHAVVEMI et al., 2016)
<i>Inf. rendszer</i>	Viselkedési szándék	Módosított TAM	Kompatibilitás, Hasznosság; Könnyű kezelhetőség; Bizalom; Észlelt költség	Vállalatok*	(TUNG et al., 2009)
<i>Felhő</i>	Adaptációs szándék	TOE, DOI	Jövedelem; Komplexitás; Kockázat; Felsővez. tám.; Közösségi hatás; Jogi korlát; Adatgyűjtés nehézségek;	Vállalatok*	(ALKHALIL et al., 2017)
<i>Felhő</i>	Adaptációs szándék	DOI, TOE	Költségmegt.; Rel. előny; Tech. felk.; Felsővez. támogat.; Méretkat.	SME	(OLIVEIRA et al., 2014)

<i>Felhő</i>	Adaptációs szándék	TAM, DOI, TOE	Rel. előny; Biztonság; Felsővez. tám.; Külső nyomás; Szolgáltató támogatása	SME	(KUMAR et al., 2017)
<i>Felhő</i>	Adaptációs szándék	Módosított TAM	Rel. előny; Komplexitás; Felsővezetés tám.; Komp. nyom; Hasznosság; Könnyű kezelés;	SME	(GAMAGE, 2019)
<i>Felhő</i>	Bizalom, Szándék	Módosított TOE	Megbízhatóság; Biztonság; Szervezeti nyomás; Struktúra alátámasztás; Szolgáltatói szükség	SME	(LI et al., 2015)
<i>Felhő</i>	Adaptációs szándék	TOE	Ágazati használat; Menedzsment stílusa; Észlelt bizt. kockázat; Kockázat	Vállalatok*	(PRIYADARSHINEE et al., 2017)
<i>Felhő</i>	Adaptációs szándék	DOI, TOE, HOT-fit	Rel. előny; Kompatibilitás; Kockázat; Felkészülts.; Műveleti hat.	Vállalatok*	(SALLEHUDIN et al., 2018)

\* megjelölés esetében nem került megjelölésre a kapcsolódó vállalatok méretkategóriája

*Forrás: Saját adatgyűjtés*

## RÖVIDÍTÉSEK JEGYZÉKE

<i>Általános tételek</i>	<i>Mutatók</i>
CRM Vevőkapcsolati menedzser – Customer relationship manager	AIC Akaike információs kritérium – Akaike information criterion
DSS Döntéstámogató rendszer – Decision support system	AVE Átlagos kivonatolt variancia – Average Variance Extracted
EDW Vállalati adattárház – Enterprise data warehouse	BIC Bayesi információs kritérium – Bayesian information criterion
ERP Vállalati erőforrás tervezés – Enterprise resource planning	CR Kompozit megbízhatóság – Composite reliability
GIS Földrajzi információs rendszer – Geographical information system	HTMT Heterotrait-monotrait korrelációk aránya – Heterotrait-Monotrait Ratio of Correlations
IKT Információs és kommunikációs technológiák	KMO Kaiser–Meyer–Olkin
NSF National Science Foundation	MSE Átlagos négyzetes hiba – Mean squared error
RBV Erőforrás alapú szemlélet – Resource-based view	NRMSE Normalizált átlagos négyzetes hiba négyzetgyökere – Norm. root-mean squared error
SFA Értékesítési automatizálás – Sales force automation	OR Eshélyhányados – Odds Ratio
STÉ Standard termelési érték	PCA Főkomponenselemzés – Principal component analysis
<i>Technikai tételek</i>	PR Page rank
ANN Mesterséges neurális hálózat – Artificial neural network	ReLU Egyenirányított lineáris egység – Rectified Linear Unit
API Alkalmazásprogramozási interfész – Application programming interface	RMSE Négyzetes középérték-eltérés – Root-mean-square deviation
AR Kiterjesztett valóság – Augmented reality	RMSEA Közelítés négyzetes közép hibája – Root-mean square error of approximation
ARM Advanced RISC Machine	SMAPE Szimmetrikus átlagos abszolút százalékos hiba – Symmet. mean absolute percentage error
AVR Alf and Vegard's RISC	SRMR Standardizált átlagos négyzetgyök rezuuma – Standardized root mean-square residual
BI Üzleti intelligencia – Business intelligence	VIF Varianciainflációs tényező – Variance inflation factor
CPS Kiberfizikai rendszer – Cyber-physical system	<i>Szakirodalomból idézett látens változók</i>
ELM Extrém tanulási gépek – Extreme Learning Machines	BI Viselkedési szándék – Behavioral intention
ETL Kinyerés, átalakítás és betöltés – Extract, transform, load	CANX Számítógépes szorongás – Computer anxiety
GPS Globális pozicionáló rendszer – Global positioning system	CPLAY Számítógépes játékoság – Computer playfulness
HDFS Hadoop osztott fájlrendszer – Hadoop distributed file system	CSE Számítógépes önhatékonyság – Computer self-efficacy
HMI Ember-gép interfész – Human-machine interface	EE Várható erőfeszítés – Effort expectancy
IoT Tárgyak internete – Internet of things	ENJ Észlelt élvezet – Perceived enjoyment
M2M Gép és gép között – Machine to machine	FC Támogató tényezők – Facilitating conditions
MQTT MQ telemetria szállítás – MQ telemetry transport	HM Hedonikus motiváció – Hedonic motivation
OLTP Online tranzakció feldolgozás – Online transaction processing	IMG Önkép – Image
PID Párhuzamos kompenzáció alapuló szabályozó – Proportional integral derivative	ITU Használati szándék – Intention to use
RFID Rádiófrekvenciás azonosítás – Radio-frequency identification	JR Munka relevancia – Job Relevance
RNN Visszacsatolt neurális hálózat – Recurrent neural network	OUT Objektív használhatóság – Objective usability
SQL Strukturált lekérdezési nyelv – Structured query language	PE Várható teljesítmény – Performance expectancy
STL Trend dekompozíció – Seasonal-trend decomposition	PEC Külső kontroll észlelése – Perceptions of external control
SVN Tartó vektor gép – Support vector machine	PEU Észlelt könnyű használat – Perceived ease of use
UAV Vezető nélküli légi jármű – Unmanned aerial vehicle	PU Észlelt hasznosság – Perceived usefulness
WSN Vezeték nélküli szenzorhálózatok – Wireless sensor networks	PV Ár-érték – Price-value
<i>Teoretikus keretek</i>	QUAL Kimenet minősége – Output quality
DOI Diffusion of Innovation	RD Bemutatható eredmények – Result demonstrability
MM Motivational Model	SI Közösségi hatás – Social influence
MPCU Model of Personal Computer Utilization	SN Szubjektív norma – Subjective norm
SCT Social Cognitive Theory	UB Használati viselkedés – Use behavior
TAM Technology Acceptance Model	HB Szokás – Habit
TOE Technology, Organization, Environment	
TPB Theory of Planned Behavior	
TRA Theory of Reasoned Action	
TTF Task-Technology Fit	
UTAUT Unified Theory of Acceptance and Use of Technology	
<i>Módszerek</i>	
BERT Kétirányú kódoló ábrázolások transzformerek alapján – Bidirectional Encoder Representations from Transformers	
CA Korrespondenciaanalízis – Correspondence analysis	
CB-SEM Kovariancia alapú... – Covariance based...	
CNN Konvolúciós neurális hálózat – Convolutional neural network	
LSTM Hosszú-rövid távú memória – Long-short term memory	
MCA Többszörös korrespondenciaanalízis – Multiple correspondence analysis	
PLS-SEM Legkisebb négyzetek alapú... – Partial least square...	
SEM Strukturális egyenletek modellezése – Structural equation modeling	