ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

DOKTORI (PHD) ÉRTEKEZÉSTERVEZET

TÓTH GEORGINA NÓRA

Az autóipari vállalatok emberi tényezőkhöz kapcsolódó biztonsági kockázatai és a mérnökképzés preventív szerepének vizsgálata a kompetencia és tudáshiányból eredő kockázatok mérséklésében

Témavezetők:
Dr. habil Drégelyi-Kiss Ágota
Dr. habil Farkas Gabriella

BIZTONSÁGTUDOMÁNYI DOKTORI ISKOLA

Budapest, 2026.09.21.

TARTALOM

BEVEZETÉS 5

1. KUTATÁS ELMÉLETI HÁTTERÉNEK BEMUTATÁSA 8

1.1 Kockázat fogalma, értelmezése 8

1.2 Kockázatfelmérés -kezelés folyamata 9

1.3 Kérdőív készítésének és kiértékelésének elméleti háttere 12

1.3.1 Kérdőív készítés elméleti háttere 12

1.3.2 Leíró statisztika 13

1.3.3 Grafikus elemzés eszközei 13

1.3.4 Korreláció elemzés 18

1.3.5 Kereszttábla-elemzés 20

1.3.6 Kérdőív megbízhatósága 22

2. KOCKÁZAT CSOPORTOK ÉS BESZÁLLÍTÓI ÉRTÉKELÉSI MODELL AUTÓIPARI VÁLLALATOK SZÁMÁRA 23

2.1 Autóipari beszállítók és a beszállítói lánc felépítése 23

2.2 Kockázatok típusai autóipari vállalatok esetén 24

2.3 Beszállítói értékelési modell autóipari vállalatok számára 28

2.2.1 Kritikus kritériumok 28

2.2.2 Kiegészítő kritériumok 30

2.4 Összegzés, részkövetkeztetések 30

3 HUMÁN ERŐFORRÁS KOCKÁZATOK ELEMZÉSE 32

3.1 Új kihívások az autóiparban 32

3.2 Humán erőforrás kockázatok elemzése hierarchikus struktúrák alkalmazásával 33

3.2.1 Munkaerő meglétével kapcsolatos kockázatok 34

3.2.2 Kompetencia- és szaktudással kapcsolatos kockázatok 35
3.2.3 Szervezeti és pszichoszociális kockázatok 36
3.2.4 Technológiai és digitalizációs átmenethez kapcsolódó kockázatok 37
3.2.5 A humánerőforrás-kockázatok rendszerszintű összefüggései 37
3.3 A felsőoktatás szerepe a humánerőforrás kockázatok csökkentésében 38
3.4 Összegzés, részkövetkeztetések 41
4 HALLGATÓI KOMPETENCIÁK ÉS SZAKTUDÁS FEJLESZTÉSÉNEK HÁTTERE ÉS ESZKÖZEI 42
4.1 Adatok és módszerek bemutatása 42
4.1.1 Oktatók számára készült kérdőív 43
4.1.2 Hallgatók számára készült kérdőív 43
4.2 Eredmények és javaslatok bemutatása 44
4.2.1 Oktatók számára készült kérdőív eredményei 44
4.2.2 Hallgatók számára készült kérdőív eredményei 48
4.2.3 A kérdőívek megbízhatóságára vonatkozó vizsgálat 52
4.3 Összegzés, részkövetkeztetések 53
5 HALLGATÓI IGÉNYEK ÉS MOTIVÁCIÓK ELEMZÉSE STATISZTIKAI MÓDSZEREKKEL NAGY CSOPORT ESETÉN 56
5.1 Adatok és módszerek bemutatása 57
5.2 Eredmények és javaslatok bemutatása 58
5.2.1 Hallgatók motivációival kapcsolatos kérdésekre adott válaszok kiértékelése 60
5.2.2 Hallgatói igényekkel kapcsolatos kérdésekre adott válaszok kiértékelése 71
5.2.3 Korrelációelemzés 78
5.2.4 Kérdőív megbízhatóságára vonatkozó információk 80
5.3 Összegzés, részkövetkeztetések 80
ÖSSZEGZETT KÖVETKEZTETÉSEK 83
Új tudományos eredmények 83

Ajánlások 85
IRODALOMJEGYZÉK 87
CITÁCIÓK JEGYZÉKE 97
RÖVIDÍTÉSJEGYZÉK 100
TÁBLÁZATJEGYZÉK 101
ÁBRAJEGYZÉK 103
FÜGGELÉK 105
1. melléklet DigSTEM Kérdőív oktatóknak 105
2. melléklet DigSTEM Kérdőív diákoknak 110
3. melléklet Hallgatói igények és motivációk felmérése a mérnökképzésben kérdőív 113
KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS 118

BEVEZETÉS

A tudományos probléma megfogalmazása

A kockázatalapú gondolkodás a vállalatok működésében egyre nagyobb hangsúlyt kapott az elmúlt évtizedben, különösen igaz ez a globális piacokon működő autóipari vállalatok esetében. A kockázatfelmérés, -kezelés témakörnek azért van nagy jelentősége, mivel egy ilyen szempontból jól felkészült vállalat számos kockázati kihívással szemben ellenállóbbá válik, ami hozzájárul a biztonságos működéshez is. Kutatási tevékenységemben 2010 óta foglalkozom beszállítói értékeléssel és kockázatelemzéssel, elsősorban autóipari vállalatok körében. Bizonyosesetekben az értékelés során alkalmazott szempontok, amelyek kockázati szempontból egyre nagyobb jelentőséggel bírnak, nehezebben értékelhetőek. A megelőző jellegű intézkedések alkalmazása is sok esetben többszereplős, összetett feladat. Számomra a legérdekesebb kockázati csoport mindig is az emberekkel összefüggésben megjelenő kockázatok voltak, mivel oktatási tevékenységemből adódóan én is emberekkel foglalkozom. Az ipari versenyképesség és biztonságos működés fenntartása és fejlesztése jelentős mértékben múlik az emberi erőforrás (HR - human resources) minőségén. A HR-kockázatok, különösen a szaktudás, a soft skillek, vagy éppen a kompetenciák hiánya, és a vállalatok működésére gyakorolt hatása évek óta jelen van, de az Ipar 4.0 és 5.0 megjelenésével még nagyobb hangsúlyt kapott. Ezek egy része az oktatás oldaláról megelőző jelleggel kezelhető lenne. Ugyanakkor ezek pontos feltérképezése, számszerűsítése és kezelése továbbra is kihívást jelent [1,2,3]. A kutatás során azokra a nehezen számszerűsíthető, mégis kritikus tényezőkre fókuszáltam, amelyek az emberi-kockázatok mélyebb rétegeiben húzódnak meg, és összefüggnek a képzési rendszerek (felsőoktatási és felnőttképzési rendszerek) működésével.

Kutatási célkitűzések

1. Feltérképezni a gépipari kockázatokat, amelyekhez a beszállítói értékelési modell illeszkedik

Célom az ipari vállalatok esetében a megjelenő kockázatok feltérképezése, valamint egy az autóipari vállalatok számára jól használható modell kialakítása. A gépiparban megjelenő kockázatok csoportosítása során egyik nehezen értékelhető, de az utóbbi években egyre nagyobb jelentőségű kockázati csoport az emberierőforrással kapcsolatos kockázatok csoportja. Célom, hogy feltérképezzem a szaktudással és a kompetenciák hiányával

összefüggésben megjelenő kockázatokat, a vállalati tréningek és a műszaki felsőoktatásban megjelenő oktatási gyakorlat szerepét.

2. Megvizsgálni a műszaki terület oktatási módszertanát a humán erőforrással összefüggésben megjelenő kockázatok okainak megelőzése érdekében

Célom annak feltárása, hogy az oktatásmódszertan hogyan járulhat hozzá az emberi erőforrással összefüggő kockázatok megelőzéséhez, a műszaki problémák elkerüléséhez, Ipar 4.0 és Ipar 5.0 környezetében. A vizsgálat különösen arra irányul, hogy a megváltozott ipari elvárások, a szaktudás és a soft skillek területén milyen módon befolyásolják a képzőintézmények módszertani döntéseit. Továbbá, hogyan támogathatják a diákok olyan kompetenciáinak kialakulását, amelyek növelik munkaerőpiaci alkalmazkodóképességüket és csökkentik a későbbi humánerőforrás-kockázatokat.

3. Felmérni az műszaki oktatáson résztvevők igényeit és megkeresni a motivációval kapcsolatos összefüggéseket

Célom, a műszaki felsőoktatásban résztvevő diákok igényeinek és motivációinak feltárása, valamint az ezek között megjelenő összefüggések azonosítása, amelyek segítségével támpontok határozhatóak meg, és ezek alapján, a képzés során a hallgatók jól felkészíthetőek az esetleges műszaki problémák megelőzésére, valamint azok kezelésére. A vizsgálat arra irányul, hogy meghatározza, milyen tényezők alakítják a hallgatók tanulással kapcsolatos elvárásait és belső mozgatórugóit, illetve hogyan kapcsolódnak egymáshoz ezek az elemzési szempontok.

A téma kutatásának hipotézisei

1. A létrehozott egyszerűsített, hierarchikus struktúrában feltárt kockázati kategóriákhoz illeszkedő számszerűsített kockázati modell vélhetően mélyebb és egyszerűbb értékelést eredményez az autóipari vállalatok szakértői körében, mint a hagyományos kvalitatív értékelési módszerek.
2. Az ipari vállalatoknál jelentkező tudás- és kompetenciakockázatok elsődleges oka a technológiai fejlődés gyors üteme és a mérnökök képzésében, illetve továbbképzésében megjelenő alkalmazkodási késés.
3. A mérnökképzésben részt vevő hallgatók tanulmányi teljesítményét vélhetően elsősorban a belső motiváció határozza meg, amelyet erősen befolyásol a képzés tudatos választása és a hallgató tanulmányi igényszintje.

Kutatási módszerek

Összegyűjtöttem, elemeztem, értékeltem és szintézist készítettem a témához kapcsolódó releváns szakirodalmakból, hogy helyzetképet kapjak a gépipari vállalatok működése során beazonosítható kockázatairól, különös tekintettel azokra, amelyek a humán erőforrással állnak összefüggésben. A kockázatelemzés területén elsősorban fa struktúrákat alkalmaztam.

A kutatási céljaim elérése érdekében szükséges adatgyűjtést végeztem. Ennek megvalósítására kérdőívet alkalmaztam. Az elemzések és összehasonlítások elvégzéséhez elsősorban statisztikai módszereket választottam. A leíró statisztika mellett az adatok megjelenítéséhez a megfelelő diagramokat (box-plot, pie chart, vonal diagramok, oszlopdiagramok). A korrelációk megállapításához sorrendi skála esetében Spearman korrelációt és annak megjelenítéséhet korreláció diagramot, valamint nominális skála esetében kereszttábla elemzést. A kérdőívek megbízhatóságának vizsgálatára a Cronbach α valamint a McDonald's ω értékeket számítom ki.

Az elemzések elvégzéséhez Jamovi és Minitab statisztikai szoftvereket használtam.

A kutatást 2026.08. 30-án lezártam, ekkor a felhasznált elektronikus irodalom elérhető volt.

1. KUTATÁS ELMÉLETI HÁTTERÉNEK BEMUTATÁSA

1.1 Kockázat fogalma, értelmezése

A kockázatalapú gondolkodás alapvető jelentőségű napjainkban bármely területről legyen is szó. Az elmúlt évek kihívásai (járványhelyzet, háborús konfliktusok, globális piaci változások stb.) a vállalatok számára indokolttá tette átfogó kockázatfelmérés -kezeléssel összefüggésben rendszerek és folyamatok kidolgozását és bevezetését. Az autóipari vállalatok különösen érzékenyek a különböző területeken megjelenő kihívásokra, változásokra [4]. Ezen a területen a vállalati kockázatmenedzsment mellett megjelenik az ellátási láncok kockázatmenedzsmentje is [5].

A kockázat és a kockázatelemzés tématerület alapfogalmai, értelmezésük az elmúlt években jelentős fejlődésen ment keresztül, különösen a műszaki és biztonságtudományi területeken. A külső tényezők mellett a belső változások, a modern technológiai rendszerek egyre összetettebbé válása miatt a kockázatok azonosítása, értékelése és kezelése kulcsfontosságúvá vált a megbízhatóság, a fenntarthatóság és az ellenálló képesség biztosításához. Hangsúlyossá vált, hogy a kockázat nem csupán egy esemény bekövetkezési valószínűségének és következményeinek kombinációja, hanem egy ennél összetettebb, bizonytalansággal terhelt fogalom [6 ,7].

Ebben az alfejezetben a kockázatfelméréssel és - kezeléssel összefüggésben felmerülő alapfogalmakat, definíciókat foglalom össze a legújabb MSZ ISO 31073:2024 Kockázatmenedzsment. Szakszótár szabvány alapján [9].

Magát a kockázatfelmérés-kezelés folyamatát az MSZ ISO 31000:2018 Kockázatmenedzsment. Irányelvek című szabványt alapul véve tekintem át, de az alkalmazott megnevezéseket az MSZ ISO 31073:2024-es szabvány szerint használom. A terminológia egységesítése különösen fontos a különböző iparágak és országok közötti együttműködés szempontjából, ezért hiánypótló az új terminológiai szabvány megjelenése [8].

Az új terminológiai szabványban megtalálható a kockázat definíció: „a bizonytalanság célokra gyakorolt hatása” [9]. A szabvány megkülönböztet pozitív, illetve negatív vagy vegyes kockázatokat a céloktól való eltérés irányának függvényében. Ez lehetőséget biztosít a vállalatok számára, hogy a negatív és a pozitív kockázatokat, amelyek közül az

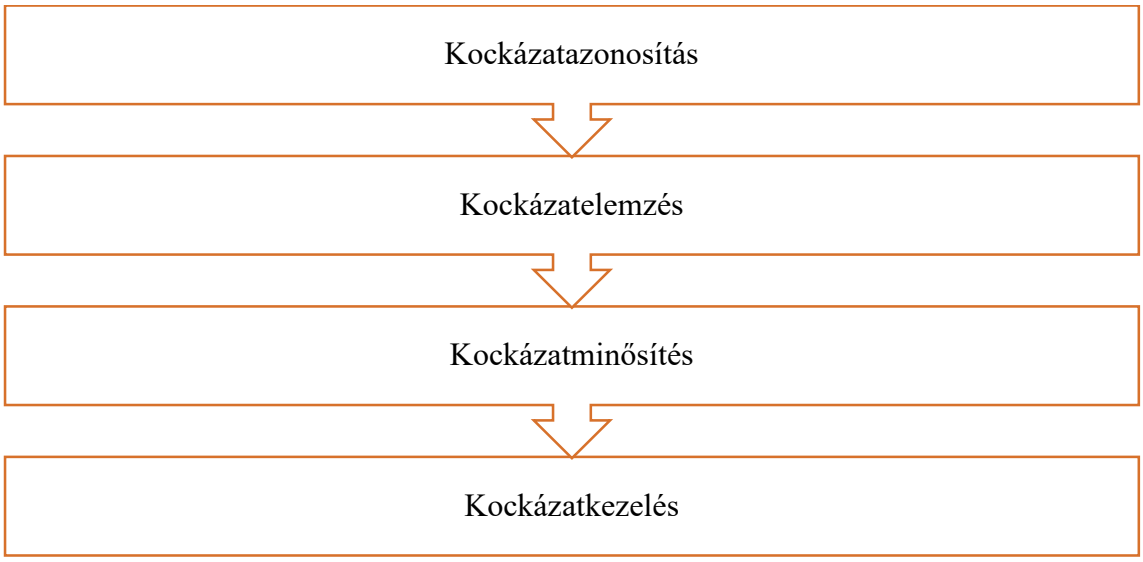
utóbbi lehetőségnek tekinthető. A célokat is különböző szempontok szerint csoportosíthatjuk és különböző szinteken, területeken értelmezhetjük. A szabvány megkülönböztet stratégiai, operatív, illetve taktikai célokat. Szakterületekre vonatkozóan is többféle lehetőséget említ, például pénzügyi, egészségügyi, biztonsági. A kockázat definíció megjegyzésében szerepel, hogy a kockázatot, a kockázatforrásokkal, lehetséges eseményekkel, azok következményeivel, valamint becslési valószínűségükkel jellemezhetjük [9, 8]. A kockázati forrás pedig „olyan elem, ami önmagában vagy kombinálva egy kockázat bekövetkezését idézheti elő [9].

Az évek során a kockázat értelmezésével kapcsolatban több elmélet is napvilágot látott. A kockázat értelmezésével kapcsolatban nincs teljesen egységes álláspont a szakértők között [4]. Gyakran definiálják úgy, mint egyéntől függetlenül bekövetkező eseményeket, amelyek negatív hatással van a kimenetre az a célok elérésére [10,11]. A kockázat többdimenziós jelenség, amely egyszerre tartalmaz objektív, úgymint valószínűségi és szubjektív, mint például észlelési, társadalmi, szervezeti elemeket. Emiatt máig nincs teljesen egységes definíció, a mérnöki, pszichológiai, társadalomtudományi és szervezeti kutatások más-más aspektust tekintenek elsődlegesnek. A 2019 utáni publikációk különösen a komplex rendszerek, a bizonytalanság, a humán tényezők, valamint a kockázatészlelés és döntéshozatal szerepét emelik ki [12,13,14].

A legújabb elméletek szerint a kockázat nem pusztán egy esemény bekövetkezési valószínűsége és következménye, hanem dinamikus, kontextusfüggő konstrukció, amelyet a technológiai környezet, a szervezeti kultúra, a társadalmi normák és az egyéni kognitív folyamatok egyaránt alakítanak [13,15, 16].

1.2 Kockázatfelmérés -kezelés folyamata

A kockázatfelmérés és kezelés folyamata több lépésből áll, amelyet a terminológiai és kockázatmenedzsment rendszerrel kapcsolatos követelmény szabvány részletesen ismertet. Minden egyes lépéshez több eszköz kapcsolható. Vannak olyan módszertanok, amelyek a teljes folyamat során alkalmazhatóak, azonban vannak olyan eszközök, amelyek egy-egy lépésnél hatékonyabban használhatóak, egy másiknál viszont egyáltalán nem [9]. A kockázatfelmérés -kezelés folyamata vagy kockázatértékelés -kezelés folyamata az 1. ábrán látható. A folyamat leírása során az MSZ ISO 31073:2024-es szabvány terminológiáját használtam az értekezésben, amely kisebb eltéréseket mutat az MSZ EN IEC 31010:2020-as szabványban bemutatott folyamat elemeinek megnevezésétől [9, 17].



1. ábra Kockázatfelmérés -kezelés folyamata [18]

A kockázatfelmérés -kezelés folyamatát megelőzi a vállalat külső és belső környezetének elemzése. A külső környezet azon külső tényezők összesége, amiben a vállalat el kívánja érni a céljait. Erre alapvetően nincs sok ráhatása, inkább alkalmazkodnia kell hozzá, így fontos, hogy a vezetőség felmérje és tisztában legyen vele. A belső környezet pedig a vállalaton belül értelmezhető adottságok összessége. Erre van ráhatása a vállalatnak. A külső és belső környezet így a folyamat bemenete lesz, annak alapját képezi. A kockázatfelmérés -kezelés folyamata 4 szakaszból áll. Az kockázatazonosítás szakaszában történik a kockázatok feltárása, felismerése és leírása. Ebben a fázisban a kockázati források, események, következmények azonosítása is a feladatok közé tartozik. A kockázatok azonosítása megalapozott kell, hogy legyen, célszerű csoportban dolgozva, megfelelő technika, általában valamilyen ötletgeneráló, illetve az ötletek strukturált gyűjtésére alkalmas eszköz segítségével elvégezni. Az ISO 31073-as szabvány definíciója szerint a kockázatazonosítás egy „Folyamat a kockázatok feltárására, felismerésére és leírására” [9]. Két további megjegyzést is tartalmaz a definíció. A kockázatazonosítás tartalmazza a kockázatforrások és események, illetve azok okainak és lehetséges következményeinek azonosítását. A másik megjegyzés szerint ez a folyamat magába foglalhatja az előzmény-adatokat, az elméleti elemzést, a megalapozott és szakértői véleményeket, valamint az érdekelt fél szükségleteit [9].

A kockázatelemzés szabvány szerinti definíciója szerint egy „a kockázat jellegének megértésére és a kockázati szint meghatározására irányuló folyamat” [9]. A kockázatok meg-

értéséhez hozzátartozik, hogy feltárjuk annak következményeit és megvizsgáljuk bekövetkezésének okait. Erre például nagyon jól alkalmazhatóak a hierarchikus struktúrák és 5 Miért? módszer kombinációja, amelynek segítségével a gyökérokok is meghatározhatóak. Hierarchikus struktúra például a fa diagram, amelynek több típusa létezik és a kapcsolatok vertikális, valamint horizontális feltárását, megjelenítését is lehetővé teszi. Kiegészíthető továbbá valószínűségi értékekkel, így a számszerűsítésre is lehetőség van. Az 5 Miért? módszer viszonylag egyszerű, szisztematikus hibaok keresést tesz lehetővé, tehát ha kombináljuk egy hierarchikus struktúrával akkor mélységi elemzés végezhető [19]. A kockázati szint „egy kockázat vagy kockázatok kombinációjának nagysága, a következmények és azok becslési valószínűségének kombinációjaként kifejezve" [9]. A kockázatminősítés (risk evaluation) fázisában a kockázatelemzés során kapott eredmények összevetése történik a kockázati kritériumokkal. Ehhez többféle módszer alkalmazható, például kockázati mátrix, amely segítségével vizuálisan megjeleníthetők az egyes kockázati szintek és a feltárt kockázatok is elhelyezhetők a becsült súlyosság és bekövetkezési gyakoriság szerint. Ez alapján megállapítható, hogy a kockázat a szervezet számára elfogadható, tolerálható, vagy sem. Amennyiben nem, abban az esetben a kockázatot kezelni szükséges. A kockázatkezelés (risk treatment) „a kockázat módosításra irányuló folyamat" [9]. Többféle lehetőség van a kockázatok kezelésére. Kockázatcsillapítás esetében a következmény súlyosságának csökkentése a cél. Megosztható más partnerekkel a kockázat, megpróbálható elkerülni, áthárítani vagy a bekövetkezési valószínűséget csökkenteni vagy az érintett tevékenységet megszüntetni. Elfogadható a kockázat tudatos döntéssel. Ebben az esetben tisztában kell lennie a vállalatnak az elfogadott kockázat bekövetkezési valószínűségével és a következmény súlyosságával is. Amennyiben pozitív kockázatról van szó, akkor vállalható a kockázat annak kiaknázása céljából. A kockázatkezelés során ügyelni kell arra, hogy új kockázatok keletkezhetnek, illetve módosulhatnak meglévő kockázatok [17]. A kockázatok kezelése során figyelembe kell venni a befektetett idő energia, pénz mértékét és arányosságra kell törekedni, valamint a folyamat során el kell fogadni, hogy bizonyos mértékig szubjektív lesz értékelés. Természetesen célszerű ezt a lehető legalacsonyabb szintre csökkenteni.

Az egyes fázisok elvégzéséhez nagyon sok további eszköz áll rendelkezésre [20, 21, 22]. Kifejezetten a kockázatfelmérés -kezelés folyamatához alkalmazható eszközöket az ISO 31010:2019-es szabvány tartalmazza, amely a kockázatfelmérés és -kezelés folyamatának minden lépéséhez eszközcsoportokat ajánl. Az eszközök az egészen egyszerűtől a

komplex megoldásokig skálázhatók. Nagyrészt részletes leírásuk is megtalálható a szabványban. Az egyszerű módszerek esetében átfogó leírások, a komplex kockázatelemző eljárások esetében a módszertan rövid bemutatása mellett hivatkozás is található a részletes leírásához. Ez utóbbi javasolt is, mivel a szabványban csak nagyon kis terjedelemben jelenik meg az ismertető, amely nem teszi alkalmassá a módszertan korrekt alkalmazását [23].

1.3 Kérdőív készítésének és kiértékelésének elméleti háttere

1.3.1 Kérdőív készítés elméleti háttere

A kutatások elvégzése során nagy mennyiségű, strukturált információgyűjtést tesz lehetővé a kérdőíves felmérés, ezért az egyik legelterjedtebb eszköz. Amennyiben a minta reprezentatív, megfelelő mennyiségű és minőségű adatot sikerül összegyűjteni, akkor a levont következtetések általánosíthatók. A kérdőívek készítése során több lépésen keresztül kell haladni, ezt mutatja be a 2. ábra. Első lépésként az előkészítés szakaszban, az információgyűjtés célját, valamint a kérdőív témáját kell meghatározni, illetve az információ gyűjtés módját.



2. ábra Kérdőív tervezés folyamata (saját szerkesztés)

Az online kérdőívek hatékonyak lehetnek, ha nagy mennyiségű adatot szükséges összegyűjteni. Ennek megvalósítására ma már több lehetőség áll rendelkezésre. Kérdések tekintetében kétféle kérdéstípus is alkalmazható zárt, illetve nyitott. Zárt kérdések esetben adott válaszlehetőségekből lehet választani. Amennyiben csak két válaszlehetőség van (igen/nem, igaz/hamis), akkor dichotómnak nevezzük, lehet továbbá feleletválasztós (egy válasz elfogadott) vagy többválaszos, illetve alkalmazhatunk Likert- skálát a válaszok esetében. Az alkalmazott skála attól függően, hogy milyen típusú (nominális, ordinális/sorrendi, intervallum vagy arányskála) meghatározza későbbiekben a válaszok feldolgozási módját [24, 25].

Nyitott kérdés esetén a válaszadó bizonyos terjedelmi korlát mellett saját szavaival fogalmazhatja meg a választ. Ezek keveréke a félig zárt kérdéstípus, amikor is a kötött, választható válaszok mellett lehetőség van egy további rövid válasz megadására, amennyiben szükséges [25, 26].

1.3.2 Leíró statisztika

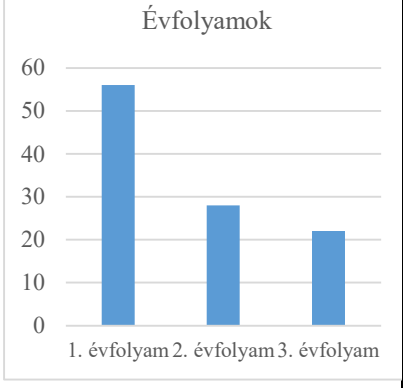
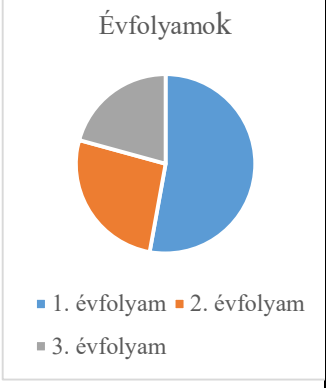
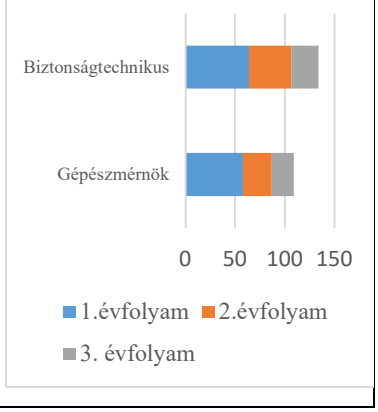
A kérdőíves kutatások elemzésének egyik legalapvetőbb és legfontosabb lépése a leíró statisztika alkalmazása, amely áttekintést ad a minta jellemzőiről. A leíró statisztika módszerei, mint a gyakorisági mutatók, arányszámok, átlagok, szórások vagy akár a normalitásvizsgálatok olyan alapinformációkat szolgáltatnak, amelyek elengedhetetlenek a későbbi vizsgálatokhoz. A kvantitatív kutatások módszertani irányelvei szerint a leíró statisztikai elemzés az adatminőség, a normalitás és a skálák működésének előzetes ellenőrzésében is kulcsszerepet játszik [27].

1.3.3 Grafikus elemzés eszközei

A statisztikai jellemzők kiszámításán túl a kérdőívek eredményeinek megjelenítése során egy jól megválasztott informatív diagram sokat segíthet az értelmezésben.

A kérdőívben alkalmazott mérési skála függvényében az eredmények megjelenítésére más-más típusú diagramot érdemes használni. Mindenképpen érdemes végig gondolni, hogy milyen eredményt milyen formában kell megjeleníteni és ehhez megválasztani az eszközt, valamint azt a statisztikai programot, amelynek segítségével az ábrát el lehet készíteni.

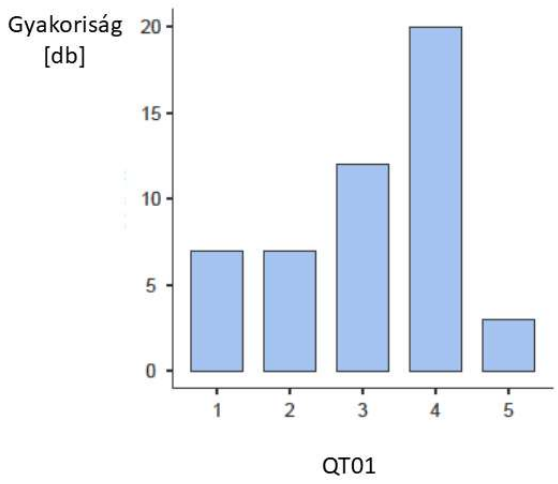
Nominális skála esetén használatos a táblázatos megjelenítésen túl az oszlopdiagram a válaszok gyakoriságának szemléltetésére vagy 100%-os oszlopdiagram, amely a válaszok arányait is megmutatja a kördiagramhoz hasonlóan [28, 29]. Két vagy több nominális változó kapcsolatának szemléltetésére pedig javasolt a Mosaik diagram. Ebben az esetben a csempe területe arányos az esetszámmal [32], amely nagyon szemléletes eszköz az eltérések bemutatása során. Az 1. táblázatban minden diagram típusra található példa. Az oszlopdiagram esetében egyes évfolyamokra járó hallgatók gyakorisága látható, az utolsó, Mosaik diagramon két képzésre, különböző évfolyamokra járó hallgatók gyakorisága figyelhető meg.

Oszlopdiagram	Kördiagram	Mosaik diagram
		

1. táblázat Diagram típusok (saját szerkesztés)

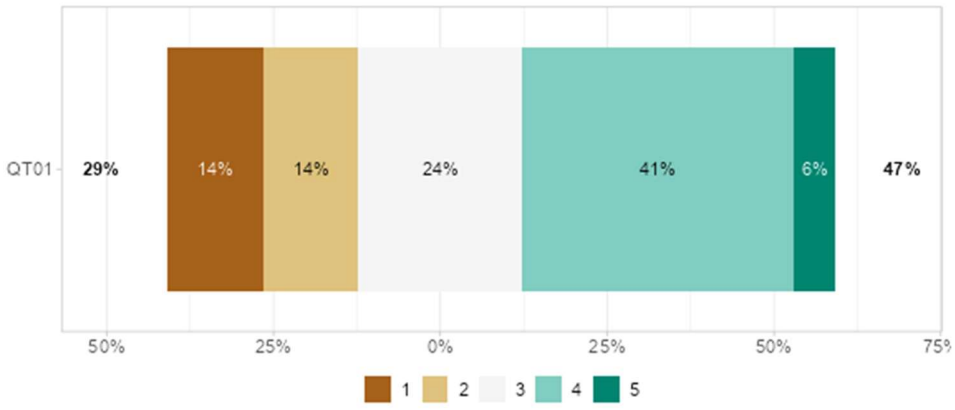
Az ordinális vagy más néven sorrendi skála rendezett, a társadalomtudományi és piackutatási mérések egyik leggyakrabban alkalmazott skálatípusa, mert lehetővé teszi a kategóriák sorrendjének meghatározását anélkül, hogy a kategóriák közötti távolságok egyenlőségét feltételezné. Az ordinális változók esetében a válaszkategóriák rangsorolhatók (pl. elégedetlen, semleges, elégedett), de nem tudható, hogy a kategóriák közötti különbségek mekkorák, illetve azonos nagyságúak-e. Emiatt az ordinális skálák elemzésekor a medián, a percentilisek, valamint a nemparaméteres próbák (pl. Mann-Whitney, Kruskal–Wallis) alkalmazása módszertanilag nem tekinthető helyesnek [30]. Ennek a skálatípusnak az előnye, hogy egyszerre biztosítja a kvalitatív jelentés és a kvantitatív rangsor kombinációját, így alkalmas attitűdök, preferenciák és elégedettségi szintek mérésére is [31].

Sorrendi skálán mért jellemzők vizuális megjelenítésére több diagramtípus is választható. Az egyik az ún. rendezett oszlopdiagram, amelyben a kategóriák sorrendjét meg kell tartani [32]. Például az „egyáltalán nem értek egyet (1)” a skála negatív, amíg a „teljesen egyetértek (5)” a pozitív vége. Erre látható egy példa a 3. ábrán.



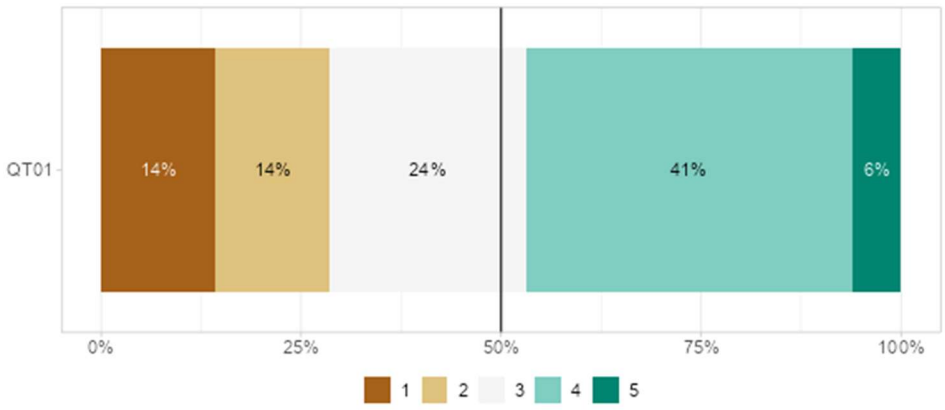
3. ábra Oszlopdiagram a QT01 kérdésre adott válaszok gyakoriságai alapján (saját szerkesztés)

Divergens (középre igazított) Likert-diagram (4. ábra)**,** amelyben a semleges kategória középen jelenik meg, a pozitív illetve negatív válaszok pedig két irányba bontva mutathatók meg, az előző példának egy másik megjelenítési lehetősége [33].



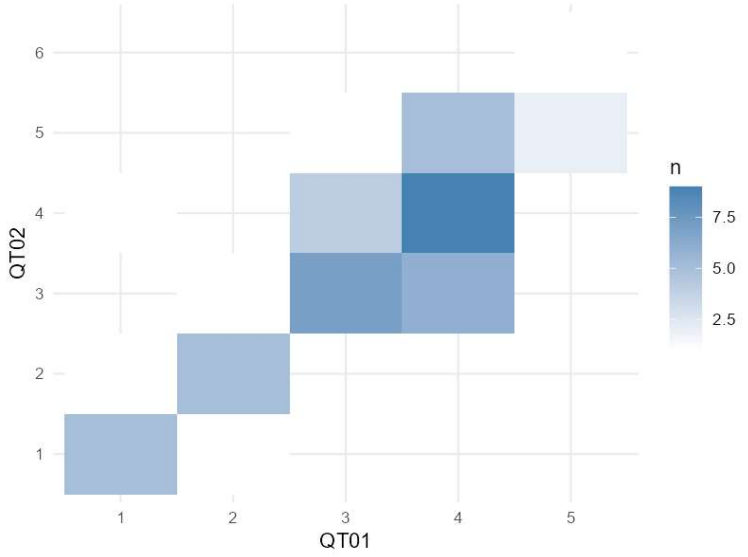
4. ábra Középre igazított stacked diagram (saját szerkesztés)

100%-os (stacked) oszlopdiagram esetében, ha a „rész–egész” arány a fontos (pl. pozitív/semleges/negatív megoszlás) százalékos skálán célszerű megjeleníteni. A példában egy 5 fokozatú Likert skálát alkalmaztam a lehetséges válaszokra vonatkozóan. A teljes oszlop 100%-ot jelent, és ezen belül látható, mekkora részt képviselnek az egyes kategóriák (5. ábra) [34].



5. ábra Halmozott/100 %-os stacked diagram (saját szerkesztés)

A heatmap (hőtérkép), olyan vizuális eszköz, amely két változó, kapcsolatát színintenzitással jeleníti meg. Minél sötétebb egy cella, annál nagyobb az adott érték vagy gyakoriság [35, 36]. A példában (6. ábra) két kérdésre (QT01 és QT02) adott válaszokra készítettem egy hőtértképet. A QT01 kérdés esetében 5 fokozatú, QT02 kérdés esetében 6 fokozatú Likert skálán értelmezhetők a válaszok. A példa szempontjából a kérdés most lényegtelen. A vízszintes tengelyen a QT01 válaszai, a függőleges tengelyen a QT02 válaszai szerepelnek, és minden cella színe azt mutatja, hány válaszadó adta az adott válaszkombinációt. Így a hőtérkép tulajdonképpen egy kereszttábla vizuális, gyorsan értelmezhető változata, mert könnyen észrevehető, hol koncentrálódnak a válaszok, mely kombinációk gyakoriak, és hol vannak ritka mintázatok [35, 36].

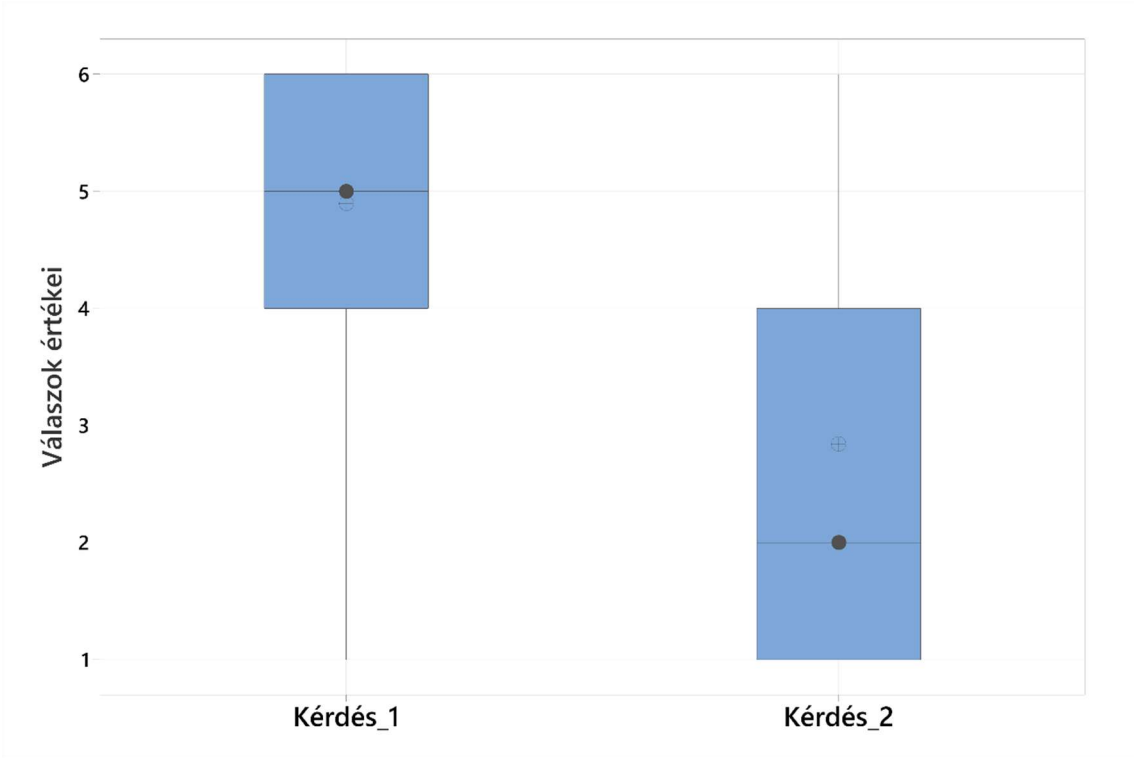


6. ábra Heatmap példa két kérdésre adott válaszok alapján (saját szerkesztés)

A módszer előnye, hogy a színskála segítségével könnyen felismerhetők a mintázatok, a korrelációk vagy az eltérések, amelyeket egy hagyományos táblázatban sokkal nehezebb

észrevenni [37]. Ebben az esetben a hőtérkép megmutatja, mely QT01 válaszok társulnak leggyakrabban bizonyos QT02 válaszokkal, vagyis hogyan viselkedik együtt a két kérdés. A módszer széles körben használt a kategóriaváltozók vizualizációjában, és különösen hatékony Likert-típusú kérdések összevetésére [37].

A kalicka diagramot (Boxplot) sokpontos (pl. 7–10 fokú) ordinális skálán, illetve nagyobb elemszámú mintánál alkalmazhatjuk csoportok eloszlásának összevetésére. Szemléltethető az átlag, a medián és a kvartilisek, ezek alapján összehasonlítások végezhetőek [32]. A 7. ábrán látható erre a diagram típusra példa. Itt két kérdés esetében 6 fokozatú ordinális skálát használtam és a kapott válaszok alapján látható, hogy a két kérdés esetében a középértékek jelentősen eltérnek, valamint a kvartilisek is láthatóan más-más mértékű ingadozást mutatnak. Az ábrán a teli pont jelöli az átlag értékét és a kör kereszttel a mediánt. Amennyiben a két érték azonos, akkor csak a teli pont látszik. Csillaggal a szélsőséges (kieső) értékek jelennek meg.



7. ábra Példa kalicka (Boxplot) ábrázolásra (saját szerkesztés)

1.3.4 Korreláció elemzés

A korreláció elemzés két változó közötti kapcsolat vizsgálatára alkalmas. Alapvetően két típusa van a Pearson féle és a Spearman féle korreláció. A Pearson-féle korreláció esetében két változó közötti összefüggés vizsgálható egy lineáris korrelációs együttható meghatározásával, a következő képlet alapján.

$$r = \frac{\sum_{i=1}^{N}(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^{N}(x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^{N}(y_i - \bar{y})^2}}$$

ahol $\bar{x}$ az x_i, $\bar{y}$ az $y_i$változók átlagait jelentik. Az így kapott együttható értéke alapján amely -1 és 1 között változhat, értékelhető a két változó közötti kapcsolat, amely nem okokozati jellegű [43]. A Pearson-féle korrelációs vizsgálatnak több előfeltétele is van, egyrészt a normális eloszlás megléte, linearitás valamint a változó intervallumskálán történő értelmezése. Sok esetben a vizsgált változók nem normális eloszlást követnek, így a korrelációsvizsgálatok egy része például a Pearson-féle korreláció nem megfelelő az elemzés elvégzésére, mivel torzul az eredmény. [38]. Emiatt a kapott eredményeim vizsgálatára a Pearson-féle korreláció sajnos nem alkalmazható.

A Spearman-féle rangkorrelációs együttható egy jól alkalmazható statisztikai eszköz a vizsgálataim elvégzéséhez, mivel a Pearson-féle korrelációs elemzéssel szemben nem szükséges szigorú előfeltételeknek megfelelni. Ordinális skála esetén kifejezetten javasolt a Spearman-féle elemzést választani [38,39].

A Spearman-féle rangkorrelációs együttható (Spearman's rho, ρ) egy nemparaméteres statisztikai mutató, amelynek segítségével két változó közötti monoton kapcsolat erőssége és iránya is mérhető. A módszer alapja, hogy az eredeti értékeket rangsorrá alakítjuk, majd a rangszámokra számítjuk ki a Pearson-féle korrelációt. Emiatt a Spearman-korreláció kevésbé érzékeny a kiugró értékekre, és nem igényli a normalitás feltételét. Széles körben alkalmazható ordinális skálájú adatok, torz eloszlások vagy nemlineáris, de monoton kapcsolatok esetén. Az elemzés során az alkalmazott statisztikai szoftver az adatokat rangokká alakítja, majd megvizsgálja, hogy ezek a rangok hogyan kapcsolódnak egymáshoz [40, 41].

A korreláció számításához s ismertetem az alkalmazott számítási képletet, valamint az értelmezésére vonatkozóan néhány tudnivalót.

$\rho = \frac{\mathrm{Cov}(R_X, R_Y)}{\sigma_{R_X}\sigma_{R_Y}}$ [38]

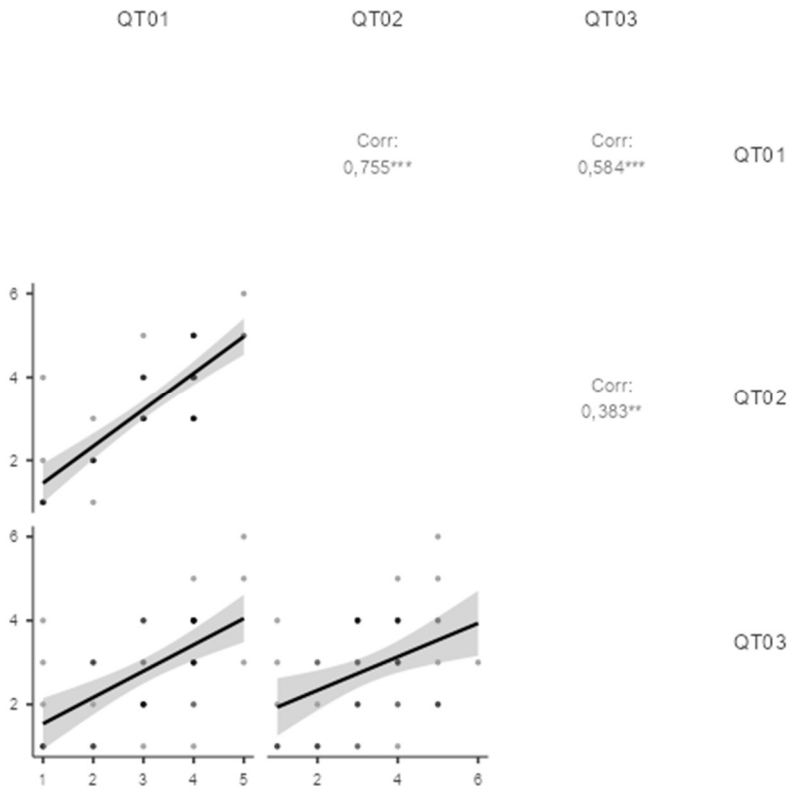
ahol

- R_X, R_Y– az X és Y változók rangjai
- Cov– kovariancia
- σ– szórás

A Spearman-korreláció értéke **–1 és +1** között mozog.

- **+1**: tökéletes monoton növekvő kapcsolat
- **0**: nincs monoton kapcsolat
- **–1**: tökéletes monoton csökkenő kapcsolat

A korreláció számítása mellett az eredmények ábrával is szemléltethetők. Az ábrán a Corr:0,800***, Corr: 0,587 és a Corr: 0,411** a ρ értéke, a szoftverben a csillagok jelentik a szignifikanciaszintet, amelyek a következők, * p < .05, ** p < .01, *** p < .001 (8. ábra).



8. ábra Korreláció mátrix három kérdés esetében

A korreláció mátrixban (8. ábra) 3 kérdés esetében látható a korreláció vizsgálat eredménye grafikusan is szemléltetve. A mátrix egyik felében a grafikonok láthatók, a másikban a korrelációs együtthatók. QT01 kérdés esetében 5 fokozatú Likert skálát alkalmaztam, a másik két kérdés esetében 6 fokozatút. A válaszok alapján látható, hogy a legerősebb korreláció QT01 és QT02 válaszai között volt. Az ehhez tartozó grafikon QT01 oszlopában, QT02 sorában található. A rangkorrelációs együttható (ρ) 0,755. A másik két esetben jóval alacsonyabb értékek jöttek ki, QT01 és QT03 esetében 0,584, QT02 és QT03 esetében pedig 0,383. Az alsó sorban található grafikonokon is megfigyelhető, hogy a szoftver által illesztett egyenesek körül a pontok nagyobb szóródást mutatnak, mint a mátrix középső sorában lévőnél. A korreláció mátrix előnye, hogy szemléletes, könnyen összevethetők az eredmények mind grafikus, mind numerikus szempontból.

1.3.5 Kereszttábla-elemzés

A kereszttábla-elemzés a kérdőíves kutatások meghatározó kiértékelő módszere, amely két vagy több kategóriaváltozó kapcsolatát vizsgálja. A lényege, hogy a válaszok gyakoriságát táblázatos formába rendezi, így megmutatva, hogyan oszlanak meg az egyik változó kategóriái a másik változó kategóriáin belül. A kereszttáblát a kategóriaváltozók közötti mintázatok és összefüggések egyik legalapvetőbb feltáró eszközeként tartják számon [42].

A kereszttábla elemzés elvégzése során figyelembe kell venni a vizsgált jellemző típusát. Nominális skála esetében a válaszok között nem értelmezhető sorrendiség, míg az ordinális skálán igen. A nominális skálán értelmezhető válaszok esetében vizsgálhatók az összefüggések és azok erőssége. A vizsgálatok típusai függenek a tábla nagyságától is.

Van néhány feltétele a kereszttábla elemzés elvégezhetőségének, annak érdekében, hogy az eredmény helyes legyen. A megfigyelések esetében fontos, hogy egy érték csak egy cellában szerepelhet, tehát függetlennek kell lennie. A módszer két vagy több változó közötti összefüggés megállapítására alkalmas. A vizsgálat során figyelembe kell venni a változók közötti függőségi viszonyokat, mert ez az eredmények értelmezését befolyásolhatja.

Az elemzés egyik alapfeltétele, hogy a táblázat celláiba beírt megfigyelések száma alulról korlátos. Kis számú megfigyelés és magas skálakategória szám esetében több cella üresen maradhat, ezért előfordulhat, hogy kategorizálásra van szükség. A változók számának egy-egy cellában legalább 1-nek kell lennie a χ^2-próba elvégzéséhez, valamint a cellák

maximum húsz százalékában lehet a várható érték kisebb mint 5. Utóbbi feltétel szigorúbb változata, hogy minden cella várható értéke minimum 5 kell, hogy legyen annak érdekében, hogy az elemzés megbízható legyen. Amennyiben a χ^2-próba feltételei nem teljesülnek, akkor lehetőség van új kategóriák létrehozására, így az eredmények újrakódolására vagy további adatgyűjtésre, hogy megfelelő mennyiségű információ álljon rendelkezésre [43].

Az összefüggés vizsgálatára elsősorban Pearson-féle χ^2 (Khi-négyzet) statisztikai próbát érdemes végezni. Ennek segítségével elsősorban két változó közötti összefüggés statisztikai szignifikanciáját lehet mérni. A nullhipotézis az, hogy nincs kapcsolat a két változó között (H_0). A kapcsolat vizsgálata során először is abszolút gyakoriságokra (számokra) van szükség. Amennyiben százalékos értékek állnak rendelkezésre, akkor transzformálásra van szükség a számítások elvégzése érdekében.

A vizsgálat során az oszlopok és sorok értékei alapján meghatározható egy számított érték, amelyhez a következő képlet alkalmazható [43,45]:

$$\chi^2 = \sum_i \sum_j \frac{\left(O_{ij} - E_{ij}\right)^2}{E_{ij}}$$

ahol O_{ij} –megfigyelt gyakoriság, E_{ij}-várható gyakoriság, i=1,…,r (r a sorok száma), j=1,…,c (oszlopok száma).

A szabadságfok kiszámítása a következő képlet alapján történik:

$$df = (r-1)(c-1)$$

A számított értéket összehasonlítva az elméleti, Khi-négyzet eloszlás kritikus értékeinek táblázatából [44] kivett értékkel megállapítható, hogy van-e összefüggés a két jellemző között. Amennyiben a számított érték nagyobb, mint az elméleti adott bizonytalanság mellett, akkor a null hipotézis elvethető. Fontos megjegyezni, hogy a Khi-négyzet próba mintaelemszám függő, ami azt jelenti, hogy a minta nagysága befolyásolja, tehát lehetséges, hogy alacsonyabb mintaelemszám esetében fals eredményt ad.

A Khi-négyzet érték kiszámítása után a kapcsolat erősségét is meg lehet határozni. Az alkalmazott skála típusától függően több módszer közül is lehet választani (pl. Phi-együttható, Cramer-féle V, Kontingencia-együttható) [45].

1.3.6 Kérdőív megbízhatósága

A kérdőíves mérés megbízhatósága azt fejezi ki, hogy az alkalmazott skálák mennyire szolgáltatnak következetes, stabil és ismételhető eredményeket. A megbízhatóság a mérés hibájának csökkentésével közvetlenül befolyásolja a statisztikai elemzések során talált összefüggések és az azokból levont következtetések helyességét [46].

A kérdőív megbízhatósága több nézőpontból vizsgálható, de elsősorban a belső konzisztencia (pl. Cronbach α, McDonald ω) az, amit a vizsgálataim során ellenőriztem. A korszerű pszichometria felhívja a figyelmet arra, hogy az egyes mutatók eltérő feltételezéseken alapulnak, ezért körültekintően érdemes eljárni. Például a Cronbach α esetében óvatosan kell alkalmazni a vizsgálatot, amennyiben a kérdések nem csak egy témára vonatkoznak, mert félrevezető eredményt adhat. Amennyiben heterogén felépítésű a téma a kérdőív vizsgálatánál célszerű faktoranalitikus megközelítésekre és alternatív becslőkre (különösen McDonald ω) támaszkodni [47].

A McDonald ω a belső konzisztencia egy faktoranalitikus alapú becslője, amely a faktorterheket és a hibatagokat használja fel, így kevésbé érzékeny a tau-ekvivalencia megsértésére, és reálisabb képet adhat a skála valódi megbízhatóságról, különösen többdimenziós vagy heterogén tényezők/kérdések esetén. Gyakorlati ajánlás α-val együtt az ω kiszámítása is szükséges, mivel ez növeli a megbízhatóság-interpretáció robusztusságát [48].

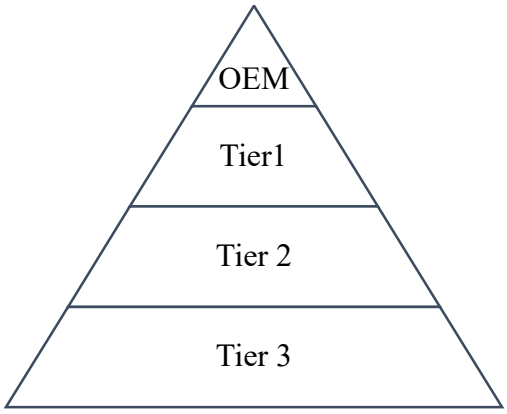
Az utóbbi évek vitája különösen a Cronbach α körül erősödött a szakértők körében. Egyrészt kimutatható az ún. "küszöbérték-követés" és "alpha-hacking" (feltűnő felhalmozódás a 0.70-es határ körül), ami módszertani torzításokra utal [49], másrészt szimulációk alapján megállapítható, hogy a "megfelelő" alfa nem univerzális, hanem a kérdések számától, a Likert-kategóriák számától és a várt kérdések közötti korrelációtól függően kell referenciapontot meghatározni [23].

A mintanagyság is kritikus tényező: szimulációk és empirikus vizsgálatok alapján legalább 100 fős minta ajánlott a stabil megbízhatósági becsléshez [50].

2. KOCKÁZAT CSOPORTOK ÉS BESZÁLLÍTÓI ÉRTÉKELÉSI MODELL AUTÓIPARI VÁLLALATOK SZÁMÁRA

2.1 Autóipari beszállítók és a beszállítói lánc felépítése

Az autóipar a 20. század végére egyre strukturáltabbá vált, és többszintű beszállítói láncok alakultak ki. A 9. ábra mutatja a négy szintű autóipari beszállítói lánc piramis szerű felépítését. A piramis csúcsán az OEM (Original Equipment Manufacturer), a végterméket gyártó vállalat helyezkedik el. (Pl. Suzuki, Mercedes-Benz stb.). Alatta 3 szint jelenik meg. A Tier 1 szinten a közvetlen beszállítók helyezkednek el, a Tier 2 szinten a Tier 1 szinten lévő vállalatok beszállítói Tier 3 szinten pedig általában az alapanyag vagy egyszerű alkatrészek, technológiák beszállítói.



9. ábra Beszállítói piramis [51]

A beszállítói lánc minden szintjén számos vállalat működik, változó nagy mennyiségű és sokszor eltérő autóipari alkatrészt gyártanak [52]. A beszállítókkal szemben egyre részletesebb és szigorúbb követelmények jelentek meg. Az ár és a magas minőség mellett más szempontok (pl. biztonság, információbiztonság) is előtérbe kerültek. A gyors technológiai fejlődés nagyobb rugalmasságot követel meg a beszállítóktól. Az egyes beszállítók, különböző termékeikkel más-más szinten is megjelenhetnek akár ugyanabban, akár eltérő beszállítói láncokban is [56,57].

Fontos szempont a beszállító vállalat megbízhatósága is. A beszállítók kiválasztási folyamatában a vevő részletes információkat kér a vállalatról, a gyártási folyamatokról és feltételekről, amelyeket később rendszeresen auditál. A megfelelő beszállító-kiválasztási rendszer kulcsfontosságú az autóipari vállalatok számára, mivel a nem megfelelő beszállító komoly üzleti kockázatot jelenthet egy autóipari vállalat számára. Érdekes kérdés, a

teljes beszállítói lánc kockázatainak számítása is ugyanakkor jelen kutatás terjedelmi korlátja nem teszi lehetővé ennek részletezését [53, 54, 55].

A kockázatalapú gondolkodás fontos szerepet játszik a minőségirányítási rendszer kialakítása és működtetése során, ahogy az az MSZ EN ISO 9001:2015 szabványban is megjelenik, valamint az ISO/TS16949-es autóipari vállalatok többletkövetelményeit tartalmazó szabványnak is alapját képezi [56]. Így a beszállítók és a beszállítói lánc kockázatalapú értékelése kiemelt jelentőségű [57], mivel a beszállítók nagy hatással vannak az OEM-ek termékeinek minőségére, valamint azok működésbiztonságára. Az OEM-ek határozzák meg a Tier 1 és Tier 2 vállalatok követelményeit. Megbízható beszállítói láncokra van szükség, amelyek jellemzője, hogy többszintű piramis jellegű a felépítésük.

2.2 Kockázatok típusai autóipari vállalatok esetén

Az autóipar jelentős mennyiségű terméket hoz létre évről évre és nagyon érzékeny iparág. Az autóipari vállalatok a termékekhez szükséges alkatrészek legyártását, valamint tevékenységeikhez kapcsolódó szolgáltatásokat sokszor egymástól független beszállítóktól vásárolják meg. A vevő számára létfontosságú, hogy a megrendelt terméket megfelelő időben, mennyiségben és minőségben kapja meg. Az is előfordul, hogy a beszállító részt vesz bizonyos termékek fejlesztésében és ez még szorosabb együttműködést igényel. A beszállítói lánc minden egyes szintjén látható, hogy a vevő-beszállító kapcsolat rendkívül fontos, meghatározó a kimenet szempontjából. Éppen ezért a beszállítók kiválasztása, illetve értékelése meghatározó egy autóiparban tevékenykedő vállalat számára. Ennek során célszerű egy megfelelő részletességű kockázatelemzést végezni, amelynek eredményei alapján reális kép alakulhat ki a beszállítóról [58, 59,60].

A beszállítói kiválasztás folyamata során a vállalatoknak figyelembe kell venniük a vonatkozó szabályozó dokumentumokat, autóipari többletkövetelményeket (pl. IATF 16949), valamint az ISO 9001:2015 minőségirányítási rendszer előírásait. Az ISO 9001 különösen nagy hangsúlyt helyez a kockázatalapú gondolkodásra, amely egy autóipari vállalat esetében a vállalati kockázatokon túl, a beszállítói lánc kockázatainak azonosítását és értékelését is magában foglalja [56, 61].

A megvalósítás ugyanakkor közel sem egyszerű feladat. A vállalatok számára a kockázatmenedzsment témához kapcsolódóan három különböző szabvány is megjelent, amelyekről az 1.1 és 1.2 alfejezetekben részletesebben is írtam. Ezek a dokumentumok segítik

a kockázatértékelési keretrendszer kialakítását azok átfogó kezelésének elősegítése érdekében, a kockázatfelmérés és -kezelés folyamatának elvégzését és hasznos eszközöket is ajánl a folyamat egyes fázisaihoz [17,62]. Az egyszerűbb módszerek mellett komplex módszertanok is megjelennek, mint például a hibamód és -hatáselemzés (FMEA). Pokorádi és szerzőtársai több példát is bemutatnak ezen a területen, különösen fuzzy adathalmazokon alapuló megközelítéseket [23, 63, 64].

A megfelelő részletességű beszállítói kockázatelemzés elengedhetetlen ahhoz, hogy a vállalat reális képet kapjon a beszállító teljesítőképességéről, megbízhatóságáról és a potenciális kockázatokról [65].

A beszállítói értékeléshez elengedhetetlen egy átfogó szempontrendszer kidolgozása. Ennek érdekében szakértői interjúk készültek autóipari vállalatok minőségbiztosítási területen dolgozó valamint folyamatmérnökeivel. A kockázati kritériumrendszer a kutatás időpontjában elérhető dokumentumok, esettanulmányok és szakértői interjúk során feltárt információk összevetésével történt. A kockázati csoportok és azon belül meghatározott szempontok a 2. táblázatban illetve a 3. táblázatban láthatóak.

A szempontokat kategóriákba soroltam, a könnyebb átláthatóság érdekében [66]. Az összesen 15 kategóriában (*Minőség, Szállítás, Környezetvédelem, Gyártási/Szállítási rugalmasság, Költségek* valamint *Munkahelyi egészségvédelem és biztonság, Technológia, Hírnév/Presztízs, , Környezeti katasztrófák (kitettség), Információbiztonság, Biztonság (Alkalmazott nem biztonsági, fizikai rendszerek) , Vállalat működésének külső tényezői A működési veszélyek és kockázatok,* beleértve az biztonságirányítást, amelyek befolyásolják a szervezet biztonságát*, Biztonsági berendezések telepítése és cseréje, Sebezhetőség),* 61 szempont jelent meg. A *Minőség* kategóriában a Minőségirányitási rendszer, a vevő bizalma, vevői elégedettség, a gyártott termék minősége, a selejt mennyiség, valamint a javítható termékek mennyisége jelenik meg. A *Szállítás* kategórián belül a szállítás minősége, megbízhatósága és időbeli pontossága jelenik meg. A *Környezetvédelem* kategórián belül a Környezetvédelmi előírások, valamint a Beszállítói hulladékkezelés. A *Gyártási/Szállítási rugalmasságon* belül megjelenő szempontok, a Termékek változtatásával kapcsolatos rugalmasság, a beszállított mennyiséggel kapcsolatos rugalmasság, a szállítással és a termék testreszabásával kapcsolatos rugalmasság. Az utolsó kritikus kategória a *Költségek*. Ezen belül megjelenő szempontok a Szállítási költségek, költségtöbblet, valamint a termék költségek.

Kategória	Értékelési szempontok
1. Minőség	- Minőségirányítási rendszer működése - Ügyfél bizalma (bizalomvesztés) - Vevői elégedettség - Alapanyag /gyártott termék minősége - Selejt mennyisége - Javítható termékek mennyisége
2. Szállítás	- Szállítás minősége - Szállítás megbízhatósága - Időben történő szállítás
3. Környezetvédelem	- Környezetvédelmi előírások - Beszállítói hulladékkezelés
4. Gyártási/Szállítási rugalmasság	- Termékek változtatásával kapcsolatos rugalmasság - Rugalmasság a beszállítás mennyiségével kapcsolatban - Szállítással kapcsolatos rugalmasság - Termék testreszabás
5. Költségek	- Szállítási költségek - Költségtöbblet - Termék költségek

2. táblázat. Autóipari beszállítók értékelésére vonatkozó szempontrendszer

Tíz további kiegészítő kategóriát határoztam meg, amelynek során igyekeztem a főbb szempontokat meghatározni. A *Munkahelyi egészségvédelem és biztonság* kategórián belül 2 értékelési szempont szerepel, az egyik a rendszer hatékonysága, a másik a gondolkodásmód/szemlélet. A *Technológia* kategórián belül a technológiai fejlesztés a vevőnek, a gyártási költség, illetve a technológiai szint/fejlettség értékelhető. A *Hírnév/presztízs* kategórián belül az értékelési szempontok között szerepel az együttműködés/partnerség, pénzügyi kockázatok, munkavállalói készségek, valamint a összességében a presztízs is. A *Környezeti katasztrófák (kitettség)* kategóriákon belül a szerepel a vihar, az árvíz, havazás/fagy, a földrengés és a tűzvész. Az *Információbiztonság* területén megjelenő értékelési szempontok, a fejlettségi szint, a kommunikáció zártsága, az adatok konzisztenciája, elérhetősége, bizalmassága, jogosultságok kezelése. A következő kategória a *Biztonság*, ami az alkalmazott fizikai rendszerekre vonatkozik. Ezen belüli szempontok az alkalmazott rendszer fizikai állapota, véletlen sérülések, szándékos károkozás, bűncselekmények, terrorcselekmények, emberi tényezők/hibák, amelyek a fizikai rendszerek működésének biztonságára hatással vannak. A következő kategória *Vállalat működésének külső tényezői*, amelyen belül megjelenő szempontok az árfolyamváltozások, szankciók,

infláció, politikai tényezők, tarifa politika változása, háború, adófizetési kötelezettség megváltozása, jogi szabályozás megváltozása. Külső tényezőkre, hatásokra sajnos kevés ráhatása van egy vállalatnak, így erre inkább reagálni tud szükség esetén, ezért is fontos a felkészülés. A következő kategória *A működési veszélyek és kockázatok*, beleértve az biztonságirányítást, amelyek befolyásolják a szervezet biztonságát. Az itt megtalálható szempontok között felfedezhető, hogy a fizikai rendszerek esetében már több megjelent, de itt is szükséges figyelembe venni. A szempontok, a biztonsági rendszer fizikai sérülése, a biztonsági rendszer véletlen sérülése, szándékos rongálás, bűncselekmény, terrorista cselekmény, nem szándékos emberi tényezők (hibák). A következő kategória a *Biztonsági berendezések telepítése és cseréje*, amelyen belül 2 szempont jelenik meg, az új berendezések telepítése, cseréje, valamint a már meglévő berendezések tervezett karbantartása. Végül az utolsó kategória a *Sebezhetőség*, amelyen belül 1 szempont jelenik meg az alkalmazott eszközök sérülékenysége.

Kategória	Értékelési szempontok
1.Munkahelyi egészségvédelem és biztonság	- Rendszer hatékonysága - Gondolkodásmód / szemlélet
2. Technológia	- Technológiai fejlesztés a vevőnek - Gyártási költség - Technológiai szint/fejlettség
3. Hírnév, presztízs	- Együttműködések/Partnerség - Pénzügyi kockázatok - Munkavállalói készségek - Presztízs
4. Környezeti katasztrófák (kitettség)	- Vihar - Árvíz - Havazás /fagy - Földrengés - Tűzvész
5. Információbiztonság	- Fejlettségi szint - Zárt kommunikáció - Adatok konzisztenciája - Adatok elérhetősége - Adatok bizalmassága - Jogosultságok
6. Biztonság (Alkalmazott nem biztonsági, fizikai rendszerek)	- Alkalmazott rendszerek fizikai állapota - Véletlen sérülések - Szándékos károkozás - Bűncselekmények - Terrorcselekmények - Emberi tényezők (hibák)

Kategória	Értékelési szempontok
7. Vállalat működésének külső tényezői	- Árfolyamváltozások - Szankciók - Infláció - Politikai tényezők - Tarifa politika változása - Háború - Adófizetési kötelezettség megváltozása - Jogi szabályozás megváltozása
8. A működési veszélyek és kockázatok, beleértve az biztonságirányítást, amelyek befolyásolják a szervezet biztonságát	- Biztonsági rendszer fizikai sérülése - Biztonsági rendszer véletlen sérülése - Szándékos rongálás - Bűncselekmény - Terrorista cselekmény - Emberi tényező (hibák)
9. Biztonsági berendezések telepítése és cseréje	- Új berendezések telepítése, cseréje - Tervezett karbantartás
10. Sebezhetőség	- Alkalmazott eszközök sérülékenysége

3. táblázat. Autóipari beszállítók értékelésére vonatkozó szempontrendszer

Az ismertetett kategóriák és szempontokra vonatkozóan dolgoztam ki a következő alfejezetben található kockázatalapú beszállítói értékelési modellt.

2.3 Beszállítói értékelési modell autóipari vállalatok számára

2.2.1 Kritikus kritériumok

A kidolgozott beszállítói értékelési modell alkalmas a beszállítói lánc tagjainak kockázatalapú értékelésére. Előnye a részletesség és annak és az eredmények egyszerűsítése eljárása, amely segíti az összehasonlíthatóságot.

A kritikus kategóriák jelentős szerepet játszanak az értékelés során. Alapvetően 5 kategória bizonyult kritikusnak a kutatásaim során [67], amelyeken belül több szempont is megjelenik (2. táblázat), amelyeket az előző fejezetben részleteztem.

A modell kialakítása során fontosnak tartottam, hogy a kritikus kategóriák esetében, ha bármelyik szempontra vonatkozóan a beszállító nem éri el a minimálisan elfogadható szintet, az egyrészt egyértelműen kiderüljön, másrészt az értékelés elsősorban ez alapján történjen. A kiegészítő kategóriák esetében nem tartottam szükségesnek az ilyen szigorú értékelést, így a súlyozott pontátlagot tartottam megfelelőnek az értékelés szempontjából.

A modell kialakítása során további szempont volt az egyszerű számolási metódus és az összehasonlíthatóság biztosítása.

Először a kategórián belül megjelenő szempontok értékelése történik, majd ezeknek az értékeknek az egyszerűsítése. Erre azért volt szükség, mert az egyes kategóriákban eltérő darabszámú szempont jelenik meg, valamint mivel az adott pontszámok esetében szorzat képzése történik, ezértaz eredmények nagy számok lennének. Így mielőtt további számolás történik célszerű egy normalizálást végrehajtani, ennek megfelelően az eredmények értékelése jelentősen leegyszerűsödik.

Pontszámok (0-4 pontskálán p_{ij}; $r_{i,j}$)

$CP_i = \prod_{j=1}^{m} p_{ij}$, ahol $p_{ij} = 0,1,2,3$ vagy 4

i – kategória száma(1,2,..,n), j –értékelési szempont (1,2,…,m)

A kapott értéket konvertálása az összehasonlíthatóság érdekében:

$$T_i = CP_i \cdot \frac{4^5}{4^n},$$

ahol i jelenti a kategória számát, n pedig az összes kategória száma.

Egyszerűsítés a 4. táblázat szerint.

Intervallumok	**Pontok B_i**
$[0,4]$	0
$]4^1, 4^2]$	1
$]4^2, 4^3]$	2
$]4^3, 4^4]$	3
$]4^4, 4^5]$	4

4. táblázat Egyszerűsítési intervallumok, szabályok

Az egyszerűsítés után a kapott pontok szorzata adja meg a kritikus pontszámot.

$$K_{krit} = \prod_{i=1}^{5} B_i$$

A modell nagy előnye, hogy a kritikus kategóriák esetében azonnal kiderül, ha valamelyik esetben a beszállító nem felel meg és nem szükséges további bonyolult számítás elvégzése, mivel a szorzat esetében a végeredmény mindenképpen 0 lesz.

Az előző alfejezetben bemutatott szempontrendszer kritikus elemei mind közvetlenül vagy közvetett módon összefüggésbe hozhatóak az emberi kockázatokkal.

2.2.2 Kiegészítő kritériumok

A második a kiegészítő kritériumok csoportja, ahová 10 kritériumot soroltam, ezt mutatja be a 3. táblázat. A kiegészítő kritériumok esetében már a súlyozott átlag számítása elegendő az értékeléshez.

A kiegészítő kritériumok esetében a következő képlet alapján számítható az összesített pontszám.

$$K_{További} = \frac{\Sigma_{i=1}^{p}\left(W_i \cdot \Sigma_{j=1}^{q} r_{i,j}\right)}{\Sigma_{i=1}^{p} W_i},$$

ahol i- kategória száma, j=értékelési szempont

W_i – a kritériumok súlyszáma (1,2,3,4 vagy 5)

$r_{i,j}$- i. kritériumcsoport j. szempontára adott pontszám (0,1,2,3,4,)

$K_{További}$ értéke 1 és 5 között lehet. Ez lényegesen kevésbé szigorú és részletes elemzést tesz lehetővé, ugyanakkor a kiegészítő kategóriák esetében is kellően informatív.

Az ismertetett modell előnye, az egyszerűsítés és a rugalmasság. Alapvetően a idő múlásával változó kihívások alapján a szempontrendszer bizonyos fokig a kritikus kritériumok esetében is változtatható, a kiegészítő kritériumok esetében pedig rugalmasan alakítható.

2.4 Összegzés, részkövetkeztetések

A beszállítók kockázatalapú értékelése hasznos eszköz az autóipari vállalatok számára. Több kritériumból álló értékelési rendszert dolgoztam ki, amely lehetővé teszi mind a kritikus, mind a kevésbé kritikus szempontok figyelembevételét, más-más súllyal. A modell előnye, hogy a szempontok akár felcserélhetők, tehát rugalmas, ugyanakkor lehetővé teszi a kritikus szempontok nagyobb súllyal történő figyelembevételét. A kritikus kritériumok változtatása esetében arra kell csak ügyelni, hogy összesen öt kritérium csoportot kell meghatározni. Ebben az esetben hamar kiderül, ha valamelyik szempontból a beszállító nem megfelelő. Ráadásul az összehasonlíthatóság az egyszerűsítés miatt nem bonyolult és szemléletes módon jelenik meg. A másik csoport, a kiegészítő szempontok esetében a súlyozott átlag számítása lehetővé teszi súlyszámok hozzárendelését az egyes szempontokhoz, amely segítségével figyelembe vehetőek a kiválasztási folyamat során a vevő

prioritásai. A kiegészítő kritériumok és számuk a vevői igényeknek megfelelően rugalmasan változtatható. A kritériumrendszer kidolgozása kockázatalapú. Az új tudományos eredményeket a 1., 2, és a 6. tézisben összegeztem. A fejezetben leírtak részben a [20,21,22,58,67, 68,69] publikációkban jelentek meg. A publikációkra a külső hivatkozások a Citációk jegyzékében találhatóak C1-C8 jelzettel.

3 HUMÁN ERŐFORRÁS KOCKÁZATOK ELEMZÉSE

3.1 Új kihívások az autóiparban

Az autóipar az elmúlt évtizedben olyan mélyreható technológiai és szervezeti átalakuláson ment keresztül, amely alapjaiban formálta át a humánerőforrás-kockázatok természetét is. A változás elsődleges mozgatórugói az Ipar 4.0 és az Ipar 5.0 megjelenése, amelyek nem csupán technológiai innovációt, hanem új kompetencia és szaktudással összefüggő követelményeket jelentenek, továbbá hangsúlyosan megjelenik az élethosszig tartó tanulás fontossága, valamint elvárás fogalmazódott meg a rugalmassággal, rezílienciával és megbízhatósággal kapcsolatban is.

Az Ipar 4.0 a gyártási folyamatok teljes digitalizációját és automatizációját hozta magával, olyan technológiákra építve, mint a kiber-fizikai rendszerek, a mesterséges intelligencia, a big data, a felhőalapú infrastruktúrák és az IoT. A kutatások szerint az Ipar 4.0 bevezetése jelentős kompetenciaváltást eredményezett [70]. A vállalatoknak egyszerre van szükségük fejlett technikai tudásra (adat- és rendszerelemzés, robotika, AI-alkalmazások) és olyan nem elsősorban technikai készségekre, mint a kreativitás, a csapatmunkára való alkalmasság és a komplex problémamegoldó képesség [71].

A 2024 után megjelenő Ipar 5.0 koncepció tovább mélyíti ezt az átalakulást, mivel a technológiai innovációt az emberközpontú, fenntartható és rugalmas működéssel kapcsolja össze. Az Ipar 5.0 célja nem a további automatizáció maximalizálás, hanem az ember szerepének tisztázása, és a technológiával összehangba hozása. A vállalatoknak olyan munkaerőre van szükségük, amely képes együttműködni a mesterséges intelligenciával, ugyanakkor rendelkezik magas szintű kommunikációs, kreatív és együttműködési készségekkel, amelyek lehetővé teszik, hogy az ember legyen a döntéshozó szerepben, felhasználva a rendelkezésre álló legjobb információkat [72]. A paradigmaváltás egyik legfontosabb következménye a készséghiány felerősödése. Ez szükségessé teszi a technológiai és humán kompetenciák összehangolását és újfajta képzési stratégiák alkalmazását, amelyek lehetővé teszik új készségek elsajátítását vagy meglévők fejlesztését [73].

A vállalatok és a felsőoktatás számára ez azt jelenti, hogy a képzései kialakítása során figyelembe kell venniük, hogy a kompetenciafejlesztés nem választható el a szakmai tudás átadásától, valamint tanulási motiváció és tudatosság növelésétől [74].

A műszaki, ipari ágazatokban a humán erőforrás nemcsak költségtényezőként jelenik meg, hanem kritikus kockázati forrásként is. A kutatások az emberi kockázatokat egyre

inkább a termelési, technológiai és szervezeti kockázatokkal összefonódó tényezőként írják le [75, 76, 77, 78]. A technológiai összetettség növekedésével a humán tényezők kockázati hatása exponenciálisan nő [79]. A mérnöki tudással kapcsolatos problémák és az utánpótlás hiánya rendszerszintű kockázatot jelent az iparban [80].

A kompetenciák szerepe a munkaerőpiacon az elmúlt évtizedben radikálisan felértékelődött. A gyors technológiai változások, a digitalizáció, a robotok egyre elterjedtebb alkalmazása, valamint a globális gazdasági bizonytalanságok egyaránt hozzájárultak ahhoz, hogy a munkáltatók a versenyszférában egyre komplexebb kompetenciaprofilokat várjanak el. A magyarországi empirikus kutatások [81,82] egyértelműen rámutatnak arra, hogy a kompetenciák fejlesztése, mérése és összehangolása a munkaerőpiaci igényekkel kritikus tényezővé vált. A kutatók hangsúlyozzák, hogy a felsőoktatás továbbra is túlságosan ismeretközpontú, miközben a munkaerőpiac egyre inkább készségekre és attitűdökre épülő kompetenciákat vár el a pályakezdőktől.

A LinkedIn „Future of Skills" és „Most In-Demand Skills 2024 - 2025" jelentései [71] valamint az autóipari álláshirdetések alapján a legkeresettebb kompetenciák közé tartozik a komplex problémamegoldás, a kritikus gondolkodás, a hatékony kommunikáció, a csapatmunka, az alkalmazkodóképesség, a rezíliencia, a vezetői készségek és a kulturális intelligencia, különösen a multinacionális vállalatok esetében. Ezek a készségek ma már legalább olyan fontosak, mint a szakmai tudás, hiányuk komoly versenyképességi kockázatot jelent a műszaki és különösen az autóipari szektorban [82].

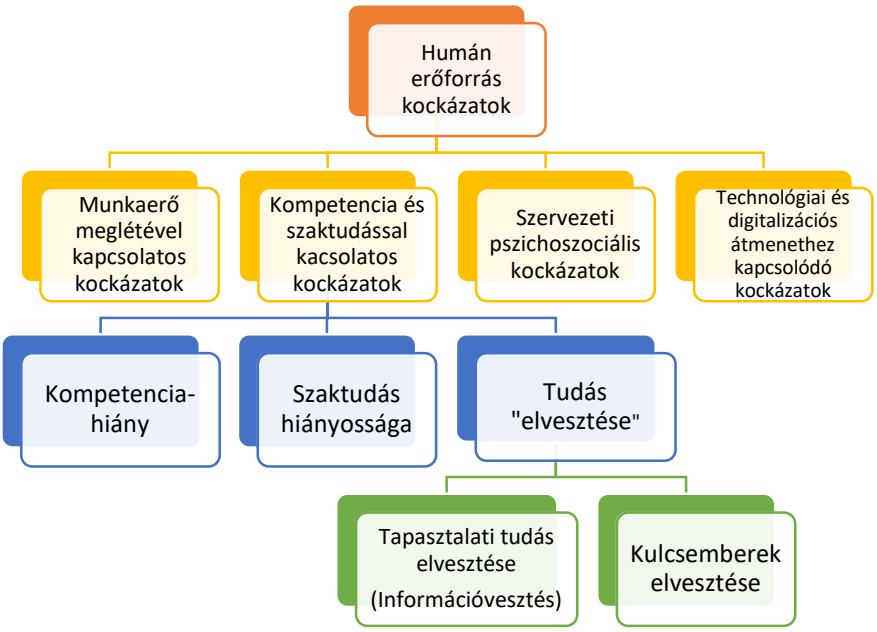
3.2 Humán erőforrás kockázatok elemzése hierarchikus struktúrák alkalmazásával

Az autóiparban működő vállalatoknak számos kihívással kellett megküzdeniük az elmúlt évtizedben. A COVID mellett, az elmúlt évtizedben olyan technológiai, szervezeti és munkaerőpiaci változások történtek, amelyek a humán erőforrással összefüggő kockázatokat a vállalati működés egyik legkritikusabb tényezőjévé tették. A humán erőforrással összefüggésben megjelenő kockázatok ma már nem elszigetelt problémák, hanem komplex, egymással összefüggő kockázati hálózatot alkotnak, amely közvetlen hatással van a termelékenységre, a minőségre, a biztonságra és a vállalati működésére és ellenálló képességére. A kockázatok rendszerszintű megértése különösen fontos az autóiparban, ahol a gyártási folyamatok magas fokú automatizáltsága és a beszállítói láncok sérülékenysége

miatt az emberi tényező hibái gyorsan láncreakciót indíthatnak el. Különböző kockázati csoportok hozhatóak létre, amelyek összefüggésbe hozhatók a humán erőforrással [76].

A korábbi tanulmányok [80, 83, 84] alapján az autóipari humánerőforrás-kockázatok négy fő csoportba rendezhetők (10. ábra):

- munkaerő hiányából és fluktuációjából eredő kockázatok,
- kompetencia- és tudáshiányból eredő kockázatok,
- szervezeti és pszichoszociális kockázatok,
- technológiai és digitalizációs átmenethez kapcsolódó kockázatok.



10. ábra Humán erőforrás kockázatok elemzése(saját szerkesztés) [54,67,83,84]

A hierarchikus struktúrában szemléltetett kockázati csoportokat a következő alfejezetekben részletesen kifejtem.

3.2.1 Munkaerő meglétével kapcsolatos kockázatok

Az autóiparban a munkaerőhiány és a fluktuáció az egyik leggyakrabban azonosított kockázati tényező. A 2020 utáni időszakban a globális ellátási láncok sérülékenysége, a járványhelyzet, illetve a geopolitikai konfliktusok tovább növelték a munkaerőpiaci bizonytalanságot. Magyar és nemzetközi kutatások szerint a fluktuáció elsősorban a betanított operátorok, karbantartók és technikusok körében jelentős, ugyanakkor a mérnöki állomány esetében is problémaként jelentkezik, ami közvetlenül növeli a hibázási arányt és a termelési leállások kockázatát [85].

A munkaerővel kapcsolatos további kritikus probléma az elöregedő dolgozói állomány, amely az autóiparban karbantartási és gépkezelői területeket érinti leginkább. A tapasztalt munkavállalók nyugdíjba vonulása tudásvesztést okoz, amelyet a vállalatok gyakran nem tudnak időben pótolni [75,82].

3.2.2 Kompetencia- és szaktudással kapcsolatos kockázatok

A kompetencia- és tudáshiány az autóipar egyik legkritikusabb működési kockázati tényezőjévé vált [79, 80]. A gyártási rendszerek növekvő komplexitása, az Ipar 4.0 technológiák gyors terjedése és az ellátási láncok sérülékenysége olyan környezetet teremtett, amelyben a humán erőforrás szakmai felkészültsége közvetlenül befolyásolja a termelékenységet, a minőséget és a vállalati rezílienciát. A digitális és automatizálási kompetenciák hiánya, a mechatronikai és karbantartási tudás elégtelensége, az analitikai készségek gyengesége, valamint a rendszerszintű gondolkodás hiánya mind olyan tényezők, amelyek növelik a hibázási arányt, a termelési leállások valószínűségét és a működési zavarok láncreakció szerű kockázatát [2,79, 86]. Emellett az elöregedő dolgozói állományból fakadó tudásvesztés és az utánpótlás hiánya tovább erősíti a kompetenciadeficit rendszerszintű jellegét, amelyet az autóipari vállalatok egyre súlyosabb stratégiai kockázatként azonosítanak [72]. Így elmondható, hogy a munkaerő meglétével kapcsolatos kockázatok csoportja és a kompetencia- és szaktudással kapcsolatos kockázatok csoportja egymás hatását felerősítik.

A mérnökképzés legkritikusabb hiányterületei olyan kompetenciákhoz kapcsolódnak, amelyek a modern autóipari gyártási rendszerek működéséhez elengedhetetlenek. A digitális és automatizálási készségek, az Ipar 4.0-hoz kapcsolódó technológiai ismeretek, valamint a rendszerszintű gondolkodás hiánya közvetlenül növeli a hibázási arányt és a működési zavarok kockázatát [78, 79]. A mechatronikai és karbantartási tudás hiányosságai különösen kritikusak a robotizált és kiber-fizikai rendszerekkel működő autóipari környezetben, ahol a dolgozóknak képesnek kell lenniük komplex rendszerek diagnosztizálására és beavatkozására [75].

Emellett az adatvezérelt döntéshozatalhoz szükséges analitikai és statisztikai készségek fejlesztése továbbra is indokolt a mérnökképzésben, jóllehet a digitalizált gyártási környezetben ezek a kompetenciák alapvetőek a prediktív karbantartás, a folyamatoptimalizálás és a minőségbiztosítás szempontjából [80]. A Személyes vagy szociális készségek, különösen a kommunikáció, az együttműködés, a döntéshozatal és a vezetői készségek

hiánya szintén jelentős kockázati tényező, mivel a multidiszciplináris csapatokban való hatékony működés a modern autóipari vállalatok egyik alapfeltétele a munkaerővel szemben [86].

A tudásmenedzsment és a fenntarthatósági szemlélet hiányosságai tovább erősítik a kompetenciadeficitet. A tapasztalati tudás elvesztése, a nem megfelelő dokumentáció és a fenntartható technológiák ismeretének hiánya hosszú távon csökkenti a vállalatok rezílienciáját és innovációs képességét [82].

A fenti hiányterületek szemléltetése a 11. ábrán látható. Mivel a felsőoktatás biztosítja elsősorban a mérnökök utánpótlását, az ottani képzési színvonal és technológiai felkészültség korai jelzésértékkel bír a munkaerőpiacon várható HR-kockázatokra [82].



11. ábra A leggyakrabban azonosított hiányterületek

3.2.3 Szervezeti és pszichoszociális kockázatok

A pszichoszociális kockázatok az autóiparban különösen erősek a nagyfokú monotónia, a többműszakos munkarend, a teljesítménykényszer és a folyamatos minőségi elvárások miatt. A kutatások szerint a stressz, a kiégés és a motivációvesztés közvetlenül növeli a hibázási arányt, ami a termelési folyamatokban jelentős kockázatot jelent [**Hiba! A könyvjelző nem létezik.**].

A 2021 - 2025 közötti vizsgálatok alapján [87, 88, 89] a pszichoszociális kockázatok három fő területen jelennek meg:

- fizikai és mentális terhelés,
- munkakörnyezet és vezetői stílus,
- elégtelen kommunikáció és visszacsatolás.

A szervezeti kultúra hiányosságai, mint például a hibák elhallgatása vagy a nem megfelelő tudásmegosztás, tovább növelik a kockázatot.

3.2.4 Technológiai és digitalizációs átmenethez kapcsolódó kockázatok

Az autóipar digitalizációja új típusú humán kockázatokat hozott létre. A robotizált gyártósorok, a cobotok, az IoT-alapú rendszerek és az elektromos hajtásláncok kezelése olyan tudást igényel, amelyet a munkaerő jelentős része még nem sajátított el. A technológiai átmenet kockázatai közé tartozik:

- a hibás rendszerhasználat,
- a nem megfelelő robotkezelés,
- az adatértelmezési hibák,
- a kiberbiztonsági incidensek emberi eredetű komponensei.

A 2024-es magyar kutatás szerint a technológiai átmenet során a legnagyobb kockázatot az jelenti, hogy a dolgozók nem értik a rendszer működését, ezért hibás döntéseket hoznak vagy nem megfelelően reagálnak a rendellenességekre [87].

3.2.5 A humánerőforrás-kockázatok rendszerszintű összefüggései

A fenti kockázati csoportok nem különálló jelenségek, hanem egymást erősítő tényezők. A fluktuáció például növeli a kompetenciahiányt a szervezeten belül, ami növeli a hibázási arányt, ami növeli a pszichoszociális terhelést, ami tovább növeli a fluktuációt. A szakirodalom ezt kockázati spirálnak nevezi, amely öngerjesztő jellegű [90].

A rendszerszintű megközelítés alapján a humán erőforrás-kockázatok három fő gyökérokra vezethetők vissza:

- képzési és utánpótlási hiányosságok,
- szervezeti működésből eredő problémák,
- technológiai fejlődéshez való alkalmazkodási késés.

Ezek a gyökérokok együttesen határozzák meg az autóipari vállalatok biztonsági és működési kockázatait [91].

A gyökérokok közül az első, a képzési és utánpótlási hiányosságok nem elszigetelt HR-problémák, hanem olyan stratégiai kockázati tényezők, amelyek a vállalat teljes működésére hatnak. A szaktudás és kompetencia hiány a teljes vállalati működésre hatással van. A kompetenciahiány akadályozza a technológiai beruházások megtérülését, lassítja a digitalizációs átmenetet, és növeli a szervezeti sérülékenységet. A rendszerszintű megközelítés alapján a képzési hiányosságok a humán erőforrás-kockázatok egyik legfontosabb gyökérokát jelentik, amelyek megszüntetése az oktatás területén kezdhető el [90].

3.3 A felsőoktatás szerepe a humánerőforrás kockázatok csökkentésében

Az autóiparban megjelenő humánerőforrás kockázatok szorosan összefüggnek a technológiai fejlődés ütemével és a munkavállalók felkészültségével [92] . Az Ipar 4.0 és Ipar 5.0 technológiák terjedése olyan új kompetenciákat igényel, amelyek a jelenlegi munkaerő jelentős részénél hiányosan vannak jelen. A robotizált gyártósorok, a cobotok, az IoT-alapú rendszerek és az elektromos hajtásláncok kezelése komplex tudást és rendszerszintű megértést feltételez, amelynek hiánya növeli a hibázási arányt és a működési zavarok kockázatát. A pszichoszociális terhelés, a vezetői stílus és a kommunikációs hiányosságok tovább erősítik ezeket a kockázatokat, és hozzájárulnak a fluktuáció növekedéséhez.

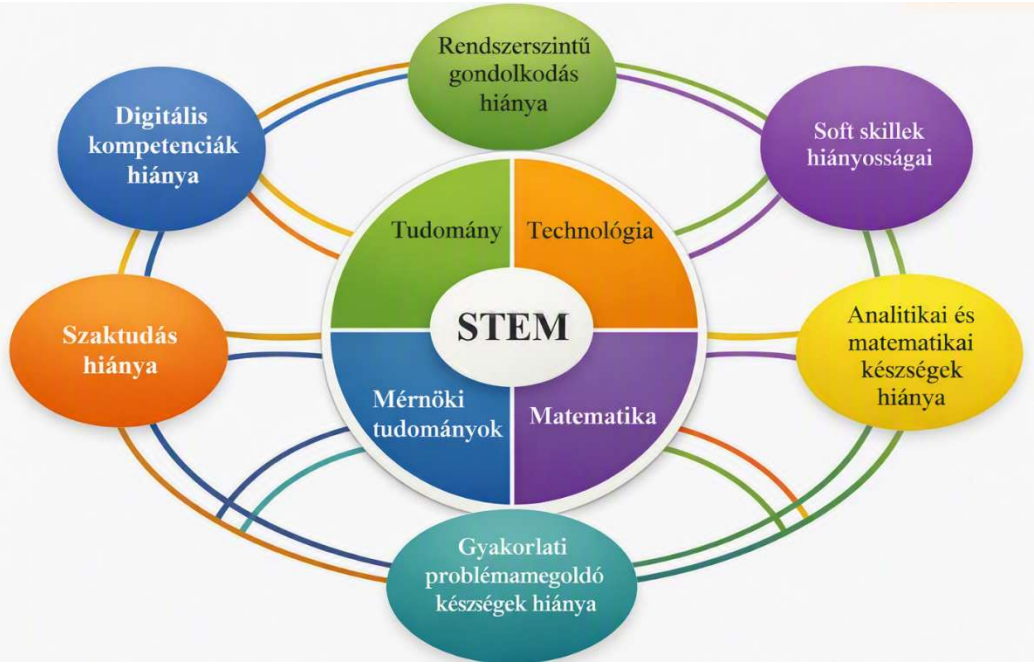
A humán erőforrás-kockázatok négy fő csoportja, a munkaerőhiány, kompetencia- és tudáshiány, a pszichoszociális tényezők, valamint a technológiai átmenetből fakadó kockázatok, egymást erősítő módon jelennek meg. A fluktuáció növeli a kompetenciadeficitet, a kompetenciadeficit és a pszichoszociális terhelés növeli a hibázási arányt, amely öngerjesztő folyamat. Ez a spirál hosszú távon gyengíti a vállalatok működési stabilitását és rezílienciáját. A felsőoktatás szerepe ebben a folyamatban meghatározó, mivel a mérnökképzés jelenlegi struktúrája nem minden esetben képes lépést tartani az ipar technológiai igényeivel.

Ehhez nyújthat segítséget a STEM alklmazása. A STEM-szemlélet (Science - Technology - Engineering - Mathematics) olyan integrált megközelítést képvisel, amely éppen azokat a kompetenciákat helyezi előtérbe, amelyek a mérnökképzésben és az autóipari

gyakorlatban hiányterületként jelennek meg (12. ábra). A STEM egyik alapelve a rendszerszintű gondolkodás és a komplex problémamegoldás fejlesztése, amely a modern autóipari gyártási rendszerekben elengedhetetlen. A kutatások szerint a mérnökhallgatók gyakran nem rendelkeznek megfelelő képességekkel a többváltozós, összetett rendszerek értelmezésére, ami a STEM-alapú oktatás hiányosságaira vezethető vissza [86]. A STEM-szemlélet ugyanakkor olyan interdiszciplináris megközelítést támogat, amely a mechanika, elektronika, informatika és adatvezérelt technológiák integrációját hangsúlyozza, ez pedig pontosan az a terület, ahol a mérnökképzésben a legnagyobb kompetenciadeficit mutatkozik [79, 87, 98].

A STEM-oktatás másik kulcseleme a matematikai-analitikai gondolkodás fejlesztése, amely a modern autóipari környezetben az adatvezérelt döntéshozatal alapját képezi. A gyártási folyamatok digitalizációja és a prediktív karbantartási rendszerek elterjedése miatt a mérnököknek képesnek kell lenniük nagy mennyiségű adat értelmezésére, statisztikai elemzésére és modellezésére. A mérnökképzésben az analitikai készségek fejlesztése továbbra sem kiemelt fontosságú terület, ami közvetlenül hozzájárul a kompetenciahiányhoz. A STEM-szemlélet ezen a területen is releváns, mivel a matematikai és tudományos alapok megerősítése csökkentheti a hibázási arányt és javíthatja a mérnökök döntéshozatali képességeit [80].

A STEM-alapú oktatás hangsúlyozza a gyakorlati, projektalapú tanulást és a kísérletező problémamegoldást, amelyek a mérnökképzésben továbbra is hiányterületnek számítanak. [98] A gyakorlati készségek fejlesztése különösen fontos az autóiparban, ahol a mérnököknek valós gyártási környezetben kell komplex technológiai rendszereket kezelniük. A kutatások szerint a STEM-szemléletű, gyakorlatorientált oktatás jelentősen csökkenti a kompetenciahiányból eredő működési kockázatokat, mivel fejleszti a hallgatók adaptivitását, technológiai jártasságát és problémamegoldó képességét [82]. A STEM tehát nem csupán oktatási megközelítés, hanem olyan stratégiai keretrendszer, amely közvetlenül hozzájárulhat az autóipari kompetenciadeficit mérsékléséhez. [98] A STEM-szemlélet hiánya, különösen a rendszerszintű gondolkodás, az analitikai készségek és a gyakorlati problémamegoldás területén, közvetlenül hozzájárulnak a kompetenciahiány fennmaradásához. A STEM szemléletű oktatás és azok a hiányterületek, amelyekre hatással lehet a 12. ábrán láthatók.



12. ábra: STEM oktatás alkalmazásának és a feltárt hiányosságok hatásábrája (saját szerkesztés)

A mérnökképzés számára a következő javaslatokat tartom megfontolandónak a képzések kialakítása és megvalósítása során:

1. A digitális és Ipar 4.0 kompetenciák megerősítése a képzésben

A mérnökhallgatók jelentős része nem rendelkezik megfelelő ismeretekkel az IoT-alapú rendszerek, a robotizált gyártás, a prediktív karbantartás vagy az adatvezérelt döntéshozatal területén. Az autóiparban hasznosítható képzésekben ezért nagyobb hangsúlyt kell kapnia a modern gyártási technológiák működésének, a rendszerhasználat gyakorlati elsajátításának és a digitális kompetenciák fejlesztésének. Ez közvetlenül csökkenti a technológiai átmenetből fakadó hibázási kockázatokat.

2. A rendszerszintű gondolkodás és analitikai készségek fejlesztése

A hallgatók gyakran nehezen értik a komplex gyártási rendszerek összefüggéseit, ami a későbbi munkavégzés során hibás döntésekhez vezethet. A mérnökképzésben ezért szükség van olyan tantárgyakra és projektekre, amelyek a teljes rendszer működését mutatják be, és fejlesztik a matematikai-analitikai gondolkodást. Ez különösen fontos az adatvezérelt gyártási környezetben.

3. Gyakorlatorientált, ipari együttműködésen alapuló képzési formák bővítése

A vállalatok visszajelzése szerint a friss diplomások gyakorlati problémamegoldó készségei gyakran hiányosak. A duális képzés, az ipari laborok, a valós gyártási környezetben

végzett projektek és a vállalati mentorálás növelése, valamint megfelelő oktatásmódszertan alkalmazása hatékonyan csökkenti a kompetenciadeficitet. A gyakorlatorientált oktatás hozzájárul ahhoz, hogy a hallgatók jobban megértsék a technológiai rendszerek működését, és magabiztosabban kezeljék az új technológiákat.

3.4 Összegzés, részkövetkeztetések

A fejezetben áttekintettem az elmúlt években megjelenő az Ipar 4.0 és 5.0 új kihívásaival összefüggésben megjelenő, humán erőforrással összefüggő kockázatokat. Ezeket a kockázatokat hierarchikus struktúra segítségével jelenítettem meg. Összesen 4 fő csoportot határoztam meg a feldolgozott irodalmak alapján. A munkaerőhiány és fluktuáció, kompetencia- és tudáshiány, szervezeti és pszichoszociális kockázatok, valamint technológiai és digitalizációs átmenethez kapcsolódó kockázatok. Ezeket a csoportokat részletesen bemutattam, fókuszálva a kompetencia- és tudáshiányra. A mérnökképzés területén a felsőoktatás szerepe jelentős a humánerőforrással összefüggő kockázatok megelőzésében. A STEM oktatásmódszertan segítségével történő oktatás és a képzések átgondolt kialakítása segíthet. Megjelenítettem a leggyakrabban azonosított hiányterületeket és a STEM kapcsolatát:

- A humán erőforrás-kockázatok rendszerszintűvé váltak: a technológiai fejlődés, a munkaerőhiány és a kompetenciadeficit egymást erősítő módon jelenik meg, és stratégiai /működési kockázattá vált az autóiparban.
- A kompetenciahiány a legkritikusabb gyökérok: a digitális, mechatronikai, karbantartási és analitikai készségek hiánya közvetlenül veszélyezteti a termelékenységet és a minőséget.
- A pszichoszociális tényezők nem másodlagosak, hanem a működési kockázatok egyik fő mozgatórugói: a stressz, a kiégés és a vezetői stílus közvetlenül hat a hibázási arányra, emiatt a vállalat működésére jelentős hatással van.
- A technológiai átmenet új típusú emberi hibákat generál: a digitalizált rendszerek és a robotok nem megfelelő kezelése jelentős kockázatot jelenthet a vállalat számára.
- A felsőoktatás kulcsszereplő a kockázatok csökkentésében: a STEM-szemléletű, gyakorlatorientált, rendszerszintű gondolkodást fejlesztő mérnökképzés segíthet a kompetenciadeficit és a szaktudásbeli hiányosságok megelőzésében, csökkentésében.

Az új tudományos eredményeket az 1., 3, és a 6. tézisben összegeztem. A fejezetben lévő elemzéseket és következtetéseket részben [93] publikációban tettem közzé.

4 HALLGATÓI KOMPETENCIÁK ÉS SZAKTUDÁS FEJLESZTÉSÉNEK HÁTTERE ÉS ESZKÖZEI

A humán erőforrás kockázatok elemzése során ebben a fejezetben a szaktudás hiányosságaiból és a kompetencia hiányokból eredő kockázatokra irányul a fókusz. Az iparban az ezekkel kapcsolatos elvárások magasak [94], főleg az Ipar 4.0 és 5.0 megjelenésével. A munkaerőnél jelentkező készség- és szaktudásbeli hiányosságok egyre nagyobb problémát okoznak.

A fenti problémákat a felsőoktatási intézmények képzéseinek kialakítása során is figyelembe kell venni. Fontos, hogy a tudás átadása során a hallgatókat valós problémák megoldására készítsék fel. Ehhez egy jó eszköz a STEM (Science - Technology - Engineering - Mathematics) oktatás, amely segítségével az elméleti tudás gyakorlati alkalmazása áll a középpontban [95]. Több vizsgálat készült arra vonatkozóan, hogy a STEM oktatás hogyan befolyásolja a 21. századi készségek alakulását, és az eredmények jelentős javulást mutattak [96, 97].

4.1 Adatok és módszerek bemutatása

A STEM oktatással kapcsolatban tájékozódási céllal egy kérdőívet készítettem, amelynek célja az Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Karán folyó képzéseken a jelenlegi helyzet felmérése mind az oktatói, mind a hallgatói oldalról. Kíváncsi voltam, hogy oktatói oldalról milyen feltételek állnak rendelkezésre, milyen támogatás valamint az oktatók mennyire érzik nehéznek illetve hasznosnak a STEM oktatás alkalmazását. A hallgatói oldal esetében érdekelt, hogy a tanulók hogyan látják a STEM oktatás megvalósulását képzésük során. A felmérés elvégzéséhez kérdőíveket használtam. A vizsgálat során 2 kérdőív készült, egy az oktatóknak, egy a hallgatóknak (1. melléklet). A kérdéseket egy online formában űrlapként küldtem el a résztvevőknek, kéthetes kitöltési határidővel. A kérdőíveket az Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész- és Biztonságtechnikai Mérnöki Karának hallgatói és oktatói egyaránt megkapták. A karon 102 oktató dolgozott és nagyjából 2000 hallgató volt jogviszonyban a felmérés ideje alatt. A cél az volt, hogy az oktatók körülbelül 50%-a és a hallgatók körülbelül 10%-a töltse ki a kérdőívet, a megfelelő következtetések levonása érdekében.

4.1.1 Oktatók számára készült kérdőív

Az oktatók számára készült kérdőív összesen 7 kérdést tartalmazott (1. melléklet), valamint további 4 általános kérdést, ami az adatok elemzését segíti. A STEM oktatására fókuszáló kérdések közül 5 kifejezetten az eszközháttérre (anyagok - tananyagok, eszközök) összpontosít. 2 kérdés a hallgatói eredményekre vonatkozik.

Az oktatói kérdőívre összesen 49 válasz érkezett. Az első kérdés arra vonatkozott, hogy az oktató milyen területhez kapcsolódó tárgyakat tanít. A felmérésre válaszoló tanárok jelentős része, nagyjából 50%-a mérnöki, technológiai és matematikai tantárgyakat tanít. A válaszadók másik része nem STEM-tantárgyakat, hanem közgazdaságtant, minőségbiztosítást vagy biztonságtudományt oktat. Eredetileg a válaszok alapján 4 csoport került meghatározásra, úgymint Mérnöki terület tantárgyai, Technológiai ismeretek, Gazdasági ismeretek, valamint Matematika, fizika kémia tudományterületek. Az adatokat az értékelhetőség érdekében az eredeti 4 csoport 2 csoportra történő összevonással csoportosítottam, elősegítve az értékelést. Az egyik csoport a MérnTech tudományok nevet kapta. Tartalmazza a Mérnöki területet és a Technológiai ismereteket. A másik csoport neve Gazdmat Tudományok, amely két csoport egyesítésével jött létre és összesen négy területet foglal magába. A két csoport a Gazdasági ismeretek, és a Matematika, fizika, kémia tudományterületek.

A kérdések zártak voltak és a választható válaszokhoz Likert skálát alkalmaztam. Az első 5 kérdés esetében 5 fokozatút, a 6. kérdésnél 7 fokozatút és a 7. kérdés esetében 5 fokozatút.

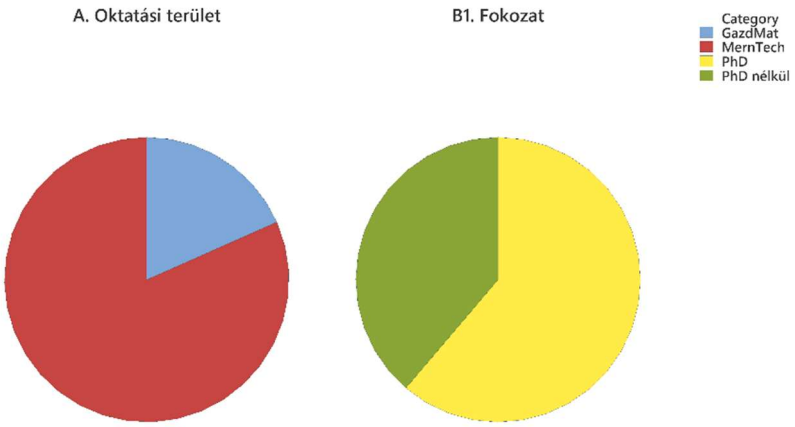
4.1.2 Hallgatók számára készült kérdőív

A hallgatók számára készült kérdőív összesen 9 kérdést tartalmazott (2. melléklet). Ebből 4 kérdés általános, 5 kifejezetten a STEM oktatásra fókuszál és azzal kapcsolatos tapasztalatokra. Az első 2 kérdés az ipari partnerek megjelenésére helyezi a hangsúlyt a STEM oktatással összefüggésben. További 3 kérdés a technikai hátérrel kapcsolatos hallgatói oldalról értékelve. A 2. kérdés esetében használtam Likert skálát. Az oktatók és a hallgatók számára készített kérdőívek szövegezése között igyekeztem figyelni arra, hogy míg az oktatóknak bonyolultabb kérdéseket állítottam össze, addig a hallgatók számára egyszerűbb, könnyebben értelmezhetőeket.

4.2 Eredmények és javaslatok bemutatása

4.2.1 Oktatók számára készült kérdőív eredményei

Az oktatók számára elkészített kérdőív esetében 49 darab válasz érkezett. Az alap kérdéseket elemezve elmondható, hogy a válaszadók 81,6%-a (TechEng Sciences terület) Technológia és mérnöki tudományok területén tevékenykedik. 18,4% (MathEcon Sciences csoport) az gazdasági, matematika, kémia, fizika területén dolgozik. A válaszadók többsége 61,2%- rendelkezik fokozattal (13. ábra).



13. ábra Kördiagramok az Oktatási területekről és a Fokozatról

Oktatási tapasztalat alapján három csoport lett létrehozva. 10 év alatti, a 10 és 20 év közötti és a 20 év feletti tapasztalattal rendelkezők. A kitöltők 44,9%-a legtapasztaltabb kategóriába tartozik (20 év felleti), míg a válaszadók 36,7%-a 10 és 20 év közötti tapasztalattal rendelkezik (4. táblázat).

C1. Oktatási tapasztalat	Gyakoriság	Relatív gyakoriság [%]
10 év alatt	9	18.4%
10-20 év	18	36.7%
Több, mint 20 év	22	44.9%

4. táblázat Gyakorisági táblázat Oktatási tapasztalatra vonatkozóan

A nemek aránya tekintetében a férfiak vannak többségben 71,4%-kal. A válaszadók mindössze 28,6%-a nő (5. táblázat).

D. Nemek	Gyakoriság	Relatív gyakoriság [%]
Férfi	35.0	71.4%
Nő	14.0	28.6%

5. táblázat Gyakorisági táblázat Nemekre vonatkozóan

Az alap kérdések áttekintése után a további kérdések esetében a 6. táblázat tartalmazza az egyes kérdésekre adott válaszok átlagait, mediánjait és szórásait.

	QT01	QT02	QT03	QT04	QT05
Átlag	3,10	3,31	2,86	2,96	2,96
Medián	3	3	3	3	3
Szórás	1,18	1,29	1,26	1,26	1,26

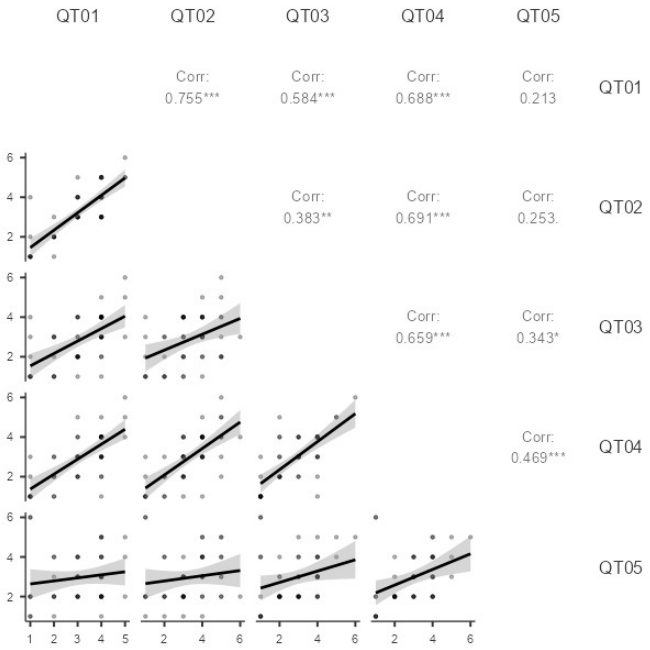
6. táblázat Statisztikai jellemzők 5 kérdés esetében

A felmérés visszajelzéseinek vizsgálata során célom az alap és a specifikus kérdésekre adott válaszok között összefüggéseket feltárása volt. Azt vizsgáltam meg, hogy vannake olyan alap kérdésre adott válaszok, amelyek alapján előre jelezhető meghatározott biztonsággal a válasz. A kereszttábla elemzés elvégzése során a Khi-négyzet próba nem volt elvégezhető, mivel annak előfeltételei nem teljesültek (pl. várható cellagyakoriság nem lett volna elégséges). Továbbá nem állt rendelkezésre elegendő adat ekkora méretű tábla elemzéséhez, mivel ekkora táblanagyságnál legalább 150-200 adatra szükség lett volna.

Az összefüggések vizsgálatára korreláció elemzést alkalmaztam a specifikus kérdések analízise során. Az eredmények bemutatásakor a ρ (rho) a Spearman-féle rangkorrelációs együtthatót jelöli, amely az összefüggés irányát és erősségét mutatja, míg a P-érték a kapcsolat statisztikai szignifikanciáját jelzi. A $P < 0,05$ értéket tekintettük statisztikailag szignifikánsnak. Az alábbi eredményeket kaptam a Jamovi szoftverrel történő számolást követően (14. ábra):

- QT01, QT02 (ρ=0,759, P<0,001), A STEM oktatást támogató szakirodalmak és eszközök elérhetősége összefügg azzal, hogy a rendelkezésre álló szakirodalom mennyire támogatja az oktatás minőségét.
- QT01, QT03 (ρ=0,584, P<0,001), A STEM oktatást támogató szakirodalmak és eszközök elérhetősége korrelál az oktatási célból a laboratóriumok elérhetőségével.
- QT01, QT04 (ρ=0,688, P<0,001), A STEM oktatást támogató szakirodalmak és eszközök elérhetősége kapcsolatban áll a műszaki támogatás elérhetőségével.
- QT02, QT03 (ρ=0,383, P=0,007), A rendelkezésre álló szakirodalom mennyire támogatja a STEM oktatást kérdés összefüggésben van az oktatási célból történő laboratóriumi elérhetőséggel.

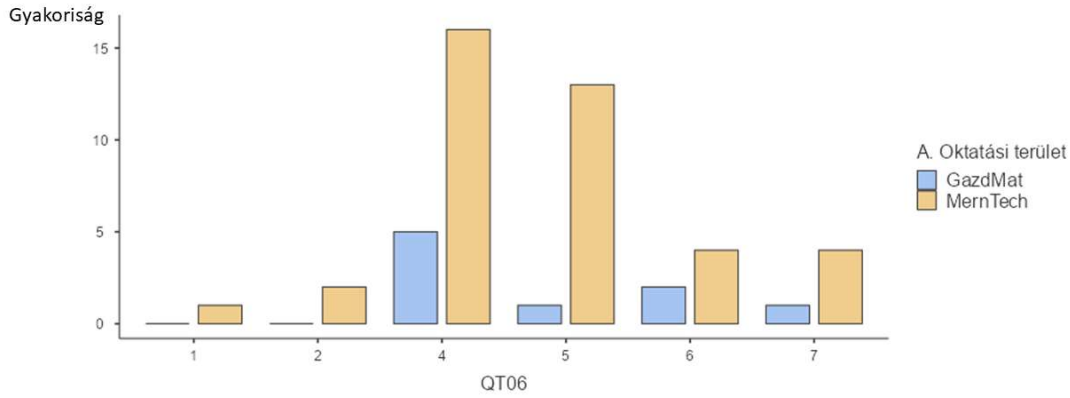
- QT02, QT04 (ρ=0,691, P<0,001) A rendelkezésre álló szakirodalom mennyire támogatja a STEM oktatást összefüggésben van a műszaki támogatás elérhetőségével.
- QT03, QT04 (ρ=0,659, P<0,001) A laboratóriumok oktatási célú elérhetősége korrelációt mutat a műszaki támogatás elérhetőségével.



*14. ábra Korreláció mátrix (Jelmagyarázat: * p < .05, ** p < .01, *** p < .001)*

- QT03, QT05 (ρ=0,343, P=0,016) Az oktatási célú laboratórium elérhetőség összefüggésben van azzal, hogy a műszaki eszközök jelenlegi állapota mennyire korlátozza a STEM oktatást.
- QT04, QT05 (ρ=0,469, P<0,001) A műszaki támogatás és a műszaki eszközök jelenlegi állapota mennyire korlátozza a STEM oktatást kérdésekre adott válaszok is kapcsolatot mutatnak egymással.

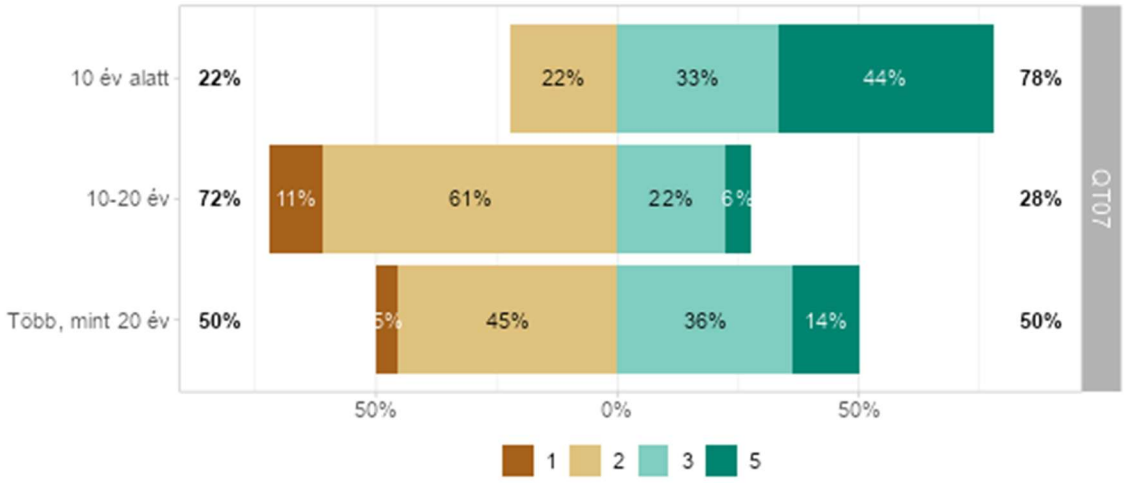
Az utolsó két kérdés esetében nem sikerült összefüggést kimutatni a korábbiakkal. A QT06 kérdés arra irányult, hogy mennyire érnek el jó eredményt a hallgatók a STEM tantárgyakból. Az alábbi diagram a két fő vizsgált tudományterületre vonatkozó válaszokat mutatja be. Ebben az esetben 7 fokozatú skálát alkalmaztam a felmérés során.



15. ábra A 6. kérdésre adott válaszok Oktatási területenként

Az 15. ábra alapján látható, hogy a Technológia és mérnöki tudományok területén a válaszok nagyobb szórást mutatnak. Eltérőek a vélemények a Gazdasági és Matematika, fizika, kémia területhez képest.

Az utolsó kérdés (QT07) arra irányult, hogy nehezebb-e oktatni a hallgatókat STEM használatával. Ennél a kérdésnél 5 fokozatú a többi kérdéshez képest fordított skálát alkalmaztam.



16. ábra QT07, STEM oktatás nehézségei oktatási tapasztalat szerint

Az 16. ábra azt mutatja, hogy a 10 és 20 év közötti oktatási tapasztalattal rendelkezők (2. Sor) szerint a legkevésbé okoz gondot a STEM oktatás. A legkevesebb tapasztalattal rendelkezőknek (10 év alatt, 2. Sor) okoz a legtöbb nehézséget.

4.2.2 Hallgatók számára készült kérdőív eredményei

Összesen 204 hallgató töltötte ki a kérdőívet. Az alap kérdések alapján a felmérésben résztvevők köre a Bánki Kar 3 szakán tanuló hallgatók voltak. Az adatok tisztítását követően elmondható, hogy a válaszadók nagy többsége 66,2%-a Gépészmérnök szakos. 19,6% Mechatronikai mérnök és 14,2%-a Biztonságtechnika mérnök szakos (7. táblázat).

A. Szak	Gyakoriság	Relatív gyakoriság [%]
Biztonságtechnikai mérnök	29	14.2%
Gépészmérnök	135	66.2%
Mechatronikai mérnök	40	19.6%

7. táblázat Szakok gyakorisági táblázata

A hallgatók 93,6%-a alapképzésben (BSc), 6,4%-a mesterképzésben (MSc) vesz részt (8. táblázat).

B. Képzés szintje	Gyakoriság	Relatív gyakoriság [%]
BSc	191	93.6%
MSc	13	6.4%

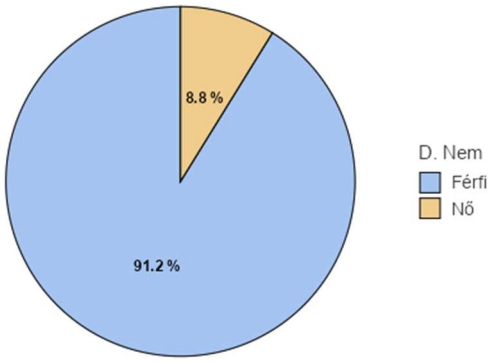
8. táblázat Képzési szintek gyakorisági táblázata

A harmadik alapkérdés a befejezett szemeszterek számára irányult, erre 4 csoportot hoztam létre. Az eredmények a 9. táblázatban láthatók. A válaszadók 34,3%-a 1 vagy 2 szemesztert fejezett be, 36,3% a 3. vagy 4. szemeszterét fejezte be, 19,6% az 5. vagy 6. szemeszterét végezte, 9,8% pedig 7. vagy annál több szemesztert végezte.

C. Befejezett félévek száma	Gyakoriság	Relatív gyakoriság [%]
1-2	70.0	34.3%
3-4	74.0	36.3%
5-6	40.0	19.6%
7 vagy több	20.0	9.8%

9. táblázat Képzési szintek gyakorisági táblázata

Végül a nemek aránya a következőképpen alakult. A válaszadók közül a férfiak vannak jelentős többségben (91,2%), amíg a válaszadók csupán 8,8%-a nő (17. ábra).



17. ábra Nemek aránya

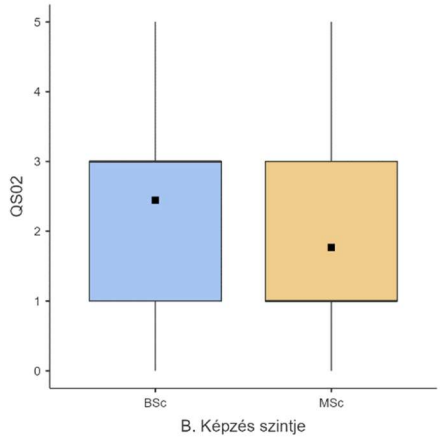
A kérdőívben egy olyan kérdés volt, amelynél Likert skálát használtam a QS02. A QS05 kérdésnél százalékban megadott válaszok érkeztek, amelyeket azután 1-10 pontskálára transzformáltam. A többi kérdésnél nominális skálát használtam 3 vagy 4 válaszlehetőséggel.

A QS 01-es kérdés esetében, ami arra vonatkozott, hogy a hallgatók egyetemi feladataiban megjelennek-e megoldandó ipari problémák a következő eredmények születtek (10. táblázat). A válaszadók több mint harmada (34,3%) a 'Nem tudok róla' választ jelölte. meg, ami nagyon magas arány. Szintén közel harmaduk (31,9 %) szerint még nem jelennek meg ipari problémák a feladataikban. 11.8 % szerint nincsenek és nem is várható. Mindössze 22.1% szerint jelennek meg a feladataikban ipari problémák.

QS01	Gyakoriság	Relatív gyakoriság [%]
Igen, vannak.	45.0	22.1%
Még nincsenek.	65.0	31.9%
Nem tudok róla.	70.0	34.3%
Nincsenek.	24.0	11.8%

10. táblázat QS01 kérdésre adott válaszok gyakoriségi táblázata

A QS 02 kérdés esetében arra kérdeztem rá, hogy milyen gyakran oldanak meg a hallgatók valós életben előfordulóhoz hasonló, összetett problémákat. A 18. ábrán látható, hogy van eltérés a képzés szintje szerint a középértékek között. A válaszok 6 fokozatú skálán voltak értelmezve. Az alapképzésben résztvevő hallgatók válaszainak középértéke szignifikánsan magasabb, mint az MSc-s hallgatóké.



18. ábra QS02 kérdésekre adott válaszok képzés szintje szerint

A QS03 kérdés esetében arra vonatkozott a kérdés, hogy vannak/lesznek- e olyan óráik a hallgatóknak, amelyek számítógép teremben lesznek. Itt egyértelműen az igen a leggyakoribb válasz (11. táblázat).

QS03	Gyakoriság	Relatív gyakoriság [%]
Igen	193.00	94.6%
Nem	3.00	1.5%
Nem tudom	8.00	3.9%

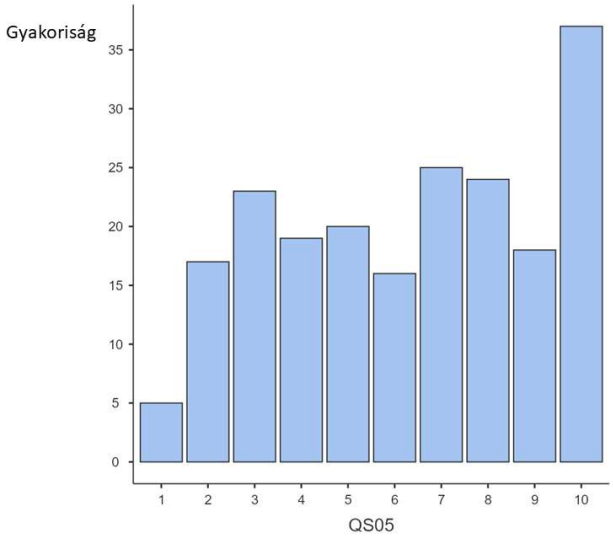
11. táblázat QS03 kérdésre adott válaszok eredményei gyakorisági táblázatban

A QS04-es kérdés arra vonatkozott, hogy a hallgatók a tanulási folyamat során találkoznak-e nem számítógépes laborokkal. A válaszok ebben az esetben is nagy többségben 93,1%-ban igen (12. táblázat).

QS04	Gyakoriság	Relatív gyakoriság [%]
Igen	190.00	93.1%
Nem	5.00	2.5%
Nem tudom	9.00	4.4%

12. táblázat QS04 kérdésre adott válaszok eredményei gyakorisági táblázatban

A QS05 kérdés arra irányult, hogy milyen mértékben használnak a hallgatók a tanulmányaik során digitális eszközöket. A választ %-os formátumban kellett megadni, majd ezt egy 0-10 pontskálára transzformáltam. Az eredményeket oszlopdiagram segítségével szemléltetem (19. ábra). Látható, hogy a legnagyobb gyakoriság 10 pontnál van, és a legalacsonyabb az 1 pont. A válaszok alapján jellemzően a hallgatók használnak digitális eszközöket.



19. ábra QS05 kérdésre adott válaszok gyakorisága oszlopdiagrammal szemléltetve

Szakonként, képzési szintenként, befejezett félévenként és nemek szerint sem volt jelentős eltérés a válaszok között.

A hallgatók számára készült kérdőív kiértékelése során, mivel több kérdés esetén is nominális skálát használtam, valamit a kitöltők száma is viszonylag magas volt, emiatt a kereszttábla elemzést és a Khi-négyzet próbát választottam az értékelés elvégzéséhez. A vizsgálat során a kapcsolat erősségére vonatkozóan is kalkuláltam számértékeket.

A QS01 kérdés esetében a válaszok és a befejezett félévek száma között találtam összefüggést.

	Érték	**df**	**P**
χ^2	31.0	9	<0,001

13. táblázat QS01 és a befejezett félévek száma közötti összefüggés vizsgálat eredménye

Az 13. táblázatban található értékek alapján kijelenthető, hogy a nullhipotézis elvetésével a két változó között kapcsolat van. A kapcsolat erősségére vonatkozóan a Cramer's V értékét számítottam ki, mivel ez az egyik legelterjedtebben alkalmazott jellemző az egyszerűbb értelmezhetősége miatt [7]. Ennek értéke esetemben Jamovi szoftver alkalmazásával 0,225, amely gyenge kapcsolatot jelent.

A QS03 kérdés esetében miszerint vannak/lesznek-e óráik számítógép teremben, a képzési szinttel találtam összefüggést (14. táblázat).

	Value	**df**	**P**
χ^2	26.7	2	<0.001

14. táblázat QS03 és a képzési szint közötti összefüggés vizsgálat eredménye

A kapcsolat erősségére vonatkozóan a Cramer's V értéke ebben az esetben magasabb, 0,362 volt. Ez azt jelenti, hogy a két változó között kapcsolat van.

4.2.3 A kérdőívek megbízhatóságára vonatkozó vizsgálat

A kérdőívek megbízhatóságára vonatkozóan vizsgálatokat végeztem, amely során csak az ordinális skálákat vettem figyelembe vagyis a QS02és a QS05 kérdésekre vonatkozóan történt az ellenőrzés.

A Cronbach α és a Mcdonald's ω értékeket is meghatároztam a Jamovi statisztikai program segítségével, amelyek 15. táblázatban láthatók. Az értékek alapján a kérdőívek elfogadható, illetve jó kategóriába esnek, A McDonald ω értéke általában magasabb, mert jobban kezeli a tételsúlyokat és a faktorszerkezetet. A két értéket együtt érdemes figyelembe venni.

	Cronbach's α	**McDonald's ω**
Skála1	0.718	0.765
Skála2	0,401	0,842

15. táblázat Kérdőív megbízhatóságára vonatkozó eredmények

Az első skála esetében mind a Cronbach α (α = 0,718), mind a Mcdonald's ω (ω = 0,765) megfelelő belső konzisztenciát jelez, így a skála megbízhatósága elfogadhatónak tekinthető.

A második skála esetében jelentős eltérés figyelhető meg a két mutató között (α = 0,401; ω = 0,842). Az alacsony Cronbach α érték gyenge belső konzisztenciára utalna, ugyanakkor a magas Mcdonald's ω érték jó megbízhatóságot jelez. Ez az eltérés arra utalhat, hogy a skála nem felel meg a tau-ekvivalencia feltételének, amely a Cronbach α alkalmazásának egyik alapfeltevése. Mivel a Mcdonald's ω kevésbé érzékeny e feltétel sérülésére, ebben az esetben megbízhatóbb becslést adhat a skála belső konzisztenciájára. Az eredmények pontosabb értelmezéséhez és a skála szerkezetének feltárásához további vizsgálatok, különösen faktoranalízis elvégzése lenne indokolt. Ennek hiányában a második skála megbízhatóságára vonatkozó következtetések óvatosan értelmezhetők.

4.3 Összegzés, részkövetkeztetések

A fejezetben a humánerőforrás-kockázatok egy speciális, a gépipari vállalatok működését jelentősen befolyásoló területére fókuszáltam, a szakmai tudáshiányra és a kompetencia hiányokra, amelyek jelentős hiányterületként jelentek meg az autóipari vállalatoknál. A vizsgálat kiindulási pontja, hogy az Ipar 4.0 és 5.0 korszakában a technológiai fejlődés gyorsulása miatt a vállalatok egyre nagyobb nyomás alatt állnak, hogy olyan munkavállalókat találjanak, akik képesek alkalmazkodni a digitális, automatizált és adatvezérelt környezethez. A humán kockázatok között kiemelt szerepet kap a nem megfelelő szakmai felkészültség, a gyakorlati tudás hiánya és az alkalmazkodóképesség korlátozottsága, amelyek közvetlenül veszélyeztetik a termelés folyamatosságát és a versenyképességet. [76]

Központi kérdés, hogy a felsőoktatás, kiemelten a mérnökképzés, mennyiben képes kezelni ezeket a kockázatokat megelőző jelleggel, és milyen szerepet játszik ebben a STEM-alapú oktatás jelenleg. A helyzetkép feltárását követően milyen irányba érdemes elmozdulni. Két kérdőíves vizsgálatot végeztem az Óbudai Egyetem Bánki Donát Karán, egyet az oktatók, egyet a hallgatók körében. A kutatás célja annak feltárása volt, hogy a rendelkezésre álló technikai infrastruktúra, a tanítási módszerek és az ipari kapcsolódások hogyan befolyásolják az oktatás minőségét, valamint a hallgatók munkaerőpiaci felkészültségét.

Az oktatói kérdőív eredményei alapján a válaszadók többsége jelentős szakmai tapasztalattal rendelkezik, ami növeli a vizsgálat megbízhatóságát. Az oktatók a STEM-oktatást támogató eszközök és irodalom elérhetőségét közepesnek ítélték (QT01–QT02), ugyanakkor a laborokhoz és technikai támogatáshoz való hozzáférést már inkább hiányosnak (QT03–QT05). A Spearman-korrelációs vizsgálat eredményei azt mutatták, hogy az oktatók által érzékelt minőség szorosan összefügg a technikai háttérrel, ahol jobb a laborhozzáférés és a technikai támogatás, ott magasabbnak ítélik a STEM-oktatás színvonalát. A QT06–QT07 kérdések alapján a hallgatók STEM-teljesítményének megítélése változó, és a STEM-módszerek alkalmazása különösen a kevesebb tapasztalattal rendelkező oktatók számára jelent kihívást.

A hallgatói kérdőív eredményei azt mutatják, hogy a diákok nagy arányban vesznek részt laboratóriumi és számítógépes gyakorlatokon (QS03–QS04), és a digitális eszközhasználat is magas (QS05). Ugyanakkor az ipari problémákhoz kapcsolódó feladatokkal való

találkozásuk nem egyértelmű. A válaszadók harmada bizonytalan abban, hogy tanulmányaik során találkozik-e valós ipari kihívásokkal (QS01). A Khi-négyzet próbák alapján a tanulmányi előrehaladás befolyásolja, hogy a hallgatók mennyire érzik magukat bevonva az ipari problémamegoldásba, ami arra utal, hogy a gyakorlati kapcsolódások nem egyenletesen jelennek meg a képzésben.

A kutatás egyik legfontosabb következtetése, hogy a STEM-oktatás hatékonyságát jelentősen korlátozza a technikai infrastruktúra hiányossága, valamint az oktatók módszertani támogatásának elégtelensége. A hallgatók motivációja és szakmai fejlődése szempontjából kulcsfontosságú a gyakorlati, valós problémákhoz kötődő tanulás, a modern eszközök használata és az ipari együttműködések erősítése.

A vizsgálataim eredményei alapján a következő javaslatokat fogalmaztam meg:

1. Biztosítani kell a megfelelő technikai támogatást és eszközöket a műszaki és mérnöki területeken (QT04 eredménye alapján). Ez magában foglalja a laborok fejlesztését, modern műszerek és eszközök beszerzését, technikusok, rendszergazdák, laborfelelősök bevonását a megfelelő háttértámogatás biztosítása érdekében, valamint a STEM-oktatást támogató infrastruktúra bővítését.
2. Az oktatók módszertani támogatásának erősítése, módszertani képzések, továbbképzések, workshopok biztosítása az oktatók számára a témában. Erre azért van szükség, mert a STEM-módszerek alkalmazása különösen a kevésbé tapasztalt oktatóknak okoz nehézséget (QT07 eredménye), a modern, projektalapú, problémamegoldó tanítási módszerek növelik a hallgatók bevonását a tanulási folyamatba, valamint a módszertani támogatás közvetlenül javítja az oktatás minőségét.
3. A hallgatók motivációjának növelése az elmélet és a gyakorlat összekapcsolásának erősítésével. Ez magában foglalja az ipari projektek bevonását (QS01 eredménye), valós problémákon alapuló feladatok adását (QS02), előbbiek hangsúlyosabb kommunikációját a hallgatók felé. Gyakorlati példák, esettanulmányok, laborfeladatok bővítését, valamint ipari partnerekkel közös kurzusok, workshopok szervezését.

A hallgatók motivációját erősen befolyásolja, hogy látják-e a tanultak gyakorlati hasznát. Az eredmények szerint sok hallgató bizonytalan abban, hogy találkozik-e valós ipari problémákkal (QS01). Ez közvetlenül csökkentheti a tanulási kedvet és a szakmai elköteleződést. A következő fejezetben a hallgatói igényeket és motivációkat vizsgálom, amely meghatározó a megfelelő szakmai ismeretek elsajátításában, kompetenciák fejlesztésében.

Az új tudományos eredményeket a 4.és 6. tézisben összegeztem. A fejezetben lévő elemzéseket és következtetéseket részben [98] publikációban tettem közzé, amelyre külső hivatkozás a citációk jegyzékében a C8 jelzettel található meg.

5 HALLGATÓI IGÉNYEK ÉS MOTIVÁCIÓK ELEMZÉSE STATISZTIKAI MÓDSZEREKKEL NAGY CSOPORT ESETÉN

Az autóiparban megjelenő működési kockázatok esetében sokszor a humán erőforrással kapcsolatban lévő okok állnak. Több hiányterületet azonosítottak ezzel összefüggésben [99]. A szükséges képzés felsőoktatási intézményekben, szakképzési intézményekben, tanácsadó cégeknél, valamint vállalati belső képzések keretében szerezhető meg.

A hiányterületek kezelésével kapcsolatban, megelőző jelleggel, az előző fejezetben szó volt egy jól megválasztott oktatásmódszertanról, amely támogatja a szakmai ismeretek és szükséges kompetenciák elsajátítását. Azonban a megfelelő oktatásmódszertan mellett a másik kulcsfontosságú tényező a hallgatók hozzáállása tanulási folyamathoz. Két szempont különösen érdekes: a hallgatók igényei és motivációja. Ezen tényezők megértése elengedhetetlen ahhoz, hogy a képzési programokat az iparág változó igényeihez igazítsák, és biztosítsák, hogy a hallgatók megfelelően felkészüljenek szakmai pályafutásukra.

A felsőoktatás számára jelentős kihívást jelent, hogy lépést tartson az iparág gyorsan változó igényeivel, miközben biztosítja olyan magasan képzett szakemberek képzését, akik képesek megfelelni a vállalatok változó elvárásainak [99]. Mivel az iparágak, különösen az autóipar, az innováció és a globalizáció által vezérelt folyamatos átalakuláson megy keresztül, az oktatási intézményeknek hozzá kell igazítaniuk tanterveiket, oktatási módszereiket és képzési programjaikat, hogy a hallgatókat mind a technikai szakértelemmel, mind pedig a versenyképes, dinamikus munkaerőpiacon való sikerhez szükséges személyes vagy szociális készségekkel felvértezzék.

A hallgatók igényei között szerepel a tanulmányi támogatás, a jövőbeli karrierjükkel kapcsolatos tanácsadás, anyagi segítség és a megfelelő tanulási környezet [100]. Emellett szükségük van olyan erőforrásokhoz való hozzáférésre is, mint a gyakorlati tapasztalatok, a szakmai gyakorlatok és az iparági ismeretek, hogy fejleszthessék a jövőbeli munkájukhoz szükséges készségeket.

A motiváció az emberi viselkedés mögött meghúzódó okok mozgatórugója [101]. Két csoportba sorolható: belső és külső motiváció. A belső motiváció az egyénből fakad, és személyes érdeklődés, értékek vagy az önmegvalósítás érzése hajtja. Ezzel szemben a külső motiváció külső tényezőkhöz kapcsolódik, például jutalmakhoz, elismeréshez vagy

külső forrásokból származó nyomáshoz, mint például az osztályzatok, anyagi ösztönzők vagy társadalmi elvárások. [102]

A német felsőoktatásban a tanárképzés keretében vizsgálták a hallgatók motivációs tényezői közötti összefüggéseket [106]. Ezek jellemzően a kompetenciaérzet, a feladat értéke, valamint a költségek egyik összetevője, azaz a feladat megoldásához szükséges erőfeszítés voltak.

A témában végzett kutatások során [103, 104] megállapítást nyert, hogy mind a belső, mind a külső motiváció fontos szerepet játszik a hallgatók tanulásában és a későbbi munkahelyi sikerében.

A belső motivációt számos tényező befolyásolhatja. Az autonómia, a kompetencia és a kapcsolatok kialakítása, valamint ezeknek a belső és külső motivációval való összefüggései már szélesebb körben kutatás tárgyát képezték [105].

5.1 Adatok és módszerek bemutatása

A kérőív elkészítésekor a kérdések összeállítása során az volt a cél, hogy képet kapjak az Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar hallgatóinak igényeiről, motivációjáról.

Az alkalmazott kérdőív általános és témaspecifikus kérdéseket is tartalmazott. Összesen 27 kérdéssel és 14 állítással kapcsolatban kapott válaszokat elemeztem. A kérdőív a 3. mellékletben található. Elsősorban zárt kérdéseket alkalmaztam, de volt lehetőség véleménynyilvánításra is nyitott kérdésen keresztül. A zárt kérdések esetében kétféle Likert skálát használtam (1-4 illetve 1-6 fokozatút). Az állítások esetében a kiválasztás során több állítás is megjelölhető volt. A kérdőív a Google Űrlap segítségével készült és az Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Karán jogviszonyban lévő hallgató számára Neptun üzenetben került kiküldésre. A felmérésre a 2024/25-ös tanév őszi szemeszterében került sor, és összesen 417 válasz érkezett be. Az adatok tisztítását követően 374 választ vettem alapul az értékelésben.

A kérdőívben az általános kérdések demográfiai és egyetemmel kapcsolatosak. Rákérdeztem a válaszadók nemére, korára, képzési szintjére, a képzés típusára és szakára. Ebben az esetben csak a Karon hallgatható képzések voltak kiválaszthatóak. A felmérésben való részvétel anonim volt és önkéntes.

A témaspecifikus kérdések és állítások két témára bonthatók. Az első a motivációk, ide 21 kérdés és 6 állítás tartozik. Ezek előtagja kérdések esetében QM, állítások esetén STM. A másik a hallgatói igények csoportja. Ide 6 kérdés és 7 állítás tartozik. A kérdések előtagja QN, míg az állításoké STN. A kérdőív egyes kérdéseinek és állításainak részletes tartalmát az eredmények bemutatása során ismertetem, így azokat közvetlenül az adott elemzésekhez kapcsolódóan mutatom be.

Az első csoporton belül, amely a hallgatói motivációkra vonatkozik téma szerint 5 alcsoportot különböztettem meg.

- QM01-QM04: Belső motivációra vonatkozó kérdések
- QM05-QM10: Külső motivációkra vonatkozó kérdések
- QM11-QM13: Jövőbeli lehetőségekre vonatkozó kérdések
- QM14-QM17: Hallgatók tudatosságára vonatkozó kérdések
- QM18-QM21: Hallgatók motivációs szintjére vonatkozó kérdések

A hallgatói igényekre vonatkozó kérdések esetében 2 csoportot hoztam létre.

- QN01-QN03 Azon hallgatói igényekre vonatkozó kérdések, amelyekre az oktatónak közvetlen ráhatása van.
- QN04-QN06 Azon hallgatói igényekre vonatkozó kérdések, amelyekre az oktatónak nincs közvetlen ráhatása.

5.2 Eredmények és javaslatok bemutatása

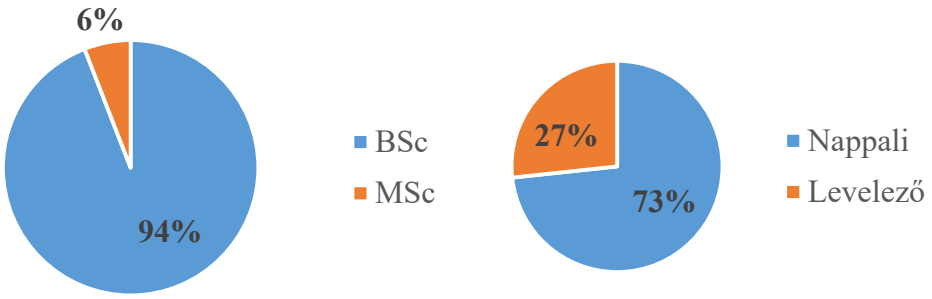
Az adatok tisztítását követően összesen 374 értékelhető kérdőív eredményeit mutatom be. Az alap kérdésekre adott válaszok elemzése során a következő eredményeket kaptam. A válaszadók jelentős többsége 91,4%-a - vélhetően a képzés műszaki jellege miatt férfi, kisebb hányaduk, 8, 6%-a nő.

Korosztály	Gyakoriság	Relatív gyakoriság
18-21	205	54,8 %
22-26	92	24,6 %
27 éves vagy idősebb	77	20,6 %

16. táblázat Korcsoportok gyakorisági táblázata

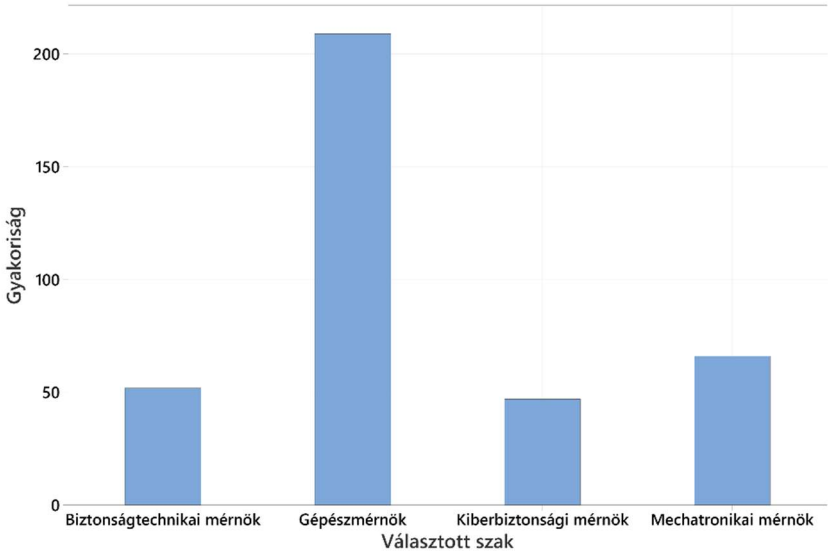
Kor szerint három korcsoportot hoztam létre. A 18-21 éves korosztályba a válaszadók 54,8%-a tartozott. 22-26 éves korosztályba 24,6%, és a 27 éves vagy idősebb korosztályba a válaszadók 20,6%-a tartozik (16. táblázat).

A megkérdezettek jelentős többsége, 94,1%-a BSc szinten tanul, míg 5,9%-a MSc-n. A válaszadók 73,3 %-a nappali tagozatos hallgató, 26,7%-a levelező tagozatos (20. ábra).



20. ábra Képzési szintek és munkarendek megjelenítése

A kérdőívet kitöltők közül 47 fő kiberbiztonság szakon, 209 fő gépészmérnök szakon, 66 fő mechatronika szakon, 52 fő biztonságtechnika szakon tanul. Alapvetően a válaszadók lefedik a Kar képzés profilját. Látható, hogy túlnyomó többségük gépészmérnök szakon hallgató (21. ábra).



21. ábra Választott szak gyakorisága

Az alapkérdések elemzését követően a specifikus kérdésekre adott válaszok feldolgozását végeztem el. A kérdéseket csoportonként is elemeztem, valamint az összefüggésekre vonatkozóan is végeztem vizsgálatokat.

5.2.1 Hallgatók motivációival kapcsolatos kérdésekre adott válaszok kiértékelése

Az első kérdéscsoport kérdései a belső motivációra vonatkoztak. Összesen 4 kérdés (Q01-QM04) tartozott ebbe a csoportba (17. táblázat). A 18. táblázatban látható a kérdésekre adott válaszok átlagai és mediánjai.

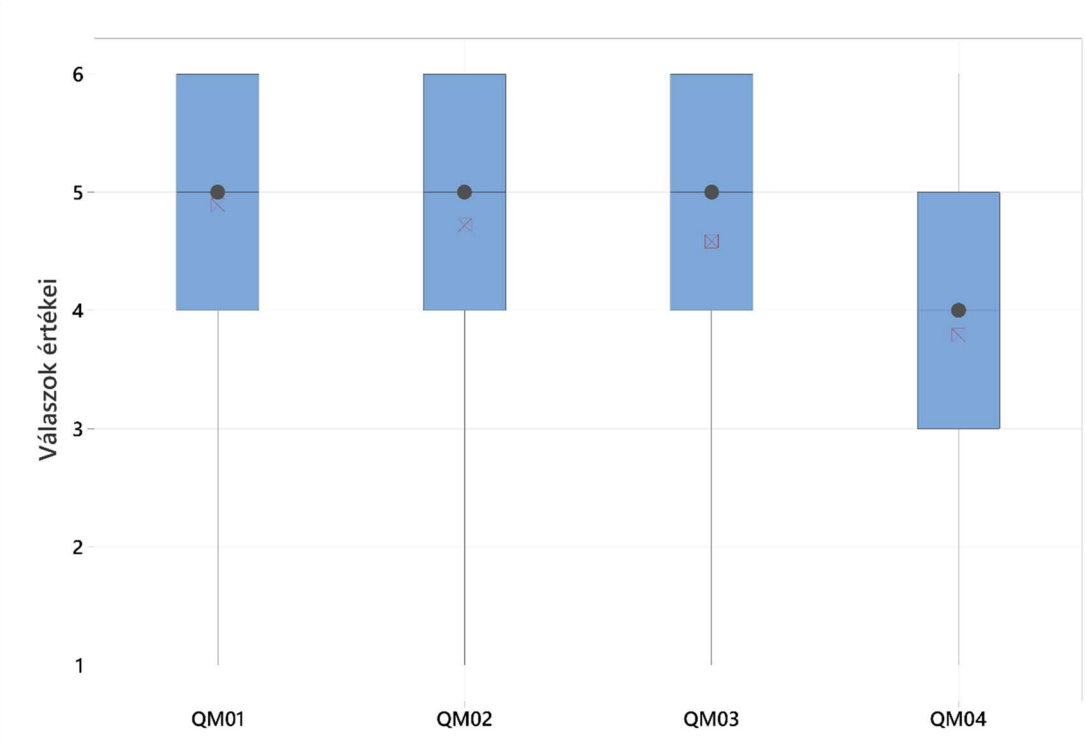
QM01 Mennyire motiválja Önt a tanulmányai során a szakmai fejlődés és a karrierépítés?
QM02 Mennyire motiválja Önt a tanulmányai során a tantárgy iránti mély érdeklődés?
QM03 Mennyire motiválja Önt a tanulmányai során a sikerélmény és elismerés?
QM04 Mennyire motiválja Önt a tanulmányai során a társadalmi hozzájárulás és a hasznosság?

17. táblázat QM01-QM04 kérdések

	QM01	QM02	QM03	QM04
Átlag	4,89	4,72	4,59	3,79
Medián	5,00	5,00	5,00	4,00

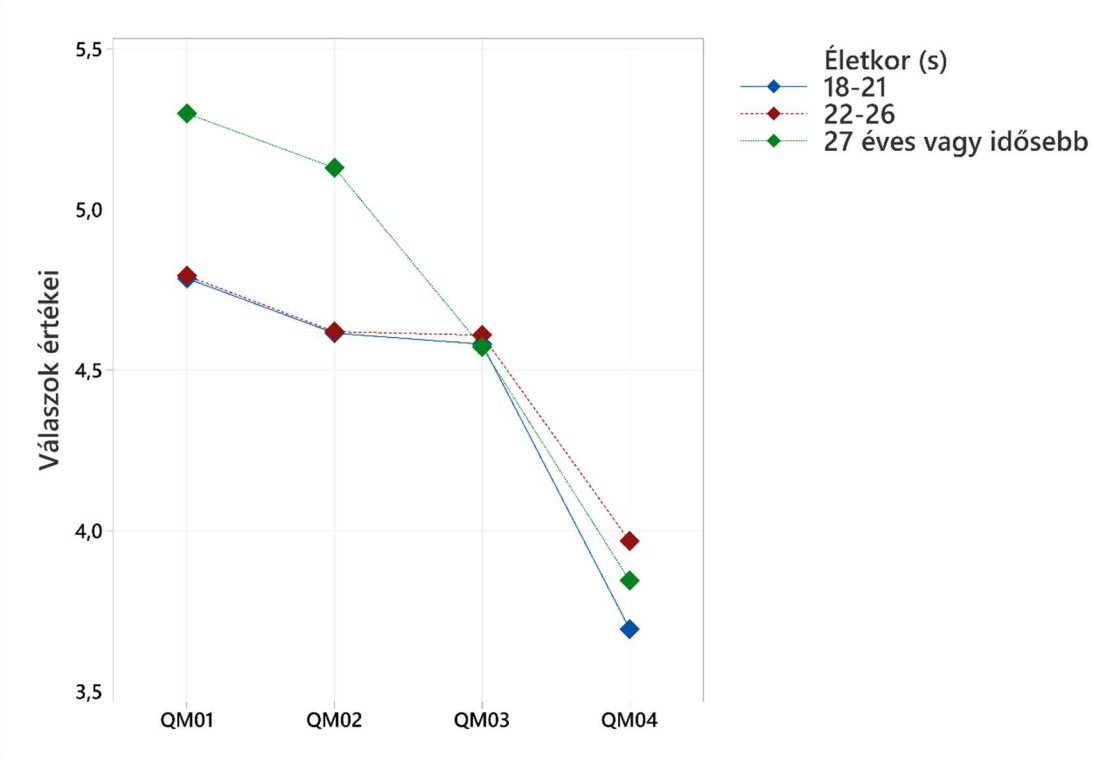
18. táblázat QM01-QM04 kérdésekre adott válaszok átlagai és mediánjai

A 22. ábra mutatja a 4 kérdés esetén a medián és az ingadozás alakulását. A számértékeket a 20. táblázat tartalmazza. Egyértelműen látható, hogy az első 3 kérdés esetén nincs különbség, mindegyik esetben 5,00 a medián érték, ugyanakkor a negyedik kérdés válaszainak mediánja valamivel alacsonyabb (4,00) mint az első három kérdésnél.



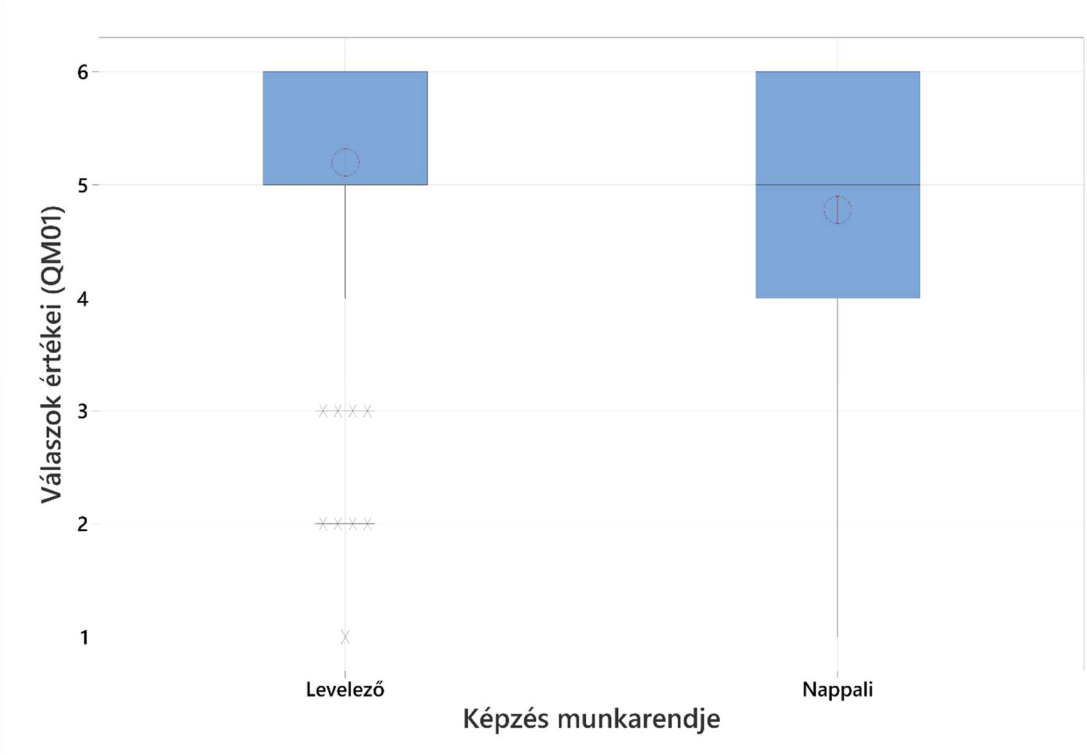
22. ábra QM01-QM04 kérdésekre adott válaszok kalickaábrázolása

Vizsgáltam továbbá, hogy van-e szignifikáns eltérés az alapadatok alapján a kérdésekre adott válaszok között. A vizsgálat során eltérést találtam a korcsoportok esetében. A legidősebb korcsoport az első 2 kérdés esetében (QM01, QM02) magasabb pontszámokat adott, ahogy ezt a 23. ábra vonaldiagramja mutatja. QM01 esetében a 22-26 éves korcsoportnál 4,78 illetve 4,79 az adott válaszok átlag értéke, a 27 év felettiek esetén 5,35. QM02 esetében a 22-26 éves korcsoportnál 4,61 illetve 4,61 az adott válaszok átlag értéke, a 27 év felettiek esetén 5,18.



23. ábra QM01-QM04 kérdésekre adott válaszai alapján az átlagokat ábrázoló vonaldiagram

A karrierépítéssel kapcsolatos belső motivációra vonatkozó kérdésre (QM01) adott válaszok esetében megfigyelhető eltérés a nappali és levelezős tagozatos hallgatók között. Láthatóan a levelezős hallgatók esetében ez a motiváció erősebb (24. ábra). A nappali tagozatos hallgatók esetében az adott válaszok átlaga 4, 78, a levelezősöké 5,32.



24. ábra QM01 válaszainak összehasonlítása a képzés munkarendje szerint

A második kérdéscsoport esetében, amely a külső motivációkra vonatkozott arra voltam kíváncsi, hogy külső tényezőkkel mennyire motiválhatók a hallgatók.

A QM 05-QM10 kérdések a külső motivációs tényezőkre vonatkoztak. A 19. táblázatban a kérdések témái olvashatók.

QM05 Számomra fontos, hogy kiváló eredményeket érjek el az egyetemen. (Mennyire ért egyet ezzel az állítással?)
QM06 Mennyire motiválja Önt a tanulmányai során a család és a barátok támogatása/elismerése?
QM07 Mennyire motiválja Önt a tanulmányai során a kulturális csereprogramban való részvétel?
QM08 Mennyire motiválja Önt a tanulmányai során az ösztöndíj?
QM09 Mennyire motiválja Önt a tanulmányai során a határidők és az egyértelmű követelmények?
QM10 Mennyire motiválja Önt a tanulmányai során megfelelő, modern tanulási környezet?

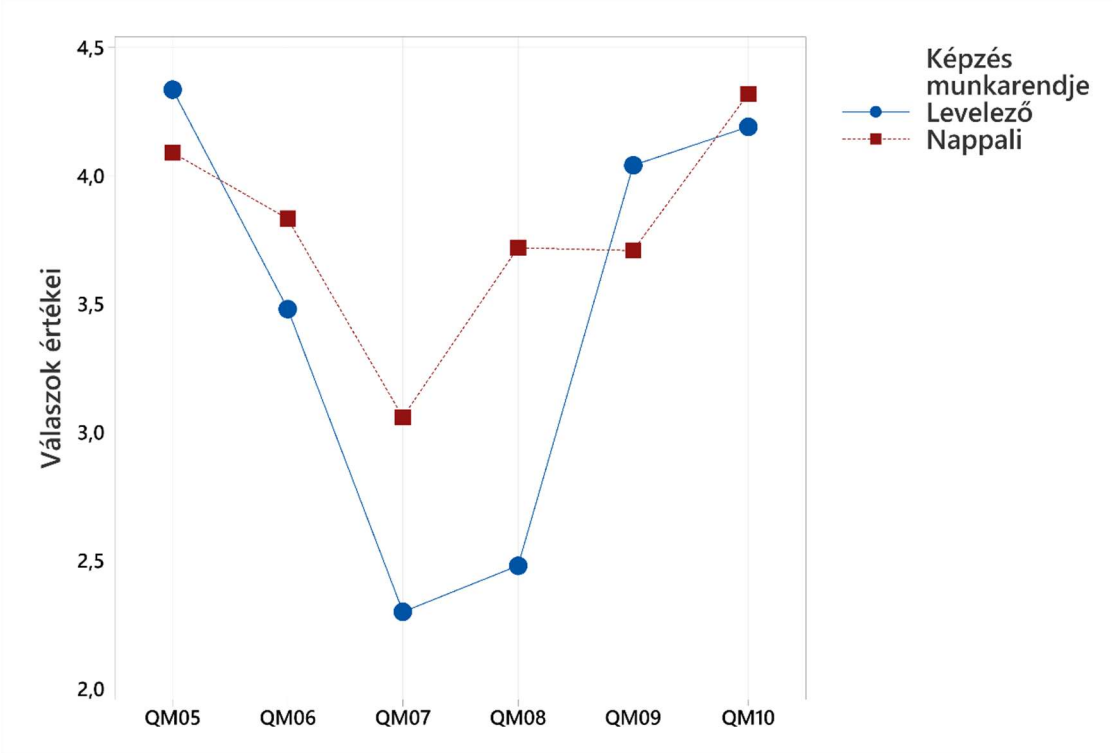
19. táblázat QM05-QM10 kérdések

A 20. táblázat tartalmazza a kérdésekre adott válaszok átlagát és medián értékeit. Ebben az esetben látható, hogy jóval alacsonyabb értékeket kaptam, mint a belső motiváció esetében. A QM07-es kérdésre adott válaszok átlaga a legalacsonyabb mind közül (2,86).

	QM 05	QM 06	QM 07	QM 08	QM 09	QM 10
Átlag	4,16	3,74	2,86	3,39	3,80	4,28
Medián	4,50	4,00	3,00	3,00	4,00	4,00

20. táblázat QM05-QM10 kérdésekre adott válaszok átlagai és mediánjai

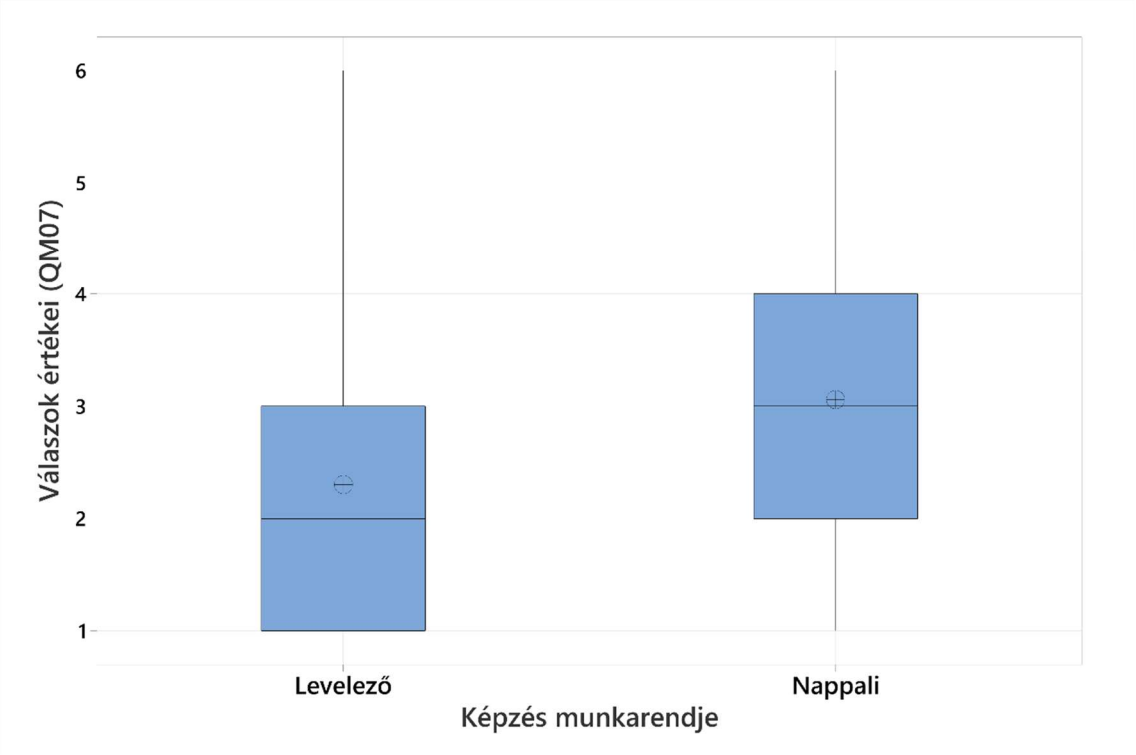
Ezután azt vizsgáltam, hogy milyen összefüggés fedezhetők fel az alapkérdések és a második (specifikus) kérdéscsoportra adott válaszok között. A legnagyobb eltéréseket a nappalis és levelezős hallgatók válaszai között találtam. A 25. ábrán látható a kérdésekre adott válaszok átlagai hogyan alakulnak attól függően, hogy nappali vagy levelező tagozaton tanul a válaszadó. A QM07 és QM08 kérdések esetében egyértelműen látható, hogy jelentős az eltérés az átlagok között. A nappali és levelezős hallgatók átlagai rendre QM07 esetében 3,05 (nappali) és 2,24 (levelező), QM08 esetében még nagyobb a különbség 3,72 (nappali) és 2,43 (levelező). Ez azzal magyarázható, hogy a csereprogramokban már kevésbé érdekeltek a levelezős hallgatók, illetve inkább dolgozó korosztály, így ösztöndíjjal sem motiválható, továbbá visszatartó erő lehet az is, hogy családjuk, gyermekeik vannak, így kevésbé mobilisak.



25. ábra Vonaldiagram QM05-QM10 kérdésekre adott válaszok átlagai alapján

23.

A QM07-es kérdés esetében az is érdekes eredmény, hogy a nappali tagozatos hallgatók esetében sem túl motiváló a nemzetközi csereprogramokban való részvétel (26. ábra).



26. ábra QM07 kérdésre adott válaszok képzési forma szerint

A következő kérdéscsoport (QM11-QM13) a jövőbeli lehetőségekre vonatkozó kérdéseket tartalmazta. Arra voltam kíváncsi, hogy ezek mennyire motiválóak a hallgatók számára. A kérdések témái a 21. táblázatban olvashatók.

QM11 Mennyire motiválja Önt a tanulmányai során a pénzügyi stabilitás és a jövőbeli jövedelem a válaszadót?
QM12 Mennyire motiválja Önt a tanulmányai során a kapcsolatépítés a válaszadót?
QM13 Mennyire motiválja Önt a tanulmányai során a munkaerő-piaci lehetőségek a válaszadót?

21. táblázat QM11-QM13 kérdések

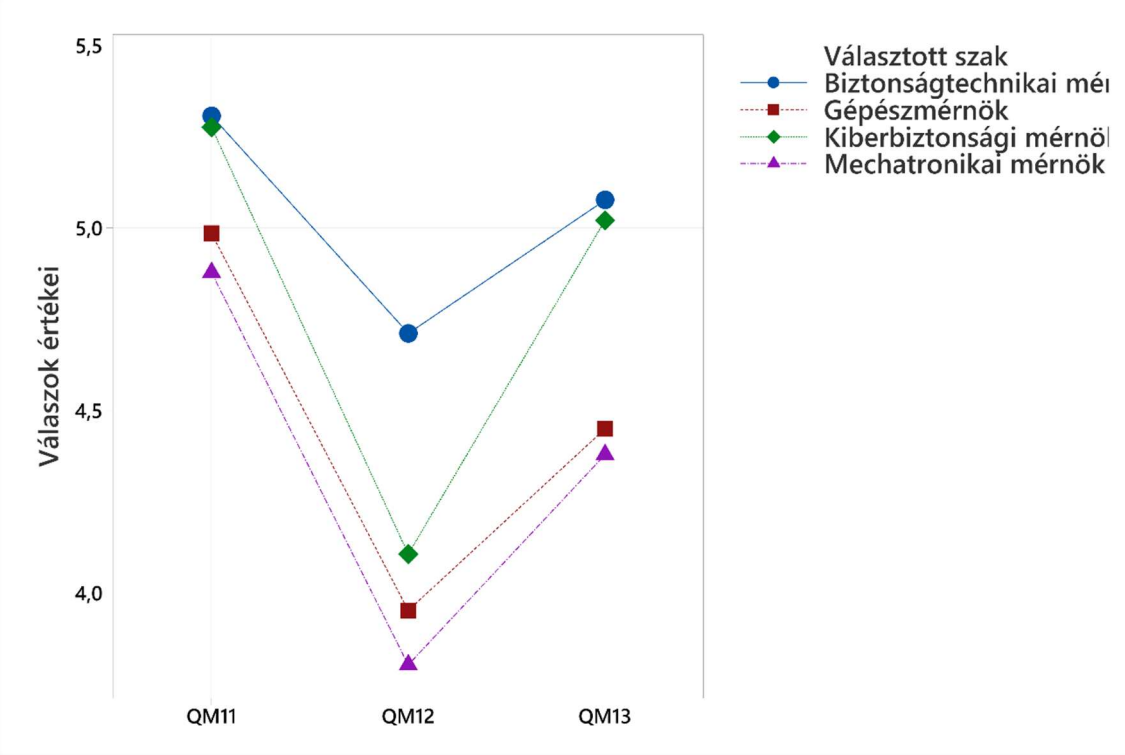
A jövőbeli lehetőségekkel kapcsolatban kapott válaszok (QM11–QM13) összességében azt mutatják, hogy az átlagértékek magasak, 4,05 és 5,05 között mozognak (22. táblázat).

	QM 11	**QM 12**	**QM 13**
Átlag	5,05	4,05	4,60
Medián	5	4	5

22. táblázat QM11, QM12, QM13 kérdésekre adott válaszok átlagai és mediánjai

A kapcsolatépítés iránti motivációt vizsgáló QM12-es kérdés esetében a biztonságtechnika szakon jelentős eltérés mutatkozik a többi szakhoz képest. A biztonságtechnikai mérnök hallgatók átlagos értékelése 4,67 volt (medián = 5), míg a többi szak esetében az átlagok 3,80 és 4,11 között alakultak, ami arra utal, hogy számukra ez a tényező lényegesen nagyobb motivációt jelent. (27. ábra).

A QM13 kérdés a munkaerő-piaci lehetőségek motivációs hatását vizsgálja a hallgatók által választott szakok tekintetében. Itt a biztonságtechnika és a kiberbiztonság mérnöki szakokon hallgatók válaszai hasonló pontszámokat mutatnak (5,08, illetve 5,02), amíg a gépészmérnöki (4,46) és a mechatronikai mérnöki (4,37) szakokon tanulók alacsonyabb pontokat adtak (27. ábra).



27. ábra QM11, QM12, QM13 A jövőbeli lehetőségekkel kapcsolatos motivációs kérdésekre adott válaszok átlagainak vonaldiagramja választott szakok szerint

A QM14-QM17 kérdések a 23. táblázatban láthatók. A QM14-QM17 kérdésekre adott válaszok, amelyeket 4 pontos Likert-skálán mértem, azt mutatják, hogy a hallgatók általános tudatossága viszonylag alacsony. A két legalacsonyabb pontszám a QM14, ahol az átlag 2,97 (medián: 3) és a QM17, ahol 2,21 a válaszok pontjainak átlag értéke (medián 2) , , amit az átlag- és mediánértékek is tükröznek. A legmagasabb mediánérték, amely eléri a 4-et, a QM15 esetében figyelhető meg (24. táblázat).

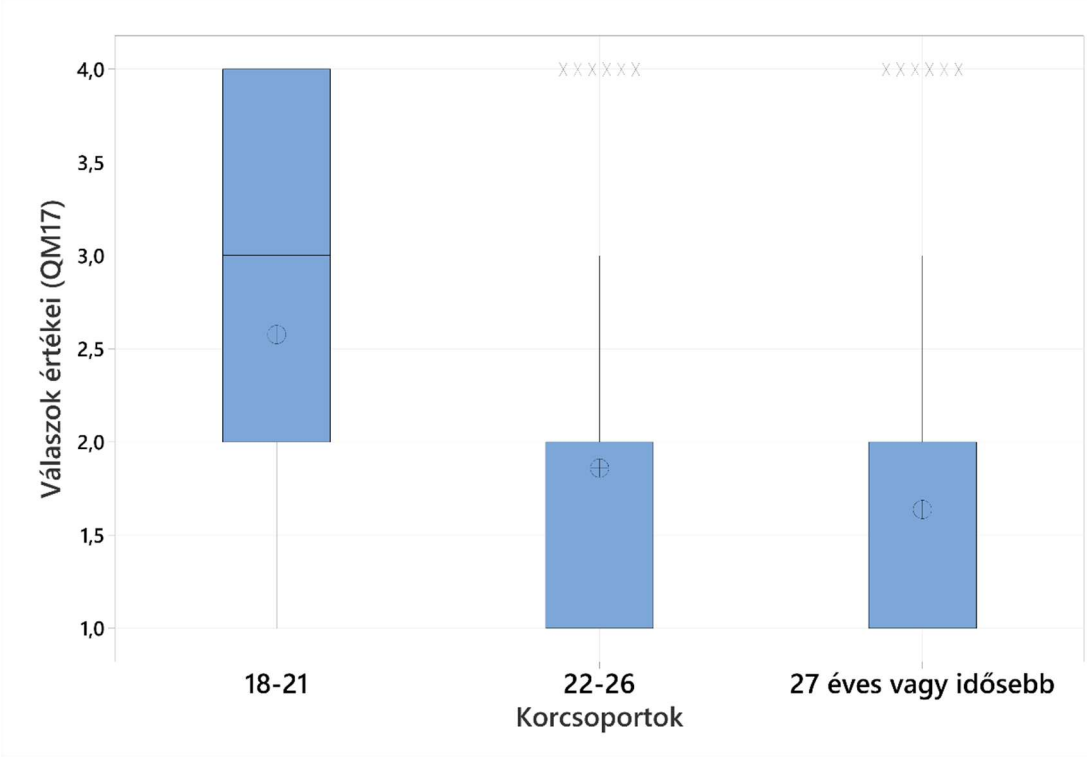
Mennyire ért egyet az alábbi állítással?
QM14 Tisztában vagyok munkaerő-piaci céljaimmal.
QM15 A jelentkezésemet megelőzően tájékozódtam a választott szak leírásáról.
QM16 Ismerem a szakom mintatantervét.
QM17 Részt vettem az egyetem rendezvényein jelentkezésemet megelőzően tájékozódás céljából.

23. táblázat QM14-QM17 kérdések

	QM14	**QM15**	**QM16**	**QM17**
Átlag	2,97	3,30	3,16	2,21
Medián	3	4	3	2

24. táblázat QM14-QM17 kérdésekre adott válaszok átlagai és mediánjai

A korcsoportok között tudatossági különbségek figyelhetők meg (QM17). A kérdés arra irányult, hogy a hallgatók mennyire tudatosan választották ki a képzésüket. Ez közvetlenül nem, vagy csak nehezen mérhető. Ebben az esetben arra kérdeztem rá, hogy részt vettek-e olyan eseményeken, ahol a választott szakról tájékozódtak. A legfiatalabb korcsoport esetében magasabb pontszámok születtek, bár viszonylag nagy az ingadozás is. A 18-21 éves korcsoport adott pontszámainak átlaga 2,58, amíg az idősebb korosztály esetében a 22-26 éves korcsoportnál 1,86 és a 27 év felettiek esetében mindössze 1,59. Az idősebb korosztályok inkább online platformokon tájékozódnak a képzésekkel kapcsolatosan információgyűjtés céljából (28. ábra).



28. ábra QM17 kérdésre adott válaszok statisztikai jellemzői korcsoportonként

A QM18–QM21 kérdések a 25. táblázatban láthatók. A QM18–QM21 kérdésekre kapott válaszok, amelyeket 4 pontos Likert-skálán mértem, a motiváció szintjére és tartalmára vonatkoznak, és általánosságban azt mutatják, hogy a kérdésekre adott válaszok átlaga a Q20 esetében a legalacsonyabb (2,67), a QM18 esetében pedig a legmagasabb (3,39). (26. táblázat).

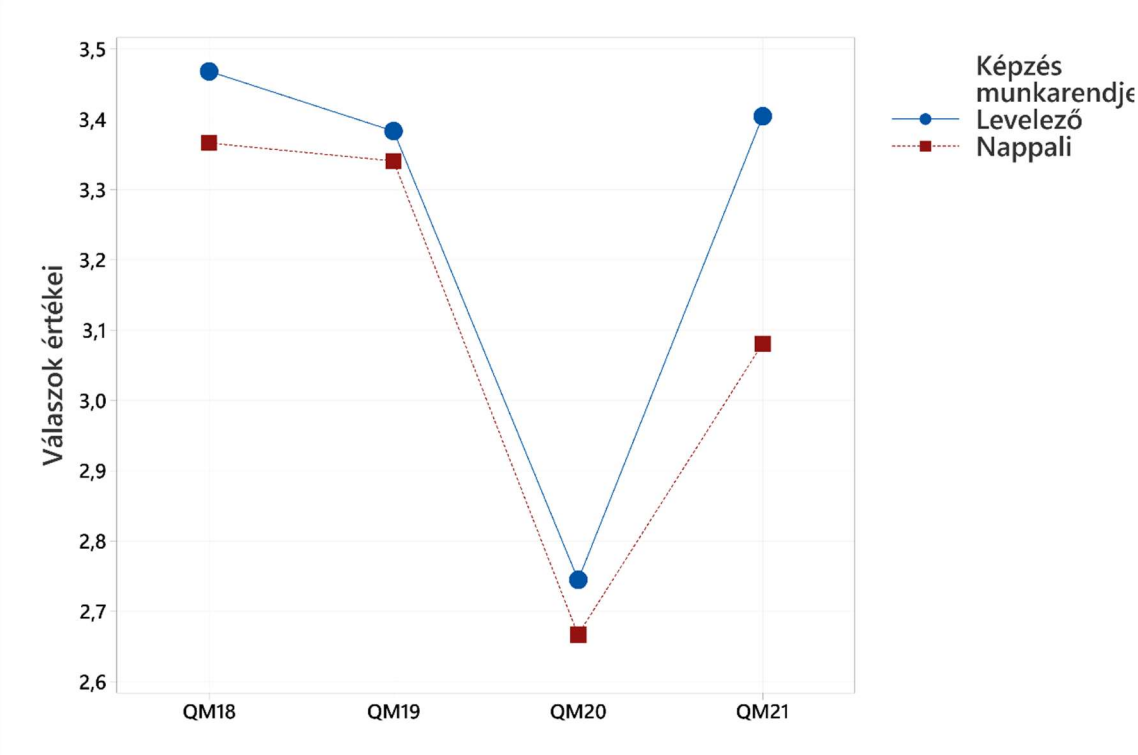
Mennyire ért egyet az alábbi állítással?
QM18 Érdekelnek a képzésem során szerezhet ismeretek.
QM19 Hiszem, hogy képes vagyok teljesíteni a képzési követelményeket.
QM20 A képzési során támasztott követelményeket nagy erőfeszítések árán tudom teljesíteni.
QM21 Motivált vagyok a tanulmányi céljaim elérésére.

25. táblázat QM18-QM21 kérdések

	QM18	**QM19**	**QM20**	**QM21**
Átlag	**3,39**	3,36	**2,67**	3,16
Medián	4	3.5	3	3

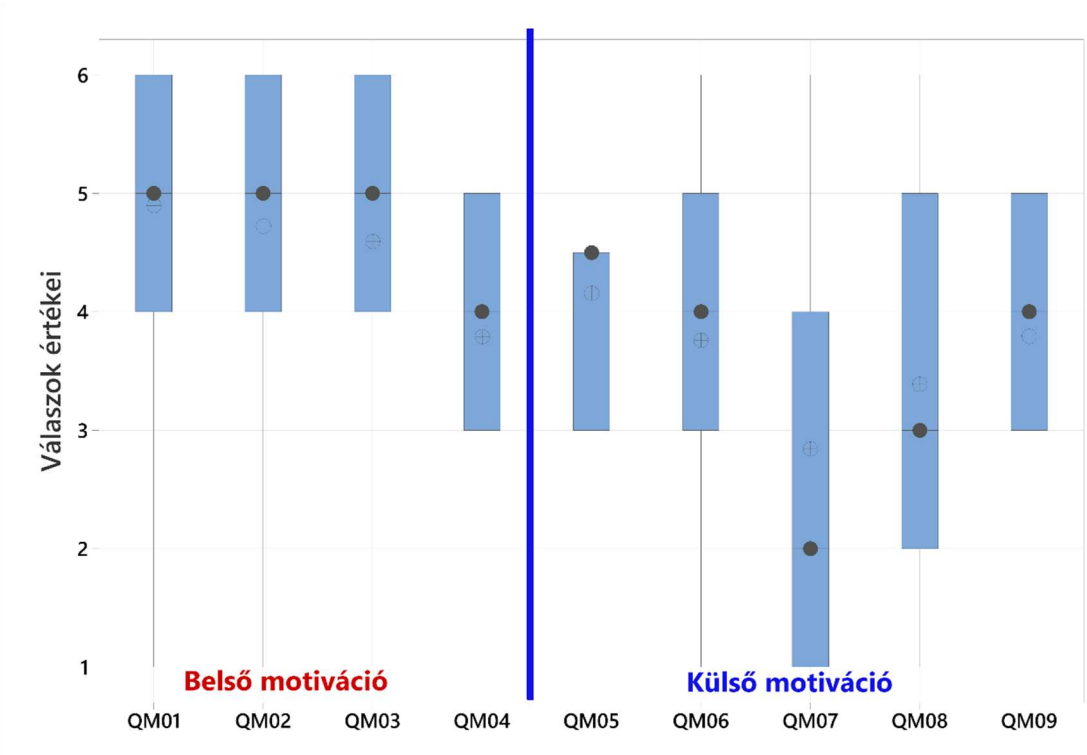
26. táblázat QM18-QM21 kérdésekre adott válaszok átlagai és mediánjai

A QM21-es kérdésben azt kérdeztem, mennyire érzik magukat a hallgatók motiváltnak a tanulási céljaik elérésében. A kérdésre adott válaszok tekintetében a képzés munkarendje (nappali, levelező) szerint jelentősebb különbségek figyelhetők meg (29. ábra). Az átlagok közötti különbség kisebb, de a mediánok nagyobb eltérést mutatnak, a nappalisok esetében az átlag érték 3,08 (medián :3), a levelezősök esetében 3,4 (medián: 4). (31. táblázat). A levelező hallgatók arról számoltak be, hogy motiváltabbnak érzik magukat.



29. ábra QM18-QM21 kérdések válaszainak átlaga képzés munkarendje szerint

A vizsgált két kérdéscsoport úgymint a belső és a külső motivációkra vonatkozóan feltett kérdések esetében további összefüggéseket találtam. A belső és külső motivációkkal kapcsolatos válaszok átlagai között eltérések figyelhetők meg (27. táblázat). A belső motivációra vonatkozó kérdések átlagai rendre 4,9 (QM01), 4,72 (QM02), 4,59 (QM03), 3,79 (QM04), amíg a külső motivációra vonatkozó kérdésekre adott válaszok átlagai alacsonyabbak rendre 2,84 (QM06), 3,39 (QM07), 3,79 (QM08) és 4,29 (QM09). Nyilvánvaló, hogy a válaszadók számára a belső motivációs tényezők fontosabbak voltak, mint a külső motivációs tényezők. Az adatokból kitűnik, hogy jelentős különbségek vannak a belső és a külső motivációk között, és a válaszadók számára a belső motiváció következetesen fontosabb, mint a külső tényezők. (30. ábra)



30. ábra Belső és külső motivációkkal kapcsolatos kérdésekre adott válaszok boxplot ábrázolása

A belső motiváció esetében az átlagos pontszámok általában magasak, a QM01 (4,9), a QM02 (4,72) és a QM03 (4,59) kérdésekre adott válaszok pedig olyan tényezők iránti erős preferenciát jeleznek, mint a személyes érdeklődés és a belső elégedettség. Ezen kérdések medián pontszámai szintén magasak, a válaszadók többsége a legmagasabb értéket (5) választotta, ami azt bizonyítja, hogy a belső motivációs tényezők az elkötelezettség és az odaadás elsődleges hajtóerői.

Ezzel szemben a külső motivációs tényezők alacsonyabb átlag- és mediánértékeket mutatnak. A külső tényezők közül a legmagasabb átlagpontszámot a QM05 (3,76) érte el, amely a külső jutalmakhoz vagy elismeréshez kapcsolódik. Más külső motivációs tényezők, mint például a QM06 (2,84), a QM07 (3,39) és a QM08 (3,79), azt mutatják, hogy a válaszadók a belső motivációs tényezőkhöz képest jóval kevesebb jelentőséget tulajdonítanak a külső motivációs tényezőknek, beleértve az anyagi előnyöket és a külső elismerést is.

Belső motiváció			Külső motiváció		
	Átlag	Medián		Átlag	Medián
QM01	4.9	5	**QM05**	3.76	4
QM02	4.72	5	**QM06**	2.84	2
QM03	4.59	5	**QM07**	3.39	3
QM04	3.79	4	**QM08**	3.79	4
			QM09	4.29	4

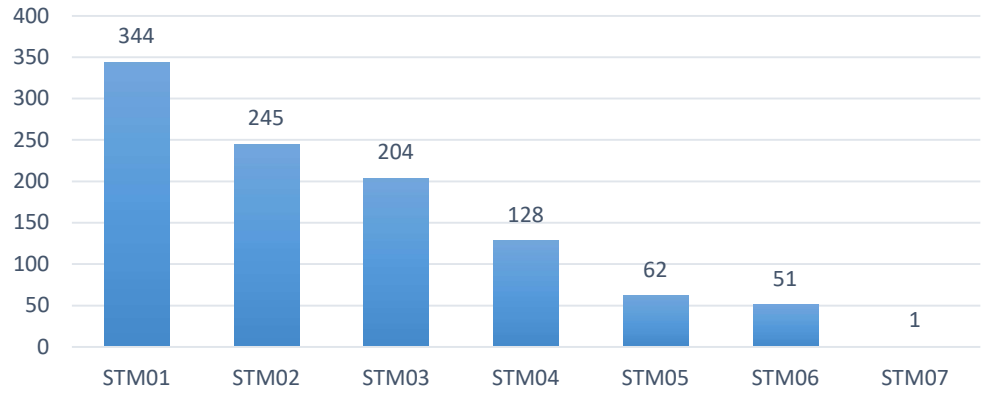
27. táblázat Belső és külső motivációra vonatkozó kérdéscsoportok válaszainak átlagai és mediánjai

A motivációval kapcsolatos állítások arra vonatkoztak, hogy a hallgató miért választotta az adott szakot (STM01–STM06) (28. táblázat). Általánosságban elmondható, hogy a válaszokból kitűnik, hogy három állítás jelent meg a leggyakrabban a válaszokban.

Állítások
STM01 Érdeklődés az adott területek iránt
STM02 Karrierlehetőségek
STM03 Magas jövedelem lehetősége
STM04 Problémamegoldás és innováció iránti érdeklődés
STM05 Családi vagy baráti befolyás
STM06 Társadalmi elismerés és presztízs
STM07 Egyéb

28. táblázat STM01-STM07 állítások

A 31. ábra szemlélteti, milyen gyakorisággal választották ki az állításokat. A válaszadók egyszerre több állítást is kiválaszthattak. Nyilvánvaló, hogy a hallgatókat az adott képzés választásával kapcsolatban elsősorban a szak iránti érdeklődésük, valamint a képzéssel kapcsolatos karrierlehetőségek és a magas jövedelmi kilátások motiválták.



31. ábra Motivációval kapcsolatos állítások gyakoriságának diagramja

A hallgatók képzésválasztási motivációinak elemzése egyértelmű mintázatokat tár fel a döntéshozatalt befolyásoló tényezők tekintetében. A leggyakrabban említett okok között szerepel az adott tudományterület iránti erős érdeklődés, a karrierlehetőségek és a magas jövedelemre való kilátás. Ezek a motivációk összhangban állnak azzal, hogy a karrier és a pénzügyi kilátások egyre hangsúlyosabbá válnak társadalmi szinten is. Ezzel szemben olyan tényezőket, mint a társadalmi elismerés, a család vagy a barátok hatása, valamint a szakmai előrelépés, ritkábban említették a válaszadók. Ez arra utal, hogy a hallgatók a szakválasztás során inkább a személyes érdeklődést és a kézzelfogható karrierelőnyöket helyezik előtérbe. Ezen motivációs tényezők megértése segíthet az oktatási intézményeknek abban, hogy képzési kínálatukat és támogató szolgáltatásaikat jobban igazítsák a leendő hallgatók igényeihez. A továbbiakban a hallgatói igényekkel kapcsolatos válaszok eredményeit mutatom be.

5.2.2 Hallgatói igényekkel kapcsolatos kérdésekre adott válaszok kiértékelése

A hallgatói igényekkel kapcsolatos kérdéseket két kategóriába soroltam. Az első csoport (QN01–QN03) azokat a kérdéseket tartalmazta, amelyekre közvetlen hatással vannak az oktatók (29. táblázat). Ezekre a kérdésekre adott válaszok azt mutatják, hogy az átlagértékek általában magasak voltak, a QN01 esetében 4,97, a QN02 esetében 5,21, a QN03 esetében 5,53. (30. táblázat).

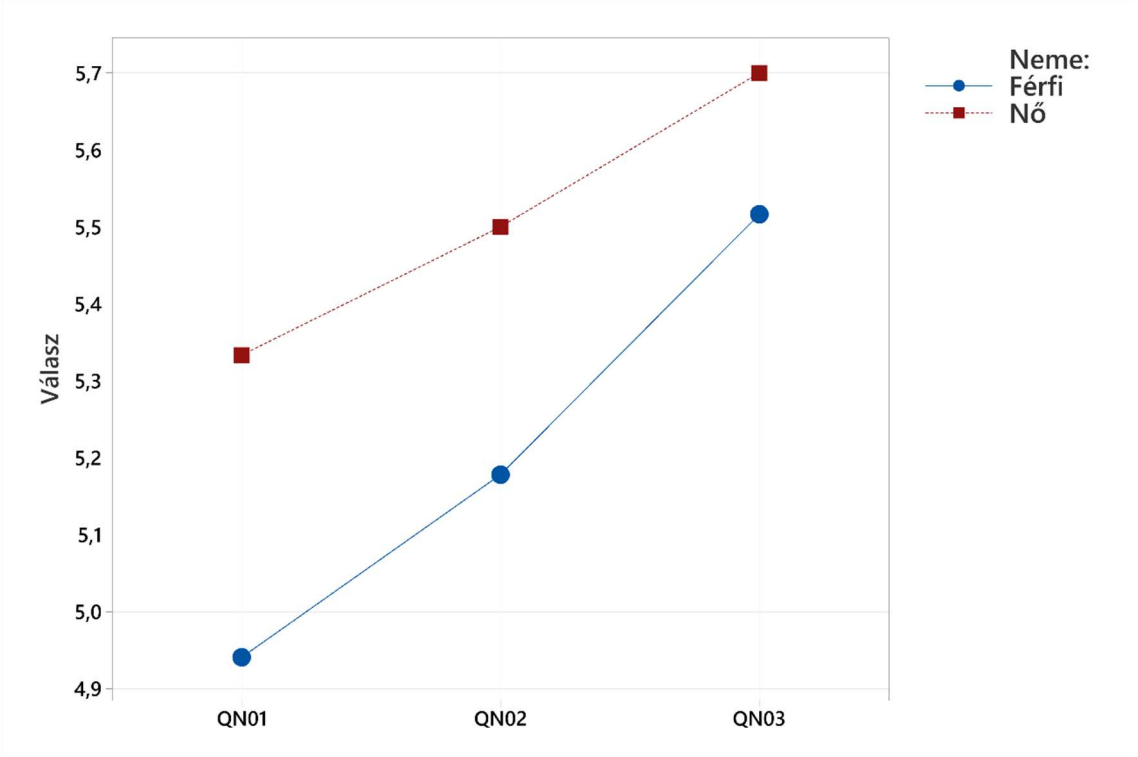
Mennyire fontosak Önnek/mennyire igényli alábbiakat?
QN01 Tantermek és laboratóriumok felszereltsége
QN02 Oktatók elérhetősége és támogatása
QN03 Tananyag minősége és relevanciája

29. táblázat QN01-QN03 kérdések

	QN01	**QN02**	**QN03**
Átlag	4.97	5.21	5.53
Medián	5	6	6

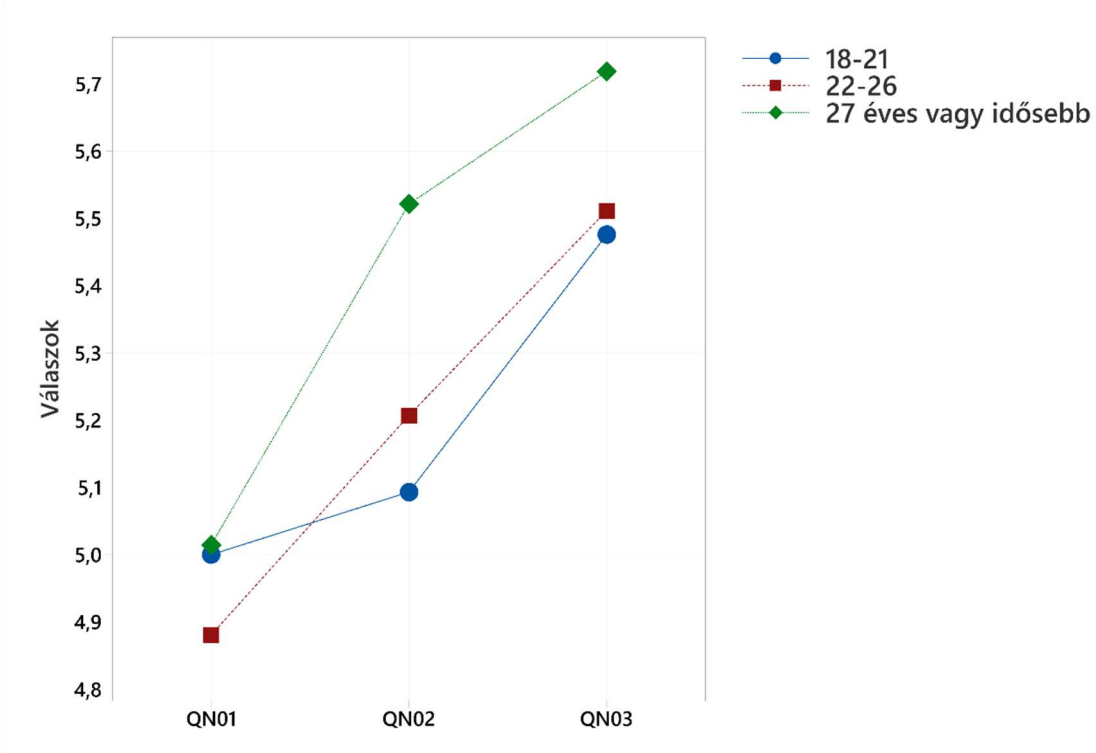
30. táblázat QN01-QN03 kérdésekre adott válaszok átlag és medián értékei

Ebben a kérdéscsoportban több szempontból is eltérések figyelhetők meg. Amint az a 32. ábrán látható, a válaszokban nemek szerinti jelentős különbség is megfigyelhető, a hölgyek rendre magasabb pontszámokat adtak a kérdésekre az átlagok alapján (QN01-5,33, QN02- 5,5, QN03-5,7) mint a férfiak (QN01-4,94, QN02 – 5,18, QN03-5,52). (36. táblázat) Ez alapján megállapítható, hogy a női hallgatók mindhárom kérdés esetében magasabb elvárásokat támasztanak.



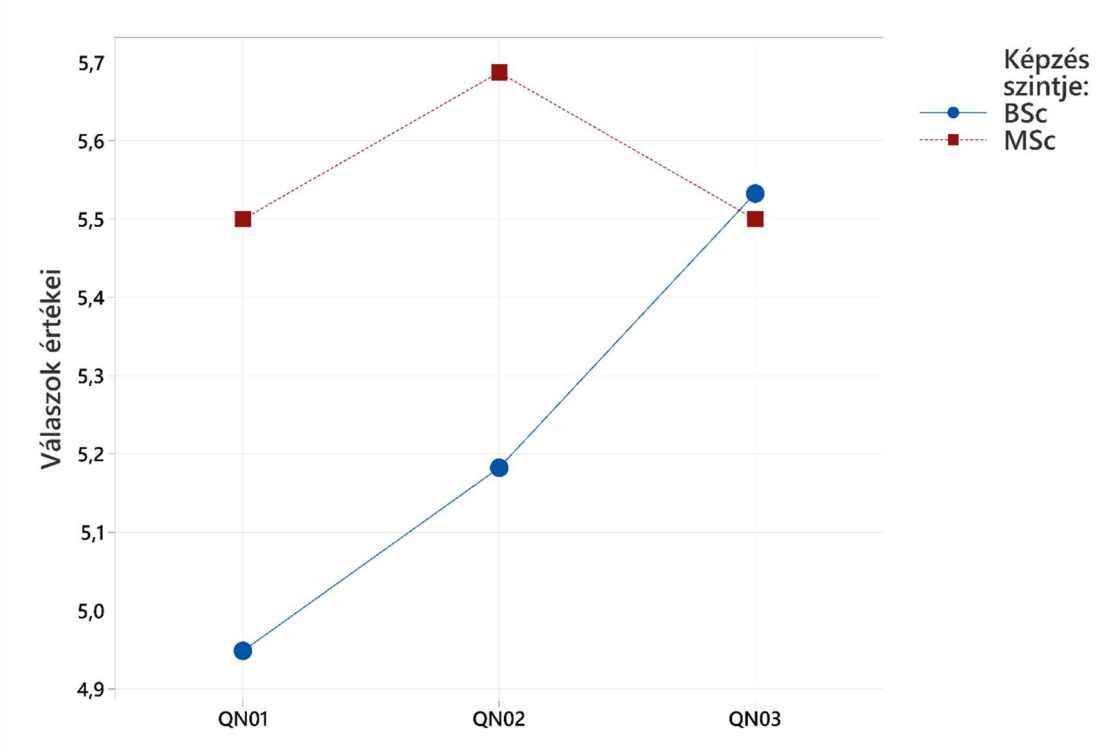
32. ábra QN01-QN03 kérdések válaszainak átlaga nemek szerint

További különbségek is megfigyelhetők a QN02 és QN03 kérdésekre adott válaszokban korcsoportonként. Az idősebb korcsoportok nagyobb igényt tartanak az oktatók támogatására, valamint a tananyag minőségére és relevanciájára vonatkozóan. (33. ábra) A QN02 kérdésre adott válaszok értékei alapján számolt átlagok a 18-21 éves korosztály esetében 5,09 a 22-26 éves korosztálynál 5,21, amíg a 27 év felettiek esetében 5,52. QN03 kérdés esetében az átlagok alakulása hasonló tendenciát mutat, a 18-21 éves korosztály esetében 5,47 a 22-26 éves korosztálynál 5,51, amíg a 27 év felettiek esetében 5,72.



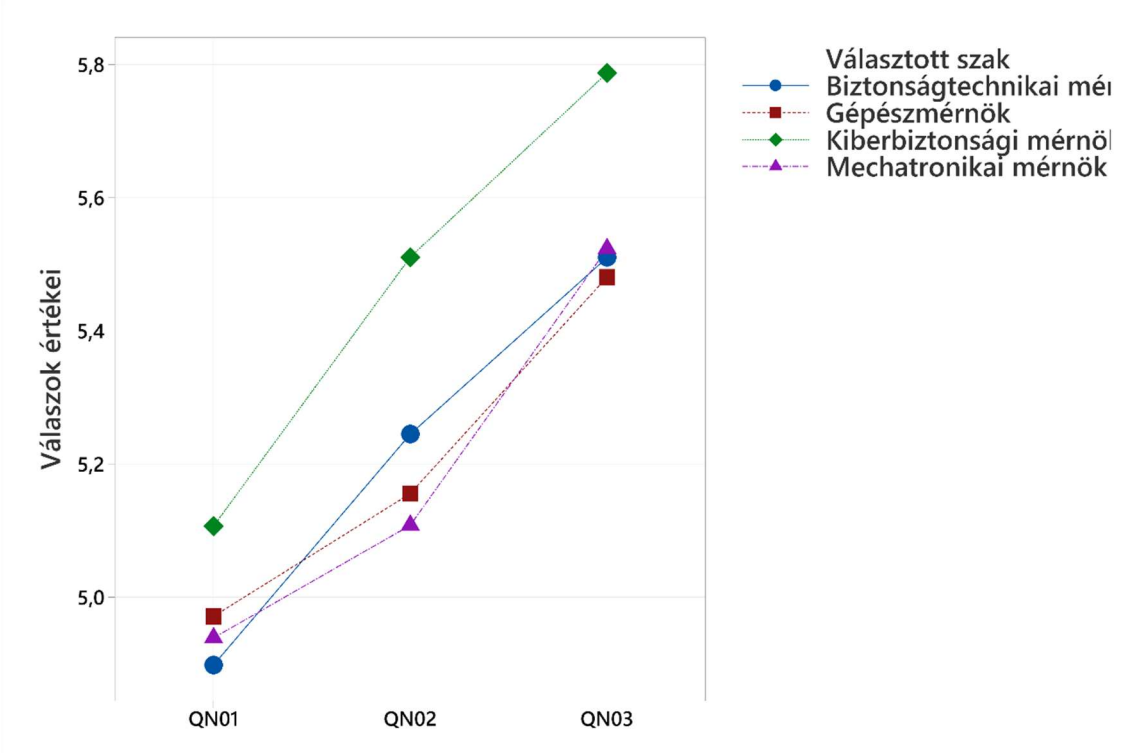
33. ábra QN01-QN03 kérdések válaszainak átlaga korcsoportok szerint

A képzési szint is szerepet játszik a hallgatói igények alakulásában. A 34. ábra egyértelműen azt mutatja, hogy a mesterképzésben részt vevő hallgatóknál a BSc szinthez képest magasabb igény jelenik meg a laboratóriumi és tantermi felszereltségre vonatkozóan, valamint a tanítási támogatásra is. A BSc szinte az átlagok a következőképpen alakulnak. 4,98 (QN01), 5,15 (QN02) , amíg MSc szinten ennél jóval magasabbak 5,5 (QN01), 5,69(QN02).



34. ábra QN01-QN03 kérdések válaszainak átlaga képzés szintje szerint

A válaszok alapján a hallgatói igények szakonként is eltérést mutatnak. A 35. ábra azt mutatja, hogy a gépészmérnök (átlag: 4,97), a mechatronikai mérnök (átlag: 4,94) és a biztonságtechnikai mérnök (átlag: 4,9) hallgatók igényei hasonló szintűek, amíg a kiber-biztonsági mérnök hallgatók (átlag: 5,11) magasabb igényeket támasztanak. A nappali és az levelező tagozatos hallgatók szükségletei is eltérnek egymástól, a levelező tagozatos hallgatók igény szintje magasabb.



34. ábra QN01-QN03 kérdések válaszainak átlaga szakonként

A 2. csoportba azok a kérdések tartoztak a hallgatói igényekkel kapcsolatban, amire az oktatónak nincs közvetlen ráhatása (QN04–QN07) (31. táblázat).

Mennyire fontosak Önnek/mennyire igényli alábbiakat?
QN04 Szakmai gyakorlatok és gyakorlati képzés lehetőségei
QN05 Karrier tanácsadás és munkaerőpiaci támogatás
QN06 Gyárlátogatás
QN07 Kapcsolatépítési lehetőségek

31. táblázat QN04-QN07 kérdések

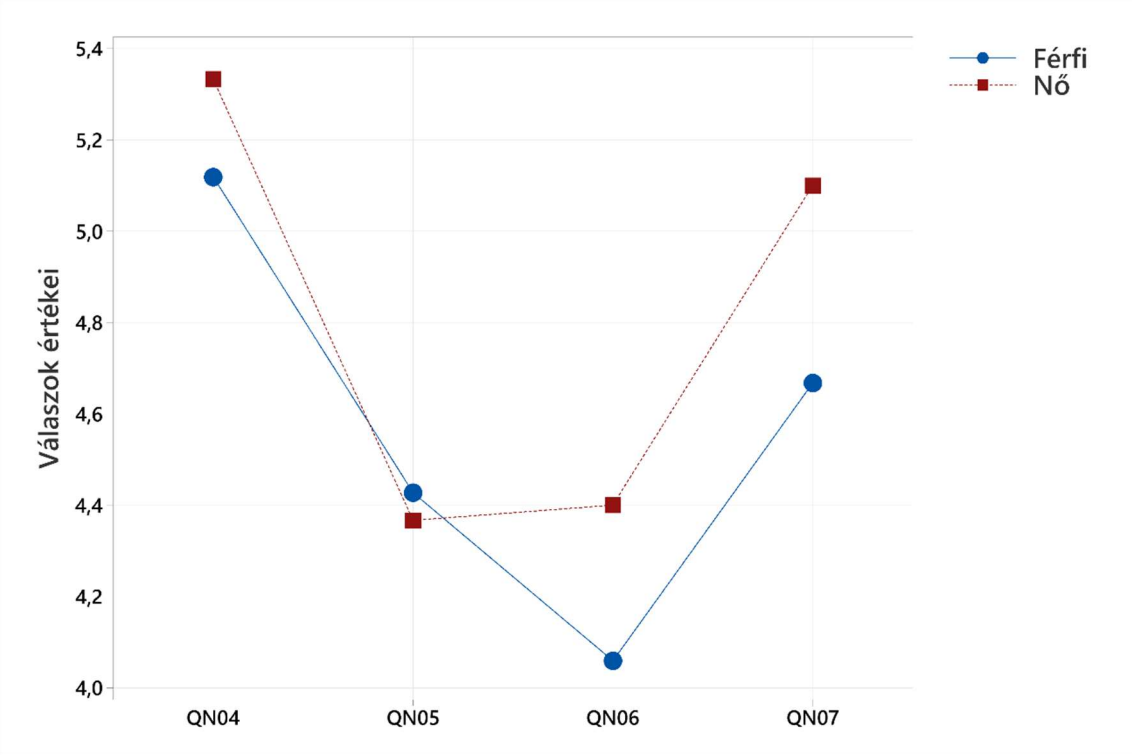
Az adott válaszokból kitűnik, hogy az átlagértékek általában alacsonyabbak, mint az előző csoport esetében (32. táblázat).

	QN04	**QN05**	**QN06**	**QN07**
Átlag	5.14	4.42	4.09	4.71
Medián	6	5	4	5

32. táblázat QN04-QN07 kérdésekre adott válaszok átlag és medián értékei

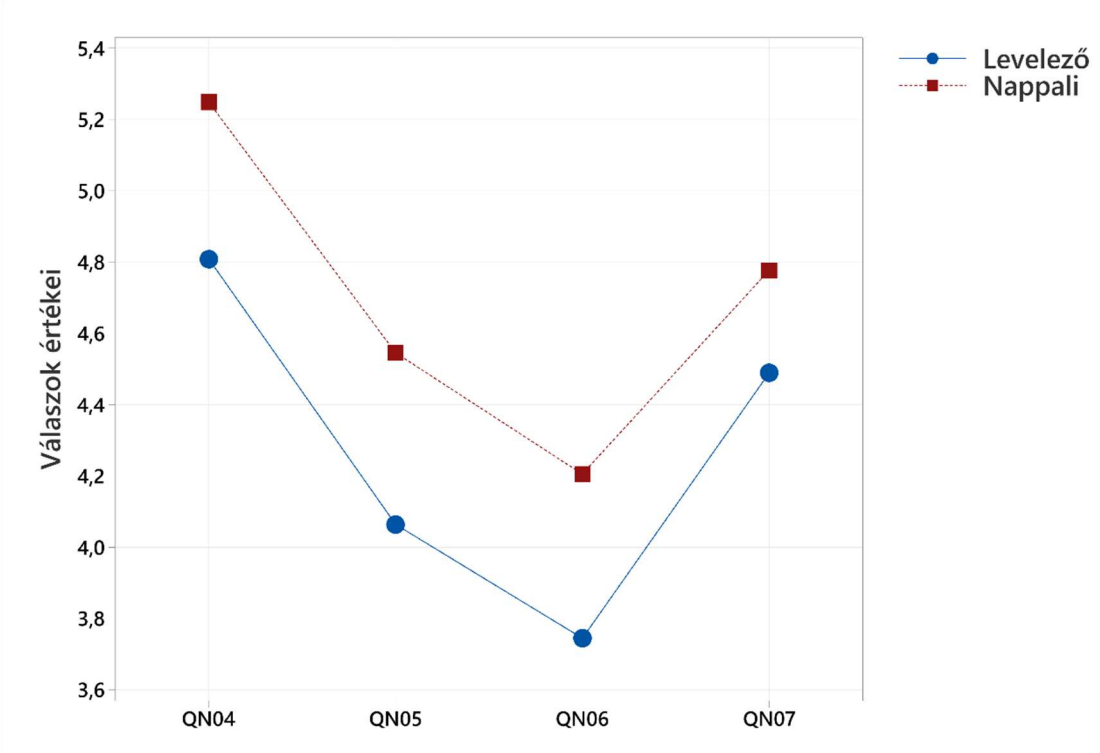
A QN06 és QN07 kérdések esetében nemek közötti különbség figyelhető meg. A hölgyek számára a gyárlátogatások és a kapcsolatépítési lehetőségek fontosabbak (35. ábra). A

QN06 kérdésre adott válaszok átlaga hölgyek esetében 4,4, amíg férfiak esetében 4,07. A QN07 kérdésre adott válaszok átlaga hölgyek esetében 5,1, amíg férfiak esetében 4,67.



35. ábra QN04-QN07 kérdések válaszainak átlaga nemek szerint

A tendencia a nappali és a levelező hallgatók esetében is nagyon hasonló, de a nappali munkarendű hallgatók igényei magasabbak (36. ábra.). Az átlagok rendre a nappalisoknál, majd a levelezősöknél QN04(4,81;5,25), QN05 (4,06;4,55), QN06 (3,74;4,21),QN07 (4,49;4,78).



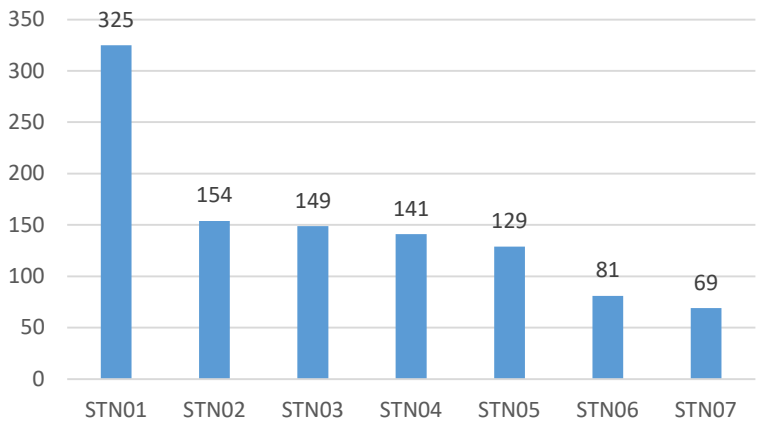
36. ábra QN04-QN07 kérdések válaszainak átlaga munkarend szerint

Hét állítást fogalmaztam meg (STN01–STN07) (33. táblázat), amelyek a hallgatók tanulmányi pályafutásuk során felmerülő, személyes és szakmai fejlődéssel kapcsolatos igényekről szólnak. A kérdőívben többet is meg tudtak jelölni a válaszadók. Az állításokat gyakoriság szerint csökkenő sorrendben ábrázoltam egy oszlopdiagramban (37. ábra).

STN01 Szakmai ismeretek bővítése (gyakorlati példákon keresztül)
STN02 Munkaerőpiaci tanácsadás
STN03 Kommunikációs készség fejlesztése
STN04 Nyelvi kurzusok
STN05 Előadói készség fejlesztési lehetősége
STN06 Mentori program
STN07 Pszichológiai támogatás

33. táblázat STN01-STN07 állítások

A leggyakrabban említett igény a gyakorlati példákon keresztül történő szakmai fejlődés, amely egyértelműen összecseng a munkaerőpiaci igényekkel is. Ezen felül a karrier-tanácsadás, a kommunikációs készségek fejlesztése és a nyelvtanfolyamok is jelentős igényként merültek fel, ami azt jelzi, hogy a hallgatók számára fontosak azok a tényezők, amelyek javítják a foglalkoztathatóságot és elősegítik a személyes fejlődést.



37. ábra STN01-STN07 állítások gyakorisága

A válaszokból kitűnik, hogy a hallgatók elsősorban olyan készségek elsajátítására koncentrálnak, amelyek közvetlenül elősegítik jövőbeli karrierjüket, míg a mentorprogramok és a pszichológiai támogatás kevésbé hangsúlyosan jelennek meg. Ezen preferenciák megértése segíthet az intézményeknek abban, hogy szolgáltatásaikat a hallgatók igényeihez igazítsák, biztosítva ezzel, hogy a hallgatók megkapják a szükséges támogatást mind tanulmányi, mind szakmai sikereik eléréséhez.

5.2.3 Korrelációelemzés

Korrelációelemzést végeztem annak megállapítására, hogy van-e összefüggés a tudatos döntés, a tanulás megszerzése iránti érdeklődés, az erőfeszítés, a kompetenciaérzet, a motiváció és a tanulási célok elérésének igénye között. A QM01–QM21, illetve a QN01–QN07 kérdések között páronkénti Spearman-korrelációkat (ρ) számítottam ki. A 0,400 feletti (vagy -0,400 alatti) értékű, szignifikáns ($P<0,05$) korrelációs együtthatókat a 34. táblázat tartalmazza. Az eredmények azt mutatják, hogy a Spearman-korrelációs együtthatók túlnyomórészt az előírt feltétel felettiek. Első lépésként az egyes csoportokon belüli korrelációkat vizsgáltam. A belső motivációra vonatkozó tételek (QM01–QM04) között szinte minden kérdés szignifikáns korrelációt mutatott. Ezzel szemben a külső motiváció csoportján belül szignifikáns korreláció csak a QM08–QM07 és a QM10–QM09 között figyelhető meg. A jövőre vonatkozó kérdések tekintetében a QM13-as kérdés korrelált a QM11-es és a QM12-es kérdéssel. A képzéssel kapcsolatos tudatos választással összefüggő kérdések esetében magasabb korrelációt azonosítottam a QM15-ös és a QM16-os kérdés között. Az utolsó motivációs csoporton belül azonban nem találtam erős korrelációkat. Az igényekkel kapcsolatos kérdésekre adott válaszok között szinte minden kérdéspár között magas korrelációkat találtam.

1	2	ρ	1	2	ρ
QM02	QM01	**0.435**	QM16	QM15	**0.399**
QM03	QM01	**0.453**	QM21	QM05	**0.469**
QM03	QM02	**0.409**	QN01	QM10	**0.412**
QM04	QM03	**0.415**	QN02	QN01	**0.401**
QM06	QM03	**0.415**	QN03	QN02	**0.529**
QM08	QM07	**0.42**	QN04	QN03	**0.407**
QM10	QM09	**0.525**	QN05	QN04	**0.454**
QM12	QM06	**0.512**	QN06	QN05	**0.468**
QM12	QM03	**0.434**	QN07	QM12	**0.565**
QM13	QM11	**0.501**	QN07	QN05	**0.519**
QM13	QM12	**0.477**	QN07	QN06	**0.426**
QM13	QM01	**0.438**			

34. táblázat Spearman-korreláció vizsgálat eredményei

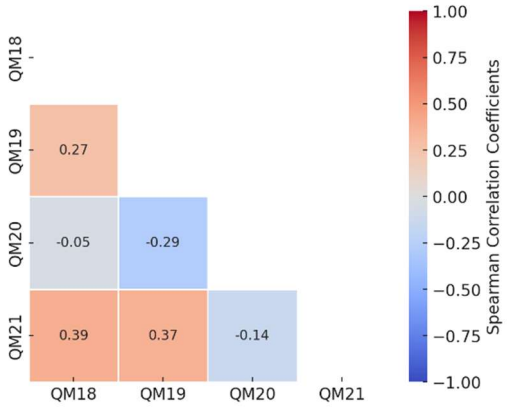
Több olyan összefüggést is sikerült igazolni, amely nemzetközi kutatásokban már igazoltak, más oktatási területen [106]. Erős összefüggés figyelhető meg a QM06 és a QM03 között, ami arra utal, hogy a résztvevők következetesen válaszoltak az elismeréssel kapcsolatos kérdésekre. A QM12 és a QM06 közötti összefüggés arra utal, hogy a kapcsolatépítés által motivált válaszadók esetében is jelentős hatást gyakorol a család és a kortársak támogatása.

A QM21 és a QM05 közötti erős korreláció arra utal, hogy azok a hallgatók, akiket az akadémiai célok elérése motivál, kiemelkedő tanulmányi teljesítményre is törekednek.

Ezenkívül két magas korrelációt azonosítottam a szükségletek és a motiváció között. A QN01 és a QM10 közötti összefüggés rávilágít arra, hogy a jól felszerelt tantermek és laboratóriumok összefüggésben vannak a motiváló tanulási környezettel. Ezen felül azok a hallgatók, akik a kapcsolatépítést alapvető szükségletnek tartják, ennek megfelelő motivációs tendenciát mutattak ezen a területen (QN07–QM12).

Ahogyan az várható volt, pozitív összefüggés mutatkozott a képzés iránti érdeklődés és a motiváció szintje között (38. ábra). A befektetett energia (erőfeszítés) és a motiváció

szintje között gyenge negatív korreláció volt megfigyelhető, míg a feladatok elvégzésével megszerzett kompetenciaérzet és a motivációs szint pozitív összefüggést mutatott. Megállapítható, hogy kutatásom eredményei összhangban állnak más területeken végzett korábbi kutatások eredményeivel [106].



38. ábra Heatmap QM18-QM21 kérdéscsoport korrelációjára vonatkozóan

5.2.4 Kérdőív megbízhatóságára vonatkozó információk

A kérdőív megbízhatóságának vizsgálatához statisztikai program segítségével meghatároztam a Cronbach α és a McDonald ω értékeket. A két érték közel azonos, és 0,8 feletti, ami nagyon jónak minősül. Az eredmények (35. táblázat) azt mutatták, hogy a kérdőív megbízható volt [**Hiba! A könyvjelző nem létezik.**].

	Átlag	Cronbach's α	McDonald's ω
skála	3.95	0.867	0.870

35. táblázat Kérdőív megbízhatóság vizsgálatának eredményei

5.3 Összegzés, részkövetkeztetések

Az elvégzett kérdőíves felmérés eredményeiből kitűnik, hogy a belső motiváció jelentős szerepet játszik a hallgatói elkötelezettség alakulásában, mivel a hallgatókat elsősorban személyes érdeklődés, tudományos kíváncsiság és karriertervek vezérlik. A külső tényezők, mint például a külső jutalmak vagy elismerés, kevésbé bizonyultak fontosnak. Ezek az eredmények összhangban állnak a nemzetközi kutatásokkal, amelyek szerint a belső motivációs tényezők a tanulmányi siker és a kitartás kulcsfontosságú mozgatórugói.

A hallgatói igények tekintetében a hallgatók fokozott támogatást igényelnek oktatóiktól, elsősorban a tananyag minősége és a releváns gyakorlati tapasztalatok terén. Ez különösen igaz a női hallgatókra, az idősebb hallgatókra és a posztgraduális képzésben résztvevőkre. A válaszadók gyakran említették a gyakorlati példákon, karrier-tanácsadáson és készségfejlesztési lehetőségeken keresztül történő szakmai fejlődés iránti igényt, kiemelve annak fontosságát, hogy az akadémiai kínálatot összhangba hozzák a jövőbeli foglalkoztatási követelményekkel.

Az elemzés demográfiai és képzési program kategóriák közötti különbségeket is feltárt, jelezve, hogy a hallgatók motivációja és igényei olyan tényezőktől függően változhatnak, mint a nem, az életkor, a lezárt félévek száma és a képzés specializációja. Ezen különbségek megértése lehetővé teszi az oktatási intézmények számára, hogy képzési programjaikat és támogatási rendszereiket hatékonyabban szabják a hallgatók igényeihez, biztosítva, hogy azok megfeleljenek a sokrétű elvárásoknak.

A korrelációelemzés kimutatta, hogy a hallgatók kompetenciaérzete és tanulmányi érdeklődése szoros összefüggésben áll a tanulási célok elérésére irányuló motivációjukkal. Érdekes módon gyenge negatív korrelációt találtam a tanulásba fektetett energia és a motiváció között, ami arra utal, hogy bár az erőfeszítés fontos, a belső motiváció jelentősebb tényező lehet az akadémiai elkötelezettség fenntartásában.

A javaslataim a kutatás eredményei alapján a következők:

1. Projektalapú, gyakorlatorientált oktatás erősítése és a kommunikáció javítása.

2. Átlátható, kiszámítható tanulási struktúra kialakítása és ennek megfelelő kommunikálása.

3. Digitális tananyagok és online gyakorlófelületek fejlesztése.

4. Közösségi és együttműködésen alapuló tanulási formák erősítése. Javasolt csoportos mérnöki projektek, a hallgatók egymás értékelésén alapuló feladatok és közösségi tanulás és tanulási terek kialakítása.

5. Motivációs tényezők intézményi szintű kezelése. Célszerű a belső motivációra irányuló motivációs programokat, pályaorientációs eseményeket és tanulási technikákat fejlesztő workshopokat bevezetni.

6. Mentorálási és tanulástámogató rendszer kialakítása. Célszerű oktatói mentorprogramot, konzultációs időpontokat és online segédanyagokat biztosítani.

7. Folyamatos hallgatói visszajelzéseinek gyűjtés alapján gyors differenciált beavatkozási mechanizmus. Javasolt félévenkénti visszajelzés gyűjtés és olyan intézményi mechanizmus, amely gyorsan reagál a hallgatói jelzésekre.

Az új tudományos eredményeket az 5. tézisben összegeztem. A fejezetben lévő elemzéseket és következtetéseket részben [107, 108, 109, 110] publikációban tettem közzé. A publikációkra a külső hivatkozások a Citációk jegyzékében találhatóak C9-C23 jelzettel.

ÖSSZEGZETT KÖVETKEZTETÉSEK

Új tudományos eredmények

A kutatás célkitűzései és hipotézisei mentén végzett vizsgálatok egyértelműen igazolják, hogy az autóipari vállalatok működésében megjelenő kockázatok, különösen azok, amelyek, a humán erőforráshoz kapcsolódóak, rendszerszintű, egymást erősítő jelenségek, amelyek a technológiai fejlődés ütemével, a beszállítói láncok sérülékenységével és a képzési rendszerek alkalmazkodóképességével állnak szoros kapcsolatban. A munkám során három fő kutatási irányt vizsgáltam:

(1) a gépipari és autóipari kockázatok feltérképezését és a beszállítói értékelési modell kialakítását,

(2) a humánerőforrással összefüggő kockázatok hierarchikus rendszerben való megjelenítését, elemzését és a felsőoktatással való kapcsolatát,

(3) az oktatásmódszertan szerepét a humán erőforrás-kockázatok megelőzésében,

(4) a hallgatói igények és motivációk elemzését.

1. tézis:

Az az autóipari vállalatok kockázati struktúrájának elemzése és értékelése alapján bizonyítottam, hogy klasszikus műszaki és ellátási lánc kockázatok mellett egyre nagyobb súllyal jelennek meg a humán erőforráshoz kapcsolódó tényezők, amelyek a beszállítói teljesítőképesség megítélésében meghatározók.

2. tézis:

Az autóipari beszállítók értékelésére kialakítottam egy modellt, amely lehetővé teszi meghatározott kockázati kategóriák és szempontok alapján egy kockázatalapú értékelés elvégzését, és amely alkalmas kritikus és kiegészítő szempontrendszer figyelembevételével számszerűsítésre és összehasonlításra.

3. tézis:

a) A beszállítók értékelésében végzett kutatásaim alapján kijelöltem a humán erőforrás kockázatok négy fő csoportját: munkaerőhiány, kompetencia- és tudáshiány, pszichoszociális kockázatok, valamint technológiai változásból eredő kockázatok. Az elvégzett vizsgálataim alapján bizonyítottam, hogy ezek egymást erősítő tényezők.

b) Vizsgálataimmal kimutattam, hogy a tudás- és kompetenciakockázatok elsődleges oka a technológiai fejlődés gyors üteme és a képzési rendszerek alkalmazkodási késése.

c) Feltártam a megjelenő kockázatok és a felsőoktatás közötti kapcsolatot, valamint az azonosított hiányterületek és egy, a megelőzésben jól alkalmazható oktatásmódszertan, a STEM kapcsolatát.

4. tézis:

Kidolgoztam egy kérdőívet a STEM szemléletű oktatás hatékonyságának felmérésére műszaki képzési területre. Az oktatók és hallgatók körében végzett kérdőíves vizsgálat eredményei alapján egyértelműen bizonyítottam, hogy a STEM-szemléletű, rendszerszintű gondolkodást és analitikai készségeket fejlesztő oktatás hiányos. Mindezek alapján bizonyítottam a STEM-alapú megközelítés hiányát, amely különösen a digitális, mechatronikai, karbantartási és analitikai kompetenciák területén bír nagy jelentőséggel. Ezt az autóipari környezetben kritikus kockázati tényezőnek minősíthető.

5. tézis:

Megalkottam egy vizsgálati módszert, amely alkalmas a hallgatók motivációjának elemzésére. A vizsgálati módszer alkalmazásával kimutattam, hogy a tanulmányi teljesítményt elsősorban a belső motiváció határozza meg, amelyet erősen befolyásol a képzés tudatos választása és a hallgató igényszintje. A módszerrel ugyanakkor egyértelműen meghatározható volt a hiányosság, amelyet a hallgatók jelentős része érzékel a gyakorlati, ipari jellegű tanulási lehetőségekben. Ez közvetlenül hozzájárul a kompetenciadeficit fennmaradásához.

6. tézis:

Az elvégzett kutatásaim alapján egyértelműen megállapítottam, hogy az autóipari humán erőforrás-kockázatok csökkentése nem kizárólag vállalati feladat, hanem képzési, szervezeti és technológiai szinten egyaránt szükséges beavatkozásokat igényel. A felsőoktatás, a vállalati tréningrendszerek és a kockázatmenedzsment-gyakorlatok összehangolt fejlesztése nélkül a kompetenciadeficit fennmarad, és hosszú távon veszélyezteti az autóipari vállalatok versenyképességét és biztonságos működését.

Ajánlások

1. A mérnökképzés STEM-alapú átalakítása

A felsőoktatási intézményeknek a STEM-szemléletet nem opcionális módszertani elemként, hanem stratégiai keretrendszerként kell alkalmazniuk. A rendszerszintű gondolkodás, az analitikai készségek és a komplex problémamegoldás fejlesztése nélkül a hallgatók nem lesznek képesek megfelelni az Ipar 4.0–5.0 környezet elvárásainak.

2. Gyakorlatorientált, ipari együttműködésen alapuló oktatás

A duális képzés, az ipari laborok, a valós gyártási környezetben végzett projektek és a vállalati mentorálás növelése hatékonyan csökkenti a kompetenciadeficitet. A hallgatók motivációja és tanulási eredményessége bizonyítottan javul, ha valós ipari problémákon dolgozhatnak, amelynek tudatosítása szintén elengedhetetlen.

3. Beszállítói értékelési modellek kiegészítése HR-kockázati tényezőkkel

A beszállítói kockázatelemzésnek tartalmaznia kell a kompetenciadeficit, a fluktuáció, a tudásvesztés és a technológiai átmenetből fakadó humán kockázatok értékelését. Ezek a tényezők ma már a beszállítói megbízhatóság egyik legfontosabb dimenzióját jelentik és megelőzésre célszerű törekedni.

4. A felsőoktatás és az ipar közötti stratégiai együttműködés erősítése

A vállalatoknak aktív szerepet kell vállalniuk a képzési tartalmak kialakításában, a gyakorlati oktatás támogatásában és a kompetenciaelvárások kommunikálásában. A képzési rendszer és az ipari igények összehangolása nélkül a kompetenciadeficit fennmarad.

5. Átlátható, kiszámítható tanulási struktúra kialakítása és ennek megfelelő kommunikálása. A hallgatók motivációja csökken, ha a tanulási folyamat nem elég kiszámítható és átlátható. Ezért célszerű egyértelmű követelményrendszert, mérföldköveket és értékelési rendszert alkalmazni, amelyek csökkentik a bizonytalanságot.

6. Projektalapú, gyakorlatorientált oktatás erősítése és a kommunikáció javítása.

7. Átlátható, kiszámítható tanulási struktúra kialakítása és ennek megfelelő kommunikálása.

8. Digitális tananyagok és online gyakorlófelületek fejlesztése.

9. Közösségi és együttműködésen alapuló tanulási formák erősítése. Javasolt csoportos mérnöki projektek, a hallgatók egymás értékelésén alapuló feladatok és közösségi tanulás és tanulási terek kialakítása.

10. Motivációs tényezők intézményi szintű kezelése. Célszerű a belső motivációra irányuló motivációs programokat, pályaorientációs eseményeket és tanulási technikákat fejlesztő workshopokat bevezetni.

11. Mentorálási és tanulástámogató rendszer kialakítása. Célszerű oktatói mentorprogramot, konzultációs időpontokat és online segédanyagokat biztosítani.

12. Folyamatos hallgatói visszajelzéseinek gyűjtés alapján gyors differenciált beavatkozási mechanizmus. Javasolt félévenkénti visszajelzés gyűjtés és olyan intézményi mechanizmus, amely gyorsan reagál a hallgatói jelzésekre.

IRODALOMJEGYZÉK

[1] Engineering Talent Shortage Report, 2024. https://uk.rs-online.com/web/generalDisplay.html?id=engineering-talent-shortage-report (uk.rs-online.com in Bing) (letöltve: 2026.09.16.)

[2] FILEMON, T.; LUBBE, S.; MYNHARDT, H.: The assessment of risk management in HR practices; SocioEconomic Challenges, 8(2), 342–359, 2024.

[3] WANG, X.; DAI, M.; SHORT, K. M.: One size doesn't fit all: how different types of learning motivations influence engineering undergraduate students' success outcomes; International Journal of STEM Education, 11, 41 (2024). doi: 10.1186/s40594-024-00502-6.

[4] PODGÓRSKA, J.; MORMUL, K.; MAKSYMOWICZ, J.: The risk identification and assessment on the example of companies from the automotive industry in Poland; Financial Internet Quarterly, 18(4), 89–99, 2022., ISSN 2300-8180., doi: 10.2478/fiqf-2022-0030.

[5] ZSIDISIN, G. A.; RITCHIE, B.: Supply Chain Risk Management – Developments, Issues and Challenges. In: ZSIDISIN, G. A.; RITCHIE, B. (eds): Supply Chain Risk. International Series in Operations Research & Management Science, vol. 124. Springer, Boston, MA, 2009., doi: 10.1007/978-0-387-79934-6_1.

[6] AVEN, T.: Risk assessment and risk management: Review of recent advances on their foundation; European Journal of Operational Research, 253(1), 1–13, 2016., ISSN 0377-2217., doi: 10.1016/j.ejor.2015.12.023.

[7] AVEN, T.; ZIO, E.: Foundations of risk analysis: A knowledge and decision-oriented perspective (2nd ed.). Wiley, Hoboken, 2021., ISBN 9781119666434.

[8] LEITCH, M.: ISO 31000: A global standard for risk management; Risk Analysis, 40(12), 2619–2626, 2020., ISSN 0272-4332., doi: 10.1111/risa.13520.

[9] MSZ ISO 31073:2024. Kockázatmenedzsment. Szakszótár. Magyar Szabványügyi Hivatal, Budapest, 2024.

[10] EASTBURN, R. W.; SHARLAND, A.: Risk Management and Managerial Mindset; Journal of Risk Finance, 18(3), 21–47, 2017., ISSN 1526-5943., doi: 10.1108/JRF-07-2016-0087.

[11] McSHANE, M.: Enterprise Risk Management: History and a Design Science Proposal; The Journal of Risk Finance, 19(2), 137–153, 2018., ISSN 1526-5943. (letöltés dátuma: 2022.10.04.)

[12] RENN, A.: Risk governance: Coping with uncertainty in a complex world—Update 2019; Journal of Risk Research, 22(4), 1–15, 2019., ISSN 1366-9877., doi: 10.1080/13669877.2017.1414637.
[13] HOLLNAGEL, E.: Safety-II in Practice: Developing the Resilience Potentials. CRC Press, Boca Raton, FL, USA, 2019., ISBN 9781138492421.
[14] SLOVIC, P.; FISCHHOFF, B.; LICHTENSTEIN, S.: Risk perception and communication: Recent developments; Risk Analysis, 40(S1), 2191–2202, 2020., ISSN 0272-4332., doi: 10.1111/risa.13530.
[15] BOHOLM, A.; CORVELLEC, R.: A relational theory of risk: Recent developments; Journal of Risk Research, 23(7–8), 986–1004, 2020., ISSN 1366-9877., doi: 10.1080/13669877.2019.1604565.
[16] **TÓTH, G. N.;** BEREK, L.: Risk and chance of practices; Hungarian Journal of Industry and Chemistry, 38(2), 193–196, 2010., ISSN 0133-0179.
[17] MSZ EN IEC 31010:2020. Kockázatmenedzsment. Kockázatfelmérési eljárások (IEC 31010:2019). Magyar Szabványügyi Hivatal, Budapest, 2020.
[18] MSZ ISO 31000:2018. Kockázatmenedzsment. Irányelvek. Magyar Szabványügyi Hivatal, Budapest, 2018.
[19] KUMAR, S.; PRASAD, R.: Integrating 5 Whys with hierarchical lean problem-solving tools for complex system failures; International Journal of Lean Six Sigma, 13(2), 245–267, 2022., doi: 10.1108/IJLSS-07-2021-0112.
[20] **TÓTH, G. N.**; BEREK, L.: Kockázatelemzés matematikai módszerei. In: LŐRINCZ, K. (szerk.): Nemzetközi Gépész, Mechatronikai és Biztonságtechnikai Szimpózium. Óbudai Egyetem, Budapest, 2010**.**
[21] **TÓTH, G. N.**: Kockázatelemzési módszerek és alkalmazási lehetőségei. In: Mobilitás és Környezet 2011 – A járműipar kihívásai az energetika, a szerkezeti anyagok és környezeti kutatások területén. Pannon Egyetem, Veszprém, 2011., pp. 193–196.
[22] FARKAS, G.; HORVÁTH, A.; **TÓTH, G. N.**: Risk Assessment Tools and Quality Methods. In: TRAJKOVIĆ, S.; STAVROULAKIS, G. E.; ARONICA, G. T.; GOCIĆ, M. (szerk.): Natural Risk Management and Engineering: NatRisk Project. Springer, Cham, 2020., pp. 1–21., ISBN 9783030449958.
[23] OLIVEIRA, U. R. de; et al.: Evaluation of ISO 31010 Techniques for Supply Chain Risk Management in Automotive Suppliers; Applied Sciences, 15(8), 4169, 2025., ISSN 2076-3417., doi: 10.3390/app15084169.

[24] CALLEGARO, M.; MANFREDA, K.; VEHOVAR, V.: Web Survey Methodology. SAGE Publications, London, 2015., doi: 10.4135/9781529799651. pp. 66–86.
[25] REVILLA, M.; TONINELLI, D.; OCHOA, C.; LOEWE, G.: Do online access panels really need probability-based or river sampling? Social Science Computer Review, 36(4), 479–495, 2018., ISSN 0894-4393., doi: 10.1177/0894439317697943.
[26] REJA, U.; MANFREDA, K. L.; HLEBEC, V.; VEHOVAR, V.: Open-ended vs. close-ended questions in web questionnaires; Advances in Methodology and Statistics, 14(2), 159–177, 2017., ISSN 1855-3629.
[27] NOOR, N. H. M.; FUZI, A. M.: Assessment of validity, reliability, and normality in quantitative studies; https://www.researchgate.net/publication/Assessment-of-Validity-Reliability-and-Normality-in-Quantitative-Study (letöltve: 2026.09.16.)
[28] CLEVELAND, W. S.; McGILL, R.: Graphical perception: Theory, experimentation, and application; Journal of the American Statistical Association, 79(387), 531–554, 1984., ISSN 0162-1459., doi: 10.1080/01621459.1984.10478080.
[29] HILL, A.: Are pie charts evil? An assessment of the value of pie and donut charts compared to bar charts; Information Visualization, 24(1), 3–23, 2025., doi: 10.1177/14738716241259432.
[30] STEVENS, S. S.: On the theory of scales of measurement; Science, 103(2684), 677–680, 1946., ISSN 0036-8075., doi: 10.1126/science.103.2684.677.
[31] MALHOTRA, N. K.: Marketing Research: An Applied Orientation (6th ed.). Pearson, 2010., ISBN 9780136085430.
[32] WILKE, C. O.: Fundamentals of Data Visualization. O'Reilly Media, 2019. https://clauswilke.com/dataviz (letöltve: 2026.09.16.)
[33] BOUNTHAVONG, M.: Communicating data effectively – Part 15: Diverging stacked bar chart for Likert scales; https://mbounthavong.com/blog/2019/5/16/communicating-data-effectively-with-data-visualization-part-15-divergent-stacked-bar-chart-for-likert-scales (letöltve: 2026.09.16.)
[34] HOLMQVIST, K.; NYSTRÖM, M.; ANDERSSON, R.; DEWHURST, R.; JARODZKA, H.; VAN DE WEIJER, J.: Eye Tracking: A Comprehensive Guide to Methods and Measures. Oxford University Press, Oxford, UK, 2011., ISBN 9780199697083.
[35] DUDÁŠ, A.: Non-parametric correlation structures and their respective embeddings in predictive analysis; Discover Applied Sciences, 7, Article 496, 2025., doi: 10.1007/s42452-025-07022-0.

[36] WILKINSON, L.; FRIENDLY, M.: The history of the cluster heat map; The American Statistician, 63(2), 179–184, 2009., ISSN 0003-1305., doi: 10.1198/tas.2009.0033.
[37] FRIENDLY, M.: Visualizing Categorical Data. SAS Institute, Cary, NC, USA, 2002., ISBN 9781590470162.
[38] KADIR, A. G. H.; RAHMAN, M. A.: A comparative study of Pearson, Spearman and Kendall correlation coefficients in non-normal data; International Journal of Engineering & Technology, 7(4), 109–113, 2018., ISSN 2227-524X.
[39] PUTH, M.; NEUHÄUSER, M.; RUXTON, G. D.: Effective use of Spearman's and Kendall's correlation coefficients for non-normal data; Behavioral Ecology and Sociobiology, 74(10), 1–9, 2020., ISSN 0340-5443., doi: 10.1007/s00265-020-02966-3.
[40] YU, H.; HUTSON, A. D.: A robust Spearman correlation coefficient permutation test; Communications in Statistics—Theory and Methods, 53(6), 2141–2153, 2024., ISSN 0361-0926., doi: 10.1080/03610926.2022.2121144.
[41] DE WINTER, J. C. F.; GOSLING, S. D.; POTTER, J.: Comparing the Pearson and Spearman correlation coefficients across distributions and sample sizes: A tutorial using simulations and empirical data; Psychological Methods, 21(3), 273–290, 2016., ISSN 1082-989X., doi: 10.1037/met0000079.
[42] APPINIO: Cross-tabulation analysis: A full guide; https://www.appinio.com/en/blog/market-research/cross-tabulation-analysis (letöltés ideje: 2026.03.03.)
[43] MITEV, A.; SAJTOS, L.: SPSS kutatási és adatelemzési kézikönyv. Alinea Kiadó, Budapest, 2007., pp. 145–146., ISBN 978-963-9659-04-5.
[44] AGRESTI, A.: Categorical Data Analysis (3rd ed.). Wiley, 2018., ISBN 9781119405262.
[45] WHITE, D.: A Student's Guide to Statistics for Analysis of Cross Tabulations. University of California, 2003.
[46] COOK, D. A.; BECKMAN, T. J.: Current concepts in validity and reliability for psychometric instruments: Theory and application; The American Journal of Geriatric Psychiatry, 2025.https://educationaldevelopment.uams.edu/wp-content/uploads/sites/57/2025/01/1-Current-Concepts-in-Validity-and-Reliability-for-Psychometric-Instruments.pdf (letöltés ideje: 2026.03.03.)

[47] Edelsbrunner, P. A., Simonsmeier, B. A., & Schneider, M. (2025). The reliability, but not the Cronbach's alpha, of knowledge tests matters. *Educational Psychology Review, 37*, 48. https://link.springer.com/article/10.1007/s10648-025-10023-5 (letöltés ideje: 2026.03.03.)
[48] KUMAR, R. V.: Cronbach's alpha: Genesis, issues and alternatives; IMIB Journal of Innovation and Management, 2(2), 226–242, 2024., doi: 10.1177/ijim.241234970.
[49] HUSSEY, I.; ALSALTI, T.; BOSCO, F.; ELSON, M.; ARSLAN, R.: An aberrant abundance of Cronbach's alpha values at .70; Advances in Methods and Practices in Psychological Science, 8(1), 1–18, 2025.
[50] KENNEDY, I.: Sample size determination in test–retest and Cronbach alpha reliability estimates; *British Journal of Contemporary Education*, 2(1), 17–29, 2022., doi: 10.52589/BJCE-FY266HK9.
[51] STURGEON, T.; VAN BIESEBROECK, J.; GEREFFI, G.: Value chains, modularity, and the global automotive industry; Journal of Economic Geography, 8(3), 289–313, 2008., doi: 10.1093/jeg/lbn007.
[52] NIKOOKAR, H.; TAKALA, J.; SAHEBI, D.; KANTOLA, J.: A minőségi megközelítés az ellátási láncok rugalmasságának értékeléséhez; Management and Production Engineering Review, 5(4), 36–45, 2014., doi: 10.2478/mper-2014-0034.
[53] THUN, J.-H.; HOENIG, D.: An empirical analysis of supply chain risk management in the German automotive industry; International Journal of Production Economics, 131(1), 242–249, 2011., doi: 10.1016/j.ijpe.2009.10.010.
[54] TRKMAN, P.; McCORMACK, K.: Supply chain risk in turbulent environments – a conceptual model for managing supply chain network risk; International Journal of Production Economics, 119(2), 247–258, 2009.
[55] BRITSCHE, A.; FEKETE, M.: Supply chain resilience in the European automotive industry; Management Systems in Production Engineering, 32(3), 380–400, 2024., doi: 10.2478/mspe-2024-0036.
[56] MSZ EN ISO 9001:2015. Minőségirányítási rendszerek. Követelmények. Magyar Szabványügyi Hivatal, Budapest, 2015.
[57] FONSECA, L. M.: From quality gurus and TQM to ISO 9001:2015: A review of several quality paths; International Journal for Quality Research, 9(1), 167–180, 2015.
[58] DRÉGELYI-KISS, Á.; **TÓTH, G. N**.; HORVÁTH, A.; FARKAS, G.: Risk Management in the Transport of Dangerous Goods in Hungary: A Statistical and FMEA-Based

Case Study on Bitumen Transportation; Journal of Engineering Management and Systems Engineering, 3(4), 236–247, 2024.
[59] OLIVEIRA, U. R. de; BRASIL, T. F.; APRIGLIANO, V.; DOS SANTOS, C. R.; LIMA, G. B. A.: Evaluation of ISO 31010 Techniques for Supply Chain Risk Management in Automotive Suppliers; Applied Sciences, 15(8), 4169, 2025., doi: 10.3390/app15084169.
[60] KAYOUH, N.; DKHISSI, B.: A beszállítói ellátási lánc teljesítményének értékelése többkritériumos döntéshozatali megközelítéssel: esettanulmány az autóiparban; Management and Production Engineering Review, 16(2), 2025., doi: 10.24425/mper.2025.154924.
[61] IATF 16949:2016. Automotive Quality Management System Standard. International Automotive Task Force, 2016.
[62] POKORDI, L.: Risk assessment based upon fuzzy set theory. In: 15th Building Services, Mechanical and Building Industry Days. Debreceni Egyetem, 2009., pp. 311–318.
[63] POKORÁDI, L.: Application of fuzzy set theory for risk assessment; Journal of KONBiN, 14, 187–196, 2010., ISSN 1895-8281., doi: 10.2478/v10040-010-0033-8.
[64] PORTIK, T.; POKORÁDI, L.: Fuzzy rule based risk assessment with summarized defuzzyfication. In: Proceedings of the XIIIth Conference on Mathematics and its Applications, 2013., pp. 277–282.
[65] LANG, S. M.; ZANKER, C.; GLÖSER-CHAHOUD, S.: From risk to resilience: A multi-layered framework for supplier risk assessment to strengthen supply chain resilience; International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, 56(5), 574–594, 2026., doi: 10.1108/IJPDLM-02-2025-0066.
[66] MEHRALIANA, G.; GATARIB, A. R.; MORAKABATIC, M.; VATANPOURA, H.: Developing a suitable model for supplier selection based on supply chain risks: An empirical study from Iranian pharmaceutical companies; Iranian Journal of Pharmaceutical Research, 11(1), 209–219, 2012., ISSN 1735-0328.
[67] **TÓTH, G. N.**; DRÉGELYI-KISS, Á.: Autóipari beszállítói lánc kockázatelemzési szempontrendszere. In: BITAY, E. (szerk.): FMTÜ XIX. Nemzetközi Tudományos Konferencia. Erdélyi Múzeum Egyesület, Kolozsvár, 2014., pp. 409–412**.**
[68] **TÓTH, G. N.**; DRÉGELYI-KISS, Á.: Autóipari beszállítók értékelési lehetőségei. In: BITAY, E. (szerk.): A XX. Fiatal Műszakiak Tudományos Ülésszaka előadásai. Erdélyi Múzeum Egyesület, Kolozsvár, 2015., pp. 295–298.

[69] **TÓTH, G. N**.; DRÉGELYI-KISS, Á.: Development of risk evaluation model of automotive supplier chains. In: SZAKÁL, A. (szerk.): 20th IEEE Jubilee International Conference on Intelligent Engineering Systems (INES 2016). IEEE Hungary Section, Budapest, 2016., pp. 299–302.
[70] HIRSCH-KRUSE, M.: Skills and competencies for Industry 4.0: A systematic literature review; Procedia Manufacturing, 51, 123–130, 2020., ISSN 2351-9789., doi: 10.1016/j.promfg.2020.10.018.
[71] LI, L.: Reskilling and upskilling the future-ready workforce for Industry 4.0 and beyond; Information Systems Frontiers, 26, 1697–1712, 2024., doi: 10.1007/s10796-022-10318-w.
[72] BRKOVIC, M.; CULIBRK, J.; RIKALOVIC, A.; TASIC, N.; BAJIC, B.: Industry 5.0 and the skills gap: Strategies for developing a future-ready workforce; Tech. Rep., University of Novi Sad, Serbia, 2023., doi: 10.24867/IS-2023-T6.2-2_04941.
[73] VENUSAMY, K.; SELVARANI, A.; SIVANESAN, G.: Industry 5.0: A human resource perspective on reskilling and upskilling for the industry; Emperor International Journal of Management, 5(S1), 115–119, 2025.
[74] OEIJ, P. R. A.; DHONDT, S.; VAN DER TORRE, M.; VAN DER BEEK, A.; VAN DER MEER, A.: A conceptual framework for workforce skills for Industry 5.0: Implications for research, policy and practice; Journal of Innovation Management, 12(1), 205–233, 2024.
[75] ENDSLEY, M. R.; BILLER, S.; WONG, Y. S. D.; CAMELIO, J. A.; SHOURESHI, R. A.: Human-centric Industry 5.0 manufacturing: A multi-level framework from design to consumption within Society 5.0; Journal of Applied Management and Entrepreneurship, 30(1), 1–25, 2025., doi: 10.1080/19397038.2025.2551000.
[76] STERN, H.; BECKER, T.: Development of a model for the integration of human factors in cyber-physical production systems; Procedia Manufacturing, 9, 151–158, 2017., doi: 10.1016/j.promfg.2017.04.030.
[77] ACHOKI, P. M. A.: Upskilling and reskilling for a VUCA world: Organizational sense-response framework; GiLE Journal of Skills Development, 3(4), 34–52, 2023., ISSN 2732-3781.
[78] XU, X.; JIA, T.; ZHENG, P.; WANG, L.: Human-centric manufacturing: Re-thinking, re-justifying, and re-envisioning; Journal of Manufacturing Systems, 84, 259–268, 2026., doi: 10.1016/j.jmsy.2025.12.001

[79] SILVA, A. M.: Industry 5.0: Human-centric approach for future manufacturing systems; Future Studies Research Journal, 15(1), 1–15, 2023., doi: 10.24023/FutureJournal/2175-5825/2023.v15n1.p1-15.
[80] DE JONG, T.: Cognitive load theory, educational research, and instructional design: Some food for thought; Instructional Science, 38, 105–134, 2010., doi: 10.1007/s11251-009-9110-0.
[81] BAJKAI-TÓTH, K.; GARAMVÖLGYI, J.; RUDNÁK, I.: Elvárt és valós munkavállalói kompetenciák vizsgálata a köz- és versenyszférában; Vezetéstudomány / Budapest Management Review, 2025., ISSN 0133-0179.
[82] LELES, A.; ZAINA, L.; CARDOSO, J. R.: Challenge-Based Learning for Competency Development in Engineering Education: A Prisma-Based Systematic Literature Review; IEEE Transactions on Education, 67(5), 746–760, 2024., doi: 10.1109/TE.2024.3417908.
[83] BAJKAI-TÓTH, K.; SZABÓ, E.; RUDNÁK, I.; MAGDA, R.: The role of human resource in organizational performance in the automotive industry; Vadyba Journal of Management, 1(37), 45–52, 2021.
[84] ADATTILA, R.; THORVALD, P.; ROMERO, D.: Assessing the psychosocial impacts of Industry 4.0 technologies adoption in the Operator 4.0: Literature review & theoretical framework; International Journal of Industrial Engineering and Management, 15(1), 59–80, 2024., doi: 10.24867/IJIEM-2024-1-348.
[85] GÁL, I.; HIMA, Z.; TICK, A.: Az autóipari termelés kockázatainak csökkentése; Biztonságtudományi Szemle, 6(1), 27–40, 2024.
[86] HECKLAU, J.; GALEITZKE, M.; FLACHS, S.; KOHL, H.: Holistic approach for human resource management in Industry 4.0; Procedia CIRP, 54, 1–6, 2016., doi: 10.1016/j.procir.2016.05.102.
[87] MEHRALIAN, G.; RAJABZADEH GATARI, A.; MORAKABATI, M.; VATANPOUR, H.: Developing a Suitable Model for Supplier Selection Based on Supply Chain Risks: An Empirical Study from Iranian Pharmaceutical Companies; Iranian Journal of Pharmaceutical Research, 11. (2012) pp. 209–219.
[88] ROMERO, D.; STAHRE, J.; TAISCH, M.: The Operator 4.0: Towards socially sustainable factories of the future; Computers & Industrial Engineering, 2019., doi: 10.1016/j.cie.2019.106128.
[89] ARINEZ, J. S. et al.: Human-centric manufacturing: Current trends and future challenges; Journal of Manufacturing Systems, 56, 51–66, 2020.

[90] CHAUHAN, A.; RANI, M. V.: Resilient supply chains in the automotive industry: A risk prioritization framework for electric and traditional vehicles in Industry 4.0; International Journal of Productivity and Performance Management, 75(2), 353–379, 2026., doi: 10.1108/IJPPM-03-2024-0123.
[91] TA, M. T. D.; KIM, T.; GAUSDAL, A. H.: Resilient leadership style and psychosocial safety climate in high-tech manufacturing; International Journal of Occupational Safety and Ergonomics, 30(2), 353–369, 2022., doi: 10.1080/09617353.2022.2035627.
[92] NIYAZ, M. T.; QORRI, D.; KOVÁCS, K.; JUHÁSZ, Cs.: Research trends in workforce planning in the automotive sector: A comprehensive review; Administrative Sciences, 15(4), 140, 2025., doi: 10.3390/admsci15040140.
[93] **TÓTH, G. N.**; DRÉGELYI-KISS, Á.: A humánerőforrás vállalati működéssel összefüggésbe hozható kockázatai az autóiparban; Biztonságtudományi Szemle, 8(3), 41–51, 2026., doi: 10.12700/btsz.2026.8.3.41.
[94] GUO, Y.; LANGER, C.; MERCORIO, F.; TRENTINI, F.: Skills mismatch, automation, and training: Evidence from 17 European countries using survey data and online job ads; EconPol Forum, 23(5), CESifo, Munich, 2022.
[95] NNEAMAKA, O. et al.: A review on the innovative approaches to STEM education; International Journal of Science and Research Archive, 2024.
[96] ALALI, R.: Enhancing 21st century skills through integrated STEM education using project-oriented problem-based learning; GeoJournal of Tourism and Geosites, 2024.
[97] HORVÁTH, A.; FARKAS, G.: Challenges in STEM Teaching at Engineering Education. In: DURAKBASA, N. M.; GÜLEN, K. G. (szerk.): ISPR 2024. Springer, 2025., doi: 10.1007/978-3-031-83583-4_14.
[98] **TÓTH, G. N.**; DRÉGELYI-KISS, Á.: Bridging Skill Gaps through STEM: HR Risk Management in Higher Education for Industry 4.0 and 5.0; IEEE 24th World Symposium on Applied Machine Intelligence and Informatics (SAMI 2026), 2026.
[99] MAVRIDOU, T.; NANOS, N.: An investigation of teaching engineering practice in higher education; International Journal on Engineering, Science, and Technology, 5(3), 240–254, 2023., doi: 10.46328/ijonest.172.
[100] HORVÁTH, S.; KOVÁCS, T.; SZŰCS, E.; ŐSZI, A.; VETÉSI, V.; BARTUS, A.: Sikeres múlt, bíztató jelen, impozáns jövőkép – 20 éves a biztonságtechnikai mérnökképzés; Detektor Plusz, 21(1), 10–12, 2014.

[101] KÉRI, A.: Nemzetközi hallgatói motivációk, elvárások, elégedettség és lojalitás – kvalitatív longitudinális kutatás; Vezetéstudomány / Budapest Management Review, 50(1), 41–54, 2019., doi: 10.14267/VEZTUD.2019.01.04.

[102] WANG, X.; DAI, M.; SHORT, K. M.: One size doesn't fit all: How different types of learning motivations influence engineering undergraduate students' success outcomes; International Journal of STEM Education, 11(41), 1–15, 2024., doi: 10.1186/s40594-024-00502-6.

[103] PANTZOS, P.; GUMAELIUS, L.; BUCKLEY, J.; PEARS, A.: Engineering students' perceptions of the role of work industry-related activities on their motivation; 2022.

[104] HUTOMO, B. A.; KURNIAWATI, F.: The Importance of Basic Psychological Needs Satisfaction in Higher Education: A Systematic Literature Review; 2024.

[105] MASLIYENKO, T.; REIS, C. F. S.: Academic Motivation and Career Decidedness of STEM and HASS Students; Global Conferences in Education and Teaching, 2024.

[106] BARGMANN, C.; THIELE, L.; KAUFFELD, S.: Motivation matters: predicting students' career decidedness and intention to drop out; Higher Education, 83, 845–861, 2022., doi: 10.1007/s10734-021-00707-6.

[107] DRÉGELYI-KISS, Á.; **TÓTH, G. N**.: Role of applied statistics in the teaching of quality. In: 55th EOQ Congress – World Quality Congress, 2011.

[108] **TÓTH, G. N.;** DRÉGELYI-KISS, Á.: Analyzing motivation and needs of students in technical higher education; Acta Technica Napocensis – Applied Mathematics Mechanics and Engineering, 2025., ISSN 1221-5872 / 2393-2988.

[109] FARKAS, G.; **TÓTH, G. N**.; HORVÁTH, A.; SEBÁN, Z.: Assessment of student feedback methods and the enhancement of faculty performance in higher education; Acta Technica Napocensis – Applied Mathematics Mechanics and Engineering, 2025.

[110] FARKAS, G.; ANCZA, E.; **TÓTH, G. N.**: Quality improvement in education based on students' feedback; Acta Polytechnica Hungarica, 20(6), 215–228, 2023.

CITÁCIÓK JEGYZÉKE

C1 ABALASEI, M. E.; FIGHIR, D.; TEODOSIU, C.: Water Pollution and Human Health: An Integrated Risk Perspective; Water, 18(13), 1612, 2026. DOI: 10.3390/w18131612.

C2 DE OLIVEIRA, U. R.; DE ALMEIDA MUNIZ, M.; ANAIA, L. A.; ROCHA, H. M.: Medication supply chain risk management for a brazilian home care provider: A business sustainability study; Cleaner Logistics and Supply Chain, 3, 100018, 2022. ISSN 2772-3909. DOI: 10.1016/j.clscn.2021.100018.

C3 CHARBEL, G.; ASSAAD, R. H.; TEJADA, T. R.; KARAA, F.: Developing a Quantitative Modeling Framework for Risk Propagation Analysis: Application to Preconstruction Delays; ASCE-ASME Journal of Risk and Uncertainty in Engineering Systems, Part A: Civil Engineering, 11(2), 04025011, 2025. DOI: 10.1061/AJRUA6.RUENG-1478.

C4 MSHERI, F. H.; CHIN, K. Y.; YING, L. L.: Moderating Role of Corporate Governance in the Control Mechanisms-Revenue Collection Nexus: Evidence from Tanzanian Local Authorities; Malaysian Journal of Social Sciences and Humanities (MJSSH), 10(11), e003680, 2025. e-ISSN 2504-8562. DOI: 10.47405/mjssh.v10i11.3680.

C5 SAFARI, M.; ADNYANI, I. A. S.; WIRYAJATI, I. K.: Analisis K3 Menggunakan Metode HAZOP pada PLTD PT. Nusabara Sinergi Bersama Ampenan; IKRA-ITH Teknologi Jurnal Sains dan Teknologi, 10(1), pp. 158–167, 2026. DOI: 10.37817/ikraith-teknologi.v10i1.6495.

C6 MORA, J.: Examining the Effectiveness of Anti-Recidivism Programs in Fresno County, California; Doctoral Dissertation and Project No. 7153, Liberty University, 2025. https://digitalcommons.liberty.edu/doctoral/7153/ (letöltve: 2026.09.25.).

C7. BELLO, A. A.; ZIBDAM, B. T.; LAWAN, M. D Quantitative Risk Assessment of Fire Hazards during Fuel Unloading and Dispensing in Maiduguri Petrol Filling Stations; Arid Zone Journal of Basic and Applied Research, Faculty of Science, Borno State University, Maiduguri, Nigeria. Vol. 4(4), August 2025; pp. 147-163, ISSN: 2811-2881

https://azjournalbar.com/wp-content/uploads/2025/09/147_163_Quantitative-Risk-Assessment-of-Fire-Hazards-During-Fuel-Unloading-and-Dispensing-in-Maiduguri-Petrol-Filling-Stations.pdf (letöltve: 2026.09.25.).

C8 SATRIANI, S.; MUTMAINNAH, B.; SYAFARUDDIN, B.; SEMMANG, S.: STEM Integration as a Catalyst for Learning Revolution in Madrasah Education: The Context of Industry 4.0 and Society 5.0; ETDC: Indonesian Journal of Research and Educational Review, 5(4), pp. 2092–2105, 2026. DOI: 10.51574/ijrer.v5i4.4865.

C9 MÓDNÉ TAKÁCS J.; POGÁTSNIK M.: The presence of cybersecurity competencies in the engineering education of generation Z; 2024.

C10 BLASKOVICS B.; NACHBAGAUER A.; SITAR A. S.: Analysis of student's teaching expectations: based on examples from Slovenian and Hungarian management courses; 2024.

C11 KOLLAR A. M.; KATONA J.: Enhancing password security: Analyzing password management practices among IT students; In: 2024 IEEE 7th International Conference and Workshop Óbuda on Electrical and Power Engineering (CANDO-EPE); IEEE, 2024, pp. 000059–000064.

C12 KOLLAR A. M.; KATONA J.: The reliability of information sources: Student perceptions and educational opportunities; In: 2024 IEEE 7th International Conference and Workshop Óbuda on Electrical and Power Engineering (CANDO-EPE); IEEE, 2024, pp. 65–70.

C13 PIETRIKOVÁ E.; ÁDÁM N.; BALÁŽ A.: Game-Creative Learning in Programming Courses Over 15 Years; 2025.

C14 MATTHEWS V.: Internal Quality Enhancement: Case of a UAE Business School; International Journal of Applied Management and Technology, 25(1), 5, 2026.

C15 TOLNER N.; POGATSNIK M.: Cheating Strategies and Motivations in the Academic Environment: A Focus Group Study; In: 2024 IEEE 6th International Symposium on Logistics and Industrial Informatics (LINDI); IEEE, 2024, pp. 000051–000056.

C16 NGOYO M. F.; ASTUTY S.; DARWIN D.; ZULKARNAEN A.; SUMARWADJI H.: Improving Student-Based Feedback Mechanism for Learning Improvement in Economic Development Study Program at State University of Makassar; Jurnal Pengabdian Masyarakat Bangsa, 4(7), 3328–3337, 2026.

C17 MUTHUMANICKAM K.; SELVI K.; MAHESH P. S.; VIJAYALAKSHMI P.; PANDIARAJA P.: College survey data analysis dependent on Amazon cloud service; In: AIP Conference Proceedings, Vol. 3426, No. 1, p. 030007; AIP Publishing LLC, 2026.

C18 POKORÁDI L.; STEIN V.: Fuzzy Rule-based Estimation of Students' Skills; In: 2023 IEEE 23rd International Symposium on Computational Intelligence and Informatics (CINTI); IEEE, 2023, pp. 41–46.

C19 SANDA I. D.; HOLIK I.: Attempts at Renewing Vocational Training and Education in Hungary in the 17th century; In: 2024 IEEE 22nd World Symposium on Applied Machine Intelligence and Informatics (SAMI); IEEE, 2024, pp. 000205–000210.

C20 HOSSEINI S. K.; AKBARI A. F.: The Role of Student Feedback in Enhancing Educational Quality: A Case Study of the Faculty of Computer Science, Herat University; Kunduz University International Journal of Islamic Studies and Social Sciences, pp. 24–37, 2026.

C21 DURLEVIĆ S.: Safety procedures in the transport of flammable and oxidizing materials – a case study of thiophene and zinc bromate; Journal of Road and Traffic Engineering, 72(1), 35–43, 2026.

C22AN S.; ZHANG J.: Distribution-Free EWMA Scheme for Joint Monitoring of Location and Scale Based on Post-Sales Online Review Process; Axioms, 14(10), 719, 2025.

C23 PEREDY Z.; VÖRÖS M. L.; PÉLI L.: Az autóipari direkt és indirekt beszállítói tevékenységek összehasonlítása egy Komárom-Esztergom megyei kis- és középvállalat szemszögéből; Studia Mundi-Economica, 9(1), 78–90, 2022.

RÖVIDÍTÉSJEGYZÉK

ERP — Enterprise Resource Planning

HR — Human Resources

IEC — International Electrotechnical Commission.

IoT — Internet of Things

ISO — International Organization for Standardization.

MSZ — Magyar Szabvány

OEM — Original Equipment Manufacturer

SCM — Supply Chain Management

STEM — Science, Technology, Engineering, Mathematics

TÁBLÁZATJEGYZÉK

1. táblázat Diagram típusok (saját szerkesztés) 14
2. táblázat. Autóipari beszállítók értékelésére vonatkozó szempontrendszer..... 26
3. táblázat. Autóipari beszállítók értékelésére vonatkozó szempontrendszer..... 28
4. táblázat Egyszerűsítési intervallumok, szabályok 29
4. táblázat Gyakorisági táblázat Oktatási tapasztalatra vonatkozóan 44
5. táblázat Gyakorisági táblázat Nemekre vonatkozóan..... 45
6. táblázat Statisztikai jellemzők 5 kérdés esetében 45
7. táblázat Szakok gyakorisági táblázata 48
8. táblázat Képzési szintek gyakorisági táblázata..... 48
9. táblázat Képzési szintek gyakorisági táblázata..... 48
10. táblázat QS01 kérdésre adott válaszok gyakorisági táblázata 49
11. táblázat QS03 kérdésre adott válaszok eredményei gyakorisági táblázatban..... 50
12. táblázat QS04 kérdésre adott válaszok eredményei gyakorisági táblázatban..... 50
13. táblázat QS01 és a befejezett félévek száma közötti összefüggés vizsgálat eredménye 51
14. táblázat QS03 és a képzési szint közötti összefüggés vizsgálat eredménye 51
15. táblázat Kérdőív megbízhatóságára vonatkozó eredmények..... 52
16. táblázat Korcsoportok gyakorisági táblázata 58
17. táblázat QM01-QM04 kérdések..... 60
18. táblázat QM01-QM04 kérdésekre adott válaszok átlagai és mediánjai..... 60
19. táblázat QM05-QM10 kérdések..... 62
20. táblázat QM05-QM10 kérdésekre adott válaszok átlagai és mediánjai..... 63
23. 63
21. táblázat QM11-QM13 kérdések..... 64
22. táblázat QM11, QM12, QM13 kérdésekre adott válaszok átlagai és mediánjai..... 64
23. táblázat QM14-QM17 kérdések..... 66
24. táblázat QM14-QM17 kérdésekre adott válaszok átlagai és mediánjai..... 66
25. táblázat QM18-QM21 kérdések..... 67
26. táblázat QM18-QM21 kérdésekre adott válaszok átlagai és mediánjai..... 67
27. táblázat Belső és külső motivációra vonatkozó kérdéscsoportok válaszainak átlagai és mediánjai..... 70
28. táblázat STM01-STM07 állítások..... 70

29. táblázat QN01-QN03 kérdések 71
30. táblázat QN01-QN03 kérdésekre adott válaszok átlag és medián értékei 71
31. táblázat QN04-QN07 kérdések 75
32. táblázat QN04-QN07 kérdésekre adott válaszok átlag és medián értékei 75
33. táblázat STN01-STN07 állítások 77
34. táblázat Spearman-korreláció vizsgálat eredményei 79
35. táblázat Kérdőív megbízhatóság vizsgálatának eredményei 80

ÁBRAJEGYZÉK

1. ábra Kockázatfelmérés -kezelés folyamata [] 10
2. ábra Kérdőív tervezés folyamata (saját szerkesztés) 12
3. ábra Oszlopdiagram a QT01 kérdésre adott válaszok gyakoriságai alapján (saját szerkesztés) 15
4. ábra Középre igazított stacked diagram (saját szerkesztés) 15
5. ábra Halmozott/100 %-os stacked diagram (saját szerkesztés) 16
6. ábra Heatmap példa két kérdésre adott válaszok alapján (saját szerkesztés) 16
7. ábra Példa kalicka (Boxplot) ábrázolásra (saját szerkesztés) 17
8. ábra Korreláció mátrix három kérdés esetében 19
9. ábra Beszállítói piramis [] 23
10. ábra Humán erőforrás kockázatok elemzése(saját szerkesztés) [67,70,87,88] 34
11. ábra A leggyakrabban azonosított hiányterületek 36
12. ábra: STEM oktatás alkalmazásának és a feltárt hiányosságok hatásábrája (saját szerkesztés) 40
13. ábra Kördiagramok az Oktatási területekről és a Fokozatról 44
14. ábra Korreláció mátrix (Jelmagyarázat: * p < .05, ** p < .01, *** p < .001) 46
15. ábra A 6. kérdésre adott válaszok Oktatási területenként 47
16. ábra QT07, STEM oktatás nehézségei oktatási tapasztalat szerint 47
17. ábra Nemek aránya 49
18. ábra QS02 kérdésekre adott válaszok képzés szintje szerint 50
19. ábra QS05 kérdésre adott válaszok gyakorisága oszlopdiagrammal szemléltetve 51
20. ábra Képzési szintek és munkarendek megjelenítése 59
21. ábra Választott szak gyakorisága 59
22. ábra QM01-QM04 kérdésekre adott válaszok kalickaábrázolása 60
23. ábra QM01-QM04 kérdésekre adott válaszai alapján az átlagokat ábrázoló vonaldiagram 61
24. ábra QM01 válaszainak összehasonlítása a képzés munkarendje szerint 62
25. ábra Vonaldiagram QM05-QM10 kérdésekre adott válaszok átlagai alapján 63
26. ábra QM07 kérdésre adott válaszok képzési forma szerint 64
27. ábra QM11, QM12, QM13 A jövőbeli lehetőségekkel kapcsolatos motivációs kérdésekre adott válaszok átlagainak vonaldiagramja választott szakok szerint 65

28. ábra QM17 kérdésre adott válaszok statisztikai jellemzői korcsoportonként..... 66
29. ábra QM18-QM21 kérdések válaszainak átlaga képzés munkarendje szerint 68
30. ábra Belső és külső motivációkkal kapcsolatos kérdésekre adott válaszok boxplot ábrázolása..... 69
31. ábra Motivációval kapcsolatos állítások gyakoriságának diagramja..... 70
32. ábra QN01-QN03 kérdések válaszainak átlaga nemek szerint..... 72
33. ábra QN01-QN03 kérdések válaszainak átlaga korcsoportok szerint 73
34. ábra QN01-QN03 kérdések válaszainak átlaga képzés szintje szerint 74
34. ábra QN01-QN03 kérdések válaszainak átlaga szakonként 75
35. ábra QN04-QN07 kérdések válaszainak átlaga nemek szerint..... 76
36. ábra QN04-QN07 kérdések válaszainak átlaga munkarend szerint..... 77
37. ábra STN01-STN07 állítások gyakorisága 78
38. ábra Heatmap QM18-QM21 kérdéscsoport korrelációjára vonatkozóan 80

FÜGGELÉK

1. melléklet DigSTEM Kérdőív oktatóknak

DigSTEM Kérdőív oktatóknak

Tisztelt Kolléga!

Szeretnénk titeket megkérni, hogy töltsetek ki számunkra egy kérdőívet. Az alábbi kérdőív egy nemzetközi, 4 ország részvételével együtt alkotott projektnek a része. A kutatás arra kíváncsi, hogy mennyire ismert az oktatók körében a STEM oktatás. Egyetemünk oktatási tapasztalatait szeretnénk bővíteni, ebben viszont az oktatók tapasztalatai, és véleménye nélkülözhetetlen, és felbecsülhetetlen értékűek.

Bevezetésként az alábbi kérdőív kitöltéséhez szeretném összefoglalni, hogy mi a célunk ezzel a munkával. A STEM oktatást vizsgáljuk. A STEM egy mozaikszó, aminek az a jelentése, hogy különálló egységként kezeli az oktatásban a természettudományok (S), a technológiai tudományok (T), a mérnöki tudományok (E), és a matematika tudományok (M) elméleteinek összességét. Ennek a kérdőívnek az a célja, hogy összegyűjtse az oktatók tapasztalatait, kihívásait és perspektíváit a STEM (Science, Technology, Engineering és Mathematics) tantárgyak oktatásával kapcsolatban.

Ebben az oktatási módszerben a hallgatóknak gyakorlati feladatokat kell készíteni kis csoportok formájában a félév során. A STEM-nek az a célja, hogy ne csak önállóan oktassák az egyes tantárgyakat, hanem egy olyan környezetet alakítsanak ki, ahol az egyes tudományágak elméleti ismeretei keresztezik egymást, ezzel összekapcsolva az ismereteket az összetett gyakorlati feladatok elkészítésében.

A mérnökképzés folyamatában a STEM túlmutat az elméleti tudáson, és az alábbi készségek kialakítását akarja megvalósítani a hallgatók körében:

- Alkalmazás alapú tanulás
- Kreativitás
- Problémamegoldás
- Multidiszciplináris tanulás

Előre is szeretnénk megköszönni a kérdőív kitöltésére fordított idejét, és a velünk megosztott értékes véleményét a témával kapcsolatban.

A kérdőív kitöltése pár percet vesz igénybe.

A kutatás eredményét az alábbi linket érheti majd el: https://digstem.pr.ac.rs/

Alapok

A. Oktatási terület

Matematika, fizika, kémia

Technológiai ismeretek

Mérnöki tudományok

Gazdasági ismeretek

B. Beosztás

Tanársegéd

Adjunktus

Docens

Egyetemi tanár

Kutató

C. Oktatási tapasztalat az egyetemen

Kevesebb, mint egy év

1-3 év

3-5 év

5-10 év

10-20 év

Több, mint 20 év

D. Nem

Férfi

Nő

Anyagok (tananyagok, eszközök) biztosítása

Jelentős mennyiségű irodalom támogatja a STEM oktatását a mérnökképzésben. Ez a szakirodalom jellemzően a tudományágak integrálásának fontosságára, a tanítási módszertanok fejlesztésére és a hallgatók modern, technológiai, és gyakorlati felkészítésére összpontosítanak. Néhány kulcsfontosságú terület, amelyet a STEM szakirodalom tárgyal:

- Interdiszciplináris oktatás
- Projekt alapú oktatás
- Iparági összehangolás
- Innováció és kreativitás oktatása
- Oktatástechnológia
- STEM tantervfejlesztés a releváns mérnöki feladatok az iparban
- Pedagógiai stratégiák kidolgozása a hallgatók együttműködésén alapuló tapasztalati oktatásban
- Értékelési módszerek kidolgozása a STEM oktatásban a hallgatók számára, a gyakorlati és projektalapú tanulási környezetekben

Használható laboreszközök a STEM oktatásához:

- CAD szoftver
- 3D nyomtatók
- Robotikai eszközök
- Virtuális valóság (VR) és kiterjesztett valóság (AR) eszközök
- Lean labor

QT01. Hogyan értékelné az Ön által oktatott tantárgyakban a STEM oktatását támogató szakirodalom és eszközök elérhetőségét?

1. Nem érhető el.

2. Nem nagyon érhető el.

3. Kevésbé érhető el.

4. Elérhető.

5. Könnyen elérhető.

6. Nagyon könnyen elérhető.

QT02. Véleménye szerint a szakirodalom jelenlegi elérhetősége támogatja STEM oktatás minőségét az Ön tantárgyaiban?

1. Egyáltalán nem támogatja.

2. Alig támogatja.

3. Kevésbé támogatja.

4. Kis mértékben támogatja.

5. Támogatja.

6. Nagyon támogatja.

QT03. Elérhetőek STEM laboratóriumok az Ön Egyetemén a saját tanítási céljaira?

1. Egyáltalán nem elérhető.

2. Alig elérhető.

3. Kis mértékben elérhető.

4. Elérhető.

5. Gyakran elérhető.

6. Mindig elérhető.

QT04. Ön számára rendelkezésre áll-e műszaki támogatás a STEM oktatás megvalósításához a tantárgyaiban?

1. Egyáltalán nem elérhető.

2. Alig elérhető.

3. Kis mértékben elérhető.

4. Elérhető.

5. Gyakran elérhető.

6. Mindig elérhető.

QT05. Ön szerint a műszaki berendezések jelenlegi elérhetősége korlátozza-e az Ön STEM oktatásának minőségét?

1. Nagyon korlátozza.

2. Korlátozza.

3. Kis mértékben korlátozza.

4. Nem nagyon korlátozza.

5. Alig korlátozza.

6. Egyáltalán nem korlátozza.

Hallgatói eredmények

QT06. Mennyire érnek el jó eredményeket a hallgatók a kombinált STEM tartárgyakból?

1. Egyáltalán nem

2. Alig

3. Kevésbé

4. Lassan, de fejlődnek.

5. Gyorsan fejlődnek.

6. Nagyon jó eredményeket érnek el.

7. Nem kombinálom a STEM-et.

QT07. Véleménye szerint nehezebb oktatni a hallgatókat a STEM használatával? (akár hallgatói visszajelzések alapján)

1. Sokkal egyszerűbb

2. Egyszerűbb

3. Nehezebb

4. Sokkal nehezebb

5. Nem tudom eldönteni.

Ha bármilyen egyéb észrevétele van, kérjük, hogy ossza meg javaslatait, gondolatait!

2. melléklet DigSTEM Kérdőív diákoknak

DigSTEM Kérdőív diákoknak

Tisztelt Hallgató!

Az alábbi kérdőív egy nemzetközi, 4 ország részvételével együtt alkotott projektnek a része. A kutatás arra kíváncsi, hogy mennyire ismert a hallgatók körében a STEM oktatás. Ebben a projektben a Bánkiból négy oktató vesz részt.

A STEM egy mozaikszó (Science, Technology, Engineering, Mathematics), ami tanulás integrált megközelítésére utal. A STEM egy egységként kezeli a természettudományokat, a technológiát, a mérnöki ismereteket és a matematikát. Az oktatás módszere a projekt-alapú, gyakorlati, problémamegoldó tanulás azért, hogy a tanulókat kritikai gondolkodással, és gyakorlati készségekkel ruházza fel annak érdekében, tanulmányaik után, ezt a készséget tudják kamatoztatni munkájuk során.

Előre is köszönjük, hogy időt szán a kérdőív kitöltésére, csak néhány percet vesz igénybe, és ezzel részt vesz a nemzetközi kutatásban. A kutatás eredményét az alábbi linket érheti el: https://digstem.pr.ac.rs/

Alapvető adatok

A. Válassza ki, milyen szakra jár!

Gépészmérnök

Mechatronikai mérnök

Biztonságtechnikai mérnök

Kiberbiztonsági mérnök

Egyéb:

B. Válassza ki a képzése szintjét!

BSc

MSc

PhD

Egyéb:

C. Befejezett félévek száma

D. Neme:

Férfi

Nő

E. Mennyi idős?

Üzleti és ipari partnerek megjelenése az Ön Egyetemén a STEM oktatással kapcsolatban

QS01. Az Ön egyetemi feladataiban vannak-e olyan projektek, amelyek az ipari partnerek problémáira keresnek megoldást?

Igen, vannak.

Még nincsenek.

Nincsenek.

Nem tudok róla.

QS02. Az Ön tanulmányai során gyakran old meg olyan összetett problémákat, amelyek hasonlóak a való életben felmerülő problémákhoz?

0. Egyáltalán nem
1. Alig
2. Inkább nem
3. Inkább igen
4. Többnyire igen
5. Határozottan igen

A STEM oktatás alatt használt technikai eszközök

QS03. Az Ön oktatása során vannak/lesznek olyan órái, amelyek számítógépteremben folynak?

Igen

Nem

Nem tudom

QS04. Az Ön oktatása során vannak/lesznek olyan órái, amelyek laboratóriumban folynak? (nem számítógépterem)

Igen

Nem

Nem tudom

QS05. A tantárgyak hány százalékában használ digitális eszközöket (PC, tablet, okostelefon)?

0% … 100% (1, 2, …, 10)

3. melléklet Hallgatói igények és motivációk felmérése a mérnökképzésben kérdőív

Hallgatói igények és motivációk felmérése a mérnökképzésben

Kedves Hallgató!

Kérem, szánjon néhány percet a következő kérdőív kitöltésére, amely a hallgatói igények és motivációk feltérképezésére irányul egy doktori kutatás részeként. A kérdőív célja, hogy mélyebb betekintést nyerjünk a műszaki felsőoktatásban tanuló hallgatók elvárásaiba, céljaiba és motivációiba, ezáltal elősegítve az oktatási folyamatok fejlesztését.

A kérdőív kitöltése körülbelül 10 percet vesz igénybe, és az adatok teljes mértékben anonim módon kerülnek felhasználásra. A válaszadás önkéntes, azonban minden visszajelzés rendkívül értékes számunkra.

Köszönöm, hogy részvételével támogatja a kutatásomat!

Életkor:

- 18-21
- 22-23
- 24-26
- 27- 32
- 33-39
- 40 éves vagy idősebb

Neme:

- Férfi
- Nő
- Nem szeretnék válaszolni

Hányadik félévét kezdte meg az Óbudai Egyetemen a jelenleg aktív szakon?

- 1
- 2
- 3
- 4

- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11 vagy több

Képzés szintje:

- Alapképzés (BSc)
- Mesterképzés (MSc)
- Posztgraduális

Képzés formája (aktuális félévre vonatkozóan)

- nappali (államilag finanszírozott)
- nappali (önköltséges)
- levelező (államilag finanszírozott)
- levelező (önköltséges)

Választott szak

- Gépészmérnöki
- Kiberbiztonsági mérnöki
- Biztonságtechnikai mérnök
- Mechatronikai mérnök
- Energetikai mérnöki
- Minőségbiztosítási szakmérnök /szakember
- Metrológus szakmérnök/szakember
- EHS Szakmérnök/Szakember
- Információbiztonsági Szakmérnök/Szakember
- Domotika Szakmérnök/Szaktanácsadó
- Agilis műszaki projektmenedzsment szakmérnök/szakember
- Egyéb:……

1. Miért választotta az adott képzést? (több válasz is lehetséges)

- Érdeklődés az adott területek iránt
- Karrierlehetőségek
- Magas jövedelem lehetősége
- Problémamegoldás és innováció iránti érdeklődés
- Családi vagy baráti befolyás
- Társadalmi elismerés és presztízs
- Egyéb:…….

2. Mennyire motiválja Önt a tanulmányai során a .... ? (1 - egyáltalán nem motivál, 6 - nagyon motivál)

	1	2	3	4	5	6
Szakmai fejlődés és karrierépítés						
Személyes érdeklődés a tananyag iránt						
Sikerélmény és elismerés						
Társadalmi hozzájárulás és hasznosság érzése						
Pénzügyi stabilitás és jövőbeli jövedelem						
Családi és baráti támogatás/elismerés						
Kapcsolatépítés						
Munkaerőpiaci lehetőségek						
Nemzetközi csereprogramban való részvételi lehetőség						
Ösztöndíj						
Határidők,egyértelmű követelmények						
Megfelelő modern tanulási környezet (tantermek, labor)						

3. Mennyire fontosak Önnek/mennyire igényli alábbiakat? (1 - egyáltalán nem fontos, 6 - nagyon fontos)

	1	2	3	4	5	6
Tantermek és laboratóriumok felszereltsége						
Oktatók elérhetősége és támogatása						
Tananyag minősége és relevanciája						
Szakmai gyakorlatok és gyakorlati képzés lehetőségei						

Karrier tanácsadás és munkaerőpiaci támogatás						
Gyárlátogatás						
Kapcsolatépítési lehetőségek						

4. Milyen további támogatásra lenne szüksége tanulmányai során? (Több választ is megjelölhet)

- Mentori program
- Pszichológiai támogatás
- Szakmai ismeretek bővítése (gyakorlati példákon keresztül)
- Nyelvi kurzusok
- Munkaerőpiaci tanácsadás
- Kommunikációs készség fejlesztése
- Előadói készség fejlesztési lehetősége
- Egyéb:……..

5. Mennyire ért egyet az alábbi állításokkal? (1 - egyáltalán nem értek egyet, 2- inkább nem értek vele egyet, 3-inkább egyetértek, 4 - teljes mértékben egyetértek)

	1	2	3	4
Úgy gondolom a tanulmányaim jól felkészítenek a jövőbeli munkámra.				
Megkapom a megfelelő támogatást az egyetem részéről a tanulmányi és szakmai céljaim elérésében.				
Tisztában vagyok munkaerőpiaci céljaimmal.				
Motivált vagyok a tanulmányi céljaim elérésére.				
Számomra fontos, hogy kiváló eredményeket érjek el az egyetemen.				
Érdekelnek a képzésem során szerezhet ismeretek.				
Hiszem, hogy képes vagyok teljesíteni a képzési követelményeket.				
A jelentkezésemet megelőzően tájékozódtam a választott szak leírásáról.				
Ismerem a szakom mintatantervét.				
Részt vettem az egyetem rendezvényein jelentkezésemet megelőzően tájékozódás céljából.				

A képzési során támasztott követelményeket nagy erőfeszítések árán tudom teljesíteni..				

6. Hogyan látja a saját motivációját az egyetemi évek során? Milyen tényezők befolyásolják pozitívan vagy negatívan?

7. Milyen további igényei lennének a tanulmányaival összefüggésben az Óbudai Egyetemen?

8. Mennyire alakult az előzetes elképzeléseinek/elvárásainak megfelelően a képzése?

- Felülmúlta az elképzeléseimet/elvárásaimat.
- Azt kaptam, amire számítottam.
- Többet vagy mást vártam a képzéstől.
- Nincs még elegendő tapasztalatom, nem tudok válaszolni.
- Egyéb: ……

Köszönöm szépen, hogy kitöltötte a kérdőívet! Sikeres félévet kívánok!

Tóth Georgina Nóra

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Ezúton szeretnék köszönetet mondani mindazoknak, akik szakmai, emberi vagy módszertani támogatásukkal hozzájárultak jelen doktori értekezés elkészítéséhez.

Mindenekelőtt köszönettel tartozom témavezetőimnek, Dr. habil Drégelyi-Kiss Ágotának és Dr. habil Farkas Gabriellának, akik szakmai iránymutatásaikkal, értékes tanácsaikkal és folyamatos támogatásukkal végig kísérték kutatói munkámat. Útmutatásuk és biztatásuk nélkül ez a disszertáció nem jöhetett volna létre.

Köszönet illeti az Óbudai Egyetem Biztonságtudományi Doktori Iskola oktatóit és munkatársait, valamint hálás vagyok a Gépészeti és Technológiai Intézet Gépgyártástechnológiai Tanszék munkatársainak, akik inspiráló szakmai környezetet biztosítottak, és hozzájárultak kutatásom elméleti és módszertani megalapozásához.

Hálás vagyok mindazoknak az oktatóknak és hallgatóknak, akik a kérdőíves vizsgálatokban részt vettek, és válaszaikkal értékes adatokat szolgáltattak a kutatás számára.

Köszönettel tartozom kollégáimnak és barátaimnak, akik a kutatás során végig támogattak, és szakmai vagy emberi segítségükkel hozzájárultak a munka előrehaladásához.

Végül, de nem utolsósorban szeretném kifejezni hálámat családomnak türelmükért, biztatásukért és feltétlen támogatásukért. Nélkülük ez az értekezés nem készülhetett volna el.