

Szerelést megvalósító gyártórendszer elméleti és gyakorlati fejlesztése Ishikawa módszertan alkalmazásával

Theoretical and practical development of an assembly production system using the Ishikawa method

Csernák Dóra Zsuzsanna¹; Dr. Viharos Zsolt János^{1,2*}

¹ Gazdaságtudományi Kar, Neumann János Egyetem, Magyarország,

<https://orcid.org/0009-0001-4582-4746>, <https://orcid.org/0000-0002-9561-6857>

² Mérnöki és Üzleti Intelligencia Kutatólaboratórium, HUN-REN Számítástechnikai és Automatizálási Kutatóintézet (Sztaki), Magyarország, <https://orcid.org/0000-0002-9561-6857>

<https://doi.org/10.47833/2026.2.ECO.003>

Kulcsszavak:

gyártórendszer-fejlesztés
Ishikawa módszer
összeszerelési folyamat
termelési hatékonyság
ok-okozati elemzés

Keywords:

manufacturing system
development
Ishikawa method
assembly process
production efficiency
cause-and-effect analysis

Cikktörténet:

Beérkezett 2026. január 25.

Átdolgozva 2026. február 2.

Elfogadva 2026. július 15.

Összefoglalás

A folyamatfejlesztési és minőségmenedzsment módszerek kiemelt szerepet töltenek be a modern gyártórendszerek hatékonyságának növelésében és a versenyképesség fenntartásában. A kutatás célja egy szerelést megvalósító gyártórendszer fejlesztési lehetőségeinek feltárása az Ishikawa (halszálla) módszertan alkalmazásával. A módszertan alapját a hat fő vizsgálati területre – emberek, gépek, anyagok, módszerek, környezet és mérés – bontott okfeltárás képezi, amely lehetővé teszi a termelést befolyásoló tényezők strukturált elemzését. A megoldás kidolgozása szakirodalmi elemzésre, valamint félig strukturált vállalati interjúkra és összehasonlító táblázatos értékelésre épül. A kutatás eredményei rámutatnak arra, hogy az elméleti és a gyakorlati megközelítések több területen összhangban állnak, ugyanakkor bizonyos problémakörök esetében jelentős eltérések figyelhetők meg. A dolgozat hozzájárulása abban rejlik, hogy olyan célzott fejlesztési javaslatokat fogalmaz meg, amelyek elősegítik a termelési hatékonyság növelését és a gyártórendszer fejlesztését.

Abstract

Process improvement and quality management methods play an important role in increasing the efficiency of modern production systems and maintaining competitiveness. The aim of this research is to explore development opportunities of an assembly production system by applying the Ishikawa (fishbone) method. The methodology is based on cause analysis structured into six main areas – people, machines, materials, methods, environment, and measurement – which allows a clear and organized evaluation of factors affecting production. The solution is developed using literature review, semi-structured company interviews, and comparative table-based analysis. The results of the research show that theoretical and practical approaches are similar in several areas, while significant differences can be

* Kapcsolattartó szerző. Email: viharos.zsolt@nje.hu

observed in others. The main contribution of the study is that, through the application of the Ishikawa method, it provides targeted improvement proposals that support higher production efficiency and the development of the manufacturing system.

1. Bevezetés

A kutatás célja, hogy a vállalat belső anyagáramlási és összeszerelési folyamatait elemezve olyan javaslatokat fogalmazzon meg, amelyek hozzájárulnak a termelés, különösen az összeszerelés hatékonyságának növeléséhez és a hibaarány csökkentéséhez.

A publikáció részében szakirodalom alapján bemutatásra kerül a logisztikai rendszer, majd egy általános, átfogó rész a logisztika termelési részéről, és magáról az összeszerelés témájáról. Ezután ismertetésre kerülnek a halszálka-diagram elméleti alapjai és alkalmazási területei, majd a módszer segítségével hat fő kategóriában – Emberek, Gépek, Anyagok, Módszerek, Környezet és Mérések – rendszerezésre kerülnek a feltárt problémák. Minden kategóriánál külön vizsgáljuk a lehetséges megoldásokat, amelyeket szakirodalmi forrásokkal támasztok alá.

A kutatás második részében saját kutatásunkat mutatjuk be, amelyet félig strukturált interjúk segítségével végeztünk egy vállalat különböző területein dolgozó szakemberekkel. Az interjúalanyok között szerepeltek az emberek, anyagok, mérések, módszerek, környezet és a gépek területéhez tartozó munkatársak, akik napi szinten találkozhatnak a gyártási és logisztikai problémákkal. A kutatás célja az volt, hogy a gyakorlatban dolgozó szakemberek tapasztalatai alapján feltárássra kerüljön, hogy milyen tényezők akadályozzák a hatékony termelést, és milyen fejlesztési javaslatokat fogalmaznak meg a saját területükön.

Az interjúk eredményeit ezután a szakirodalomban talált megoldásokkal ütköztettük, hogy feltárjuk a hasonlóságokat, különbségeket és a lehetséges fejlesztési irányokat [19].

2. Irodalmi áttekintés – szerelési folyamatok lehetséges hibaokai és javasolt megoldásai

Logisztikai rendszer: A logisztikai rendszer az anyagi áramlások, készletek és az ezekhez kapcsolódó tevékenységek összessége, amely biztosítja a vállalati működés folytonosságát és a fogyasztói igények kielégítését. A logisztikai folyamat a beszerzési, a termelésellátási és az értékesítési logisztikára tagolható, amelyek egymással szoros összefüggésben működnek [2][19].

Termelési logisztika: A termelési logisztika az ellátási láncon belül a termelési folyamatok anyagellátását, készletgazdálkodását és belső anyagmozgatását foglalja magában. A logisztikai alrendszerek megfelelő integrációja közvetlenül hozzájárul a termelés hatékonyságának növeléséhez és a termelési zavarok csökkentéséhez [8][18].

Összeszerelés: Az összeszerelési folyamat során az alkatrészek és részegységek integrálásával jön létre a végtermék, amelynek hatékonyságát nagymértékben befolyásolja a rendszer tervezése és rugalmassága. A gyártásra és összeszerelésre tervezés (DFMA) célja az alkatrészek számának csökkentése és az összeszerelési folyamat egyszerűsítése a költséghatékonyság érdekében [11][16].

Halszálka diagram: Az Ishikawa diagram – más néven halszálka vagy ok-okozati diagram – a minőségi problémák kiváltó okainak feltárására szolgáló módszer, amely hierarchikusan rendszerezi az ok-okozati összefüggéseket. A módszer alapja, hogy egy probléma csak akkor szüntethető meg, ha annak minden lehetséges oka feltárássra kerül, jellemzően a 6M kategóriák alkalmazásával [14][15].

A következő fejezet bemutatja, hogy a szerelési folyamatok produktivitása milyen lehetséges okok miatt lehet nem megfelelően kielégítő.

2.1. Lehetséges okok a tudományos szakirodalom szerint

A termelési és összeszerelési folyamatok hatékonyságát számos, egymással összefüggő tényező befolyásolja, amelyek együttes hatása vezethet ahhoz, amennyiben a szereldeből nem kerül ki a vevői igényeknek megfelelő darabszám. Ezen okok strukturált feltárássra az Ishikawa, más néven halszálka diagram került alkalmazásra, amely vizuálisan szemlélteti a probléma mögött meghúzódó

lehetséges ok-okozati összefüggéseket. A diagram hat fő kategóriába sorolja a problémát kiváltó tényezőket: emberek, gépek, anyagok, módszerek, környezet és mérés. A következőkben ezen területek kerülnek részletes, tudományos szakirodalomra épülő bemutatásra, amelyek alapján a halszálka diagram összeállítása történt.

Emberek (munkaerő)

Az emberi erőforrás a termelési folyamat egyik legmeghatározóbb tényezője, mivel az ember az egyetlen olyan erőforrás, amely képes új értéket teremteni, valamint közvetlenül befolyásolja a teljesítményt és a folyamatok minőségét. A munkaerő oldaláról jelentkező problémák közé tartozhat a nem megfelelő képzettség, a hiányos vagy elégtelen oktatás, a kevés tapasztalat, valamint a magas fluktuáció, amely tapasztalatlan munkavállalók alkalmazásához vezethet. Emellett a kommunikációs problémák is jelentős szerepet játszhatnak a termelési zavarok kialakulásában [9][13].

A nem megfelelő belső vállalati kommunikáció információvesztést és félreértéseket okozhat, különösen akkor, ha hiányoznak az egyértelmű munkautasítások és a személyes visszacsatolások. A kommunikációs problémák gyakran szociálpszichológiai okokra vagy a kommunikációs menedzsment hiányosságaira vezethetők vissza, amelyek hosszú távon csökkentik a termelékenységet és növelik a hibaarányt [3][5].

Gépek (eszközök)

A gépek és berendezések megbízhatósága alapvetően meghatározza a termelési folyamat folytonosságát. A nem megfelelő karbantartás, az elavult technológia, valamint a gyakori géphibák jelentős állásidőt és termeléskiesést eredményezhetnek. A gépek kalibrálási hibái és az automatizált rendszerek megbízhatatlansága szintén hozzájárulhatnak ahhoz, hogy a tervezett termelési mennyiség nem teljesül [13].

A vállalatok számára stratégiai kérdés a tárgyi eszközök megfelelő fenntartása, mivel egy rövid leállás is jelentős gazdasági veszteséget okozhat. A megelőző karbantartások alkalmazása hozzájárul a termelőképesség fenntartásához és a váratlan meghibásodások elkerüléséhez, ezáltal csökkentve a termelési kockázatokat [2][4].

Anyagok

Az alapanyagok és alkatrészek minősége, rendelkezésre állása és időben történő beérkezése kulcsszerepet játszik a zavartalan termelés biztosításában. Az alapanyagok késedelmes érkezése vagy nem megfelelő minősége anyaghiányt, selejtet és termelési megszakadásokat okozhat. A beszállítók megbízhatósága ezért meghatározó tényező a gyártási folyamatok stabilitása szempontjából [12].

Az anyagellátás problémái nemcsak közvetlen termelési kiesést eredményezhetnek, hanem hosszabb távon a vevői elégedettséget és a vállalat piaci megítélését is negatívan befolyásolhatják. Az anyaghiány a gyártás közbeni várakozásokhoz és hatékonyságcsökkenéshez vezethet.

Módszerek (folyamatok)

A nem megfelelően megtervezett vagy nem optimalizált munkafolyamatok szintén jelentős okai lehetnek a termelési problémáknak. Ide tartozik a szabványosított munkautasítások hiánya, a túl bonyolult vagy átláthatatlan folyamatok, valamint a hiányos dokumentáció. A folyamatok standardizálásának hiánya megnehezíti az ellenőrzést és a teljesítmény összehasonlíthatóságát [10].

A modern vállalatok esetében az informatikai rendszerek és workflow megoldások alkalmazása segíti a folyamatok tervezését, monitorozását és optimalizálását. Ezek hiánya vagy nem megfelelő alkalmazása tovább növelheti a szervezési problémákat és a termelési veszteségeket [10].

Mérés (ellenőrzés)

A mérési és ellenőrzési rendszerek pontatlansága vagy hiányosságai megnehezítik a problémák időbeni felismerését. A nem megfelelő minőségellenőrzés és teljesítményértékelés torz visszajelzéseket adhat, amely akadályozza a fejlesztési lehetőségek azonosítását. A mérési

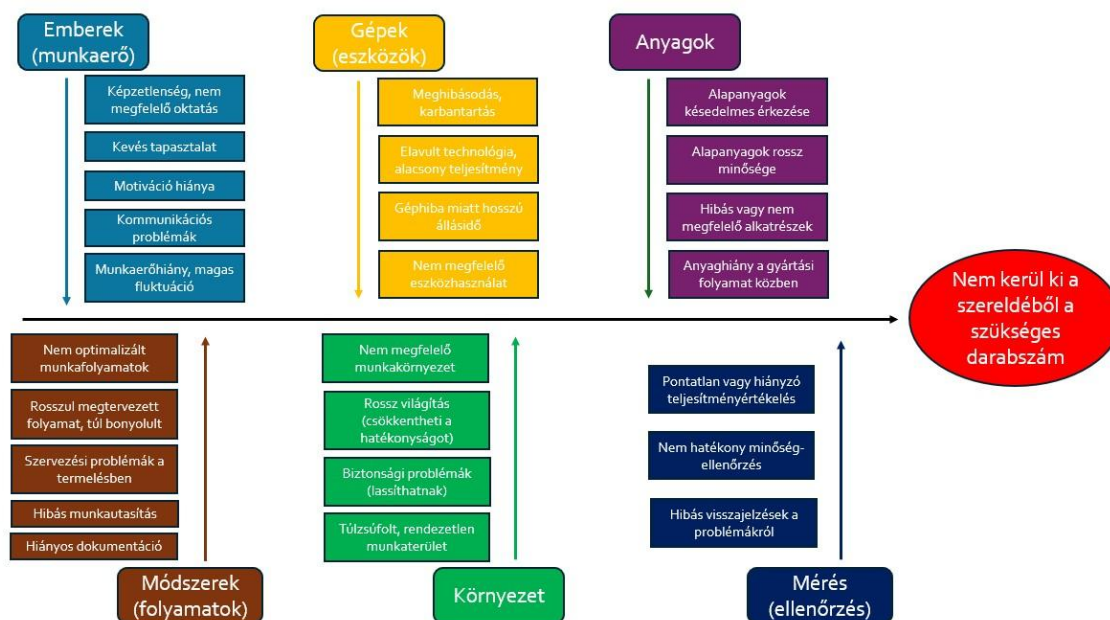
rendszereknek alkalmasnak kell lenniük a teljesítmény objektív és szubjektív elemeinek értékelésére egyaránt [1].

A hatékony teljesítményértékelés nemcsak a múltbeli eredmények visszacsatolását szolgálja, hanem alapot teremt a fejlesztési döntésekhez és a munkavállalók motivációjának fenntartásához is [17].

Környezet

A munkakörnyezet fizikai és pszichoszociális tényezői egyaránt befolyásolják a munkavállalók teljesítményét. A nem megfelelő világítás, a rendezetlen munkaterületek, valamint a biztonsági problémák lassíthatják a munkavégzést és növelhetik a hibák számát. Emellett a nem támogató szervezeti légkör és a hiányos visszacsatolások is hozzájárulhatnak a hatékonyság csökkenéséhez. A megfelelő munkakörnyezet kialakítása növeli a munkavállalói elégedettséget és elköteleződést, amely hosszú távon pozitívan hat a termelési eredményekre és csökkenti a fluktuációt [7].

A bemutatott hat terület alkotja a halszáлка diagram fő ágait, amelyek mentén a termelési probléma lehetséges okai rendszerezésre kerültek. A szakirodalmi áttekintés alapján azonosított tényezők szolgáltak alapul a diagram összeállításához (1.ábra) a *szereleési folyamatokat* illetően, amely vizuálisan támogatja a problémák átfogó értelmezését és előkészíti a lehetséges megoldások meghatározását.



1. ábra. Halszáлка diagram: szerelési produktivitás csökkenés lehetséges okai szakirodalmi feldolgozás alapján.

2.2. Lehetséges megoldások a tudományos szakirodalom szerint

A halszáлка diagram segítségével feltárt problémák alapján megállapítható, hogy a termelési elmaradások nem egyetlen tényezőre vezethetők vissza, hanem több terület együttes hatásának következményei. Ennek megfelelően a megoldási javaslatok is komplex szemléletet igényelnek, amely figyelembe veszi az emberi, technikai, szervezeti és környezeti tényezőket egyaránt. A következőkben a szakirodalom alapján kerülnek bemutatásra azok a fejlesztési lehetőségek, amelyek a halszáлка diagram egyes ágaihoz kapcsolódva hozzájárulhatnak a termelési/szerelési hatékonyság növeléséhez.

Emberek (munkaerő)

A munkaerőhöz köthető problémák kezelése érdekében kiemelt jelentőséggel bír a megfelelő képzés és folyamatos fejlesztés biztosítása. A célzott betanítási programok és rendszeres továbbképzések hozzájárulnak a munkavállalók szakmai kompetenciáinak növeléséhez és a

hibaarány csökkentéséhez. A szakirodalom hangsúlyozza, hogy a jól strukturált oktatási rendszer növeli a dolgozók önállóságát és felelősségvállalását a termelési folyamatokban [9] [13].

A belső kommunikáció fejlesztése szintén fontos megoldási irány, mivel az egyértelmű információáramlás csökkenti a félreértésekből adódó problémákat. A rendszeres visszacsatolások, a világos munkautasítások és a vezetői támogatás erősítik a munkavállalói elkötelezettséget, amely közvetlen pozitív hatással van a termelékenységre [3] [5].

Gépek (eszközök)

A gépekhez kapcsolódó problémák csökkentése érdekében elengedhetetlen a karbantartási tevékenységek tudatos tervezése. A megelőző karbantartási rendszerek alkalmazása hozzájárul a meghibásodások számának csökkentéséhez és a termelési leállások megelőzéséhez. A szakirodalom szerint a karbantartási stratégiák fejlesztése hosszú távon jelentős költségmegtakarítást eredményezhet [2] [4].

Emellett indokolt lehet a technológiai eszközök korszerűsítése és az automatizált megoldások alkalmazása, amelyek növelik a termelés kiszámíthatóságát és csökkentik az emberi hibák lehetőségét. A modern gyártórendszerekben a gépek és az informatikai rendszerek integrációja kulcsszerepet játszik a hatékony működés biztosításában [13].

Anyagok

Az anyagellátási problémák kezelése érdekében fontos a beszállítói kapcsolatok fejlesztése és az ellátási folyamatok átláthatóságának növelése. A megbízható beszállítók kiválasztása és teljesítményük folyamatos értékelése csökkenti az alapanyaghiány és a késedelmes szállítás kockázatát [12].

A készletszintek optimalizálása és az anyagáramlási folyamatok pontosabb tervezése szintén hozzájárulhat a termelési zavarok mérsékléséhez. A megfelelő készletgazdálkodási módszerek alkalmazása egyensúlyt teremt a túlzott készletezés és az anyaghiány elkerülése között [2].

Módszerekhez (folyamatok)

A munkafolyamatok fejlesztése során kiemelt szerepet kap a folyamatok standardizálása és dokumentálása. Az egységes munkautasítások és szabványos eljárások alkalmazása növeli az átláthatóságot és megkönnyíti az ellenőrzést. A szakirodalom is hangsúlyozza, hogy a standardizálás alapot teremt a folyamatos fejlesztési tevékenységek számára [10] [13].

A folyamatmenedzsment eszközök alkalmazása lehetőséget biztosít a munkafolyamatok elemzésére és optimalizálására. Az informatikai támogatással működő workflow rendszerek segítik a feladatok nyomon követését és a felelősségi körök egyértelmű meghatározását [10].

Az ERP (Enterprise Resource Planning, vállalatirányítási) - rendszerek célja a vállalati folyamatok integrációja és az információáramlás támogatása, amely lehetővé teszi a döntéshozatalhoz szükséges pontos és időszerű adatok elérését. Az ERP nem csupán technológiai megoldás, hanem olyan stratégiai platform, amely a folyamatok standardizálásán keresztül hozzájárul a szervezeti hatékonyság növeléséhez [6].

Mérés (ellenőrzés)

A mérési problémák kezelésére megoldást jelenthet a teljesítményértékelési rendszerek fejlesztése és pontosítása. A megfelelő mutatószámok (KPI-k) kialakítása lehetővé teszi a termelési teljesítmény objektív mérését és az eltérések gyors felismerését [1] [17].

A rendszeres ellenőrzések és visszacsatolások támogatják a vezetői döntéshozatalt, valamint elősegítik a folyamatos fejlesztési szemlélet érvényesülését a szervezetben. A mérési rendszerek fejlesztése hozzájárul a hosszú távú versenyképesség fenntartásához [13].

Környezet

A munkakörnyezet fejlesztése érdekében fontos a fizikai munkafeltételek javítása, például a megfelelő világítás, ergonómia és munkabiztonság biztosítása. A rendezett és biztonságos munkakörnyezet csökkenti a hibák számát és növeli a munkavégzés hatékonyságát [7].

A pszichoszociális környezet javítása, a támogató szervezeti kultúra és a vezetői elismerés alkalmazása növeli a munkavállalók elégedettségét és elköteleződését. Ez hosszú távon pozitív hatással van a termelési eredményekre és csökkenti a fluktuációt [3] [13].

3. Módszertan

A kutatás célja, hogy feltárja, milyen okok állnak annak hátterében, hogy egy (pl. multinacionális, autópárizi gyártó vállalatnál) a szereldeből nem kerül ki a vevői igényeknek megfelelő darabszámú késztermék, viszont fontos, hogy a vizsgálat megállapításai általánosan alkalmazhatóak. A vizsgálat középpontjában a belső anyagáramlási folyamat optimalizálása áll, amelyet folyamatmenedzsment eszközök – különösen egy halszálla (ok-okozati) diagram – segítségével kerültek feltérképezésre. A probléma azonosításához és rendszerezéséhez kvalitatív kutatási módszer került alkalmazásra, amely során primer adatgyűjtésként szakértői mélyinterjúk zajlottak egy termelővállalat érintett munkatársaival és vezetőivel.

1. Táblázat. Interjúalanyok

Terület	Interjúalany pozíciója
emberek	HR szakember
gépek	karbantartási csoportvezető
anyagok	logisztikai folyamatfejlesztési csoportvezető
módszerek, környezet	termelési és folyamatfejlesztő mérnök
mérés	minőségbiztosítási mérnök

A mintavétel céltudatos módon történt: a kiválasztott személyek a halszálla diagram egy-egy területéhez (emberek, gépek, anyagok, módszerek, környezet, mérés) kapcsolhatók, akik közvetlen rálátással rendelkeznek a vizsgált problématerületre.

A kutatás célja tehát az, hogy kvalitatív és egyben gyakorlati szemlélettel, szakértői interjúk alapján azonosítsa azokat a tényezőket, amelyek a szereldei gyártási darabszám elmaradásához vezethetnek, és ezek összefüggéseit feltárva hozzájáruljon a folyamatmenedzsment szempontú optimalizáláshoz.

4. Eredmények

4.1. Interjúk eredményei és szakirodalom összevetése

A kutatás gyakorlati részében a kiválasztott vállalat különböző területein dolgozó munkatársakkal készített interjúk a halszálla diagram hat fő kategóriájához kapcsolódtak, azaz az Emberek, Gépek, Anyagok, Módszerek, Környezet és Mérés területeihez. Az interjúk célja a diagramon feltárt problémák vállalati meglétének és relevanciájának ellenőrzése, valamint a gyakorlati megoldások feltárása volt. A kiválasztott interjúalanyok mindegyike adott területhez kapcsolódó szakmai tapasztalatokkal rendelkezett, így válaszaik értékes betekintést nyújtanak a belső anyagáramlást érintő nehézségekbe és az ezek kezelésére irányuló lehetőségekbe.

Az **emberi erőforrások** területén a leggyakrabban említett problémák a képzetlenség, a nem megfelelő oktatás és a tapasztalat hiánya, a motiváció hiánya, a kommunikációs nehézségek, valamint a munkaerőhiány és a magas fluktuáció voltak. A HR szakember az oktatások és továbbképzések erősítését, az utánpótlásképzést és az iskolákkal való kapcsolatfelvételt javasolta, ami teljesen vagy részben egyezik a szakirodalomban említett karrierfejlesztési programokkal és szakmai továbbképzésekkel. Emellett a vezetői képzés, különösen a motivációs eszközök alkalmazására fókuszáló tréning, csak az interjún hangzott el. A motiváció hiánya kezelésére mindkét oldal hangsúlyozza a teljesítményprémiumok, a belső és külső ösztönzők, valamint a pozitív visszajelzések szerepét. A kommunikációs problémákra a munkautasítások többnyelvű elérhetővé tétele, a vezetők kommunikációs képzése és az 5S rendszer alkalmazása jelentett megoldást, ami összhangban van a szakirodalomban javasolt belső kommunikáció javításával. A munkaerőhiány és

a fluktuáció mérséklésére a gyakornoki programok, az utánpótlásképzés és a toborzási stratégia kialakítása jelenthetett megoldást, részben megerősítve a szakirodalom javaslatait.

2. Táblázat. Emberek területe - lehetséges megoldások

100%-os egyezés

Részleges egyezés

Csak interjú alanyok által javasolt

Problémák	Interjúalanyok szerinti lehetséges megoldás Interjúalany: HR szakember	Szakirodalom szerinti lehetséges megoldás
Képzetlenség, nem megfelelő oktatás, kevés tapasztalat	- Oktatások továbbfejlesztése - Utánpótlásképzés, iskolákkal való kapcsolatfelvétel - Vezetők képzése vezetői készségekben	- Vállalati képzések - Karrierfejlesztési programok - Szakmai továbbképzések (Baritsné Hadházi E., 2013) (J. Ejwale, 2019)
Motiváció hiánya	- Vezetők képzése vezetői készségekben - Motiválás többféle eszközzel - Teljesítményprémium	- Emberek motiválása - Teljesítményértékelés (Valent Sz., 2017) (Zolyomi K., 2020) (T. Nyoni, 2020)
Kommunikációs problémák	- Munkautasítások, dokumentumok több nyelven történő kihelyezése - Vezetők képzése vezetői készségekben 5S rendszer alkalmazása	Belső kommunikáció javítása (Zolyomi K., 2020)
Munkaerőhiány, magas fluktuáció	- Munkakör vonzóbbá tétele - Utánpótlásképzés, iskolákkal való kapcsolatfelvétel - Dolgozói ajánlási rendszer	- Gyakornokok, diákok alkalmazása - Toborzási stratégia kialakítása (Podr J., Juhász T., Hazafi Z., et al., 2019) (Zenobia I., 2018) (D. Shofiana, F. Hashbullah, I. Farida, F. Larasati, 2025)

A **gépek** kategóriájában a meghibásodások és karbantartási nehézségek, az elavult technológia és az alacsony teljesítmény, valamint a géphibák miatt bekövetkező hosszabb állásidő okozhatnak problémát. Az interjúalany gyakorlati javaslatai, például a pótalkatrész-készletek bővítése, a karbantartási ütemtervek betartása és a gépek korszerűsítése több ponton összhangban állnak a szakirodalmi megoldásokkal, így a TPM és az Ipar 4.0 megoldások alkalmazásával. Az állásidő mérséklésére a prediktív karbantartás, a gyártósori tartalék gépek telepítése, valamint a termékek egységesítése és a típusválaszték csökkentése javasolt, melyek egy része kizárólag az interjún merült fel.

3. Táblázat. Gépek területe lehetséges megoldások

100%-os egyezés

Részleges egyezés

Csak szakirodalomban javasolt

Csak interjú alanyok által javasolt

Probléma	Interjúalanyok szerinti lehetséges megoldás Interjúalany: karbantartási csoportvezető	Szakirodalom szerinti lehetséges megoldás
Meghibásodás, karbantartás	- Pótalkatrészek raktárkészletének bővítése - Karbantartási ütemtervek pontos betartása	- Megelőző karbantartás - Teljes körű hatékony karbantartás (TPM) (G. Ewin, E Oye, 2025) (J. Venkatesh, 2007)
Elavult technológia, alacsony teljesítmény	Gépek korszerűsítése (pl. új szenzorok) lecserélni nem kivitelezhető	- Gépek modernizálása - Ipar 4.0 (automatizálás) (Oláh J., 2019) (Y. Hu, Q. Jia, Y. Yao, et al., 2024)
Géphiba miatt hosszú állásidő	- Állásidő pontos nyomon követése - Prediktív (előrejelző) karbantartási rendszer - Gyártósori tartalék gépegységek telepítése - Termékek egységesítése	- Teljes körű hatékony karbantartás (TPM) - Ipar 4.0 (automatizálás) (J. Venkatesh, 2007) (Oláh J., 2019)

Az **anyagok** területén a fő problémák az alapanyagok késedelmes érkezése, rossz minősége, a hibás alkatrészek, valamint az anyagihiány a gyártás során. Az alapanyagok késedelmes érkezésének kezelésére az interjúalany biztonsági készletek fenntartását, beszállítófejlesztést, előrejelzéseket és dual sourcinget javasolt, míg a szakirodalom a Just in time és a nyomon követési rendszereket emelte ki. A rossz minőség és a hibás alkatrészek esetében teljes egyezés mutatkozott: mindkét forrás a beszállítói fejlesztés, a szigorú minőségellenőrzés, válogatás és javítás alkalmazását tartja hatékony megoldásnak, az interjúban azonban a költségek beszállítóra terhelése is felmerült. Az anyagihiány megelőzésére az interjúalany a termelési programok tervezési időszakának kiterjesztését, a KANBAN rendszer alkalmazását és a kritikus cikkek soron kívüli átvételét javasolta, ami részben átfedi a szakirodalmi JIT és ERP alapú megoldásokat.

4. Táblázat. Anyagok területe lehetséges megoldások

100%-os egyezés

Részleges egyezés

Csak szakirodalomban javasolt

Csak interjú alanyok által javasolt

Problémák	Interjúalanyok szerinti lehetséges megoldás Interjúalany: logisztikai folyamatfejlesztési csoportvezető	Szakirodalom szerinti lehetséges megoldás
Alapanyagok késedelmes érkezése	- Beszállítófejlesztés - Dual sourcing - Biztonsági készletek	- Termékazonosítási és nyomon követési rendszerek bevezetése - Just in time, Just in case (Czapkés M., 2018) (D. V. Kerr, L. Houghton, 2010) (W. Yu, C. Y. Wong, M. A. Jacobs, R. Chavez, 2024)
Alapanyagok rossz minősége	- Beszállítófejlesztés, auditok a beszállítónál, kooperáció - Áruátvétel szigorítása - Szükség esetén tételes válogatás, majd a válogatási / javítási költség beszállítóra való terhelése	- Beszállítók megfelelő kiválasztása és értékelése - Mennyiségi és minőségi áruátvétel (C. S. Tang, 2006) (Petro G., Szűcs B., Kópócsai E., Kreiner B., 2015) (Gulassy A., Gulassy N. F., 2018)
Hibás vagy nem megfelelő alkatrészek	- Beszállítófejlesztés, auditok a beszállítónál - Áruátvétel szigorítása - Szükség esetén tételes válogatás, majd a válogatási / javítási költség beszállítóra való terhelése	- Áruvédelmi kontrollong - Teljeskörű minőségirányítás (TQM) (J. M. H. de Vent, 2024) (Major Zs., 2017)
Anyagihiány a gyártási folyamat közben	- Termelési programnál a tervezési időszak kiterjesztése - Sűrűn szükséges alkatrészek KANBAN rendszerbe való bevonása - A kritikus cikkek gyorsabb idegenáru átvétele, soron kívüli vizsgálata	- Just in time - Just in case - ERP rendszerek bevezetése (D. V. Kerr, L. Houghton, 2010) (W. Yu, C. Y. Wong, M. A. Jacobs, R. Chavez, 2024) (Schoe L., 2010) (E. Nazemi & M. J. Tarokh & G. R. Djavanshir, 2011)

A **módszerek** kategóriájában a nem optimalizált, túl bonyolult folyamatok, a szervezési problémák, a hibás munkautasítások és a hiányos dokumentáció okozta a legnagyobb nehézséget. Az interjúalany a folyamatlépések időmérését, felesleges lépések kiszűrését, lean eszközök, DFMA és ERP alkalmazását javasolta, ami összhangban van a szakirodalmi lean menedzsment javaslatokkal, ugyanakkor az ERP csak részben fedi a DFMA-t. A szervezési problémák kezelésében az interjúban a pontos termelési ütemezés, ERP-alapú készletfigyelés és napi egyeztető megbeszélések alkalmazása merült fel, míg a szakirodalom az ERP-t és az anyagszükséglet-tervezést hangsúlyozza. A hibás munkautasításokra tréningek, vizuális utasítások és 5S alkalmazása, a hiányos dokumentációra digitális dokumentumkezelés és felelősök kijelölése jelentett megoldást, ami részben egyezik a szakirodalom javaslataival.

5. Táblázat. Módszerek területe lehetséges megoldások

100%-os egyezés
Részleges egyezésCsak szakirodalomban javasolt
Csak interjú alanyok által javasolt

Problémák	Interjúalanyok szerinti lehetséges megoldás Interjúalany: termelési és folyamatfejlesztő mérnök	Szakirodalom szerinti lehetséges megoldás
Nem optimalizált munkafolyamatok	- Folyamatlépések időmérése és elemzése - Felesleges lépések, mozdulatok kiszűrése - Lean eszközök alkalmazása - Dolgozók bevonása a folyamatfejlesztésbe	- Lean menedzsment alkalmazása - Termelésstervezés (ERP) (Berényi L., 2019) (Szőke L., 2010) (E. Nazemi & M. J. Tarokh & G. R. Djavanshir, 2011)
Rosszul megtervezett folyamat, túl bonyolult	- Folyamatok újratervezése, egyszerűsítése (DFMA) - Folyamatszabványok készítése - Mérnöki együttműködés a termelés és tervezés között	- Termelésstervezés (ERP) - Lean menedzsment alkalmazása (Berényi L., 2019) (Szőke L., 2010) (E. Nazemi & M. J. Tarokh & G. R. Djavanshir, 2011)
Szervezési problémák a termelésben	- Termelési ütemezések pontosítása, összehangolása a valós igényekkel - ERP rendszer kihasználása (pl. automatikus raktárfigyelés) - Napi egyeztető megbeszélések	Anyagszükséglet, termelésstervezés (ERP) (Szőke L., 2010) (E. Nazemi & M. J. Tarokh & G. R. Djavanshir, 2011)
Hibás munkautasítás	- Egységes munkautasítás bevezetése - Képes, vizuális munkautasítások használata - Oktatások, tréningek a munkautasítások pontosítására	5s szemlélet alkalmazása - Lean – vizualizált munkautasítások (Berényi L., 2019) (Farkas G., Tóth G. N., 2024)
Hiányos dokumentáció	- Digitális dokumentumkezelő rendszer - Dokumentumok rendszeres frissítése, archiválása - Felelősök kijelölése a dokumentáció karbantartására - Papíralapú helyett digitális sablonok használata	- Anyagszükséglet, termelésstervezés (ERP) 5S szemlélet (Szőke L., 2010) (E. Nazemi & M. J. Tarokh & G. R. Djavanshir, 2011) (Farkas G., Tóth G. N., 2024)

A **környezet** kategóriájában a nem megfelelő munkakörnyezet, rossz világítás, biztonsági problémák és a túlzsúfolt munkaterület okozta a fő nehézségeket. A gyakorlati megoldások, mint a rendszeres takarítás, dolgozói javaslatok gyűjtése, irányított világítás, baleseti térképek készítése, vizuális jelölés, oktatások, anyagok és szerszámok átlátható elrendezése, jól kiegészítik a szakirodalmi 5S szemléletet és az ISO 45001:2018 követelményeit, a két megközelítés így harmonikusan egészíti ki egymást.

6. Táblázat. Környezet területe lehetséges megoldások

100%-os egyezés
Részleges egyezés

Problémák	Interjúalanyok szerinti lehetséges megoldás Interjúalany: termelési és folyamatfejlesztő mérnök	Szakirodalom szerinti lehetséges megoldás
Nem megfelelő munkakörnyezet	- Rendszeres takarítási beosztás kialakítása dokumentálva - Dolgozói javaslatok gyűjtése a munkakörnyezet javítására - Dolgozók bevonása az 5S bevezetésébe	5S szemlélet - ISO 45001:2018 – munkakörnyezetre vonatkozó követelmények (Farkas G., Tóth G. N., 2024) (Horváth A., Farkas G., 2024) (D. C. Darabont, A. E. Antonov, and C. Bejinariu, 2017)
Rossz világítás (csökkentheti a hatékonyságot)	- Gépek fölé szerelt irányított világítás - Világítások ellenőrzése karbantartási ellenőrző listákon - Dolgozók bevonása, sötétebb sarkok megvilágítása	5S szemlélet - ISO 45001:2018 – munkakörnyezetre vonatkozó követelmények (Farkas G., Tóth G. N., 2024) (Horváth A., Farkas G., 2024) (D. C. Darabont, A. E. Antonov, and C. Bejinariu, 2017)
Biztonsági problémák (lassíthatnak)	- Baleseti térképek készítése (hol történtek) - Veszélyes helyek megjelölése vizuálisan - Dolgozók rendszeres munkavédelmi oktatása - Karbantartási hibák gyors bejelentése és nyomon követése digitálisan	5S szemlélet - ISO 45001:2018 – munkakörnyezetre vonatkozó követelmények (Farkas G., Tóth G. N., 2024) (Horváth A., Farkas G., 2024) (D. C. Darabont, A. E. Antonov, and C. Bejinariu, 2017)
Túlzsúfolt, rendezetlen munkaterület	- Anyag és szerszámtárolók átszervezése gyakoriság alapján - Raktárkészlet optimalizálása (csak amennyi kell) - Fix helyek kijelölése mindennek (címkékkel) - Mozgáster biztosítása	5S szemlélet - ISO 45001:2018 – munkakörnyezetre vonatkozó követelmények (Farkas G., Tóth G. N., 2024) (Horváth A., Farkas G., 2024) (D. C. Darabont, A. E. Antonov, and C. Bejinariu, 2017)

A **mérés** és ellenőrzés területén a pontatlan teljesítményértékelés, a nem hatékony minőség-ellenőrzés és a hibás visszajelzések a fő problémák. Az interjúalany digitális adatrögzítő rendszerek

alkalmazását, a teljesítményadatok visszacsatolását, automatizált minőségellenőrző rendszerek bevezetését, az ellenőrök képzését, a gyártás közbeni ellenőrzéseket, valamint auditok, ötletládák és a problémák visszakövetésének lehetőségét javasolta. A szakirodalom a teljesítményértékelést, a minőségellenőrzés megerősítését és a rendszeres auditokat hangsúlyozza, így részben vagy teljesen megerősítve a gyakorlati javaslatokat.

7. Táblázat. Mérés (ellenőrzés) területe lehetséges megoldások

100%-os egyezés

Részleges egyezés

Csak interjú alanyok által javasolt

Probléma	Interjúalanyok szerinti lehetséges megoldás Interjúalany: minőségbiztosítási mérnök	Szakirodalom szerinti lehetséges megoldás
Pontatlan vagy hiányzó teljesítményértékelés	• Digitális adattároló rendszerek • Teljesítményadatok visszacsatolása a dolgozóknak	• Teljesítményértékelés használata (Valent Sz., 2017) (Q. Cao, J. J. Hoffman, 2009)
Nem hatékony minőség-ellenőrzés	• Automatizált vagy félautomata minőségellenőrző rendszerek • Minőségellenőrök képzése • Gyártás közbeni minőségellenőrzések	• Minőségellenőrzések (Gutassy A., Gutassy N. F., 2018)
Hibás visszajelzések a problémákról	• Auditok során a dolgozók bevonása • Ötletláda használata • Problémák visszakövetése	• Rendszeres auditok (Gutassy A., Gutassy N. F., 2018)

4.2. A szakirodalom és a vállalati gyakorlat különbségei

Az interjúk és a szakirodalom összehasonlítása azt mutatja, hogy döntő részben teljes vagy részleges egyezés figyelhető meg, ugyanakkor eltérések is adódnak. Ezek az eltérések rámutatnak arra, mely területeken marad el a gyakorlat a szakirodalmi ajánlásoktól, illetve milyen vállalatspecifikus, gyakorlati megoldások léteznek, amelyek a szakirodalomban nem szerepelnek vagy nem kellően hangsúlyosak. Az interjúk elsősorban a rövid távú, kézzelfogható intézkedéseket emelik ki, amelyek gyorsan alkalmazhatók a vállalat mindennapi működésében. Például a dolgozói ajánlási rendszer, a vezetői képzések, a 5S rendszer alkalmazása, a gyártósori tartalék gépek telepítése, vagy a kritikus cikkek gyors idegenáru-átvétele mind azonnali hatással bírnak az adott problémákra. A szakirodalom ezzel szemben inkább rendszerszintű, hosszú távon fenntartható megoldásokat javasol, mint az ERP és TQM rendszerek, az Ipar 4.0 technológiák, a Just in time logisztikai megoldások és a termékazonosítási nyomon követési rendszerek. Ezek stratégiai, szervezeti szintű fejlesztést igényelnek, és a vállalat egészére kiterjedő hatékonyságjavítást szolgálnak. Összességében az eredmények azt mutatják, hogy a szakirodalmi és gyakorlati javaslatok egymást kiegészítik: a szakirodalom biztosítja az elméleti háttérrel és a hosszú távú keretet, míg a vállalati gyakorlat a gyors, helyben alkalmazható megoldásokkal egészíti ki azt.

8. Táblázat. Szakirodalom és az interjúalanyok javaslatainak különbségei

Problémák	Csak az interjúalanyok által javasolt lehetséges megoldások az egyes problémákra	Csak a szakirodalom által javasolt lehetséges megoldások az egyes problémákra
Emberek (munkaerő)		
Képzetlenség, nem megfelelő oktatás, kevés tapasztalat	Vezetők képzése vezetői készségekben a hatékonyabb irányítás érdekében	
Motiváció hiánya	Vezetők képzése vezetői készségekben	
Kommunikációs problémák	5S rendszer alkalmazása, amely leegyszerűsíti és átláthatóvá teszi a folyamatokat, ezáltal csökkenti a nyelvi akadályokból adódó hibalehetőséget	
Munkaerőhiány, magas fluktuáció	Dolgozói ajánlási rendszer	
Gépek (eszközök)		
Géphiba miatt hosszú állásidő	Termékek egységesítése, kevesebb féle gép használata	Ipar 4.0
	Gyártósori tartalék gépegységek telepítése	
Anyagok		
Alapanyagok késedelmes érkezése	Beszállítófejlesztés => előrejelzések adása, kapacitás lefoglalás előre	Termékazonosítási és nyomon követési rendszerek bevezetése (TQM)
	Dual sourcing: párhuzamosan több beszállító alkalmazása	Just in time
Alapanyagok rossz minősége	válogatási / javítási költség beszállítóra való terhelése	
Hibás vagy nem megfelelő alkatrészek	válogatási / javítási költség beszállítóra való terhelése	
Anyaghiány a gyártási folyamat közben	Az érintett kritikus cikkek gyorsabb idegenáru átvétele, soron kívüli vizsgálata	
Módszerek (folyamatok)		
Szervezési problémák a termelésben	Napi egyeztető megbeszélések	
Nem optimalizált munkafolyamatok		Termelésstervezés (ERP)
Mérés (ellenőrzés)		
Hibás visszajelzések a problémákról	Ötletláda használata	
	Problémák visszakövetése	

5. Összegzés, következtetések

A kutatás szerelő gyártóvállalat belső anyagáramlási és összeszerelési folyamatait vizsgálta, a termelésben jelentkező késések és teljesítménybeli eltérések gyökérokainak feltárása érdekében, továbbá azért, hogy tovább bővítse a vonatkozó szakirodalmi ajánlásokat és egyben egy átfogó vállalati, praktikus fejlesztési listát is adjon. A kutatás központi módszere az Ishikawa-diagram volt, amely hat kategóriában – Emberek, Gépek, Anyagok, Módszerek, Környezet és Mérések – rendszerezte a problémákat, kiemelve, hogy a termelékenységi nehézségek gyakran több tényező

együttes hatásából adódnak. A szakirodalom áttekintése rávilágított a nemzetközileg is bevált folyamatmenedzsment eszközök fontosságára, mint a lean módszertan, a minőségbiztosítás, az anyagáramlás optimalizálása és a humán erőforrás fejlesztése. A félig strukturált interjúk gyakorlati tapasztalatokra építve megerősítették a szakirodalmi összefüggéseket, ugyanakkor új, vállalat-specifikus megoldásokat is feltártak, például vezetői képzést, dolgozói ajánlási rendszert vagy dual sourcingot. Ezzel szemben a szakirodalom által javasolt rendszerszintű megoldások – például az Ipar 4.0 technológiák, a termékazonosítási és nyomon követési rendszerek, valamint a just in time anyagellátás – a vállalat számára új fejlesztési irányokat jelentenek. A kutatás eredményei hozzájárulnak a belső folyamatok átláthatóságához, a fejlesztési pontok kijelöléséhez és a menedzsment döntéshozatalának támogatásához, emellett más gyártó szervezetek számára is releváns tapasztalatokat kínálnak.

Köszönetnyilvánítás

Jelen kutatás a 2025-2.1.1-EKÖP-2025-00021 projekt keretében jött létre. „A 2025-2.1.1-EKÖP-2025-00021 számú projekt a Kulturális és Innovációs Minisztérium Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból nyújtott támogatásával, a 2025-2.1.1-EKÖP pályázati program finanszírozásában valósult meg.” A kutatást támogatta továbbá a Neumann János Egyetem Szakkollégiuma is. Végezetül köszönet illeti a kapcsolódó TDK dolgozat témavezetőjét, aki a publikáció társszerzője is, a család és barátok támogatását, türelmet és bátorítást, amely nagyban hozzájárult a publikáció elkészítéséhez.

Irodalomjegyzék

- [1] A. Aggarwal and G. S. M. Thakur, "Techniques of performance appraisal – A review," *International Journal of Engineering and Advanced Technology*, vol. 2, no. 3, pp. 617–621, 2013., ISSN: 2249 – 8958
- [2] A. Chikán, *Vállalatgazdaságtan*. Budapest: Akadémiai Kiadó, 2020., ISBN: 9789634546269
- [3] Á. Godó, "Belső vállalati kommunikáció: gyakorlat, hatékonyság, problémák és megoldások," *Vezetéstudomány*, vol. 47, no. 1, pp. 72–82, 2016., ISSN 1788-9979
- [4] A. Gutassy and N. F. Gutassy, *Minőségmenedzsment mindenkinek*. Budapest: Raabe Klett Kiadó, 2018., ISBN 978-615-5824-29-6
- [5] E. Borgulya, *Szervezeti kommunikáció*. Budapest: Akadémiai Kiadó, 2010.
- [6] E. Nazemi, M. J. Tarokh, and G. R. Djavanmishir, "ERP: A literature survey," *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, vol. 61, pp. 999–1018, 2011., DOI: 10.1007/s00170-010-2866-8
- [7] H. Rafia, M. Shipon, and Kamaruzzaman, "Impact of working environment on job satisfaction," *European Journal of Business and Management Research*, vol. 5, no. 1, 2020., DOI: 10.24018/ejbmr.2020.5.1.205
- [8] I. Knoll, *Logisztika a 21. században*. Budapest: KIT Kiadó, 2001.
- [9] J. Boer and B. Petruța, "A more efficient production using quality tools and human resources management," *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, vol. 62, pp. 187–191, 2012., DOI: 10.1016/j.sbspro.2012.09.031
- [10] J. Poór, E. J. Sanders, G. Németh, and E. Varga (eds.), *Management Consultancy in Central and Eastern Europe*. Budapest: Akadémiai Kiadó, 2022., DOI: 10.1556/9789634547044
- [11] K. Demeter (ed.), *Termelés, szolgáltatás, logisztika*. Budapest: Wolters Kluwer, 2016., ISBN 978 963 295 608 4
- [12] K. Keller and P. Kotler, *Marketingmenedzsment*. Budapest: Akadémiai Kiadó, 2016., ISBN 978 963 05 9778 4
- [13] M. Marcin, "Fishbone Diagram," ResearchGate, 2024.
- [14] N. Fehér, "Minőségügyi eszközök a problémamegoldási folyamat során – A halszálka diagram," *Perepo*, 2022., ISSN 1789-5510
- [15] O. Fehér, *Ishikawa diagram – Halszálka diagram módszertani leírás*. Fehér Kreativitásfejlesztési Központ, 2014., ISBN: 978 963 454 759 4
- [16] S. J. Hu, J. Ko, L. Weyand, H. A. ElMaraghy, T. K. Lien, Y. Koren, H. Bley, G. Chryssoulouris, N. Nasr, and M. Shpitalni, "Assembly system design and operations for product variety," *CIRP Annals*, vol. 60, no. 2, pp. 715–733, 2011., DOI: 10.1016/j.cirp.2011.05.009
- [17] Sz. Valent, *Teljesítményértékelés – a legerősebb vezetői eszköz*, Springer, 2017., Series handle: RePEc:pkk:vf2107
- [18] Z. Kovács and B. Szűcs, *Logisztikai tevékenységek*. Budapest: Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet, 2007., ISBN 2399983644614
- [19] D. Zs. Csernák, "Szerelést megvalósító gyártórendszer elméleti és gyakorlati fejlesztése Ishikawa módszertan alkalmazásával", TDK dolgozat, Neumann János Egyetem, 2025