

**Budapesti Gazdasági Egyetem**  
**Vállalkozás- és Gazdálkodástudományi Doktori Iskola**



**A kis- és középvállalkozások digitális érettség mérése és ezen alapuló  
életciklus modellje**

PhD értekezés tézisei

Készítette:  
**Sándor Ágnes**

Doktori Iskola vezető:  
**Prof. Dr. Losoncz Miklós**  
egyetemi tanár

Témavezető:  
**Dr. Gubán Ákos**  
professor emeritus

**Budapest, 2022**

**Budapesti Gazdasági Egyetem**  
**Vállalkozás- és Gazdálkodástudományi Doktori Iskola**



**A kis- és középvállalkozások digitális érettség mérése és ezen alapuló  
életciklus modellje**

PhD értekezés tézisei

Készítette:

**Sándor Ágnes**

Doktori Iskola vezető:

**Prof. Dr. Losoncz Miklós**

egyetemi tanár

Témavezető:

**Dr. Gubán Ákos**

professor emeritus

**Budapest, 2022**



# Tartalomjegyzék

1.	Bevezetés .....	1
2.	Szakirodalom, módszertan és célkitűzés.....	3
2.1.	Digitálisérettségi-modellek.....	6
2.2.	Digitálisérettségi-modellek szintjei .....	7
2.3.	A disszertáció célkitűzései.....	10
2.4.	A disszertáció módszertana .....	13
3.	Új tudományos eredmények.....	17
4.	Eredmények hasznosítása, továbbfejlesztés lehetőségei.....	22
5.	Irodalomjegyzék .....	24
5.1.	Nyomtatott és elektronikus formában megjelent publikációk .....	24
5.2.	Az értekezés során felhasznált fontosabb irodalom .....	26



## 1. Bevezetés

A világ és a társadalom rendkívüli ütemben változik és a technológiát/technikát nem lehet kikerülni, mivel annyira összefonódik a mindennapi életünkkel. Emiatt szükség van képzett alkalmazottakra, a jelenlegi alkalmazottak (tovább) képzésére, a készségek és képességek folyamatos fejlesztésére, valamint a hiányosságok felderítésére (Ulas, 2019). Ezt támasztja alá a jelenlegi koronavírus-járványhelyzet is, aminek hatására szinte néhány hét leforgása alatt kialakult új üzleti környezet jelentősen felgyorsította a különböző ágazatokban tevékenységet végző szereplők digitális átállásának szükségességét. Nem jelentenek kivételt ez alól a gazdaság gerincét jelentő kis-és középvállalkozások (továbbiakban kkv-k) sem, akiknek még inkább kulcsfontosságú, hogy lépést tartsanak a technológia/technika fejlődésével. Ehhez fontos, hogy a vállalatvezetők, illetve a döntéshozók ismerjék fel az alkalmazási lehetőségeket, valamint pontosan fogalmazzák meg az elérendő célokat és azok ütemezését (Kilimis, Zou, Lehmann, & Berger, 2019; Mallász, 2017).

Régóta folyik a vita arról, hogy vajon az információtechnológia (IT – Information Technology) gyakorol-e valamiféle hatást a vállalat teljesítményére. Az informatika és az azzal kapcsolatos tényezők vizsgálatát nagymértékben bonyolítja, hogy az informatikai eszközök fejlődése folyamatos és szakadatlan (Tippins & Sohi, 2003). Az IT és a cég közötti teljesítmény kapcsolatának vizsgálatára az erőforrás-alapú elmélet (RBV – Resource-based View) az egyik leghasznosabb perspektíva (Barney, 1991). Az IT erőforrás-alapú nézete rávilágít arra, hogy a cégek az informatikai erőforrások alapján megkülönböztethetik magukat, és a dinamikus képességek fejlesztése hozzájárul a kkv-k teljesítményéhez és növekedéséhez (Liang, You & Liu, 2010). Ebben az új és gyorsan változó környezetben a szellemi tőke tehát egyre inkább felértékelődik, és azok a vállalatok kerülnek jobb versenypozícióba, amelyek hatékonyabban és gyorsabban képesek az adat-információ transzformálására, végül a szükséges döntések meghozatalára.

Ebben nyújtanak segítséget a digitális technológiák is, amelyek növelhetik a kapcsolatot a vállalat, ügyfelek, termékek és más iparági szereplők között. Ez megköveteli az előállított információk rögzítését és felhasználását. Bármely cég végre tudja hajtani a maga módján a digitális transzformációt, de figyelni kell arra, hogy ha az alkalmazottak nincsenek felkészülve, a digitális átalakítás nem lesz sikeres, sőt ez nem csak a technológiai tudásról szól, hanem egy megfelelő szemléletváltás is szükséges

(Becerra, 2017). Mint minden változás, így a digitális átalakulás sem nevezhető problémamentesnek. Az átalakulást illetően számos nehézséggel kell szembesülniük a vállalatoknak, hiszen újra kell gondolniuk a vállalat napi működését, amely attitűdbeli változást is igényel. Ezenfelül a legfontosabb tényezők a digitális átalakulás során a szervezeti kultúra és a határozott vezetés (Füzes, Gódor & Szabó, 2018; Marciniak, Móricz & Baksa, 2020). Ebből az következik, hogy a vállalat egészére kiterjedő szemléletmódra van szükség a sikeres transzformációhoz.

A Dell Technologies (2020) elemzéséből kiderül, hogy a digitális kényszerhelyzet miatt több digitális technológiát alkalmaznak a cégek, így a versenyben maradás érdekében célszerű felmérni a digitalizáltsági szintjüket a jelenlegi pozíció megerősítése és továbbfejlődése érdekében (McKinsey, 2020).

## 2. Szakirodalom, módszertan és célkitűzés

Az RBV-t évtizedek óta alkalmazzák az informatika erőteljes teljesítményének kezelésére, az IT-teljesítmény kapcsolat jelenlegi megállapításai messze nem meggyőzőek (Barney, 1991; Liang – You – Liu, 2010).

Az informatika kontextusában, ha egy iparágban több versenytárs cég ugyanazt az automatizált készletgazdálkodási rendszert használja, például egy ilyen rendszer birtoklása önmagában nem jelenthet versenyelőnyt bármelyik cég számára. A közös erőforrások nem felelnek meg az erőforrás-heterogenitás követelményének. Ha pedig egy cég olyan erőforrást vagy képességet birtokol, amellyel nem rendelkeznek a versenytárscégek, az erőforrás-heterogenitás feltételei teljesülnek, és a vállalat legalább ideiglenes versenyelőnyt szerezhet (Mata – Fuerst – Barney, 1995).

A vállalat IT képességének és a külső környezet igényeinek szoros kapcsolata valószínűleg javítja a teljesítményt, míg az eltérés kedvezőtlenül hat a cég versenyhelyzetére. A változatosabb üzleti környezet megköveteli a cégtől, hogy gyorsabban és pontosabban reagáljon a változásokra olyan területeken, mint a terméktervezés és a vevői követelmények kielégítése. Az olyan technológiák, mint az ERP és a CRM lehetővé teszik a cég számára, hogy hatékonyabban tudja a gyártási folyamatait megtervezni és optimalizálni, illetve jobb kapcsolatot fenntartani az ügyfelekkel, pontosabban megérteni az igényeiket (Chen et al., 2014).

A digitális üzleti tevékenység egyik legfontosabb hajtóereje az IT képesség a szervezeten belül. Jó informatikai képességekkel rendelkező cégek sikeresebben képesek a digitális átalakulást megvalósítani a meglévő üzleti folyamatok újradefiniálásával és átgondolásával, valamint a hagyományos termékek, szolgáltatások és ügyfelek kínálatának digitalizálásával. A magasabb informatikai képességű vállalatok jobban képesek mozgósítani és felhasználni az informatikai erőforrásokat más meglévő erőforrásokkal a jobb teljesítmény érdekében. A cégméret befolyásolja a cég teljesítményét és innovatív képességét, valamint az iparágközi varianciáknak tulajdonítható teljesítménybeli különbségeket is. Ez alapján az informatikai képességek a digitális átalakulás kulcsfontosságú előfeltételei (Nwankpa – Roumani, 2016).

A fentieket összegezve látható, hogy a VRIO (Valuable, Rare, Imperfectly imitable, Organization) keretrendszere szerint az informatika nem képes a fenntartható versenyelőny létrehozására a cégek számára az IT eszközök replikációja miatt. Ha a cég

legfejlettebb informatikai alkalmazásokkal rendelkezik, de nincs jól képzett alkalmazott a szervezetben, akkor ezek a lehetőségek nem jelentenek semmilyen értéket a szervezet számára. IT-ből származó versenyelőny úgy érhető el, ha az IKT-t az emberi erőforrással integrálják. Ez az integráció jelenti a stratégiai erőforrást a vállalat számára. Így az IT-képességek lehetővé teszik a vállalatok számára, hogy gyorsan reagáljanak a környezeti fenyegetésekre és kihasználják a lehetőségeket. Ha az IS források nem is járulnak hozzá közvetlenül a cég tartós versenyelőnyéhez, mégis kritikus fontosságúak lehetnek a hosszú távú versenyképességet illetően az instabil környezetben, hiszen segítenek a vállalat egyéb erőforrásainak fejlesztésében, kiegészítésében, és hozzájárulásában.

Ugyanakkor arra is ügyelni kell, hogy az információs és kommunikációs technológiák igen gyorsan fejlődnek. Ez az evolúció az IKT-ben meglévő tudást és létesítményeket elavulttá teheti. Így a vállalkozóknak állandóan frissíteniük kell IKT-kompetenciájukat, folyamatos képzésen és tapasztalatokon keresztül a legújabb IKT-fejlesztésekkel biztosítják IKT-kompetenciáik folyamatos megújítását, és így fenntartják a cég versenyelőnyét (Ong – Ismail, 2008).

A kis-és középvállalkozásoknak ezen képességekre még nagyobb hangsúlyt kell fektetniük, ugyanis egyre inkább turbulens és dinamikus környezetben működnek (mint például a COVID-19 járvány), amelyet a változó ügyféligények, a fokozott verseny, a nagyobb rugalmasság iránti igény és az innovatív termékek/szolgáltatások gyors fejlődése jellemez.

A kkv-k körében a digitális diffúzió mintázatai viszonylag azonosak maradnak cégmérettől függetlenül, a technológiák alkalmazásának különbségei inkább az ágazati különbségekhez köthetők. A technológiák alkalmazása a kkv-knak abban segíthet, hogy könnyebben és hatékonyabban tudják kezelni például a COVID-19 során felmerült problémáikat. Ez az e-kereskedelem, a közösségi média és számos más technológiai platform hatékony kihasználásával lehetséges.

Az ERP rendszerek terén az tapasztalható, hogy a kkv-k ezt is alacsony arányban alkalmazzák. A különböző szektorokon belül a legnagyobb mértékben a nagykereskedelem (53,09%-ban) és az információ és kommunikáció (52,59%) használnak valamilyen ERP rendszert. A két legkevésbé ERP felé nyitó szektor a vendéglátás (16,79%) és az építőipar (22,55%). Összességében a legmagasabb arányt

mutató szektor is csak alig lépte át az 50%-os értéket, ami alapján elmondható, hogy kevés kkv használ integrált vállalatirányítási rendszert iparágtól függetlenül.

Ezek után felmerül a kérdés, hogy egy kkv-nak mindenképpen szükséges-e vállalatirányítási rendszert alkalmaznia, vagy elég a különböző technológiákat/alkalmazásokat összekapcsolni egy platformon.

Egy kkv fejlődési szakaszában eljuthat arra a pontra, amikor a vállalati folyamatok bonyolultsági foka meghaladja a lekövethető szintet. Például megsokszorozódik a vállalat adminisztrációs tevékenysége. Ilyen esetben egy számlázó program, Excel használata, vagy a papír alapon végzett ügyintézés már inkább hátrányt jelent, mind erőforrás oldalon, mind pedig a hatékonyságot tekintve. Továbbá egyre átláthatatlanná válnak az egyes tevékenységek. Ekkor merülhet fel egy vállalatirányítási szoftverbe történő beruházás iránti igény, amellyel az egyes műveletek átláthatók maradnak, a folyamatok leegyszerűsödnek.

Schlichter et al. (2020) kkv-k körében végzett elemzése során megállapították, hogy a fiatal kkv-k kevésbé függhetnek az ERP-rendszerektől, és azt is, hogy ezek az alacsony növekedési időszakokban kontraproduktívak lehetnek ezen cégek számára, mivel az időt, az energiát és az erőforrásokat elveszik a piac és az ügyfelek megszerzése elől. Alacsony növekedési időszakokban a fiatal kkv-k számára előnyösebb, ha az idejüket és erőforrásaikat az ügyfelek megszerzésére, piaci helyzetük építésére és a vállalat pozícionálására összpontosítják, nem pedig a szervezet belső felépítésére. Amikor a kkv egy bizonyos szintű növekedést elér, és ahhoz, hogy a növekedésből profitálhasson, akkor az ERP rendszer használata szükséges feltétel lesz. Azaz csak akkor érdemes megvalósítani a bevezetést, ha a kkv növekedési periódust tapasztal vagy tovább szeretne növekedni.

Mindezekből az következik, hogy az IT nem lehet cél csakis eszköz/erőforrás, valamint az a jó IT, amely nem látszik.

## 2.1. Digitálisérettségi-modellek

Amikor digitális átalakulásról beszélünk, nem feltétlenül a digitális szón van a hangsúly, hanem az átalakuláson, amelyben döntő jelentősége van az emberi tényezőnek (Westerman, 2017). A digitális átalakulás sikere függ a digitális érettségtől (Deloitte, 2018).

Az irodalmi áttekintés során a következő kulcsszavakat és kifejezéseket alkalmaztam angol és magyar nyelven a Google Scholar, a ScienceDirect és az Emerald adatbázisaiban:

„Érettségi Modell”, „Digitális Érettségi Modell”, „Digitális Érettségi Modell és KKV”, „Digital Maturity Model”, „Digital Maturity Model and SME”, „Maturity Model Assessment”.

A keresésnél lényeges volt az időintervallum is, mivel az IT megköveteli, hogy 5-10 évnél régebbi tanulmányokat nem célszerű figyelembe venni a technológia gyors fejlődése következtében, valamint a téma újszerűségét illetően körülbelül öt év távlatába lehetett visszamenni. A cikkek címének és absztraktjának elemzését követően, viszonylag kevés, 23 db tanulmány fókuszált a kkv-kra a téma újszerűségéből fakadóan. A legtöbb digitálisérettségi-modelleket (továbbiakban DÉM) tartalmazó cikk az Ipar 4.0-hoz kötődött. Azonban a cél olyan modellek felkutatása volt, amelyek általánosságban vizsgálták a témakört, így a cikkek alapos átolvasását követően meghatározásra került a kutatás szempontjából releváns 11 db tanulmány.

Az elmúlt években számos érettségi modellt alkottak a digitális érettség meghatározó tényezőit vizsgálva, azonban ezekből nem igazán ismerjük meg a kkv-k érettségi szintjét, tényleges mérőszámát.

Az alábbi modellek - egy kivételével - alátámasztották, miszerint a digitális érettségben vállalatmérettől függetlenül megtalálható, mint közös tényező a szervezet, a kultúra és a technológia. A tényezőiket a *1. táblázat* foglalja össze.

## 1. táblázat: Digitális érettség tényezői

Szakirodalmi forrás	Cég méret	Vizsgált tényezők
<i>Gill &amp; VanBoskirk (2016)</i>	általános	kultúra, technológia, szervezet, kilátás (insights)
<i>McKinsey (2016)</i>	általános	stratégia, kultúra, szervezet, képesség
<i>PwC (2016)</i>	KKV	folyamatok és infrastruktúra, digitális értékesítések, ügyfélbevonás, emberek és kultúra
<i>SAP (2017)</i>	nagy	digitális transzformáció menedzsmentje, szervezet, kultúra, készség menedzsment, tanulási tapasztalat, kapacitás abszorpció, tanulási mérés
<i>Lloyds Bank UK (2017)</i>	kisvállalat	weboldal-, az email-, a kormányzati digitális szolgáltatások-, az internetbank, digitális pénzügyi eszköz használat, a közösségi médiában való jelenlét
<i>Deloitte (2018)</i>	nagy	vevő, stratégia, technológia, működés, szervezet és kultúra
<i>Blatz, Bulander &amp; Dietel (2018)</i>	KKV	stratégia és vezetés, vállalati kultúra és szervezet, IT infrastruktúra, adatok érettsége, folyamat és működés, termék
<i>Mittal, Romero &amp; Wuest (2018)</i>	KKV	pénzügy, emberek, stratégia, folyamat, termék
<i>Pirola, Cimini &amp; Pinto (2019)</i>	KKV	stratégia, emberek, folyamatok, technológia, integráció
<i>North, Aramburu, &amp; Lorenzo (2019)</i>	KKV	növekedés, stratégia, gondolkodásmód, erőforrások

*Forrás: saját szerkesztés*

Ezek alapján egy magasabb digitális érettség teljes elkötelezettséget igényel a vállalatnál az emberek, képességek, technológiák és kulturális változások terén történő tartós befektetésért.

### 2.2. Digitálisérettségi-modellek szintjei

A digitálisérettségi-modellek legfőbb célja, hogy felmérjék a vállalat digitalizálásban elért jelenlegi helyzetét, ahol az eltérő szinteket az evolúciós szakaszok szempontjából határozzák meg. Általánosságban leginkább azt lehet elmondani, hogy a különböző szervezetek a jelenlegi képességeik felmérése céljából alkalmazzák őket, további fejlődés elérése érdekében. Fontos figyelembe venni továbbá, hogy a digitális átalakulásban a digitalizálás evolúciós útvonalai nem lineárisak (Mullaly, 2014).

A szakirodalmi áttekintés során a következő kulcsszavakat és kifejezéseket használtam angol és magyar nyelven a Web of Science, az Emerald, a ScienceDirect és a

Google Scholar adatbázisaiban a különböző digitálisérettségi-modellek szintjeinek elemzéséhez.

„Digital Maturity”, „Digital Maturity Model”, „Digital Maturity Levels”, „Digital Maturity Framework”, „Digitális Érettség”, „Digitális Érettségi Modell”, „Digitális Érettségi Modell szintjei”, „Digitális Érettség Keretrendszere”

A keresés 2015-2020 közötti időintervallumot öleli fel, IT szempontjából lényeges, hogy 5-10 évnél régebbi tanulmányokat nem célszerű figyelembe venni a technológia gyors fejlődése miatt, valamint a téma újszerűségéből adódóan körülbelül öt-hat év távlatába lehetett visszamenni. A cikkek címeinek és absztraktjainak elemzését követően, 31 db tanulmány maradt, ami a digitálisérettségi-modellekre fókuszált. Általánosságban elmondható, hogy a legtöbb cikk az Ipar 4.0-hoz kötődött. A cikkek alapos átolvasását követően meghatározásra került a kutatás szempontjából releváns 18 db tanulmány (2. táblázat).

A különböző modellek vizsgálata során szempont volt a dimenziók száma, mivel az érettségi modellekkal foglalkozó szakirodalomban az „érettség” kifejezés a legtöbb esetben egydimenziós módon tükröződik. A dimenziók száma alatt a digitális érettség különböző tényezőit/képességeit értik az egyes modellek, mint például humánerőforrás, stratégia, kultúra.

A dimenzió alatt egy paraméter és lehetséges értékeit értem. Az ábrázolási okok miatt a dimenziókat egymáshoz ortogonálisnak tekintem. Vizsgálataim szempontjából nincs jelentősége.

A vizsgálataim eredményét a 2. táblázat foglalja össze:

## 2. táblázat: Digitálisérettségi-modellek

Szakirodalmi forrás	Érettségi modell típusa	Érettségi szintek
Ganzarain & Errasti (2016)	Ipar 4.0	(1) kezdeti, (2) irányított, (3) meghatározott, (4) átalakulás, (5) kidolgozott átalakulás
Gill & VanBoskirk (Forrester 4.0) (2016)	Általános	(1) kételkedő, (2) befogadó, (3) együttműködő, (4) megkülönböztető
Berghaus & Back (2016)	Általános	(1) promóció és támogatás, (2) létrehozás és építés, (3) átalakulás, (4) felhasználóközpontúság és kidolgozott folyamatok, (5) adatvezérelt vállalkozás
PwC (2016)	Ipar 4.0	(1) digitális kezdő, (2) vertikális integrátor, (3) horizontális integrátor, (4) digitális bajnok
Valdez-de-Leon (2016)	Távközlési szolgáltatók	(0) még nem kezdte el, (1) kezdeményező, (2) engedélyező, (3) integráló, (4) optimalizáló, (5) úttörő
de Carolis et al. (2017)	Gyártás	(1) kezdeti, (2) menedzselt (3) meghatározott, (4) integrált és átjárható, (5) digitális orientált
Kane et al. (2017)	Általános	(1) kezdeti, (2) fejlesztő, (3) éretté váló
Klötzer & Pflaum (2017)	Feldolgozóipar ellátási láncán belül	(1) digitalizációs tudatosság, (2) intelligens hálózati termékek, (3) szolgáltatás-orientált vállalkozás, (4) szolgáltatási rendszerekben való gondolkodás, (5) adatvezérelt vállalkozás
SAP (2017)	Általános	(1) nem létező (kaotikus), (2) ad-hoc (elszigetelt), (3) sikeres (szisztematikus), (4) meghatározott (stratégiai), (5) optimalizált (adatvezérelt)
Lloyds Bank (2017)	Általános	(1) passzív, (2) kezdő, (3) megalapozott, (4) előre haladott, (5) élenjáró
Deloitte (2020)	Általános	(1) alacsony érettség, (2) közepes érettség, (3) magas érettség
Colli et al. (2018)	Ipar 4.0	(1) nem létező, (2) kezdetleges, (3) átlátható, (4) tudatos, (5) autonóm (6) integrált
Mittal, Romero & Wuest (2018)	Intelligens gyártás	(1) újonc, (2) kezdő, (3) tanuló, (4) középhaladó (5) szakértő
Issa (2018)	Ipar 4.0	(1) nincs vízió vagy csak „ad-hoc, (2) részleges összehangolás, (3) szervezeti szintű integráció, (4) szervezatközi integráció
North, Aramburu & Lorenzo (2019)	Általános	-
Schumacher et al. (2019)	Gyártás	-
Albukhitan (2020)	Gyártás	(1) tudatlan, (2) koncepcionális, (3) meghatározott, (4) integrált, (5) átalakult
Kuusisto et al. (2020)	Általános	(1) bevezetés, (2) meghatározott, (3) irányított, (4) kiváló

*Forrás: saját szerkesztés*

A 2. táblázat alapján az iparágtól függetlenül a modellszintek átlagos száma öt.

A többdimenziós megközelítés egyedül Mittal, Romero & Wuest (2018) esetében jelenik meg, ahol intelligens gyártási érettségi modellt hoztak létre kkv-k számára, három dimenziót vizsgálva. Az  $x$  tengelyen helyezkednek el a szervezeti dimenziók, az  $y$  tengelyen az eszközkészlet, a  $z$  tengelyen pedig az öt érettségi szint. Ezek segítségével a vállalat képes felmérni az érettségi szintjét és azonosítani tudja a szervezeti dimenzióban a következő érettségi szint eléréséhez szükséges lépéseket. Esetemben is ez a

szemléletmód érvényesül, illetve ez a modell mutatott rá, hogy az egydimenziós modellek túlságosan leszűkítik a digitális érettség vizsgálatát. Amennyiben kiterjesztjük a modellt több, egymástól független, kvantitatív skálán mérhető jellemzők együttesére, sokkal megbízhatóbb és hitelesebb kép kapható a kkv életciklusbeli helyzetéről.

### **2.3. A disszertáció célkitűzései**

Ahhoz, hogy fel tudják mérni a cégek, hol is tartanak a digitális fejlődésben, segítséget nyújtanak a digitálisérettségi-modellek. A cégeknek ezzel tisztában kell lenniük, mert korábban az IT csak háttértámogató, másodlagos eszköznek tűnt, viszont az utóbbi években tapasztalható, hogy nagymértékben befolyásolja a belső és külső vállalati folyamatokat, amelyek hatással vannak a cég teljesítményére. Az elmúlt pár évben számos érettségi modellt alkottak, amelyek a digitális érettség meghatározó tényezőit vizsgálták. A kkv-k esetében ezek a modellek leginkább az ipar 4.0-hoz kapcsolódnak.

A legtöbb digitálisérettségi-modell lineáris szemléletű és egydimenziós, többek között Ganzarain & Errasti (2016), Forrester 4.0 (2016), Valdez-de-Leon (2016), Klötzer & Pflaum (2017), Colli et al., (2018), North, Aramburu & Lorenzo (2019), Schumacher, Nemeth & Sihm (2019), Kuusisto, Kääriäinen, Hänninen & Saarela (2020) modelljei. A digitális átalakulásban viszont a digitalizálás evolúciós útvonalai nem lineárisak (Mullaly, 2014). A cégek ugyanis az életciklus különböző szakaszaiban átalakulnak, többek között megváltozik a verseny stratégiájuk, piaci helyzetük és a szervezeti struktúrájuk, viszont életciklusuk során nem feltétlenül haladnak át minden egyes szakaszon, előfordulhat, hogy átugrásra kerül egy-egy szakasz. Emellett a digitális transzformáció során lényeges szempont, hogy a vállalat melyik ágazati szektorban működik, példaként említhetjük, hogy legtöbb esetben a pénzügyi szektor vállalatainak magasabb a digitalizáció iránti igényük, mint az építőipari szektorban működőknek.

A doktori értekezés fókuszában egy modell-alapú mérési módszer kialakítása áll, amelynek keretében meghatározásra kerül egy egzakt mérőszám és ezen alapuló digitálisérettség-életciklus modell. Ehhez először meg kell határozni a digitális érettségi modellt, Digitális Érettség Technikai Architektúrát (továbbiakban DÉTA), és az abban szerepet játszó tényezőket.

A DÉTA kialakítását követően hozom létre a digitálisérettség-életciklus modellt, amely segíti a vállalatokat fejlődésükben azáltal, hogy meghatározza, hol is tartanak a

digitalizációban. A modell valós értékű többdimenziós, amely figyelembe veszi a vállalati növekedési-, és az érettségi modellek tulajdonságait, valamint a különböző ágazati szektorok digitális intenzitását. Ez a modell abban segít a kis-és középvállalkozásoknak, hogy megfelelő döntéseket tudjanak hozni fejlődésük elősegítéséhez, ugyanis a jobb digitális érettségi szint növeli a versenyelőnyüket. Ezenfelül hozzájárul a kkv-k tudatosabb és szisztematikusabb vállalati szintű törekvéseihez is. A többdimenziós megközelítés azért szükséges, mert amennyiben csak a digitális érettséget vennénk figyelembe, akkor kimaradnának a szervezet belső problémáiból eredő hátrányok, amelyek lecsökkenthetik az érettségi szintjét az vállalatnak. Például, ha magas szintű hardverrel, szoftverrel és humánerőforrással rendelkezik egy cég, de az IT menedzsment nem koordinálja megfelelően, akkor nagyon sok redundáns erőforrás állhat rendelkezésre, amelyeket nem használnak ki, vagy nem történik meg a túlterheltség észlelés. Egy vállalat iparági elhelyezkedése is befolyással bír a digitális érettségre, hiszen az ágazatok között eltérőek az IT erőforrással szembeni elvárások, sőt ágazaton belül is lehetnek komoly eltérések.

Emiatt a digitális érettségen kívül szükséges ezt a két jellemzőt (szervezeti, ágazati) is beépíteni az érettségi elemzésekbe.

A vizsgálataim fókuszába azért a kkv-k kerültek szemben a nagyvállalatokkal, mert utóbbiak rendszerint erősebb digitális érettséggel rendelkeznek, mivel a szervezet jobban felépített, üzleti folyamataik egzaktul leírtak. Ellenben a kkv-knál sok esetben még a fő folyamatok sem tárhatók fel egyértelműen, szervezeti struktúrájuk kevésbé modellezett, letisztult, és a digitális helyzetükről sem rendelkeznek átfogó képpel (Garzoni et al., 2020), így számukra kívánok egy olyan modellt biztosítani, amelyre szoftver szimuláció könnyen felépíthető. A modell segítségével a vállalat egzakt mérőszámmal képes monitorozni saját működését, és meg tudja határozni, hogy a digitálisérettség-életciklusban hol helyezkedik el, ebből adódóan gyorsabbá és pontosabbá válik a döntéshozatal, illetve hatékonyabban képes azonosítani azokat a területeket, ahol beavatkozás szükséges a hatékonyabb működés érdekében.

A modell tehát középtávú értékelést biztosít a kkv-k számára a digitális pozíciójukat illetően. Ez a középtávú szakasz lehet negyedév, félév, esetleg év. Ezalatt az idő alatt a modell statikusnak tekinthető, ellenben a szakaszok dinamikusan változnak/változhatnak, és ebből a szempontból egy hosszabb távra vizsgálva a modell egyértelműen dinamikus, ennek részletes leírását a 4. Tézis fogja bemutatni.

Korrekcións tényező segítségével minden fő- és alkomponens egyedileg beállítható, ezáltal a modell a kkv szektor legszélesebb skáláján is különböző aspektusból vizsgált eredményt tud adni, ezáltal más megközelítést ad egy két főből, illetve egy 100 főből álló kkv esetén, továbbá más eredményt biztosít ágazatokon belül is, például az agrár-szektoron belül a növénytermesztés és az állattenyésztés között is. Beépíték olyan paramétereket, amelynek segítségével szűkíteni, illetve csoportosítani lehet a vizsgált kkv-k körét, amelyek esetén azonos aspektusban vizsgálándó az életciklus.

A modell tehát három aspektusból vizsgálja a kkv-kat – digitális érettség, szervezeti érettség, IT intenzitás – és egy egzakt mérőszám segítségével meghatározható, hogy az adott cég milyen érettségi szinten áll. Az életciklus során öt szintet határozok meg, amelynek alapjául szolgált a Greiner-féle növekedési-, valamint a CMMI modell.

Az iparági (IT intenzitás) változó a kkv tevékenységi körétől való függés miatt épült be. A vállalati tevékenységek meghatározzák a digitális elvárásokat. Egyes tevékenységek nem igényelnek magasabb szintű IT környezetet és megoldásokat, ezek esetében a magasabb érettség gyorsabban és könnyebben elérhető. A digitalizációra, valamint az IT-ra épülő és érzékeny tevékenység esetében sokkal magasabbak az elvárások és nehezebb a magasabb szintű érettségi szint elérése vagy annak fenntartása.

A fentiekkel összefüggésben a disszertáció során a következő kutatási kérdéseket fogalmaztam meg:

K1: A digitális érettséghez rendelhető-e mérőszám, amely egzakt komponensek segítségével határozható meg?

K2: Vajon statikus vagy dinamikus modell készíthető a digitális érettséghez?

K3: Készíthető-e többdimenziós modell a digitális érettséghez? Ha igen, hogyan és milyen szerkezetű legyen?

K4: Hogyan lehet a digitálisérettségbe és az életciklusba egymástól halmazelméleti értelemben diszjunkt komponenseket beépíteni?

K5: Hogyan változhat az életciklusbeli helye egy kkv-nak rövid és hosszú távon?

K6: A kialakítandó életciklusrendszerben a komponensek vajon átjárhatók?

K7: Mikor éri el egy kkv azt az érettségi állapotot, amikor már szükséges vállalati információs rendszert alkalmaznia?

## 2.4. A disszertáció módszertana

Az értekezés megírása során több módszert alkalmaztam. Két részre bontottam a módszertani részt. Először bemutatom a kutatás folyamatát, majd az értekezésben felhasznált és kidolgozott módszereket részletezem.

A módszertani megközelítem inkább egy integrált és következtetési módszernek tekinthető. Emellett az egyik legfontosabb aspektusa volt a kutatásnak, hogy black-box (fekete doboz) módszert alkalmaztam és a probléma elodázásának módszerét.

A dolgozatban a black-box módszer alatt egy hierarchikusan egymásba épülő rendszert értek, amely modulokat, a modulokon belül fázisokat, és a fázisokon belül lépéseket tartalmaz, és ez utóbbit tekintetem az elemi szintnek. Az elemi szinten a szakirodalomból és a saját következtetéseimből levont konkrét elemeket alkalmaztam, mint például a komponensek meghatározása és skálája. Ezekből a következő szinten, azaz a fázisokon belül meghatároztam a komponensek csoportosítását, egy másik fázison belül pedig sikerült meghatározni a hozzájuk kapcsolódó súlyszámokat, így modul szinten előállt a Digitális Érettség Technikai Architektúra.

Emellett a probléma elodázásának módszerét abban az értelemben alkalmaztam, hogy mindaddig nem vontam le következtetést és nem adtam meg megoldást, amíg a megoldáshoz és következtetéshez szükséges – és ezt fontos kiemelni – összes adat, elem és erőforrás rendelkezésre nem állt.

Lényegében a több éves kutatásom során az iteratív inkrementális szemléletet követtem, és ezen belül a jól áttekinthetőség miatt egy spirál modellt alkalmaztam.

A dolgozat csak egyfajta primer kutatással rendelkezik, a Guilford módszerhez szükséges páros összehasonlítási kérdőívvel, amely nem statisztikai értelemben vett kérdőív, hanem egy előre jól kiválasztott szakértői csoportok véleménye alapján von le következtetést.

A digitálisérettség-életciklus modellhez szükséges súlyok megállapításához szakértői kérdőívek (témában jártas IT és menedzsment szakemberek részére) kerültek célzottan, online formában kiküldésre. Ezt követően meghatározásra került a konzisztencia mértéke, azaz ameddig a szakértő válasza ellentmondásmentesnek tekinthető. Ezen érték alatti válaszok kiszűrésre kerültek. A kérdőívek az egyes tényezők egymáshoz való viszonyára fókuszáltak, azaz, hogy a szakértők páronként melyik tényezőt ítélték meg a digitális érettség szempontjából fontosabbnak.

Módszertani szempontból a modellhez tartozó függvény meghatározására heurisztikus illesztést alkalmaztam. Próbáltam olyan függvényt találni, amelynek jelleggörbéje megegyezik az általam modellezett és elvárt függvény jellegével és rugalmas transzformációs lehetőséget biztosít, valamint figyelembe veszi a dimenziók közötti függőséget/függetlenséget. Ismert, hogy a fuzzy rendszereknél jól működik a logisztikus függvény, és ez a neurális hálózatok esetében is használható. Ennek következtében ez a függvény típus (szigmoid függvény) lesz a modell alapja. Tehát ez a modell mutatta a legjobb illeszkedést az elvárt jellegzetességekhez, másrészt jól parametrizálható és könnyen több dimenzióssá tehető, így szerkezete megfelel a paraméterek változásának.

Ezek alapján megállapítható, hogy a készítendő függvény három független nemnegatív valósértékű változó és egy valós értékkel rendelkezik.

$$M(d; o; a) = M(D(d); O(o); A(a)) \quad (1)$$

azaz a megfelelő komponensfüggvények függvényeként áll elő és egy  $\Delta T$  időintervallumban vizsgált. A vizsgálatban mind az  $o$  mind pedig az  $a$   $\Delta T$  időintervallumban nem változik (ez úgy értendő, hogy az érettségi szint szempontjából adott).

Továbbá az adott kkv életciklus „helyzetét” megmutató (továbbiakban helyzetfüggvény függvény értékek a normalizált inputértékek miatt, valamint az egyszerűbb összehasonlítás és egységesség érdekében legyen 0 és 1 közötti értékeket vegyen fel:

$$M(d; o; a) \in [0; 1] \quad (2)$$

ahol

$d \in [0; 1]$  a kkv digitális érettség mérőszáma,

$o \in [0; 1]$  a szervezeti érettség mérőszáma,

$a \in [0; 1]$  a cég tevékenységi köréhez tartozó digitális elvárás értéke.

A függvény nem feltétlen kell, hogy elérje sem 0-t, sem pedig az 1 értéket, mivel „abszolút tökéletes” és „értékelhetetlenül rossz digitális állapotban” lévő cég nem létezik. Ellenben a parametrizálás során biztosítani kell azt, hogy ezt a két szélső értéket tetszőleges mértékben megközelíthesse. A függvénnyel szembeni további elvárások, a  $d$  (digitális érettség) szerinti viselkedése – azaz rögzített  $o$ ,  $a$  értékek mellett szigorúan

növekvő kell legyen, és az első „szakaszában” a felfutás konvex, hiszen az alacsonyabb digitálisérettség mértékének változása esetében nagyobb életciklus változás kell, hogy bekövetkezzen, tehát itt konvex kell legyen a függvény, és nagyobb digitálisérettség mérték esetében pedig konkáv felfutással kell rendelkezzen. Hasonló megállapítás tehető a szervezeti érettség változóval szemben ( $o$ ), rögzített  $d$ ,  $a$  mellett. A harmadik változóra ilyen kikötések nem tehetők, mivel minden tevékenység körüli digitális elvárás specifikus, függ többek között az ágazattól, tevékenység helyszínétől, foglalkoztatottságtól. A kkv szervezeti szempontból, illetve digitális szintet befolyásoló tevékenységi körében is csak minimálisan, vagyis elhanyagolható mértékben változik.

Amennyiben egyszerű szorzatfüggvényt alkalmazunk, az nem ad valós képet a helyzetről, azaz

$$M(d; o; a) = D(d)O(o)A(a). \quad (3)$$

Hiszen egy ilyen szerkezetű függvény esetében nem lehet biztosítani a fenti feltételeket, azaz megfelelő monotonitást és konvexitást a függvény tengelyirányú síkmetszeteiben. Tehát, nem biztosítható, hogy az  $a$  változó minden értéke esetében az  $M$  függvény felvehesse a magas  $d$  és  $o$  esetében maximális értéket.

Ezen szempontok alapján egy lehetséges függvény a következő folyamattal alakult ki, így tehát legyen a következő:

A vizsgált  $t \in \Delta T$  időpontban.

Ennek megfelelően került meghatározásra, hogyan állítható elő a független változók komponens-függvényeinek segítségével a helyzetfüggvény.

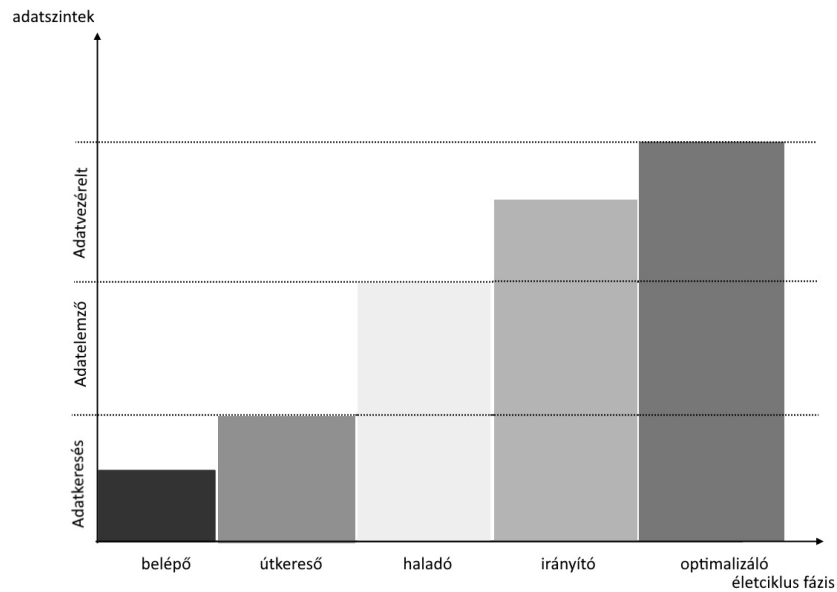
$$M(d; o; a) = \frac{1}{1+e^{\left(\beta_1 - k_1 \beta_1 \frac{d}{1-\frac{d}{2}}\right)}} \frac{1}{1+e^{\left(\beta_2 - k_2 \beta_2 \frac{o}{1-\frac{o}{2}}\right)}} \quad (4)$$

A  $\beta_1 \in \mathbb{R}^+$  a  $d$  változó szerinti görbe „meredekséget” szabályozhatjuk, míg a  $k_1 \in \mathbb{R}^+$  az inflexiós pont helyét jelöli ki, amennyiben ez az érték 2, akkor  $d = 0,5$  értéknél lesz. Ugyanezek érvényesek a  $\beta_2 \in \mathbb{R}^+$  és  $k_2 \in \mathbb{R}^+$  paraméterekre csak az  $o$  változó szerint.

Az öt érettségi fázis adat-információ szempontjából három szintre sorolható (1. ábra):

1. Adatkeresés információértelmezés, lekérdezések
2. Adatelemzés statisztikai eszközökkel, statisztikai jövővizsgálat
3. Adatvezérelt, BigData technológiák, Üzleti intelligencia alkalmazás

**1. ábra: Érettségi szintek besorolása**



*Forrás: Saját készítés*

Ezek után végezzük el a leképezést:

$$L = \begin{cases} \text{belépő} & \text{ha } 0 < M \leq 0,2 \\ \text{útkereső} & \text{ha } 0,2 < M \leq 0,4 \\ \text{haladó} & \text{ha } 0,4 < M \leq 0,6 \\ \text{irányító} & \text{ha } 0,6 < M \leq 0,8 \\ \text{optimalizáló} & \text{ha } 0,8 < M \leq 1 \end{cases} \quad (5)$$

Az életciklus szintek egymással teljes mértékben átjárhatók. Azaz – elvileg – bármely szintről bármely szintre el lehet jutni. Természetesen sokkal nagyobb az esélye annak, hogy a változás valamelyik szomszédos szintre történik. Amennyiben igen nagy mértékben történik változás, akkor nagyobb ugrás sem kizárt.

### 3. Új tudományos eredmények

A kapott eredményeket az alábbi öt tézisben foglalom össze.

**Tézis 1: A digitális érettség kvantifikálható és kialakítható egy valós mérési módszer és egy mérőszám.**

A módosított szisztematikus irodalomfeldolgozás keretében megvizsgáltam, hogy milyen modell keretrendszerek kerültek eddig kialakításra a digitális érettség mérésére, illetve ezek milyen tényezőket vettek figyelembe. Ezen vizsgálatok alapján megállapítható, hogy bár számos modell került már kialakításra, ezek többsége a nagyvállalatokra fókuszál. Összességében elmondható, hogy a modellek által figyelembe vett tényezők között jelentős az átfedés, így vállalatmérettől függetlenül alkalmazhatók. A komponensek kialakításánál célszerű alapul venni a már kialakított modellek tényezőit, azokból kiválasztani a relevánsakat, majd kiegészíteni azokat a kkv-specifikus tényezőkkel. A komponens súlyok meghatározásának az egyik leghatékonyabb módszere a páros összehasonlítás alkalmazása, melynek alapját szakértői kérdőívek képezik. A kérdőívek kiértékelésére transzformált Guilford módszer került alkalmazásra, amely alapján kiszűrésre kerültek azon megkérdezettek válaszai, akiknél zavaró mértékű ellentmondás volt tapasztalható.

A vizsgált paraméterek időben dinamikusán változhatnak, mivel az IT gyorsan változik és fejlődik, ezért a modellnek is szükséges ezt lekövetnie, így a kialakított modellnek mindenképpen dinamikusnak kell lennie, ahol lehetőség van újabb tényezők bevonására. A kvalitatív tényezők szerepéhez a fenti módon súlyszámok rendelhetők, valamint minden kiválasztott tényező esetében – véges kvantitatív-kvalitatív lehetőség miatt – elvégezhető egy véges értékű számhalmazra történő leképezése. Majd egy többszintű lineáris kombinációval történő leképezés eredményeként egy egyértelmű mérőszámot kapunk.

Az előzőek alapján kijelenthető, hogy a digitális érettség mérhető és rendelhető hozzá egy tényleges mérőszám.

A tézis új eredménynek tekinthető, mivel a szakirodalomból kiderül, hogy kvalitatív módszer alapján készültek a digitális érettségi modellek, ellenben a létrehozott modell – a DÉTA – igazolja, hogy kvantifikálható a digitális érettség, így a megadott módszer és mérőszám új eredmény.

## **Tézis 2: A digitális érettséghez készíthető egy életciklus modell a kkv szervezeti felépítésével és tevékenységi területével kibővítve.**

A szakirodalomban feltárt különböző digitálisérettségi-modellek a legtöbb esetben csak egy dimenzió mentén vizsgálják a vállalatok digitális érettségét. A kkv-k esetében egyedül Mittal, Romero & Wuest (2018) modellje közelíti meg ezt a kérdést többdimenzióban, amely tartalmazza a szervezeti dimenziót is. Azonban több aspektusból kell megvizsgálni egy cég digitálisérettség-életciklusában betöltött helyzetét, hiszen sokkal valósabb képet kapunk a helyzetéről. A vizsgálatok azt mutatták, hogy a legjelentősebb szerepet három tényező játssza. Az életciklusbeli helyzete a kkv-nak egyrészt függ a szervezeti adottságától, másrészt az ágazat IT függőségétől és természetesen a digitális érettségétől. A szervezet felépítése, működése, vezetői struktúrája nagymértékben befolyásolja, és egyúttal behatárolja a digitális belső szerkezet állapotát és fejlődési lehetőségeit. Ebből következően a szervezet megfelelő működése, illetve ezen a területen hozott döntések befolyásolják a cég digitális belső szerkezetét. Továbbá látható a *2.6.1-es alfejezetben*, milyen nagy eltérés mutatkozik a kkv szektoron belül a különböző technológiák alkalmazását illetően. Ebből következően a digitális érettség mellett ezeket a komponenseket is szükséges vizsgálni, hogy komplex képet kapjunk a vállalatról. Az életciklus alapját a Greiner-, illetve a CMMI modell képezi, amelyek az *2.7-es alfejezetben* kerültek bemutatásra. Lényeges szempont volt, hogy legalább ötfokú modellt lehessen létrehozni és a szintek átjárhatók legyenek. A szintszám esetében fontos megjegyezni, hogy a kevés szint nem mutat megfelelő finomságú helyzetképet, valamint az „ugrások” nagy változásokra épülnek, melyek nem inspirálják a kkv-k vezetőit kisebb változtatásokra. A túl sok szintszám ellenben átláthatatlanná teszi a helyzetet, és nagyon kis változtatást is jelentős eredményként értékelhetik a vezetők. A kialakított modell esetében a szintszám bármikor, tetszőlegesen változtatható, biztosítva ezzel a modell rugalmasságát.

Összefoglalva, a modell szempontjából lényeges, hogy kvalitatív skálán mérni lehessen a cég helyzetét, ehhez pedig a diszkrét modell a legjobb választás az összehasonlíthatóság érdekében.

Ezek alapján kijelenthető, hogy a digitális érettséghez készíthető egy életciklus modell, amely figyelembe veszi a vállalat szervezeti adottságait és a tevékenységi körét egyaránt.

A tézis új eredménynek tekinthető, mivel a digitális érettséget az életciklus modellekbe eddig nem építették be, így ebből a szempontból új eredmény, hogy egy többdimenziós modell egy dimenziójaként épül be a digitálisérettség-életciklus modellbe.

**Tézis 3: A szervezeti érettségre is kialakítható egy valós mérési módszer és egy mérőszám.**

A szervezeti komponensek a két dimenzió (a digitális érettségbe beépülő és a szervezeti dimenzióban megtalálhatók) esetében úgy lettek kiválasztva és kerültek felhasználásra, hogy a lehető legkisebb mértékű függőség legyen a két komponens halmaz között. Azaz a digitális érettségbe olyan tényezők kerültek be, amelyek a szervezet alaptényezőire nincsenek befolyással, ellenben mint szervezeti elemek a digitális érettség komponensei lettek. A másik oldalról, az életciklus modellben viszont kizárólag a szervezet oldaláról jelentős komponensek alkotják a szervezeti aspektust, azonban olyanok kerültek kiválasztásra, amelyek nem állnak szoros kapcsolatban a digitális érettség során felhasznált komponensekkel. Amennyiben valamilyen kapcsolat is feltárható közöttük, az annyira minimális mértékű, hogy a modellben nyugodtan tekinthetők függetlennek.

A vizsgálatok alapján arra a következtetésre jutottam, hogy igen, ki lehet alakítani egy egységes szervezeti komponensrendszert. A komponensek kiválasztása során figyelembe vettem, hogy minden kkv-t elemezni lehessen, így a lehető legszélesebb körben kerültek kiválasztásra a potenciális komponens elemek. Azonban bármely dimenzió mentén adható olyan finomítási verzió, amely a másik két dimenzió az első egy szűkebb alrendszerére fog vonatkozni. Így például, akár ágazatonként, akár digitális érettségi szintenként, vagy akár egyéb csoportok alapján képezhető egységes szervezeti komponensrendszer, ami az adott csoportra jellemző, releváns tényezőket veszi alapul, hiszen más például egy pénzügyi-, és más egy ipari szektorban működő vállalat.

A fentiek alapján kijelenthető, hogy létrehozható akár több vizsgálati szinten is egy mérőszám a szervezeti érettségre vonatkozóan, amelynek értékét mindig az határozza meg, hogy milyen komponensrendszer kerül kiválasztásra. Fontos ügyelni arra, hogy a komponensek úgy kerüljenek a modellbe, hogy a vizsgált kkv-k halmazát/részhalmazát egységesen és azonos mértékben jellemezze. Fontos továbbá, hogy a megadott modellhez tartozó kkv-k esetén minden komponens ugyanolyan mértékben játsszon szerepet.

A tézis újszerűségét az adja, hogy a szervezeti érettségre alakítottam ki a mérési módszert. Azért nem tekinthető teljesen új eredménynek, mert már a digitális érettségben (DÉTA) kidolgoztam a módszer alapjait és ebben az esetben egy speciális esetre alkalmaztam.

**Tézis 4: Komponensektől függően az előre és visszacsatolás értelmezhető a digitálisérettség-életciklus modell esetén.**

Több esetben is megváltozhat egy vállalat életciklusbeli helyzete. Egyrészt, ha ágazatváltás történik, másrészt, ha módosul például a termékszerkezete, szervezeti struktúrája, harmadrészt, ha nagyfokú IT változás (például 5G bevezetés) következik be. A modell abban nyújt segítséget, hogy a digitális átalakulás induláskor a vállalat el tudja helyezni az életciklusbeli pozícióját, és így könnyen be tudja azonosítani a digitális helyzetét, valamint, ha belső szerkezeti változás történik, akkor „kívülről” is látja, hogy hol helyezkedik el a vállalat. Hosszú távú stabilitást biztosít például a szervezeti-, termék-, vagy a szolgáltatási jellemzők. A COVID-19 rámutatott, hogy az infrastruktúra és a külső kapcsolatra épülő elemek, valamint a belső szerkezet is milyen könnyen megváltozhat. A tapasztalatok azt mutatták, hogy a vírus helyzet alatt az online megoldással mind a két fél – alkalmazott, kkv – jól járhat, de az is kimutatható, hogy online az alkalmazottak többet dolgoznak. Továbbá az új munkakeresők esetében már elvárásaként jelenik meg a távoli munkavégzés lehetősége. Ezek mind azt mutatják, hogy egy váratlan helyzet következtében egy magasabb életciklusbeli helyet elfoglaló cég gyorsan visszaeshet egy alacsonyabb szintre. Továbbá az is tapasztalható volt, hogy a komponensek – mint például az IT infrastruktúra, nagymértékben megváltozhatnak, egyesek felértékelődnek, mások értéke csökken. Például egy biztonságos Intranet szerepe felértékelődött, felhőhasználat megsokszorozódott. A munkahelyen kiépített minőségi asztali gép rendszerek, belső lokális hálózatok szerepe leértékelődött. Fontos tehát az átjárhatóság beépítése a modellbe.

A kialakítandó életciklusrendszerben a komponensek két módon járhatók át. Az egyik ilyen eset, amikor a főkomponensek lecserélhetők, viszont ilyenkor a kiértékelő függvényt újra meg kell alkotni (5.2. *alfejezet*). Ha csak az alkomponensek esetében történik változás, akkor csak a parametrizálást kell újrahangolni. A másik eset, amikor dimenziót növelünk, tehát más komponenseket is beviszünk a modellbe, akkor teljesen megváltozik az elemzés. Meg kell vizsgálni, hogy több komponens együttesen hathat-e valamely más komponensre, mert kettő vagy több komponens együttesen már hatással

lehet egy másik komponensre, annak ellenére, hogy egyénileg nincs befolyással rá. A modell esetében az alkomponensek nincsenek közvetlenül beépítve a helyzetfüggvénybe.

A tézis újszerű, mert a bifurkáció, azaz a kétirányú elmozdulás más modellekben is megjelenik, ellenben a digitális életciklusra eddig nem történt meg az alkalmazása, a vizsgálataimba elsőként sikerült a bifurkációt beépíteni.

**Tézis 5: A kkv-k esetén kialakított digitális életciklushoz hozzárendelhető egy dinamikus vállalati információs rendszer hatékonysági modell.**

A piacon található kkv-k számára fejlesztett ERP rendszerek már lefedik az alapvető követelményeket. Ugyanakkor mindig nehéz kérdés, hogy milyen hatást vált ki egy ilyen rendszer a cég számára. Ezen tényezők vizsgálatára kevés elemzés található az irodalomban. A 2.6.2. *alfejezetben* Schlichter et al. (2020) által végzett felmérések egyértelműen megállapították, hogy a fiatal kkv-k kevésbé függhetnek az ERP-rendszerektől, és azt is, hogy ezek az alacsony növekedési időszakokban kontraproduktívak lehetnek ezen cégek számára, mivel az időt, az energiát és az erőforrásokat elveszik a piac és az ügyfelek megszerzése elől. Alacsony növekedési időszakokban a fiatal kkv-k számára előnyösebb, ha az idejüket és erőforrásaikat az ügyfelek megszerzésére, piaci helyzetük építésére és a vállalat pozicionálására összpontosítják, nem pedig a szervezet belső felépítésére. Ebben az időszakban még érdekesebb az alkalmazott technológiákat egy platformon egyesíteni. Természetesen ez nagymértékben függ az iparági sajátosságoktól is, ahogy a 2.6.1-es *alfejezetben* is látható.

Megállapítható, hogy amikor a kkv egy bizonyos szintű növekedést elér, és ahhoz, hogy a növekedésből profitálhasson, akkor az ERP rendszer használata szükséges feltétel lesz. Azaz csak akkor érdemes megvalósítani a bevezetést, ha a kkv növekedési periódust tapasztal, vagy tovább szeretne növekedni. Ebből következik, hogy a hatékonysági modell beépíthető a digitálisérettség-életciklus modellbe, ugyanis a magasabb fokú digitális érettség maga után vonja a folyamatok nagyobb mértékű szabályozottságát, amely az ERP rendszerek egyik feladata alapvetően.

A tézis újszerűnek tekinthető, mert általában az integrált vállalatirányítási rendszereket valós vagy modellezett szervezeti struktúrákhoz rendelik és akkor parametrizálják. Új olyan szempontból, hogy a digitálisérettség-életciklus szintjeihez megadható egy egyedileg kialakított/parametrizált vállalatirányítási rendszer.

#### 4. Eredmények hasznosítása, továbbfejlesztés lehetőségei

Ez a modell egy előfeldolgozási eszközhöz biztosít elméleti leírást, amely alapján egy rendszerterv elkészítése már nem igényel hosszú időt, és az ebből elkészült IT alkalmazás, mint eszköz is könnyen megvalósítható. Így az elkészíthető alkalmazás – mely nem része az értekezésnek – segítségével a kkv-k esetében könnyen és gyorsan meghatározható egy, a későbbiekben felhasználandó digitális érettségi mérték és életciklus pozíció. Azaz a modell a digitális transzformáció elkezdéséhez nyújt segítséget, mert a modell segítségével kiderül, hogy az adott cégnek mely területeket kell fejlesztenie, hogy az átalakulás sikeres legyen. Az ilyen értékek gyorsan és nagy tömegben elvégezhetők anélkül, hogy komolyabban beavatkoznánk, vagy munkájában megzavarnánk a vizsgált kkv-t. Ennek segítségével első lépésben a modell a megfelelő irányba korrigálható. Az így rendelkezésre álló és közel azonos időszakra vonatkozó nagy mennyiségű származtatott adatainkból, mint teszt és tanuló/tanító adatok felhasználásával, elkészíthető egy sokkal dinamikusabban használható neuro-fuzzy eszköz. Ez az eszköz pont a múltbeli adatok segítségével bármikor, a lehető legjobb és elfogadható mértékű eredményt fogja biztosítani. Egy kkv számára nagyon fontos, hogy elhelyezze önmagát a digitális életciklus szintjén és a digitális érettség szintjén.

Továbbá egy korrekciós tényezőt használtam, amelynek segítségével minden fő- és alkomponens súlyszáma egymáshoz való viszonyukat megtartva beállítható, ezáltal a modell a kkv szektor legszélesebb skáláján is különböző aspektusból vizsgált eredményt tud adni, ezáltal más megközelítést ad egy két főből, illetve egy 100 főből álló kkv esetén, továbbá más eredményt biztosít ágazatokon belül is, például az agrár-szektoron belül a növénytermesztés és az állattenyésztés között is. Ugyanígy a  $\beta_1$  és  $\beta_2$  megfelelő választásával szűkíteni lehet a vizsgált kkv-k körét, amelyek esetén azonos aspektusban vizsgálandó az életciklus.

A digitálisérettség-életciklus modell akkor alkalmazható a gyakorlatban, ha meg tudjuk mondani melyik életciklus szintről, hogyan lehet feljebb jutni, illetve a szinten maradni, továbbá hogyan tudjuk a visszalépést elkerülni. Erre a megoldást csak akkor lehet megadni, amennyiben sikerült elég nagy mintát szereznünk kkv-kről, azaz ismerjük a digitális érettségi-, szervezeti érettségi szintjüket, és ezek mellett sikerült meghatározni a digitális életciklusban elfoglalt helyüket, értékükkel együtt. Ekkor egyrészt a  $M$  függvény paramétereire kapunk megfelelő értékeket ( $\beta_1, \beta_2, k_1, k_2$ ), másrészt pontosíthatjuk magát a függvényt. Mégpedig az ismert input-output adatpárok ismeretében neuro-fuzzy

megoldással az eddig alkalmazott önkényes  $M$  függvény kiváltható. Valamint ennek segítségével tapasztalatot szerezhethetünk arról, milyen input paraméter változtatásával (vagy paraméterek együttes hangolásával) tudunk eredményesebben szintet lépni.

## 5. Irodalomjegyzék

### 5.1. Nyomtatott és elektronikus formában megjelent publikációk

- Ágnes, Sándor, Ákos, Gubán (2021): A Measuring Tool for the Digital Maturity of Small and Medium-Sized Enterprises, *Management and Production Engineering Review*, 12: 4 pp. 133-143., 11 p.
- Fauszt, Tibor, Bognár, László, Sándor, Ágnes (2021): Increasing the Prediction Power of Moodle Machine Learning Models with Self-defined Indicators, *International Journal of Emerging Technologies in Learning* 16: 24 pp. 23-39., 17 p.
- Sándor Ágnes, Gubán, Ákos (2021): A KKV-k digitális érettségi életciklusmodellje, *Vezetéstudomány* 52: 11pp. 57-70., 14 p.
- Gubán Ákos, Sándor Ágnes (2021): A KKV-k digitális érettség-mérésének lehetőségei, *Vezetéstudomány* 52: 3pp. 13-28., 16 p.
- Gubán Ákos, Sándor Ágnes (2020): ARE WE DIGITALLY MATURE? OPPORTUNITIES FOR SMES, In: Smilevski, Cvetko (szerk.) *Sixth International Science Conference, Contemporary Management Challenges and The Organizational Science: Digitalization and Cyber-security as Management Challenges Conference Abstracts*, Bitola, Macedónia: BAS Institute Of Management (2020) pp. 31-31. , 1 p.
- Gubán Ákos, Sándor Ágnes, Fauszt Tibor (2019): KKV digitális érettség meghatározása Fuzzy eszközzel, In: Gubán, Miklós; Kása, Richárd (szerk.) *Logisztika-Informatika-Menedzsment Nemzetközi Konferencia 2019: Konferenciakötet Zalaegerszeg, Magyarország: Budapesti Gazdasági Egyetem Gazdálkodási Kar Zalaegerszeg (2019)pp. 74-81., 8p.*
- Sándor Ágnes, Gubán Ákos (2019): Fuzzy modell alkalmazása a kis- és középvállalkozások digitalizációjában, In: Solt, Katalin (szerk.) *Kutatói innovációk. Válogatás egy kutatási projekt eredményeiből: Az EFOP 3.6.1-16-2016-00012 számú projekt keretében végzett kutatásokból Budapest, Magyarország: Budapesti Gazdasági Egyetem (BGE) (2019) 127 p.pp. 91-105., 15 p.*
- Gubán Ákos, Sándor Ágnes (2018): Állapotváltozások folyamatrendszerek izolációja, *Logisztika – Informatika – Menedzsment* 3: 1pp. 83-89., 7 p.
- Mezei Zoltán, Sándor Ágnes, Gubán, Ákos (2016): Impact of the ICT tools on the Hungarian small and medium-sized enterprises (SMEs), *Közgazdász Fórum / Forum On Economics and Business* 19: 2 (127) pp. 3-23., 21 p.
- Sándor Ágnes, Mezei Zoltán (2016): Mennyire befolyásolja a regionális informatikai helyzet a logisztikát?, *Logisztika – Informatika – Menedzsment* 1 : 1pp. 15-35., 21 p.
- Sándor Ágnes, Gubán Ákos (2016): A magyar Büntetés-végrehajtási Szervezet szolgáltatási folyamatainak modellezése, In: Csillag, Sára (szerk.) *Alkalmazott*

- tudományok III. fóruma: Konferenciakötet Budapest, Magyarország: Budapesti Gazdasági Egyetem (BGE) (2016) 993 p.pp. 674-691., 18 p.
- Sándor, Ágnes; Gubán, Ákos (2016): Ergonómiamérések a fluidumáramban, Taylor: Gazdálkodás- és Szervezéstudományi Folyóirat: A virtuális intézet Közép-Európa kutatására közleményei, 8: 1pp. 119-126. , 8 p.
- Gubán Ákos, Mezei Zoltán, Sándor Ágnes (2015): A literature Based Review of Process Oriented Public Finance., Wien, Ausztria: DAAAM International, 10 p.
- Sándor Ágnes, Gubán Ákos (2015): Regionális statisztikai vizsgálatok sajátosságai, In: Solt, Katalin (szerk.) Alkalmazott tudományok II. fóruma: Konferenciakötet, Budapest, Magyarország: Budapesti Gazdasági Főiskola, (2015)pp. 535-549., 15 p.
- Gubán Ákos, Mezei Zoltán, Sándor Ágnes (2014): Service Processes as Logistic Workflows, In: Branko Katalinic (szerk.) DAAAM International Scientific Book 2014, Bécs, Ausztria: DAAAM International (2014) Paper: 039
- Gubán Ákos, Sándor Ágnes (2014): Logistification of Fluid Streams, Advanced Logistic Systems: Theory and Practice, 8: 1pp. 121-129., 9 p.
- Sándor Ágnes, Gubán Ákos (2014): Fluidumáramok a gyakorlatban, In: Solt, Katalin (szerk.) Alkalmazott tudományok I. fóruma: Konferenciakötet Budapest, Magyarország: Budapesti Gazdasági Főiskola (BGF) (2014)1 111 p.pp. 744-757., 14p.
- Sándor Ágnes, Gubán, Ákos (2014): Szolgáltatási folyamatok logisztizálása, In: Lepp, Katalin (szerk.) Válogatás a 2013. évi TDK versenyen helyezést elért tanulmányokból: BGF Pénzügyi és Számviteli Kar, Budapest, Magyarország : Budapesti Gazdasági Főiskola, (2014)pp. 63-69., 7 p.
- Kása Richárd, Gubán Ákos, Sándor Ágnes (2013): Szolgáltatási folyamatok logisztizálásának matematikai modellje, In: Ferencz, Á (szerk.) "Környezettudatos gazdálkodás és menedzsment": Gazdálkodás és Menedzsment Tudományos Konferencia. I-II kötet, Kecskemét, Magyarország: Kecskeméti Főiskola, Kertészeti Főiskolai Kar (2013)1 079 p.pp. 48-52. , 5 p.

## 5.2. Az értekezés során felhasznált fontosabb irodalom

- Barney, J. B. (1991). Firm resources and sustained competitive advantage. *Journal of Management*, 17 (1), 99-120. <https://doi.org/10.1177/014920639101700108>
- Chen, Y., Wang, Y., Nevo, S., Jin, J., Wang, L., & Chow, W. S. (2014). IT capability and organizational performance: The roles of business process agility and environmental factors. *European Journal of Information Systems*, 23(3), 326–342. <https://doi.org/10.1057/ejis.2013.4>
- Colli, M., Madsen, O., Berger, U., Møller, C., Wæhrens, B. V. & Bockholt, M. (2018). Contextualizing the outcome of a maturity assessment for Industry 4.0. *IFAC-PapersOnLine*, 51(11), 1347–1352. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2018.08.343>
- Deloitte (2018). Digital Maturity Model - Achieving digital maturity to drive growth. <https://s16705.pcdn.co/wp-content/uploads/2018/08/Deloitte-DMM.pdf>
- Füzes, P., Gódor, Z., & Szabó, Z. R. (2018). Szabadulás a kiaknázási csapdából a digitális jövő alakításával. Hogyan irányítható az iparági változás egy felhőalapú szolgáltatásra épülő kiaknázási és felderítési tevékenységgel? *Vezetéstudomány / Budapest Management Review*, 49(1), 54–64. <https://doi.org/10.14267/veztud.2018.01.06>
- Ganzarain, J. & Errasti, N. (2016). Three stage maturity model in SME's toward industry 4.0, *Journal of Industrial Engineering and Management (JIEM)*, ISSN 2013-0953, OmniaScience, Barcelona, Vol. 9, Iss. 5, 1119-1128. o. <http://dx.doi.org/10.3926/jiem.2073>
- Gill, M. & VanBoskirk, S. (2016). The Digital Maturity Model 4.0. <https://forrester.nitro-digital.com/pdf/Forrester-s%20Digital%20Maturity%20Model%204.0.pdf>
- Greiner, L. E. (1998). Evolution and revolution as organizations grow. 1972. *Harvard Business Review*, 76(3). <https://doi.org/10.1111/j.1741-6248.1997.00397.x>
- Kane, G. C., Palmer, D., Phillips, N. A., Kiron, D. & Buckley, N. (2015). Strategy, not technology, drives transformation. *MIT Sloan Management Review/Deloitte 2015 Digital Business Global Executive Study*. [http://sloanreview.mit.edu/projects/strategy-drives-digital-transformation/?use\\_credit=da7d1d702f88ade45627510b78a887ce](http://sloanreview.mit.edu/projects/strategy-drives-digital-transformation/?use_credit=da7d1d702f88ade45627510b78a887ce)
- Kane, G. C., Palmer, D., Phillips, N. A., Kiron, D. & Buckley, N. (2017). Achieving Digital Maturity. *MIT Sloan Management Review*. <https://sloanreview.mit.edu/projects/achieving-digital-maturity/>
- Kane, G. C., Phillips, N. A., Copulsky, J. R. & Andrus, G. R. (2019). The Technology Fallacy: How People Are the Real Key to Digital Transformation. MIT Press.
- Kilimis, P., Zou, W., Lehmann, M., & Berger, U. (2019). A survey on digitalization for SMEs in Brandenburg, Germany. *IFAC-PapersOnLine*, 52(13), 2140–2145. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2019.11.522>

- Kindler, J. & Papp, O. (1977). *Komplex rendszerek vizsgálata*. Budapest, Műszaki Könyvkiadó.
- Klötzer, C., & Pflaum, A. (2017). Toward the Development of a Maturity Model for Digitalization within the Manufacturing Industry's Supply Chain. *Proceedings of the 50th Hawaii International Conference on System Sciences (2017)*, 4210–4219. <https://doi.org/10.24251/hicss.2017.509>
- Kuusisto, O., Kääriäinen, J., Hänninen, K., & Saarela, M. (2020). Towards a Micro-Enterprise-Focused Digital Maturity Framework. *International Journal of Innovation in the Digital Economy*, 12(1), 72–85. <https://doi.org/10.4018/ijide.2021010105>
- Liang, T. P., You, J. J., & Liu, C. C. (2010). A resource-based perspective on information technology and firm performance: A meta analysis. *Industrial Management and Data Systems*, 110(8), 1138–1158. <https://doi.org/10.1108/02635571011077807>
- Mallász J. (2017). Cunamiként jön a digitalizáció. <https://computerworld.hu/cio/cunamikent-jon-a-digitalizacio-228985.html> (2018.04.02.)
- Marciniak, R., Móricz, P., Baksa, M. (2020). Lépések a kognitív automatizáció felé: Digitális átalakulás egy magyarországi üzleti szolgáltatóközpontban. *Vezetéstudomány - Budapest Management Review*, 51 (6). pp. 42-55. <https://doi.org/10.14267/VEZTUD.2020.06.05>
- Mata, F. J., Fuerst, W. L., Barney, J. B. (1995): Information technology and sustained competitive advantage: A resource-based analysis. *MIS Quarterly*, Vol. 4. pp. 487-505.
- McKinsey (2020). How COVID-19 has pushed companies over the technology tipping point—and transformed business forever. <https://www.mckinsey.com/business-functions/strategy-and-corporate-finance/our-insights/how-covid-19-has-pushed-companies-over-the-technology-tipping-point-and-transformed-business-forever>
- Mittal, S., Romero, D. & Wuest, T. (2018). Towards a smart manufacturing toolkit for SMEs. *IFIP Advances in Information and Communication Technology*, 540(August), 476–487. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-01614-2\\_44](https://doi.org/10.1007/978-3-030-01614-2_44)
- Mullaly, M. (2014). If maturity is the answer, then exactly what was the question? *International Journal of Managing Projects in Business*, 7(2), 169–185. o. <https://doi.org/10.1108/IJMPB-09-2013-0047>
- North, K., Aramburu, N., & Lorenzo, O. J. (2019). Promoting digitally enabled growth in SMEs: a framework proposal. *Journal of Enterprise Information Management*, 33(1), 238–262. <https://doi.org/10.1108/JEIM-04-2019-0103>
- Ong, J. W., & Ismail, H. B. (2008): Sustainable Competitive Advantage through Information Technology Competence: Resource-Based View on Small and Medium Enterprises. *Communications of the IBIMA*, (1). 62-70.

- Schlichter, J. – Klyver, K., – Haug, A. (2020): The moderating effect of ERP system complexity on the growth–profitability relationship in young SMEs. *Journal of Small Business Management*, 59(4), 601–626. <https://doi.org/10.1111/jsbm.12502>
- Schumacher, A., Nemeth, T. & Sihm, W. (2019). Roadmapping towards industrial digitalization based on an Industry 4.0 maturity model for manufacturing enterprises. *Procedia CIRP*, 79, 409–414. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2019.02.110>
- Teece, D. J., Pisano, G. & Shuen, A. (1997). Dynamic Capabilities and Strategic Management. *Strategic Management Journal*, (18) 7. 509-533. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0266\(199708\)18:7<509::AID-SMJ882>3.0.CO;2-Z](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0266(199708)18:7<509::AID-SMJ882>3.0.CO;2-Z)
- Tippins, M. J., & Sohi, R. S. (2003). IT Competency and Firm Performance: Is Organizational Learning a Missing Link?. *Strategic Management Journal*, 24. pp. 745-761. <https://doi.org/10.1002/smj.337>
- Ulas, D. (2019). Digital Transformation Process and SMEs. *Procedia Computer Science*, 158, 662–671. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.09.101>
- Valdez-de-Leon, O. (2016). A Digital Maturity Model for Telecommunications Service Providers. *Technology Innovation Management Review*, 6(8), 19–32. <https://doi.org/10.22215/timreview1008>
- Westerman, G. (2017). Your Company Doesn't Need a Digital Strategy. MIT Sloan Management Review. <https://sloanreview.mit.edu/article/your-company-doesnt-need-a-digital-strategy/>