Válaszlevél doktori értekezés bírálatára

Dolgozat: “Navigating the Twin Transformation: Multi-Level Data and Systems Science Frameworks for Sustainable Industry 5.0”

Bíráló neve és beosztása: Dr. Torma András, tanszékvezető egyetemi docens, Széchenyi István Egyetem, Albert Kázmér Mosonmagyaróvári Kar, Alkalmazott Fenntarthatóság Tanszék

Tisztelt Bíráló!

Köszönöm doktori értekezésem részletes és konstruktív bírálatát, valamint azt, hogy az értekezés átdolgozása során végrehajtott módosításokat a korábbi észrevételekkel összevetve is értékelte.

A válaszaimat a bírálat sorai között kék színnel kiemelve találja.

1. Témaválasztás

A témaválasztás továbbra is kiemelten aktuálisnak tekinthető, hiszen zöld átmenetet támogató módszerek és megoldások kutatása napjaink egyik legkurrensebb témája. Ezt tovább erősíti az a tény is, hogy a doktorjelölt konkrét Ipar 4.0 és Ipar 5.0 megoldások fenntarthatósági célú alkalmazhatóságát vizsgálta adat és rendszertudományi eszközökkel, mely így hosszabb távon közvetlen hasznosítási lehetőséget is nyerhet versenyszféra alkalmazásokban.

A témaválasztás keretében a zöld átmenet kapcsán vizsgálta a modern digitalizált és ICT alapú eszközök alkalmazhatóságát és erre építve alkotott meg egy olyan különböző megoldásokat tartalmazó toolkitet, mely a globális szinttől egészen a konkrét alkalmazások folyamatszintjéig bevezethető modelleket és módszertanokat tartalmaz. Ez különösen fontos, hiszen az emberi társadalom jövőképessége szempontjából kiemelten fontos, hogy minél hamarabb olyan könnyen alkalmazható eszközök álljanak rendelkezésre, melyek segítségével a szűkös erőforrások hatékonyan és a fenntarthatóságot támogató módon kerülhetnek felhasználásra.

A jelölt azon célja, hogy egy olyan univerzális modellt fejlesszen ki, amely átível a globális, regionális, szervezeti szinteken, egészen a szabályozhatóság alapját jelentő folyamatszintig, éppen ezért nagyon komoly feladatvállalás és igazából – a szerző szándékai ellenére – nehezen is képezhető le egyetlen univerzális megoldással. Ettől függetlenül tudományos szempontból értékes eredmény, hogy ezeken az egymástól jelentősen eltérő szinteken keresztül azonos logikával vizsgálta a fenntarthatósági átmenetből jelentkező kihívásokat és próbált azokra egy digitalizált Ipar 4.0; 5.0 megoldást találni.

Összességében tehát a dolgozat témaválasztása aktuálisnak, a vizsgálatok pedig tudományos szempontból is újszerűnek tekinthetők.

Veszprém, 2026.10.27

Köszönöm a témaválasztás aktualitására és gyakorlati relevanciájára vonatkozó pozitív értékelést.

2. Az értekezés struktúrája és tartalmi elemei

A 195 számozott oldal terjedelmű dolgozat hat fő fejezetre tagolódik. Ezek felépítése és sorrendje logikusan követi a vizsgálati szintek változását, valamint illeszkedik a kapcsolódó kutatási feltevésekhez (tézisekhez). A részletes elemzéseket a 6. fejezetben szereplő következtetések és a tézisek igazolása zárja. A dolgozat áttekinthetőségét erősíti, hogy a szerző minden főfejezet elején röviden bemutatja annak logikai szerkezetét.

A dolgozat keretében megfogalmazott tézisek és kutatási kérdések bemutatása rögtön az első fejezet végén található, a követő fejezetek az ezek igazolására vonatkozó részeket tartalmazzák. A szerző a tézisek kezdeti megfogalmazását (1.2 fejezet) további részletező információkkal egészítette ki, melyek a megértést segítik, valamint ebben a fejezetben nagyon helyesen, mint előzetes tézisjavaslatok kezeli ezeket a pontokat. A javasolt tézisek és a hozzájuk kapcsolódó kutatási kérdések a munkahelyi vitára szánt verzióhoz képest nem változtak.

A korábbi változathoz képest még tovább bővült a felhasznált források száma (272 284 db), mely szám egyértelműen jelzi, hogy a jelölt alaposan körbejárta és ismeri a téma meghatározó szakirodalmát.

Köszönöm a pozitív visszajelzést a dolgozat szerkezetére, áttekinthetőségére és szakirodalmi hátterére vonatkozóan.

Az értekezés az előre definiált elemzési szinteken (globális – regionális – szervezeti – folyamatszintű) halad végig, ezt már a kutatási terv meghatározásakor előre definiálja. Ezt a logikát – ahogy már a dolgozat korábbi verziójában is volt – logikusan végigviszi a tudományos vizsgálatok során. A korábbi opponenciában megfogalmazott észrevételt, mely az egyes szintek közötti összefüggések transzparensebb és jobban körülhatárolt bemutatására vonatkozott a szerző alapvetően figyelembe vette és erősítette az egyes szintek közötti kapcsolatokat, ettől függetlenül – a téma jellegéből kifolyólag – a megcélzott egységes módszertani keret kialakítása továbbra sem teljesül maradéktalanul, viszont a dolgozat koherensebb felépítést kapott. Továbbra is probléma azonban, hogy az eltérő elemzési szintek eltérő rendszerdinamikával és komplexitással rendelkeznek, így egy mindegyiken átívelő univerzális modell megalkotása nem lehetséges.

Köszönöm a visszajelzést. Valóban, az értekezés elsősorban négy egymással koncepcionálisan kapcsolatban állnak, azonban az egységes integrált többszintű keretrendszer kialakítása további konkrét adatokat és módszertani fejlesztéseket igényelne, így elsősorban a koncepcionális összefüggések feltárása volt cél, amely további kutatási irányokat vet fel.

Veszprém, 2026.10.27

A korábbi bírálatban javaslat szintjén felmerült, hogy a globális és a regionális szint között az országos szintet is érdemes lenne bevonni a vizsgálatba. Az észrevételt a szerző érdemben figyelembe vette. A dolgozat átdolgozott változata explicit módon rámutat arra, hogy a globális, regionális, szervezeti és folyamatszintű elemzési keret nem alkot teljes és zárt hierarchiát, és külön kiemeli a nemzeti, valamint az ágazatspecifikus szakpolitikai és szabályozási környezet közvetítő szerepét. Pozitív előrelépés, hogy a szerző ezeket a tényezőket a globális prioritások, a regionális adottságok, a szervezeti stratégiák és a folyamatszintű végrehajtás közötti horizontális kontextuális rétegként értelmezi. Ugyanakkor a nemzeti szint továbbra sem jelenik meg önálló empirikus elemzési szintként, annak explicit beépítését a szerző a modell jövőbeli továbbfejlesztési lehetőségeként azonosítja. Ennek megfelelően a korábbi észrevétel teljes körű módszertani kezelése ugyan nem történt meg, a választott lehatárolás indoklása és a nemzeti szint szerepének konkrét megjelenítése azonban érdemben javította a modell koncepcionális megalapozottságát és átláthatóságát.

Köszönöm az észrevételt. nemzeti szintet tudatosan közvetítő, kontextuális rétegként jelenítettem meg, azonban egyetértek azzal, hogy önálló empirikus vizsgálata tovább erősíthetné a keretrendszert, azonban erre jelenleg nem volt lehetőségem kitérni figyelembe véve az eredmények publikációk általi lefedettségét, adatok elérhetőségét és a dolgozat terjedelmi követelményeit. Mindazonáltal érdekes és értékes további kutatási irányt jelez.

A folyamatszint értelmezésére vonatkozó észrevételt a szerző részben kezelte. Az átdolgozott változat egyértelműen a szervezeten belüli operatív folyamatokra határolja le a folyamat elemzési szintjét, és pontosítja a szervezeti határokon átnyúló ellátási láncok és szolgáltatási hálózatok szerepét is, egyben jelzi, hogy azok vizsgálata nem képezi a modellalkotás részét. Ezzel a kizárással kezeli a bíráló által felvetett észrevételt, ugyanakkor ennek a kétségkívül fontos témának a vizsgálata lehetséges új kutatási területként és a modell potenciális bővítési lehetőségeként azonosítható.
Köszönöm az észrevételt, valóban izgalmas terület a szervezeti határokon átnyúló ellátási láncok és szolgáltatási hálózatok szerepének vizsgálata, azonban ezt a dolgozatban részletes diszkutálni nem volt lehetőségem figyelembe véve az eredmények publikációk általi lefedettségét, adatok elérhetőségét és a dolgozat terjedelmi követelményeit.

Az ágazati szempontok hiányára vonatkozó korábbi észrevételt a szerző megfelelően kezelte. Az átdolgozott változat már figyelembe veszi, hogy a szervezeti fenntarthatósági stratégiákat a regionális adottságok mellett a nemzeti és ágazati szakpolitikai környezet is alakítja. Ezek a tényezők ugyan nem képeznek önálló elemzési szintet, de a modell hátterében megjelennek. Az ágazati benchmarkok szerepének részletesebb bemutatása ugyanakkor továbbra is korlátozott.

Köszönöm az észrevételt, szintén érdekes kutatási terület.

Szintén pozitív változásként kezelhető, hogy az ESG, mint új szabályozási / működési diszciplína értelmezése a korábbinál jóval tágabban (azaz nem csak a fenntarthatósági jelentéstételre korlátozva) jelenik meg az értekezésben. Bár a kutatás alapvetően nem ESG-szempontú, de a dolgozat szakmaiságát mégis emelik ezek a pontosítások.

Köszönöm a pozitív visszajelzést.

Veszprém, 2026.10.27

Az egyes vizsgálati szintek kapcsán a munkahelyi vitára készített bírálat megállapításai mentén vizsgáltam az egyes pontok változásait / fejlődését.

Továbbra is kijelenthető, hogy a globális szintű vizsgálathoz alkalmazott, GDELT adatbázisra épített hírelemzés innovatív és tényleges tudományos értékkel bír. A szerző a globális elemzés módszertani korlátaira vonatkozó korábbi észrevételeket (pl. redundanciák, elérési adatok, az egyes megállapítások és a vélelmezett társadalmi kiváltó okok kapcsolata stb.) részletesebben tárgyalja, és ennek megfelelően több ponton óvatosabban értelmezi az eredményeket. Ugyanakkor a jelzett problémák, így különösen a híradatok redundanciája, pontatlansága, az egyenlőtlen médiamegjelenés és az elérési adatok hiánya nem épültek be az elemzés módszertani korrekciójába. A módosítás ezért elsősorban a korlátok megfelelőbb bemutatását és az eredmények körültekintőbb értelmezését jelenti, nem pedig azok módszertani feloldását. Természetesen érthető, hogy a nyilvános vitáig rendelkezésre álló idő nem elégséges ahhoz, hogy alapjaiban alakítsa át a szerző az elemzési módszertant, viszont így a megállapítások csak kellő óvatossággal és bizonytalansággal kezelhetők. Ettől függetlenül a limitációk konkrét szerepeltetése legalább részben rendezi ezt a problémát.

Köszönöm az észrevételeket. A híradatok kapcsán a redundancia, a pontatlanság, elérési adatok további vizsgálata további elemzéseket kíván, amely további publikációs eredménnyel jelen esetbemben nem támasztható alá. Mindazonáltal nagyon fontos észrevétel a módszertannak kapcsoaltban és fontos további kutatási, elemzési kérdés.

A regionális szintű elemzés kifejezetten fontos a modell szempontjából, hiszen ez kapcsolja össze a globális trendeket a tényleges beavatkozási lehetőségeket kínáló mikrogazdasági szinttel. Ezen szint kapcsán az elemzési módszerek segítségével a globálisan kiemelt SDG-ket igyekszik kapcsolni a kiválasztott öt regionális kulcsdimenzióval. A korábbi bírálat elsősorban az elemzésekhez alkalmazott megközelítések (pl. triple helix modell) teljes körűségét és a vizsgált adatbázisok aktualitását emelte ki. Ezeket az észrevételeket a szerző csak részben kezelte. Az átdolgozott változat indokolja az öt vizsgálati dimenzió azonos súlyozását, részletesebben alátámasztja a regionális rangsor eredményeit, valamint lényegesen világosabban bemutatja a regionális szint helyét a többszintű modellben és az eredmények gyakorlati hasznosíthatóságát, ez egyértelműen javít a fejezet konkrétságán és szakmai megalapozottságán. A Quadruple Helix megközelítést a jelölt jövőbeli kutatási lehetőségként azonosítja, ennek vizsgálata a jövőben mindenképp indokolt lenne. A regionális oktatási kínálat összevetése a végzettek számával azonban nem került be az elemzésbe, a GERD-adatok aktualizálása a 2024-es értékekkel és az elemzés ennek megfelelő frissítése sem történt meg (ez különösen sajnálatos), továbbá a rangsor külső, a modell indikátoraitól független validálása és az alkalmazott kategóriahatárok pontosítása is hiányzik továbbra is. Összességében a regionális elemzés értelmezése és a modellbe történő illesztése számottevően javult, ugyanakkor több korábbi módszertani és adatminőségi korlát továbbra is fennáll a fejezet vonatkozásában.

Köszönöm az észrevételt. Egyetértek, hogy a modell tovább bővíthető lenne a Quadruple Helix megközelítéssel, valamint egyéb mutatók, frissített mutatók alkalmazása is hozzájárulna a téma aktualizálásához és pontosításához, azonban ezek már eltérnek a tézist igazoló publikációban szereplő eredményektől, így csak további lehetséges kutatási irányként kerül megnevezésre.

Veszprém, 2026.10.27

A szervezeti szintű elemzés azért is kifejezetten izgalmas, mert itt már olyan megoldásokat vizsgál a szerző, melyek – adott esetben – konkrétan alkalmazhatók a vállalati gyakorlatban. Mivel ez a mikroszint az, amely kifejezetten meghatározó a zöld átállás szempontjából, ezért különösen fontos, hogy az ennek kapcsán született vizsgálati eredmények kellőképpen alátámasztásra kerüljenek. A szervezeti szint elemzésére vonatkozó korábbi észrevételeket a szerző csak részben kezelte. Az átdolgozott változat pontosabban helyezi el a jelentéstétel szerepét a fenntarthatósági menedzsmentben, konkrét példával szemlélteti a QFD-modell működését, valamint érdemben kifejti az SDG 8 és SDG 12 közötti erős kapcsolat szakmai hátterét és az ellátási lánc fenntarthatósági vonatkozásait. A kapcsolatmátrix eredményeinek értelmezése is árnyaltabbá vált, különös tekintettel a szakértői megítélésből eredő korlátokra. Ugyanakkor továbbra sem kellően indokolt a GRI Topic Standards alkalmazása, illetve annak más releváns keretrendszerekhez, különösen a CSRD/ESRS-hez való viszonya. A vizsgált SDG-célok és GRIkövetelmények kiválasztási módszertana sem vált teljesen átláthatóvá. A kapott eredmények elfogadhatósága kapcsán további korlátot jelent, hogy iparági esettanulmányon alapuló validáció és formális érzékenységvizsgálat nem történt, így a modell eredményeinek általánosíthatósága továbbra is kellő óvatossággal kezelendő.

Köszönöm az észrevételt. Valóban konkrét esettanulmányokon alapuló validáció és érzékenységvizsgálat kiemelten fontos lenne, azonban erre jelen esetben nem volt lehetőségem. Ugyanakkor egyetérek azzal, hogy az eredmények nem általánosíthatók a bemutatott mintapélda alapján.

A vizsgálati eredmények elméleti validációja egy konkrét termelőegység példáján keresztül történt. Bár a szerző elméleti szinten kitért a folyamatfejlesztés lehetséges fenntarthatósági kihatásaira az esetpélda továbbra is elsősorban folyamatoptimálási fókuszú és az empirikus vizsgálat a konkrétumok szintjén nem tér ki a fenntarthatósági aspektusokra. A fenntarthatósági kapcsolat így lényegében elméleti és csak értelmezési szinten jelenik meg, miközben annak empirikus igazolása továbbra is hiányzik. A vizsgálati eredmények továbbvitelére a szerző meghatároz hasznosítási irányokat, de ezek inkább általánosak, nem pedig konkrét szervezeti ajánlások.

Köszönöm, egyetértek az észrevétellel. A fenntarthatósági kapcsolatok csak elméleti szinten jelennek meg, konkrét igazoláshoz további konkrét vállalati adatokra volna szükség.

Összességében elmondható, hogy a szerző a korábbi bírálatban megfogalmazott észrevételek túlnyomó többségével foglalkozott és különböző módokon, de adresszálta azokat az átdolgozott értekezésben. Sok esetben azonban ezek a változtatások inkább arra fókuszálnak, hogy a vizsgálat szempontjából limitációkat fogalmaznak meg és érdemben nem épülnek be a tényleges kutatásba. Természetesen érthető, hogy a rendelkezésre álló korlátozott idő alatt nem lehetséges minden észrevételt érdemben kezelni, de fontos látni, hogy ezek a témák a kutatás koherenciáját és megalapozottságát részben csökkentik. Ez nem jelenti azt, hogy a kutatási eredmények ilyen formában nem fogadhatók el, viszont mindenképp érdemes a későbbiekben ezeket a pontokat érdemi és tartalmi módon rendezni.

Köszönöm a konstruktív bírálatot, amely számos további fejlesztési irányt is megjelöl.

Veszprém, 2026.10.27

3. Alkalmazott vizsgálati módszerek

Ahogy a munkahelyi vitára készített anyag esetében, jelen, átdolgozott munka vonatkozásában is megállapítható, hogy a kutatási kérdések vizsgálatára a szerző egyrészt nagyon alapos szakirodalmi elemzést végzett, majd erre építve a különböző elemzési szinteken eltérő vizsgálati módszereket (pl. hírelemzés, folyamatelemzési és -optimálási megközelítések stb.) alkalmazott. Az egyes vizsgálati módszerek – a fentebb jelzett továbbra is meglévő módszertani hiányosságok / bizonytalanságok ellenére – alkalmasak az adott szinten a kutatási kérdések elemzésére. A probléma, hogy az eltérő jellegzetességek és kutatási fókuszok miatt ez nem tud összeállni egy egységes módszertanná. Ennek ellenére a választott vizsgálati / elemzési módszerek korszerűek és alkalmasak a felvetett kérdés tudományos vizsgálatára, különösképpen mivel a szerző megfelelő színvonalon és arányban is alkalmazza azokat.

Köszönöm a visszajelzést. Egyetértek, hogy ahhoz, hogy a keretrendszer teljes egészében összekapcsolt lehessen további módszertani és eredménytermékekre volna szükség. A dolgozat így csak koncepcionális összekapcsolásokra és összefüggésekre támaszkodik a négy szint kapcsán.

4. **Tudományos szempontból újnak elfogadható eredmények**

Ahogy korábban is már említésre került, a szerző által elemzett témakör nagyon aktuális és nagy érdeklődésre számot tartó, jelenleg még kevésbé kutatott tématerület. A szerző arra tett munkájában kísérletet, hogy egy olyan átfogó megközelítést vizsgáljon, mely összekapcsoltan vizsgálja a fenntarthatóság és az Ipar 4.0; 5.0 témaköreit a globális szinttől indulva egészen a mikroszinten belüli folyamatokig. Ennek érdekében nagyon sok modellt és megközelítést vizsgált és hasonlított össze, valamint eredményesen rendelt hozzá a különböző elemzési lépésekhez.

A tudományos eredményeket továbbra is 4 tézisben foglalta össze, ebben nem volt változás az értekezés korábbi verziójához képest. A doktori értekezés talán legfontosabb része a tézisek megfogalmazása és azok igazolása. Ezen a téren a szerző ténylegesen jelentős átalakításokat eszközölt. Különösen üdvözlendő, hogy az 1.2 fejezetben a megfogalmazást kiegészítette az előzetes, tézisekhez kapcsolódó megállapításokkal, így már a dolgozat elején sokkal pontosabban érthető a kutatási cél és a vizsgálatok iránya. Szintén jelentős módosításokat eszközölt a végleges tézisek megfogalmazásában is, melyek így jóval pontosabban írják le a tényleges tudományos eredményeket. Szintén segítik a megértést az elemzési szintek és kutatási kérdéscsoportok, valamint az Ipar 5.0 és a fenntarthatósági kérdések összerendelését tartalmazó táblázatok.

Köszönöm a pozitív visszajelzést.

A szerző az egyes tézisek megfogalmazását kiegészítette azok tényleges kutatási alábontásával és bemutatja, hogy az egyes tézisek igazolása során milyen módszereket és hogyan alkalmazott. Ezek a kiegészítések amellett, hogy támogatják a megértést, önmagukban is értékes tudományos megállapításokat tartalmaznak.

Veszprém, 2026.10.27

Tételesen az egyes tézisek kapcsán:
1. tézis: A tézis megfogalmazásában eszközölt változtatások és azok alábontása megfelelő, így a tézis ebben a formájában elfogadható.
2. tézis: A tézist a jelölt átfogalmazta, egyben pontosította, hogy a tézis az Ipar 4.0 megoldásra fókuszál, így sokkal konkrétabban írja le a tudományos eredményt. Az egyes altézisek is konkrétabbá és koherensebbé váltak, így a tézis jelen formájában elfogadható. >
3. tézis: A tézis szintén átfogalmazásra került, így jóval pontosabban és árnyaltabban írja le a tudományos eredményt. Az altézisek alátámasztják a főtézisben foglaltakat. Ugyanakkor a szervezeti döntéstámogató képesség csak részben tekinthető igazoltnak, mivel a kapcsolati mátrixok részben szakértői megítélésen alapulnak, érzékenységvizsgálat és szervezeti szintű empirikus validáció nem történt. A tézis ezzel a limitációval elfogadható.
4. tézis: Itt is pontosította a szerző a tézis megfogalmazását, mely ezáltal tudományos szempontból védhetőbbé vált, viszont továbbra is problémás ennek a tudományos megállapításnak a hozzákötése a tényleges fenntarthatósági teljesítményjavításhoz, ami az értekezés fő vizsgálati fókusza. A tézis továbbá leszűkíti a tudományos eredményt az Ipar 4.0-ra, így az a helyzet áll elő, hogy bár az értekezés címében az Ipar 5.0-át jelöli meg vizsgálati területként, ez utóbbi nem jelenik meg egyik tézisben sem. A 4. tézis ettől függetlenül elfogadható új tudományos eredményként.

Köszönöm a tézisekre adott pozitív értékelést, melyekhez nagyban hozzájárultak a korábbi javaslatai és meglátásai.

Összességében az átdolgozás során sokat javult a tézisek minősége és konkrétsága, de azok a limitációk, melyek a korábbi bírálatban megfogalmazásra kerültek, részben fennmaradtak.

Köszönöm a visszajelzést. Valóban, a dolgozatba limitációként és további kutatásként kerültek megfogalmazásra bizonyos módszertani és eredménytermékekre vonatkozó észrevételek, a dolgozat szerves részeként nem kerültek kifejtésre. Ennek okai részben a megalapozó publikációk tartalma, valamint az adatok elérhetősége és a dolgozat terjedelmi vonatkozásai. Ugyanakkor, nagyon fontos szempontokat és irányokat jelöl a bíráló, amelyeket figyelembevéve számos új kutatási terület nyílik meg és pontosításra, finomításra hívja fel a figyelmet a teljesség érdekében.

5. Szakirodalmi hivatkozások, valamint a jelölt tématerülethez kapcsolódó publikációs tevékenysége

A dolgozatban a szerző nagy számú, összesen 284 darab forrást dolgozott fel. Ez az érték a korábbi változathoz képest még bővült is. A felhasznált szakirodalmak nagy része idegen nyelvű szakirodalom. A felhasznált szakirodalmak aktuálisak és a tudományterület jelenlegi ismereteit tükrözik, ennek megfelelően alkalmasak a kutatásban megfogalmazott pontok alátámasztására. A szerző megfelelően és pontosan hivatkozza a felhasznált szakirodalmakat a szövegben. A szakirodalmi feldolgozás minősége a dolgozat egyik kifejezett erőssége. A jelölt pótolta a tématerülethez kapcsolódó publikációs tevékenységére vonatkozó információkat is.

Az ábrák és táblázatok forrásainak feltüntetésére vonatkozó korábbi észrevételt a szerző részben kezelte: az átdolgozott változatban több esetben már megjelenik a felhasznált

Veszprém, 2026.10.27

forrás, illetve a saját szerkesztésre történő utalás. A gyakorlat azonban nem következetes a teljes dolgozatban.

Köszönöm az észrevételt.

6. Formai, nyelvi követelményeknek való megfelelés

A formai és nyelvi színvonal a korábbi verziónak megfelelő módon kifejezetten magas színvonalú, kutatói szempontból megfelelő és támogatja a megértést. Javulás észlelhető az alkalmazott rövidítések vonatkozásában is. Az átdolgozott részekben sem fordulnak jellemzően elő helyesírási hibák és elütések. Az ábraállomány továbbra is támogatja a téma mélyebb megértését. Mindezek alapján a nyilvános vitát követően támogatom a doktori fokozat odaítélését.

Köszönöm a visszajelzést.

Kérdések a védésre:

1. Jelenleg melyik SDG kapcsán látja a legnagyobb vállalkozások előtt álló kihívást és ez a kihívás hogyan lenne kezelhető a vizsgált Ipar 4.0 / 5.0 módszerekkel?

Véleményem szerint vállalati szinten, és különösen az Ipar 4.0/5.0 módszerekkel közvetlenül befolyásolható problémák szempontjából az SDG 12 – Felelős fogyasztás és termelés céljához kapcsolódó kihívás az egyik legjelentősebb. Ennek oka, hogy az SDG 12 közvetlenül a vállalatok alapvető működéséhez kapcsolódik és a központi kérdése lehet, hogy hogyan tud egy vállalat nagyobb gazdasági értéket előállítani kisebb anyag-, energia- és erőforrás-felhasználással, kevesebb veszteséggel és környezeti terheléssel, úgy, hogy közben a rendszer rugalmassága, a termelékenység és a munkavállalók szempontjai is javuljanak, kerüljenek figyelembevételre.

Annak érdekében, hogy ezt kezelni tudjuk, nem egyetlen megoldás fog eredményt hozni, hanem integrált szemléletre, adatokon alapuló döntéstámogatásra és megoldáscsomagra van szükség. Fontos, hogy a fenntarthatósági vállalások mérhető működési eredményekké váljanak, amihez megfelelő adat- és monitoringrendszerek kellenek. Olyan integrált, adatvezérelt és folyamatosan visszacsatoló vállalati működési rendszer kialakítására volna szükség, amely az IoT, a rendszerintegráció, az adatvezérelt BPM, a folyamatbányászat, az AI/ML, a digitális ikrek, az energia- és erőforrás-menedzsment, valamint az emberközpontú döntéstámogatás egymást kiegészítve működik.

Továbbá kiemelten fontos témakör az SDG 3 cél - Egészség és jóllét, amely az Ipar 5.0 vonatkozásában egyre inkább felértékelődik.

A vállalatok számára a munkavállalók egészsége ma már nem kizárólag munkavédelmi kérdés, hanem a hosszú távú fenntarthatóság, a reziliencia és a versenyképesség egyik

Veszprém, 2026.10.27

meghatározó feltétele. A technológiai fejlődés közben ezért nemcsak azt kell vizsgálni, hogy egy új megoldás milyen termelékenységnövekedést eredményez, hanem azt is, hogy hogyan befolyásolja a munkavállalók fizikai és mentális terhelését, biztonságát, munkakörnyezetét és jóllétét.

Kapcsolódó megoldások lehetnek az Operator 4.0 és emberközpontú menedzsment módszerek/eszközök alkalmazása, mint a munkaterhelés elosztás optimalizálás, a kognitív leterheltség mérése és optimalizálása, ergonomikus kialakítás támogatása, kollaboratív robotok alkalmazása stb. Lehetőség nyílik a munkakörnyezet folyamat monitorozására szenzorok, folyamatmonitoring, process minding, object recognition, anomálisa detektálás, digitális ikrek segítségével.

Szintén fontos, hogy nem egyetlen technológia ad megoldást, hanem integrált, adatvezérelt, emeberközpontú rendszer kialakítására van szükség.

2. Milyen továbbfejlődési utakat lát az Ipar 5.0 és fenntarthatóság kapcsolatában?

Az Ipar 5.0 és a fenntarthatóság kapcsolatának továbbfejlődését elsősorban abban látom, hogy a fenntarthatóság a jövőben egyre kevésbé különálló vállalati célként vagy jelentési kötelezettségként, és egyre inkább a technológiai és működési rendszerek tervezési követelményeként jelenik meg. Az Ipar 5.0 jelenlegi értelmezése már túlmutat az Ipar 4.0 elsősorban hatékonyság- és automatizálásközpontú megközelítésén, és a fenntarthatóságot, az emberközpontúságot és a rezilienciát együttesen kezeli.

Potenciális utak lehenek:

- a fenntarthatósági célok és a technológiai döntések közötti kapcsolat erősítése
- a statikus értékeléstől a dinamikus, valós idejű fenntarthatóságmenedzsment felé történő elmozdulás
- emberközpontúság elmélyítése
- fenntarthatósági szempontok figyelembevétele a klasszikus ipari optimalizálások során. pl. a költség, átfutási idő, termelékenység, minőség mellett energiafogyasztás, anyagfelhasználás, CO2 kibocsátás, hulladék, biztonság, munkavállalói terhelés stb. is jelenjen meg
- a körforgásos gazdaság és az Ipar 5.0 szorosabb összekapcsolása - a teljes termékéletciklus/ellátási láncok figyelembevétele
- vállalati szintről az értéklánc- és ökoszisztéma-szintű Ipar 5.0 felé történő továbblépés

Ipar 5.0 és a fenntarthatóság kapcsolatának következő fejlődési szakasz a fenntarthatóság a jelentési és stratégiai szintről egyre inkább beépül a digitális és fizikai rendszerek tényleges tervezésébe, működtetésébe és optimalizálásába. A fejlődés így a statikus jelentéstől a valós idejű fenntarthatóságmenedzsment, a lineáris termeléstől a körforgásos értékláncok, az automatizálástól az ember–AI együttműködés, az egyedi technológiáktól az integrált rendszerek, valamint az egycélú hatékonyságoptimalizálástól a gazdasági–környezeti–társadalmi szempontokat egyidejűleg kezelő döntéstámogatás felé vezet.

Veszprém, 2026.10.27

Nem feltétlenül egy újabb technológiai generációra van szükség, hanem a már rendelkezésre álló digitális technológiák egyre tudatosabban a fenntartható, emberközpontú és reziliens értékteremtésének kialakítására.

.....

Czvetkó Tímea
PhD hallgató

Veszprém, 2026.10.27