Nemzeti Tehetség Program

Tudományos, műszaki és művészeti közlemények – 2019

Tudományos, műszaki és
művészeti közlemények – 2019

Kiadja (Published by):
Rejtő Sándor Könnyűipari és Környezetmérnöki Kar
Médiatechnológiai és Könnyűipari Intézet

Főszerkesztő (Editor in Chief):
Dr.habil. Koltai László, egyetemi docens, intézetigazgató

Műszaki szerkesztő (Technical Editor):
Prokai Piroska

Nyomtatva:
ÓE, RKK MKI Digitális Nyomda

A kiadvány 150 példányban készült A4-es terjedelemben

ISSN:2631-1658

Tartalomjegyzék

Kommunikáció és szövegértés kompetencia összefüggés vizsgálata mérnök hallgatók körében **4**
Bodáné Kendrovics Rita, Pogátsnik Monika

Fmea értékelés megbízhatóságának növelése az értékelő skálák módosításával **18**
Kulcsár Edina, Csiszér Tamás

A környezetközpontú irányítási rendszer kiépítésének előkészítése **28**
Takács Áron

Folyamatfejlesztés a nyomon követési és azonosítási eljárások optimalizálásával **37**
Takács Áron

A vállalkozások működésfejlesztésének néhány szempontja **46**
Csiszér Tamás

Napelemes rendszer elmúlt négy évének vizsgálata **55**
Szabó Lóránt

Klímatudatos formatervezői gondolkodás alapjai **67**
Papp-Vid Dóra

Öko-design tematikák a divattermék menedzsment, a ruházati formatervezés és textiltervezés oktatásban **76**
Csanák Edit

Helyzetünk a kreatív iparban **88**
Takács Áron, Gregász Tibor, Oroszlány Gabriella

Projekt szemléletű oktatás célja és haszna a környezetmérnök-képzésben **92**
Biczó Imre László

Értékelési rendszer kialakítása minőségügyi szempontok szerint az iskolalelkészi munkakörben **98**
Gregász Tibor

Folyamatfejlesztés vevői reklamáció kezelés alapján **108**
Takács Áron

A kistérségi ivóvízminőség-javítás projektje **118**
Takács Áron

KOMMUNIKÁCIÓ ÉS SZÖVEGÉRTÉS KOMPETENCIA ÖSSZEFÜGGÉS VIZSGÁLATA MÉRNÖK HALLGATÓK KÖRÉBEN

Bodáné Kendrovics Rita[1], Pogátsnik Monika[2]
[1] Óbudai Egyetem, Rejtő Sándor Könnyűipari és Környezetmérnöki Kar, Budapest
bodane.rita@rkk.uni-obuda.hu
[2] Óbudai Egyetem, Alba Regia Műszaki Kar, Székesfehérvár
pogatsnik.monika@amk.uni-obuda.hu

Absztrakt
A felsőoktatás minőségének egyértelmű mutatója a munkaerő-piac oldaláról a végzett hallgatók alkalmazhatósága. Ez alatt értendő, hogy olyan képességekkel, tulajdonságokkal rendelkeznek, melyek alapján felvételt nyernek egy adott munkahelyre és képesek bent is maradni. Egyre nagyobb hangsúlyt kap ennek kapcsán a készségfejlesztés a felsőoktatásban és ehhez kapcsolódva a készségek felmérése is. A hallgatói kompetenciák mérése során kapott eredmények egyrészt a felsőoktatási intézmények közötti versenyben kapnak fontos szerepet, másrészről elősegítik a hallgatói sikeresség célzott fejlesztését is.
Kutatásunk során egy olyan komplex mérőeszköz kidolgozását tűztük ki célul, mely egyetemünk műszaki profiljához kapcsolódóan alkalmas a felvételt nyert hallgatók kommunikációs, problémamegoldó, absztrakt gondolkodás és a logikai gondolkodás, valamint szövegértés és adatfeldolgozó képességeiket mérni. A tanulmányban ezek közül a szövegértés és a kommunikációs képességek közötti kapcsolatot igyekszünk feltárni a 2019. szeptemberében végzett mérés eredményeit feldolgozva. Korábbi vizsgálati eredmények, irodalmi adatok alapján úgy gondoljuk, hogy a szövegértés és a kommunikációs készségek együtt járnak és megteremtik az alapot ahhoz, hogy további kompetenciák fejleszthetők legyenek, vagyis minden tanulás, így a tanulás tanulása, mint kulcskompetenciának is az alapja. A vizsgálat célja volt továbbá, hogy megismerjük az elsőéves hallgatói kompetenciák fejlettségét. A mérési eredmények hozzájárulhatnak, hogy az oktatók alkalmazott pedagógiai módszereiket a hallgatók készségeinek megfelelően válasszák meg, így növelve az oktatás hatékonyságát és minőségét. A hallgatók pedig visszajelzést kapnak kompetenciáikról, a fejlesztendő területekről.

Kulcsszavak: *műszaki felsőoktatás, kompetencia mérés, szövegértés képessége, kommunikációs készség*

Bevezetés

Az egyetemi képzés egyik minőségi mutatója, hogy a hallgatók milyen mértékben tudnak szakmájukban elhelyezkedni, a munkaerőpiac mennyire értékeli a képzés során elsajátított tudásukat és képességeiket. A munkaadók a sikeres kooperációt segítő és a vállalat hatékonyságát növelő nem kognitív készségeket, az úgynevezett soft skilleket várják el elsősorban. A műszaki képzési területen, mivel jellemzően kevés az interdiszciplináris szak, különösen előtérbe kerülnek azok a képességek, melyek birtokában a speciális szakismeretekkel rendelkező szakemberek képesek az együttműködésre egy adott probléma megoldásában. Ehhez elsősorban jó kommunikációs készségre van szükség, mely az együttműködés alapja. Ez egy olyan összetett képességrendszer, melyben a szóbeliség és az írásbeliség is egyaránt jelen van, ennek birtokában tudjuk érzéseinket, gondolatainkat a különböző kommunikációs csatornákon keresztül a lehető legpontosabban kifejezni és a címzetthez eljuttatni (Vass, 2006) A szövegalkotás és a kommunikáció összefüggenek egymással, mivel a szöveg a beszédben, a kommunikációban születik, így magát a szövegalkotást és a szövegértést is befolyásolják a kommunikációs célok és tényezők. A szövegértés, mint alapvető információ feldolgozó képesség a tanulási folyamat sikerességét is

meghatározza, mivel a tanulandó anyag mélyebb szintű megértése az írott szöveg megértésére épül. A szövegértés a tanulmányi eredmények meghatározója is, így ennélfogva nem csak a képzés minőségének mutatója lehet, hanem a képzésen belül a lemorzsolódás csökkentésében is jelentős szerepet játszhat amennyiben fejlesztésére a jól megválasztott pedagógiai módszerekkel figyelmet fordítunk.
A felsőoktatás minőségét javító célok kitűzéséhez és megvalósításához ismerni kell a felvett hallgatók képességeit is. A kompetencia vizsgálatok napjainkra ezért válnak egyre fontosabbá és egyre több vizsgálati eredmény igyekszik megalapozni azokat a stratégiai döntéseket, melyek a minőség javítását szolgálják. Az Óbudai Egyetem ehhez a törekvéshez kapcsolódva, az EFOP 3.4.3. Felsőoktatási intézményi fejlesztések a felsőfokú oktatás minőségének és hozzáférhetőségének együttes javítása érdekében c. pályázat keretein belül indította el egy komplex kompetencia mérőrendszer fejlesztését, mely a műszaki képzési területen több, viszonylag jól behatárolható, a sikeres munkavégzés alapját képező általános tudás- és kompetenciaelemet figyelembe véve ad visszajelzést a hallgatók képességeiről. A műszaki képzési terület Képzés Képzési és Kimeneti Követelményeiben (18/2016 (VIII. 5.) EMMI rendelet) megadott elvárásokat figyelembe véve az alábbi, a műszaki területen is fontos kompetenciákra fókuszáltunk:

- kommunikációs képesség,
- problémamegoldó képesség,
- absztrakt és logikai gondolkodási képesség,
- szövegértési képesség,
- adatértelmező képesség.

Jelen tanulmány keretei között a kommunikációs és a szövegértés képességek vizsgálatára kidolgozott tesztek válaszadásai alapján értékeljük a hallgatók képességeit és megvizsgáljuk, hogy tudunk-e szignifikáns összefüggést kimutatni a két képesség között.

Szövegértés és kommunikációs készségek a műszaki felsőoktatásban
A jövő mérnökeitől elsősorban elvárt a szakmai tudás, melynek megszerzése erősen kötődik a tanulási folyamathoz és ezen keresztül a szövegértés képességének magas szintjéhez. Fontos továbbá a nyitottság, élethosszig tartó tanulás képessége, melynek eléréséhez szintén nem nélkülözhetők az alap, vagy más néven kulcskompetenciák megléte. Kutatási adatok (Ádám et al., 2017) támasztják alá, hogy a legkeresettebb munkahelyi kvalitás ma a munkaerőpiacon a kommunikációs készség. A munkáltatók a legfontosabb készségnek szinte mindegyik munkakörben a stabil kommunikációt tartják. Ezt pedig szorosan követi a csoportban való munkára, együttműködésre való készség fejlettsége, valamint a multikulturális környezethez való alkalmazkodási képesség (Baróti, 2010).
A felsőoktatásban a kompetenciák fejlesztése ennek függvényében egyrészt fontos a hallgatók végzést követő sikeres pályakezdéséhez, ami az oktatás minőségének mutatója, másrészt elengedhetetlenek tanulmányaik sikeres teljesítéséhez és ezáltal a hallgatói lemorzsolódás csökkentéséhez is.

Szövegértési képesség
Korunkban különösen igaz, hogy rengeteg információ vesz körül bennünket és a legfontosabb feladat, hogy ebben az információáradatban képesek legyünk eligazodni, képesek legyünk a számunkra releváns információkat kiválasztani. A fejlett szövegértési készség, mint alapvető információfeldolgozó készség ehhez nyújt alapot. Az OECD a Nemzetközi Felnőtt Képesség- és Kompetenciamérési Program (Programme for the International Assessment of Adult Competencies - PIAAC) keretében 2008 óta végez átfogó nemzetközi kutatást, amelyben a részt vevő országok (Európa, Amerika, Ázsia - 25 ország) felnőtt lakosságának (16-65 év között) különféle, a mindennapi életben gyakran használt kognitív képességeit, hétköznapi

tevékenységekben és a munkavégzés során használt alapkompetenciáit – elsősorban a szövegértés, számolási képesség és problémamegoldó képesség – méri, valamint ezek oktatásban és foglalkoztatásban való hasznosulását vizsgálja. (OECD, 2019)

A felmérés eredményei kezdetek óta igazolják, hogy azok az emberek, akik jobb kognitív képességekkel rendelkeznek sikeresebbek a munkaerőpiacon, nagyobb valószínűséggel alkalmazzák őket, és általában magasabb bérezésben részesülnek. Az írástudás, szövegértés, számolási és a probléma megoldási képességek pozitív kapcsolatban vannak a jólét számos aspektusával. A vizsgálatban kapott adatok igazolják, hogy az információfeldolgozási készségek pozitívan kapcsolódnak a bizalomhoz, az önkéntességhez, a politikai hatékonysághoz és az önértékeléshez is. A jobb szövegértőknek általában jobb az egészségi állapota, nagyobb valószínűséggel vesznek részt önkéntes tevékenységekben, jobban bíznak másokban és inkább vannak meggyőződve arról, hogy hatással lehetnek a közügyek alakulására (Hódi, Tóth, 2019; OECD, 2013; OECD, 2019).

A vizsgálati adatok rámutattak arra, hogy a technológiai változások, különös tekintettel az információs és kommunikációs technológiák növekvő jelenlétére az élet minden területén növekvő igényt mutatnak a magasabb szintű kognitív készségek iránt, amelyek többek között magukban foglalják a komplex információk megértését, értelmezését, elemzését és továbbítását is. (OECD, 2019)
Mindezek alapján megállapíthatjuk, hogy a szövegértés egy olyan alapvető képesség, melynek optimális fejlettségi szintjének megléte nélkül nem fejleszthetők az összetettebb készségek sem, így elengedhetetlen az egészséges egyéni, gazdasági és társadalmi fejlődéshez. Különféle témákról szóló általános vagy szakszövegnek minősülő írott szövegek olvasására és megértése irányul, továbbá a szövegkörnyezetben használt segédeszközök pl. grafikonok, ábrák, térképek értelmező megértésére és megfelelő használatára. Az olvasás nemcsak a nyelvi jelek dekódolását jelenti, hanem mindazokat a kognitív műveleteket, amelyek a szöveg értelmezéséhez, alkalmazásához nélkülözhetetlenek. Egy szöveg szerkezete általában nagyon bonyolult, megértése komplex gondolkodási folyamatot igényel. Az érzéki úton észlelt dolgot az agy feldolgozza, a meglévő tapasztalatok alapján elemzi, beépíti a tanult sémákba. A szöveg befogadóját akkor nevezhetjük a szöveg értőjének, ha ismeri a nyelvet, a beszédhelyzetet, szövegkörnyezetet, érti az egyes elemek (szavak) pontos jelentését, tisztában van a grammatikai, szemantikai összefüggésekkel (Modláné, 2007). Így a szövegértési és gondolkodási képesség összefügg egymással, a jó szövegértő hatékonyabban képes tanulni, szakmát, illetve diplomát szerezni ezáltal van nagyobb esélye a munkaerő-piacon és sikeresebb életpálya befutására.
Erre a komplex gondolkodási folyamatra építve állapíthatjuk meg, amennyiben felmérjük a hallgatók szövegértési képességét ezáltal adatokat fogunk kapni a precizitásról, részletekre való figyelés képességéről, koncentráció képességről, a figyelem összpontosításáról, a rendszerező gondolkodásról, valamint átlátó-, szintetizáló képességről is.

Kommunikációs képesség
A mérnökök napi tevékenységének jelentős részét teszi ki a különböző műszaki és nem műszaki hátterű személyekkel való kommunikáció. Bár számos kutatás kimutatta, hogy a kommunikációs készségek elengedhetetlenek a mérnöki gyakorlat sikeréhez, azonban a mérnöki tantervek nem készítik fel megfelelően a mérnökhallgatókat arra, hogy a munka világában felkészültek legyenek a műszaki információk közlésére a nem technikai képzettségű partnerek irányába is (Keshwani, Adams 2017).

A mérnökök nemcsak egyre több időt töltenek a kommunikációs feladatokkal, hanem ezeket a feladatokat egyre inkább a szakmai élet kritikus részeként azonosítják. Egy mérnöki tanterv kidolgozásával foglalkozó munkacsoport az ötletek kommunikációját, a probléma felismerési és a megoldási készségeket követően a második legfontosabb készségként rangsorolta. A

kommunikációs készségek jelentősége megelőzte a matematikát, a természettudományokat és a technikai készségeket is (Evans et al., 1993). Egy a mérnöki tervező munkacsoportokat vizsgáló tanulmány megállapította, hogy a mérnöki döntések jelentős része a szóbeli kommunikáción alapulva született meg (Winsor, 1998).
A kommunikációs készségek kritikus szerepe a mérnöki gyakorlatban elismert tény, több tanulmány (Darling, Daniels, 2003) is azt mutatja, hogy ezen a készségek fejlesztése nem kellően szerepel a mérnöki tantervekben. A kommunikáció kifejezést vizsgálva a 18/2016. (VIII. 5.) EMMI rendelet műszaki és informatikai felsőoktatási szakképzések és alapképzések képzési és kimeneti követelményei szövegében megállapítható, hogy bár a kommunikációs készségek szerepe kiemelkedő a szakmai készségek mellett, ez a képzési és kimeneti követelmények között kis mértékben jelenik meg.
Megállapítottuk a kutatásunkban érintett műszaki és informatikai szakok képzési és kimeneti követelményeinek tartalomelemzése során, hogy a legnagyobb hangsúllyal és kidolgozottsággal a felsőoktatási szakképzések közös moduljában szerepelnek a kommunikációs készségek. Egy-egy rövid gondolat erejéig megjelenik a kommunikációs készség a földmérő és földrendező mérnöki, a műszaki menedzser és a könnyűipari mérnöki alapképzési szak képzési és kimeneti követelményeiben. A műszaki szakok többségében azonban semmilyen említés nincs ezen készségről, annak ellenére, hogy milyen kiemelkedő szerepe van ezen szakmák gyakorlásában a munkaerőpiacon, és hogy ezen képességek felmérése elsődleges a munkaerő kiválasztásakor a legtöbb munkahelyen ezekben a szakmákban.
A felsőoktatási szakképzések képzési és kimeneti követelménye tartalmaz egy közös modult (azaz egyaránt szerepel pl. a mérnökinformatikus és a műszaki felsőoktatási szakképzésben). Ez a modul a főbb kommunikációs kompetenciákat és szakmai készségeket, valamint szakmai követelményeket határoz meg. Az elsajátítandó kompetenciák közé az alábbiak kerültek felsorolásra:

- Anyanyelvi és idegen nyelvi kommunikációs képességei révén szakmailag együttműködik.
- Fejleszti tudását, és ehhez alkalmazza a tudásszerzés, önfejlesztés különböző módszereit és képes használni a legkorszerűbb információs és kommunikációs eszközöket.
- Hiteles kommunikáció, önmenedzselés, határozottság és céltudatosság.
- Idegen nyelven, alapfokon történő kommunikáció, írásban és szóban.
- Problémák, feladatok megoldásában a gazdálkodó szervezet adminisztrációs, információs és kommunikációs rendszereinek szakszerű használata.

Minta és a háttérváltozók bemutatása

A kompetenciamérésben 2019. szeptember 3-6. között 293 hallgató vett részt, akik felvételt nyertek az Óbudai Egyetem Alba Regia Műszaki Kar és a Könnyűipari és Környezetmérnöki Kar képzéseire. A résztvevők 71 százaléka férfi (N=207) és 29 százaléka nő (N=86), átlagéletkoruk 20 év. A mérésben részt vett legfiatalabb hallgató 18, a legidősebb 34 éves. Legtöbben, a hallgatók 40 százaléka 19 éves (N=118).

Szülők iskolai végzettsége

A szülők iskolai végzettségét tekintve megállapítható, hogy az anyák végzettsége átlagosan magasabb, mint az apáké. Az apák végzettsége tekintetében 2,8 százalék, akinek maximum 8 általános végzettsége van (N=8), 32,8 százalékuk szakmunkásképzőt végzett (N=94), 28,9 százalékuk érettségivel rendelkezik (N=83), és 35,5 százaléknak van felsőfokú végzettsége (N=102).
Az anyák végzettsége tekintetében elmondható, hogy szintén 4,5 százalékuk rendelkezik maximum 8 általánossal (N=13), 12,6 százalékuk szakmunkásképzőt végzett (N=36), 39,5 százalékuk rendelkezik érettségivel (N=113), és 43,4 százalékuk felsőfokú végzettséggel (N=124).

A hallgatók 50,4 százalékánál egyik szülő sem rendelkezik felsőfokú végzettséggel (N=142), 20,9 százalékuknál legalább az egyik szülő felsőfokú végzettségű (N=59), és 28,7 százalékuknál mindkét szülő rendelkezik vele (N=81).

Településtípus, lakóhely

A hallgatók 12,3 százaléka él a fővárosban (N=36), 23,5 százalékuk megyeszékhelyen (N=69), 39,9 százalékuk városban (N=117), és 24,2 százalékuk falvakban (N=71).
A hallgatók 30 százaléka kollégiumban él (N=88), 8,9 százalékuk albérletben (N=26), 53,6 százalékuk a szülőkkel (N=157), 3,1 százalékuk egyéb rokonokkal (N=9), és 2,7 százalékuk saját lakásban (N=8), 1,7 százalékuk pedig egyéb helyen (N=5).

Érettségi

A hallgatók 97 százaléka 2016-ban, vagy később érettségizett. A legtöbben (51,9%, N=152) idén, 2019-ben tettek érettségi vizsgát, 2018-ban 27 százalékuk (N=79), 2017-ben 11,6 százalékuk (N=34), 2016-ban pedig 6,1 százalékuk (N=18).
A hallgatók 98,6 százaléka (N=289) 2019-ben kezdte tanulmányait az egyetemen.
A két adatból kiszámítható, hogy ki hány évet hagyott ki az érettségi és az egyetem között. A hallgatók 50,5 százaléka idén érettségizett és azonnal elkezdte az egyetemi tanulmányait (N=148), 27,3 százalékuk 1 évet hagyott ki (N=80), 11,6 százalékuk 2 évet hagyott ki (N=34), és 6,1 százalékuk (N=18) 3 évvel később iratkozott csak be.
A hallgatók 28,7 százaléka (N=84) 4 évfolyamos gimnáziumban érettségizett, 7,5 százalékuk (N=22) 5 évfolyamosban, 6,8 százalékuk (N=20) 6 évfolyamosban, 4,4 százalékuk (N=13) 8 évfolyamosban. 24,6 százalékuk (N=72) szakgimnáziumban tett érettségit, 27,3 százalékuk az érettségi mellé technikusi/OKJ végzettséget is szerzett (N=80), 0,7 százalékuknak (N=2) pedig már van felsőfokú végzettsége.
A kompetenciamérés háttérváltozói között szerepelt az is, hogy milyen tárgyból milyen szinten érettségizett a hallgató. A hallgatók 62,8 százaléka (N=184) egy tárgyból sem tett emelt szintű érettségit, 29,7 százaléka egy tárgyból (N=87), 7,2 százaléka két tárgyból (N=21), és 0,3 százaléka három tárgyból is (N=1).
Két tárgynál – magyar és matematika – az érettségi eredményre is vonatkozott kérdés.
A hallgatók 22,5 százaléka önbevallás alapján 80 százalék felett teljesített a matematika érettségin (N =66), 42,7 százalékuk 60-79%-os vizsgát tettek (N=125), 28 százalékuk 40-59%-os eredményt ért el (N=82), és 6,8 százalékuk 39 százaléknál rosszabbul teljesített (N=20).
Magyarból a hallgatók 35,2 százaléka teljesített 80 százalék felett az érettségin (N=103), 44 százalékuk 60-79 százalék között (N=129), 17,7 százalékuk 40-59 százalék között (N=52), és 3,1 százalékuk gyengébben, mint 39 százalék (N=9).

Nyelvtudás

Angol nyelvből a hallgatók 45,1 százaléka nem rendelkezik nyelvvizsgával (N=132), 1 százalékuk alapfokúval (N=3), 43,7 százalékuk középfokúval (N=128), és 10,2 százalékuk felsőfokúval rendelkezik (N=30).
Német nyelvből a hallgatók 91,8 százaléka nem tett nyelvvizsgát (N=269), 0,3 százalékuk alapfokút (N=1), 6,5 százalék középfokút (N=19), és 1,4 százalék felsőfokút szerzett (N=4).
Egyéb nyelvből a hallgatók 98 százaléka nem tett nyelvvizsgát (N=287), 0,3 százalék alapfokút (N=1), 1,4 középfokút (N=4), és 0,3 százalék felsőfokút tett (N=1).
Ezen adatokat összeolvasva kirajzolódik, hogy a hallgatók 42,3 százaléka nem rendelkezik egy legalább középfokú nyelvvizsgával sem (N=124), 51,9 százalékuk legalább egy középfokúval (N=152), míg 5,8 százalékuk legalább két középfokú nyelvvizsgával rendelkezik (N=17).

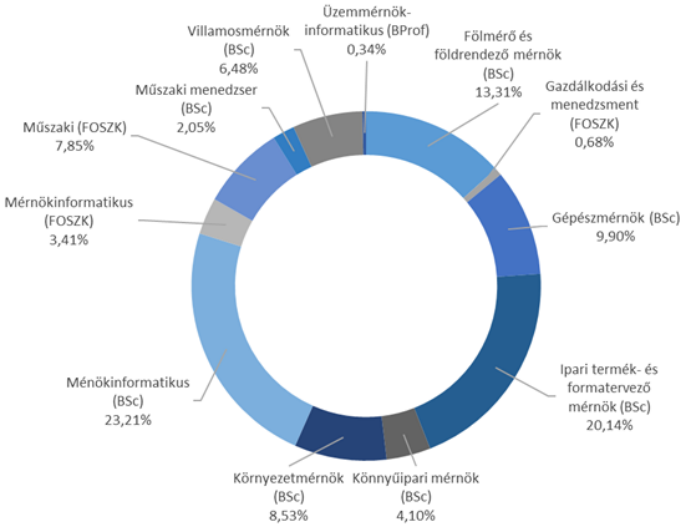
Egyetemi tanulmányok

A hallgatók 58,7 százaléka (N=172) az Alba Regia Műszaki Karra jár, 41,3 százaléka (N=121) a Rejtő Sándor Könnyűipari és Környezetmérnöki Karra. Az 1. ábra szemlélteti a hallgatók milyen arányban vesznek részt a vizsgált karok egyes képzésein. A hallgatók 13,3 százaléka (N=39) jár Földmérő és földrendező mérnöki (BSc) szakra, 0,7 százaléka (N=2) Gazdálkodási és menedzsment (FOSZK) szakra, 9,9 (N=29) Gépészmérnöki (BSc) szakra, 20,1 százaléka (N=59) Ipari termék- és formatervező mérnöki (BSc) szakra, 4,1 százaléka (N=12) Könnyűipari mérnöki (BSc) szakra, 8,5 százaléka (N=25) Környezetmérnöki (BSc) szakra, 23,2 százaléka (N=68) Mérnökinformatikus (BSc) szakra, 3,4 százaléka (N=10) Mérnökinformatikus (FOSZK) szakra, 7,8 százaléka (23) Műszaki (FOSZK) szakra, 2 százaléka (N=6) Műszaki menedzser (BSc) szakra, 6,5 százaléka (N=19) Villamosmérnöki (BSc) szakra, és 0,3 százaléka (N=1) Üzemmérnök-informatikus (BProf) szakra. (*1. ábra*)

Extrakurrikuláris tevékenységek

Vizsgálatunkban a hallgatók egyes tanulmányi kötelezettségeken túlmutató tevékenységére is rákérdeztünk. A hallgatók 91,1 százaléka (N=267) semmilyen tanításon kívüli tevékenységben nem vesz részt az egyetemen, 8,9 százalékuk legalább egy ilyen tevékenységben részt vesz (N=26).

0,7 százalékuk (N=2) terepmunkán, 2,4 százalékuk (N=7) projektekben, 0,7 százalékuk (N=2) kutatásban, 3,1 százalékuk (N=9) labormunkában, 0,7 százalékuk (N=2) hallgatói önkormányzati tevékenységben, 0,3 százalékuk (N=1) TDK-ban, és 4,4 százalékuk (N=13) egyéb tevékenységben vesz részt.



1. ábra Hallgatók megoszlása a különböző képzéseken

Munkatapasztalat

A kompetenciamérés háttérváltozói között szerepelt 12 munkatapasztalatra vonatkozó item is (duális képzés, kooperatív képzés, szakmai gyakorlat, gyakornoki munka, diákmunka, főállás, mellékállás, saját vállalkozás). A hallgatók 13,7 százalékának egyáltalán nincsen munkatapasztalata (N=40), 86,3 százalékuk rendelkezik valamilyen tapasztalattal (N=253).

21,5 százalékuk most kezdi elsősként a duális képzést (N=63), 3,1 százalékuk (N=9) duális képzésben vesz részt, 1,4 százalékuk már részt vett kötelező egyetemi szakmai gyakorlaton (N=4), 41 százalékuk részt vett középiskolai szakmai gyakorlaton vett részt (N=120). 27 százalékuk (N=79) dolgozott már diákmunkásként vagy gyakornokként a tanult területen, 59,7 százalékuk egyéb területen végzett diákmunkát (N=175), 5,8 százalékuk (N=17) főállásban

dolgozott a szakterületén, 9,6 százalékuk (N=28) főállásban dolgozott egyéb szakterületen, 2 százalékuk (N=6) mellékállásban dolgozott a szakterületén, 9,9 százalékuk (N=29) mellékállásban dolgozott más szakterületen, 4,4 százaléknak pedig (N=13) saját vállalkozása van.

Szövegértés képességének értékelése

A kompetenciamérés szövegértés blokkja négy alblokkból állt, blokkonként egy általános, szakmai területhez nem köthető szöveget tartalmazott az alábbi témákból: vadon élő szarvasok előfordulása Nagy-Britanniában, gleccser képződése, tulajdonságai, egy étterem szolgáltatásai, valamint egy, az ügyvédi meghatalmazással kapcsolatos rövid leírás.

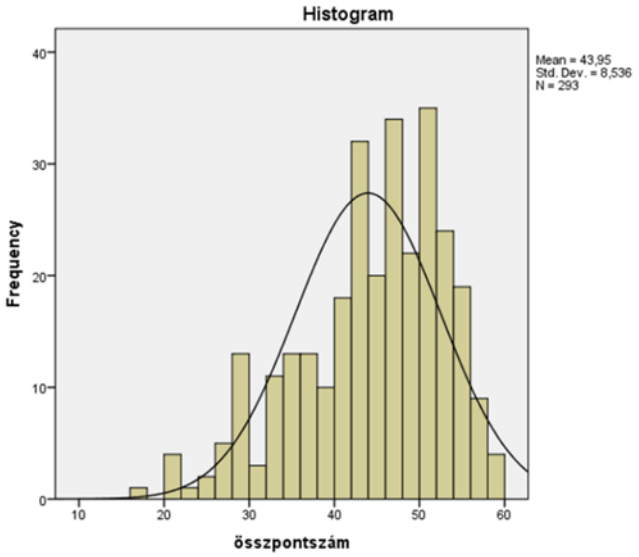
Blokkonként 15 itemről kellett eldönteniük a hallgatóknak, hogy igaz, vagy hamis az ott leírt állítás.

A blokkonként elért helyes válaszok összege adja az összpontszám változót, melynek elméleti minimuma 0 pont, maximuma 60 pont.

A hallgatók átlag összpontszáma 43,95 pont volt, a szórás 8,5. A legjobban teljesítő hallgató 59 pontot, míg a legrosszabbul teljesítő 17 pontot ért el összesen.

A helyes válaszok száma az első blokkban átlagosan 12,2, a második blokkban 11,57, a harmadikban 11,45, míg a negyedikben 8,73. Ez alapján egyértelmű, hogy a negyedik blokk (közjogi szövegre vonatkozó állítások) volt a legnehezebb a hallgatók számára.

Az összpontszám változó esetében (M=58, SD=8) elvégeztük a normalitás-vizsgálatot, hogy megtudjuk, a változó eloszlása mennyire követi a normáleloszlást. A hisztogram szerint (*2. ábra*) az összpontszám változó körülbelül követi a normáleloszlást, enyhén jobbra ferde. A normalitás-vizsgálat tesztelésére a Kolgomorov-Szmirnov féle Z-próbát alkalmaztuk, és bár ez alapján a változó eloszlása eltér a normáleloszlástól (p=0,000), a megengedő feltételek miatt (ferdeség és csúcsosság +/- 1 range-en belül van) tekinthető normáleloszlásúnak.



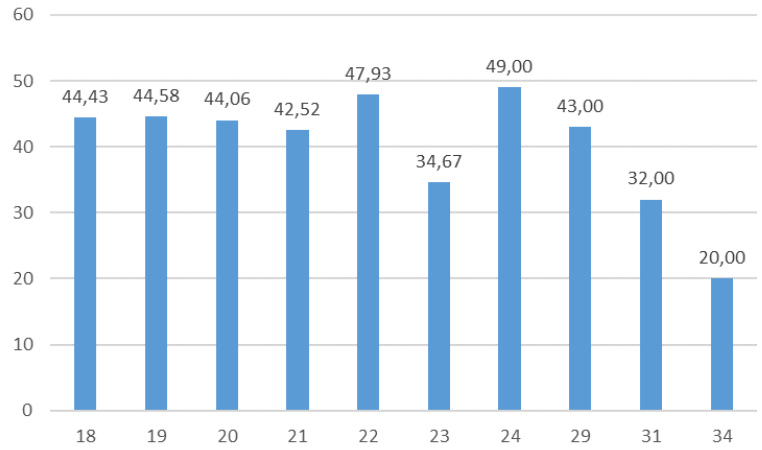
2. ábra Összpontszám változó normalitás vizsgálata

A statisztikai tesztek elvégzésénél azonban a szokásos varianciaanalíziseken kívül a nem-normáleloszlású változók tesztelésére szolgáló Kruskall-Wallis próbákat is minden esetben elvégeztük ellenőrzés végett.

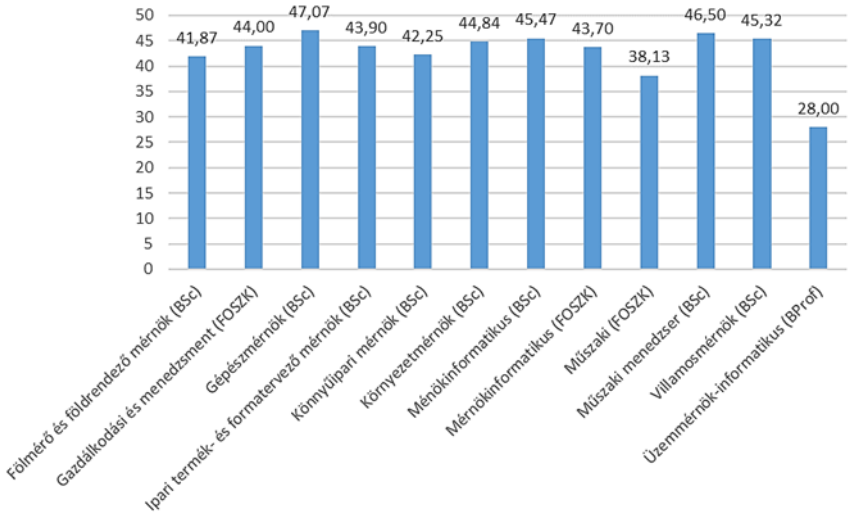
Az összpontszám tekintetében szignifikáns eltérést találtunk életkor esetén (p=0,003, F=2,916), ahol az átlagpontszám magasabb a 18-19 évesek, a 22 és a 24 évesek körében, mint a többi kategóriában. (*3. ábra*)

Szignifikáns eltérés mutatkozik a hallgató jelenlegi szakja és szövegértési kompetencia összpontszáma között (p=0,01, F=2,319) is. A legmagasabb átlagpontszámmal a gépészmérnök szakra járók rendelkeznek (47,07 pont), szintén magas átlagpontszámot értek el a műszaki menedzser (46,5), villamosmérnök (45,32) és a mérnökinformatikus szakra (45,47) járók. Legalacsonyabb átlagpontot értek el az üzemmérnök informatikus (28) és a műszaki mérnökasszisztens (FOSZK) képzésre járók (38,13). (*4. ábra*)

Egyértelműen szignifikáns és lineáris kapcsolat van a matematika érettségi eredménye és a kompetenciamérés összpontszám változója között (p=0,000, F=8,157), minél jobban teljesített valaki a matematika érettségin, annál magasabb pontszámot ért el a kompetenciamérés szövegértés blokkjában. (*5. ábra*) Míg a matematika érettségin 80 százaléknál jobban teljesítő hallgatók átlagosan 47,7 pontot szereztek a kompetenciamérésen, addig a 39 százaléknál gyengébben teljesítők mindössze 41 pontot.



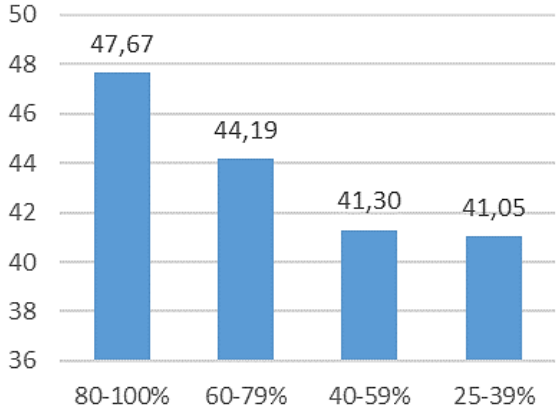
3. ábra Életkor és az elért pontszám összefüggése



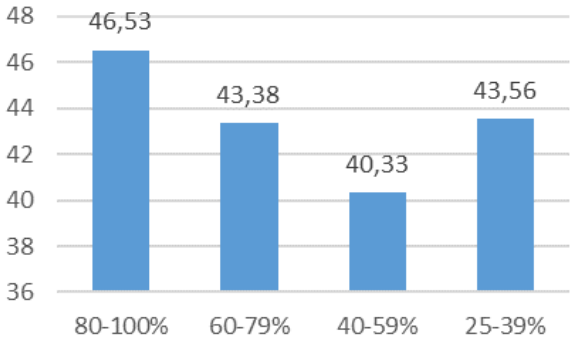
4. ábra Az elért pontszám és a képzés típusának összefüggése

Hasonló kapcsolat figyelhető meg a magyar érettségi eredmények és az összpontszám között (p=0,000, F=6,856), ám az összefüggés nem lineáris. (*6. ábra*) Legjobban azon hallgatók teljesítettek a kompetenciamérésben, akik 80 százalék feletti érettségit írtak magyarból, átlagpontszámuk 46,5, ám leggyengébben azoknak sikerült a szövegértés, akik 40-59 százalék között írták az érettségit, átlagpontszámuk: 40,3.

A nyelvvizsgák száma és az összpontszám között is szignifikáns lineáris kapcsolat van (p=0,004, F=5,571), minél több, legalább középfokú nyelvvizsgával rendelkezik a hallgató, annál magasabb pontot ért el a szövegértés kompetenciában. Míg a nyelvvizsgával nem rendelkezők átlagosan 42,4 pontot értek el, addig a két nyelvvizsgások ennél jóval magasabbat, átlagosan 49 pontot.



5. *ábra Matematika érettségi eredménye és a tesztben elér pontszám közötti kapcsolat*



6. *ábra Magyar érettségi eredmények és a teszt pontszáma közötti kapcsolat*

Munkatapasztalattal való összefüggés esetén azt láttuk, hogy azon hallgatók, akik diákmunkát végeztek egyéb területen, szignifikánsan (p=0,031, F=4,698) magasabb átlagpontszámot értek el (44,8 pont) a szövegértés kompetenciában, mint azok, akik nem végeztek ilyen jellegű munkát (42,6 pont). Meglepő módon, fordított a tendencia figyelhető meg azon hallgatók körében, akik saját vállalkozással rendelkeznek (p=0,027, F=4,933), átlagosan 38,9 pontot szereztek, míg azok, akiknek nincs saját vállalkozásuk, ennél többet értek el: 44,2 pontot.
A többi változó esetén (nem, szülők végzettsége, településtípus, lakóhely, érettségi időpontja, kezdés időpontja, kihagyott évek száma, végzettség, kar, emelt szintű érettségik száma, tanításon kívüli tevékenységek) az összefüggés nem volt szignifikáns.

Kitöltési idő

A szövegértés blokk kitöltési ideje átlagosan 12 perc 56 másodperc volt, a kompetenciamérésen leggyorsabban áthaladó hallgató mindössze 2 perc 1 másodpercet töltött a válaszadással, míg a leglassabban haladó 16 perc 9 másodperc alatt válaszolt a kérdésekre.
Megvizsgáltuk azt is, hogy a kitöltési idő és az összpontszám között van-e összefüggés. Erre lineáris regressziós modellt építettünk, az eredmények alapján a kitöltési idő szignifikánsan hat az összpontszámra (p=0,006), bár az összpontszám változó varianciájából az idő igen csekély hányadot magyaráz (R^2=0,022).

A regressziós egyenes egyenlete a következő képlettel írható le (*1. táblázat*):
Összpontszám = 37,083 + 0,009 x idő*
(* az idő itt másodpercben értendő)
Vagyis a kitöltési idő növekedésével az összpontszám is növekszik.

1. táblázat Kitöltési idő és összpontszám összefüggés vizsgálata

Együtthatók[a]		nem standardizált együtthatók		standardizált együtthatók	t	Szignifi-kancia
Modell		B	standard hiba	Béta		
1	(Konstans)	37,083	2,524		14,693	,000
	kitöltési idő másodpercben	,009	,003	,161	2,775	,006

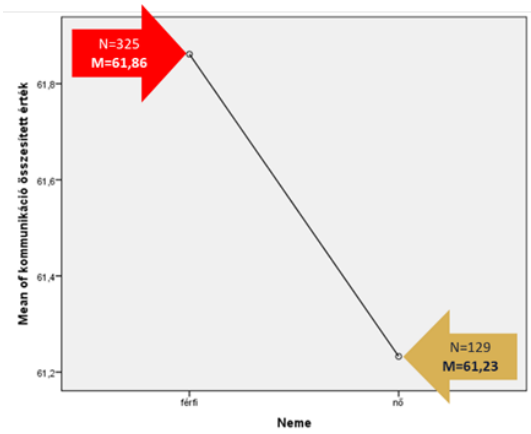
a. függő változó: összpontszám

Kommunikációs készség értékelésének eredményei

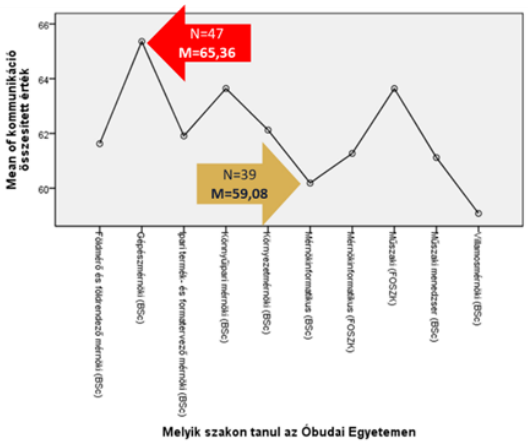
Mérőeszközünk az észlelt kommunikációs készséget önértékeléses módszerrel vizsgálja. A kérdőív egy 25 itemből álló kérdéssor, mely 7 faktorra bontható.
A kérdések egy része a kommunikációs partnerek jelzéseinek megértésére, a másokra való odafigyelésre irányul. Mennyire képes mások helyébe képzelni magát a válaszadó, megérteni a nézőpontját, érzékelni a hangulatát, megérteni a testbeszéd üzenetét, érezni azt, amikor nem értették meg.
A kérdések további része a kommunikáció átadásra irányul, hogy mennyire képes az ötleteinek a kommunikálására, a gondolatainak a szavakba öntésére, az érzelmeinek a kontrollálására, kifejezni az egyet nem értését akár a feletteseinek is, a véleményének a kifejtésére.
Kutatásunk során megvizsgáltuk a kérdőív megbízhatóságát. 0,759 Cronbach alfa értéket kaptunk, vagyis a mérőeszköz reliabilitása és belső konzisztenciája magasnak tekinthető.
A vizsgált mintán az összesített kommunikáció mutatószám értékei normál eloszlásúak voltak:

- A Kolmogorov-Smirnov 0,074>0,05
- Kritikus hányados ferdeség (skewness): 0,361<1,96
- Kritikus hányados csúcsosság (kurtosis): 0,463<1,96.

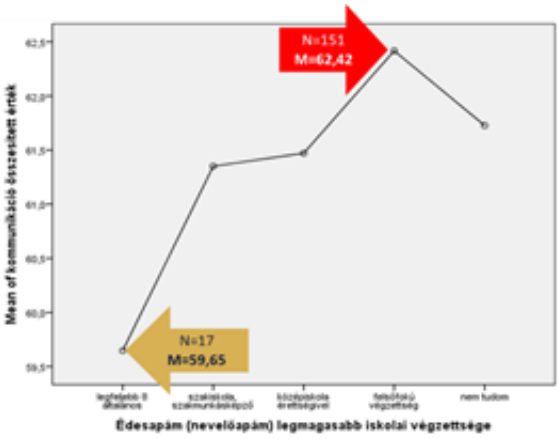
A normalitás mellett az egyes független változóknál a Levene próba igazolta a variencia homogenitás teljesülését, ezért minden esetben teljesültek az ANOVA vizsgálat elvégzésének feltételei. A különböző független változókat vizsgálva, egyedül a HÖK (Hallgatói Önkormányzat) tevékenységében részt vevők esetén mértünk szignifikáns eltérést (p=0,048) a kommunikációs készség értékében (*14. ábra*). A HÖK-ben tevékenykedő hallgatók 66,27 átlagpontszámot értek el, míg a HÖK tevékenységet nem végzők 61,68-t. A nemek, a szakok, az életkor, a szülők iskolai végzettsége, a magyar, a matematika érettségi eredménye, a nyelvvizsga, a duális képzésben való részvétel nem mutatott szignifikáns eltérést. Ugyanakkor érdemes megvizsgálni a tendenciákat a többi változó esetén is.
A nők és a férfiak eredményeit összehasonlítva férfiaknál magasabb kommunikációs összpontszám értéket kaptunk (*7. ábra*). Az egyes vizsgált szakok közül a gépészmérnöki alapszak hallgatói esetén mértük a legmagasabb kommunikációs készség értéket (*8. ábra*).
Az apa magasabb végzettsége esetén magasabb kommunikációs készség értéket mértünk (*9. ábra*), míg az anya végzettségének emelkedésével nem mutatható ki növekvő tendencia a kommunikációs összértékben (*10. ábra*).
A matematika (*11. ábra*) és a magyar érettségi (*12. ábra*) eredményével való összefüggés vizsgálatban mindkét tárgy esetén a jeles eredményűek kommunikációs készség értéke volt a legmagasabb, de a további érdemjegyek esetén nem mutatható ki párhuzamos tendencia.



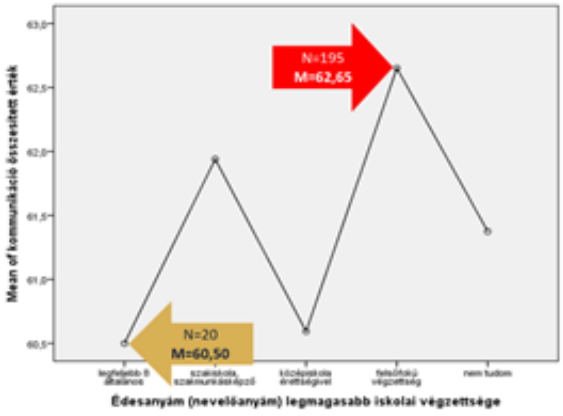
7. ábra A kommunikációs készség nemek szerint



8. ábra A kommunikációs készség szakok szerint

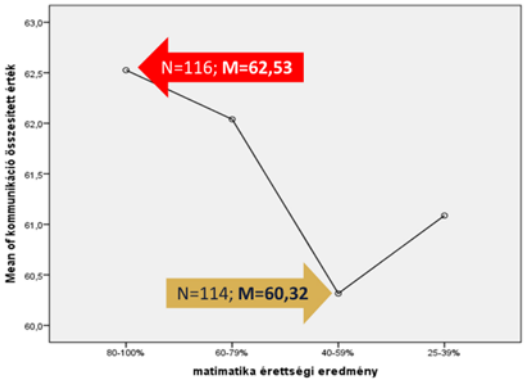


9. ábra A kommunikációs készség az apa végzettsége szerint

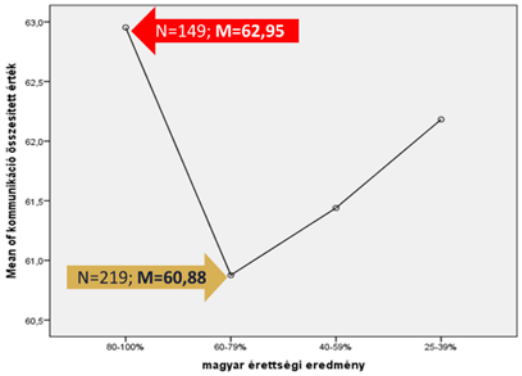


10. ábra A kommunikációs készség az anya végzettsége szerint

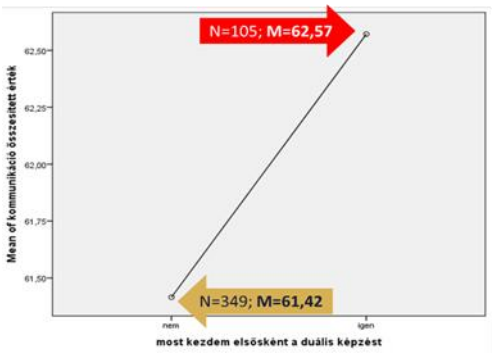
A duális képzésben résztvevők kommunikációs értéke magasabb volt, mint a hagyományos képzésben tanulóké (*13. ábra*). A vizsgált minta hallgatói első évesek voltak, ami azt jelenti, hogy a duális céges tapasztalatot még nem a munkahelyi gyakorlat nyújtotta, hiszen még ez előtt voltak, hanem a kiválasztási folyamat sikeressége.



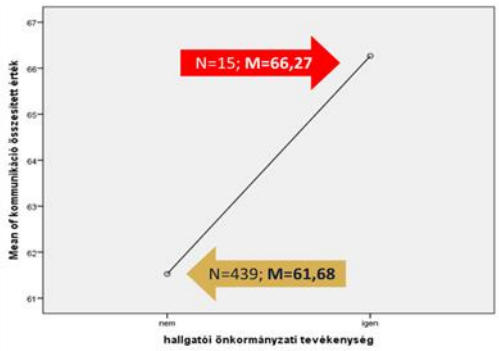
11. ábra A kommunikációs készség a matematika érettségi eredménye szerint



12. ábra A kommunikációs készség a a magyar érettségi eredménye szerint



13. ábra A kommunikációs készség a képzés típusa (duális/hagyományos) szerint



14. ábra A kommunikációs készség a HÖK tevékenység szerint

Az egyes itemeket külön-külön is megvizsgáltuk, hogy megállapítsuk, melyek azok az állítások, ahol az egyes részminták között szignifikáns eltérés mutatkozik. Az egyes itemeket külön-külön vizsgálva a normalitás 9 item esetén még a legmegengedőbb feltétellel sem teljesül, a Kolmogorov-Smirnov teszt pedig egyik itemnél sem támasztja alá a normalitást. A részminták közötti eltérés szignifikanciájának vizsgálatára ezért két részminta esetén a Mann-Whitney próbát, több független minta összevetésére pedig a Kruskal-Wallis próbát alkalmaztuk.

A férfi és női részmintát összehasonlítva két állítás esetén volt szignifikáns eltérés:

- 7-es állítás: „Bátran el merem mondani a felettem állóknak, ha nem értek vele egyet.” p=0,002; fiúk átlag értéke: 2,64 (SD=0,929), lányok átlagértéke: 2,12 (SD=0,956), vagyis a fiúk szignifikánsabban bátrabban merik elmondani a felettük állóknak, ha nem értenek velük egyet.
- 15-ös állítás: „Gyakran meg kell ismételnem magam, mert az emberek elsőre nem értik a mondanivalómat.” p=0,040, fiúk átlag értéke: 2,31 (SD=0,976), lányok átlagértéke: 2,63 (SD=0,874). Mivel itt a pontozás a válasszal ellentétes irányú, így a lányok magasabb átlagértéke azt jelenti, hogy ők magabiztosabbak abban, hogy elsőre is megértik őket.

Kommunikációs és szövegértés kompetenciák összefüggésének vizsgálata

A kommunikációs készség vizsgáló mérőeszköz a verbális kommunikációs helyzetekhez kapcsolódóan vizsgálta a kommunikációs készséget. Az egyik fókusza a vételi oldalhoz kapcsolódóan a verbális kommunikáció megértése volt. A szövegértési teszt az írott szöveg megértését vizsgálta.

A két kompetencia vizsgálata során más-más tényezőkkel találtunk szignifikáns összefüggést. A szövegértés esetén a szak, a matematika és a magyar érettségi eredménye, a kommunikációs készség esetén a hallgatói önkormányzati tevékenység volt ilyen tényező.

Mindkét kompetencia esetén a gépészmérnök hallgatók esetén mértük a legmagasabb értéket. Illetve mindkét esetben a legmagasabb matematika és magyar érettségi eredmény esetén szintén a legmagasabb értéket mutatta mind a szövegértési készség, mind a kommunikációs készség. Ugyanakkor a jelestől eltérő eredmény esetén már nem volt lineáris a kapcsolat.

Elvégeztük a korreláció vizsgálatot a két változó között, hogy megállapítsuk mennyire erős a kapcsolat (*2. táblázat*).

A kommunikáció összpontszám és a szövegértés korrelációs együtthatója 0,052, amely igen gyenge pozitív kapcsolatot jelent, mely nem szignifikáns.

2. táblázat A kommunikációs készség és a szövegértési készség korrelációs értékei

		kommunikáció összpontszám	szövegértés összpontszám
Kommunikáció összpontszám	Pearson Correlation	1	**,052**
	Sig. (2-tailed)		,378
	N	454	293
Szövegértés összpontszám	Pearson Correlation	**,052**	1
	Sig. (2-tailed)	,378	
	N	293	293

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Az egyes részmintákat is megvizsgáltuk, különböző szempontok szerint pl. szakok, kiemelkedő matematika vagy magyar érettségi eredmény, de egyik almintában sem találtunk szignifikáns korrelációt a két vizsgált tényező között.

Összefoglalás

Napjainkban meghatározóvá vált a kompetencia alapú értékelés, mivel a munkaadók az elvárt szakmai tudás mellett egyre nagyobb hangsúlyt helyeznek a képességekre. A tanulmányok sikeres elvégzéséhez, a lemorzsolódás csökkentéséhez is egyértelműen szükségesek azok az alapvető kompetenciák melyek vizsgálatával foglalkozunk az Óbudai Egyetemen. A 2018/19-es tanévben dolgoztunk ki egy komplex kompetencia mérőeszköz rendszert, melynek segítségével online tesztek kitöltése kapcsán adatokat kapunk a képzésbe való belépéskor a felvett hallgatóink problémamegoldó, kommunikációs, szövegértő, adatértelmező, absztrakt és analitikus gondolkodás, valamint a műszaki gondolkodási kompetenciáikról. A vizsgálatot a tanulmányok végéhez közeledve, még a diplomaszerzést megelőzően újból elvégezzük és így lehetőségünk lesz felmérni hallgatóink kompetenciainak változását, ezzel egyidejűleg pedig képet kapunk a képzés minőségéről, az alkalmazott pedagógiai módszerek hatékonyságáról.
A tanulmányban az eszközcsomag két elemének – szövegértés és kommunikációs készség – vizsgálata során kapott eredményeket elemeztük és állapítottunk meg összefüggéseket a háttérváltozókkal, illetve vizsgáltuk, hogy a két kompetencia összefüggésben van-e egymással. A kompetenciamérésben 293 hallgató vett részt, akik az Alba Regia Műszaki Kar és a Könnyűipari és Környezetmérnöki Kar képzéseire nyertek felvételt 2019 szeptemberében.
Megállapítottuk, hogy a szövegértő képesség esetében a hallgatók átlagosan elért pontszáma 43,95 pont volt (maximum 60 pont) és szignifikáns összefüggést mutatott az alábbi háttérváltozókkal:

- életkor - a 18-19, a 22 és a 24 éves korban lévő hallgatók magasabb pontszámot értek el,
- képzési szak – a gépészmérnök BSc képzésre felvett hallgatók átlagos pontszáma volt a legmagasabb,
- matematika és magyar érettségi – mindkét esetben a jobb érettségi eredményt elért hallgatók összpontszáma volt a magasabb,
- nyelvvizsga – a legalább egy középfokú nyelvvizsgával rendelkező hallgatók magasabb pontszámot értek el,
- munkatapasztalat – a diákmunkát végző hallgatók átlagpontszáma magasabb.

A többi háttérváltozó (nem, szülők végzettsége, településtípus, lakóhely, érettségi időpontja, kezdés időpontja, kihagyott évek száma, végzettség, kar, emelt szintű érettségik száma, tanításon kívüli tevékenységek) esetében nem tudtunk szignifikáns összefüggést igazolni.
Az önértékeléses módszerre épülő kommunikációs képességvizsgálat során egy háttérváltozó esetében kaptunk szignifikáns összefüggést. Azok a hallgatók, akik aktív hallgatói önkormányzati (HÖK) tevékenységet végeznek magasabb pontszámot (66,27 pont) kaptak,

mint azok (61,68 pont), akik nem. A nemek közötti vizsgálat során két állítás esetében bizonyult szignifikánsnak az eltérés. A fiúk bátrabban merik elmondani véleményüket a felettük állóknak, viszont a lányok magabiztosabbak abban, hogy már elsőre is megértik őket. Hasonlóan, mint a szövegértés vizsgálatnál itt is magasabb pontszámot kaptak – bár nem bizonyult szignifikánsnak – azok a hallgatók, akik a gépészmérnöki képzésre járnak, illetve matematika és/vagy magyar érettségijük jeles szintűre sikerült. A duális képzésben résztvevő hallgatók átlagosan magasabb kommunikációs pontszámot értek el.
A két kompetencia egymással való összefüggése több változó esetén megmutatkozott (szak, érettségi, egyéb tevékenységek), de a statisztikai elemzés csak gyenge pozitív kapcsolatot mutatott, ami nem bizonyult szignifikánsnak.
A közeljövőben a többi kompetencia vizsgálata során kapott eredményeket is elemezni és értékelni fogjuk, valamint tovább folytatjuk az egyes kompetenciák között esetlegesen fennálló összefüggések vizsgálatát. Eredményeinket a későbbiekben publikálni fogjuk.

Irodalomjegyzék

[1] V. Vass, „A kompetencia fogalmának értelmezése. A kompetencia. Kihívások és értelmezések.," D. Kinga, Szerk., Budapest, Országos Közoktatási Intézet, 2006, p. 139–161..

[2] É. Ádám , L. Láng , B. Páthy-Dencső és Nyitrai, „Legfontosabb munkahelyi készségek Magyarországon," Az International Business School (IBS) és a Profession.hu közös kutatása, [Online]. Available: https://www.profession.hu/cikk/milyen-kepessegek-fonto. [Hozzáférés dátuma: 4. 10. 2019.].

[3] E. Baróti, *Nevelési és oktatási aspektusok és új módszertani lehetőségek a faipari mérnökképzésben Doktori (Ph.D.) értekezés,* Sopron: Nyugat-magyarországi Egyetem Faipari Mérnöki Kar Cziráki József Faanyagtudomány és Technológiák Doktori Iskola, 2010.

[4] OECD, „Skills Matter: Additional Results from the Survey of Adult Skills," *OECD Skills Studies,* 2019.

[5] I. Modláné Görgényi, „Módszertani útmutató a bemeneti kompetenciák méréséhez," Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet, 2007. [Online]. Available: https://szello.webnode.hu/_files/200000068-6c78d6e6ad/Modszertani_utmutato_a_bem_komp_meresehez.pdf. [Hozzáférés dátuma: 5. Május 2019].

[6] D. A. WINSOR, "Rhetorical practices in technical work," *Journal of Business and Technical Communication,* vol. 12, p. 343–370., 1998.

[7] D. L. -. B. G. C. -. C. P. E. -. Y. G. T. EVANS, "Attributes of engineering graduates and their impact on curriculum design," *Journal of Engineering Education,* vol. Vol. 82, p. 203–211., 1993).

[8] A. L. D. D. P. DARLING, "Practicing Engineers Talk about the Importance of Talk: A Report on the Role of Oral Communication in the Workplace," *Communication Education,* vol. Vol. 52, no. No. 1, p. 1–16., 2003.

[9] KESHWANI, J. and ADAMS, K., "Cross-Disciplinary Service-Learning to Enhance Engineering Identity and Improve Communication Skills," *International Journal for Service Learning in Engineering, Humanitarian Engineering and Social Entrepreneurship,* vol. Vol. 12, 2017.

[10] Á. Hódi és E. Tóth, „Elsőéves egyetemi hallgatók szövegértés-fejlettsége és olvasási attitűdjei," *Iskolakultúra,* kötet 1., 2019.

FMEA ÉRTÉKELÉS MEGBÍZHATÓSÁGÁNAK NÖVELÉSE AZ ÉRTÉKELŐ SKÁLÁK MÓDOSÍTÁSÁVAL

Kulcsár Edina[1] , Csiszér Tamás[2]

[1] Folyamatmérnöki Intézeti Tanszék, Pannon Egyetem, Veszprém
klcsar.edina@gmail.com

[2] Óbudai Egyetem, Rejtő Sándor Könnyűipari és Környezetmérnöki Kar, Médiatechnológiai és Könnyűipari Intézet, Budapest
csiszer.tamas@rkk.uni-obuda.hu

Absztrakt
Kutatásunkban azt a célt tűztük ki, hogy megvizsgáljuk, milyen mértékben befolyásolja az FMEA módszer alkalmazása során kapott eredményeket az értékelési skála kialakítása. Ennek érdekében felmérést végeztünk egyetemi hallgatók körében, amelyben arra voltunk kíváncsiak, milyen nehéznek értékelik a megnevezett tárgyak teljesíthetőségét, azaz a nem teljesítés, mint hiba előfordulásának valószínűségét. A válaszokat két különböző értékelési skálán kellett megadniuk: az egyik egy hagyományos, sorrendi FMEA skála, míg a másik egy általunk létrehozott arány skála. Az eredményeket az R&R vizsgálat reprodukálhatóságra vonatkozó összefüggéseivel elemeztük, amelyben a változó tényezők az értékelő személye és az értékelési skála voltak. A következtetéseket a teljes mintára, valamint a tagozat, a lakhely, az életkor és a szak szerinti klaszterekre is elvégeztük.

Kulcsszavak: *R&R, FMEA, értékelés, skála*

1. Bevezetés

A Hibamód és hatáselemzés (Failure Mode and Effects Analysis - FMEA) egy széles körben alkalmazott kockázatértékelési módszer. Célja, hogy azonosítsa és kvantifikálja egy termék előállításával vagy használatával kapcsolatos kockázatokat, azok megfelelő kezelése érdekében. A kockázatosság mértékét (Risk Priority Number – RPN) a negatív hatás (Severity – S), az előfordulási valószínűség (Probability – P) és a felfedezhetőség (Detectability – D) becslésével, valamint ezek szorzatának (RPN = S*P*D) kiszámításával határozza meg, amely alapján kategorizálja az eseményeket.
Az FMEA tekinthető úgy, mint a kockázatértékelés „mérőrendszere”, amelynek elemei és azok jellemzői jelentősen befolyásolják a vizsgálat eredményét. Mint minden mérőrendszerben, itt is megkülönböztetjük a mérendő objektumot (kockázat), a mérőberendezést (FMEA), a mérési módszert (értékelési skálák), a mérést végző személyt (értékelő) és a környezetet (historikus adatok, feltételezések stb.). Ahhoz, a mérőrendszer megfelelő eredményeket szolgáltasson, biztosítani kell az alábbiakat:

- Érzékenység: megfelelő érzékenységgel képes legyen meghatározni a mérendő értéket.
- Pontosság: a mért érték a tényleges értéket mutassa.
- Megismételhetőség: ugyanazon tételen végzett egymást követő mérések azonos eredménnyel szolgáljanak, ha a mérési rendszer minden egyéb változója azonos.
- Reprodukálhatóság: ugyanazon tételen végzett egymást követő mérések azonos eredménnyel szolgáljanak, ha a mérési rendszer egyéb változói közül még egy, általában a mérést végző személye változik.
- Stabilitás: a megismételhetőség hosszú távon is igaz legyen.
- Linearitás: a pontosság a mért tulajdonság teljes tartományában igaz legyen.

Az elvárásoknak való megfelelést a mérőrendszer valamennyi változója befolyásolja. Kutatásunk célja az, hogy megvizsgáljuk, az FMEA esetében az elvárások hogyan értelmezhetők, illetve a módszer, mint mérőrendszer esetében melyik változó milyen

mértékben hat a kockázatértékelés kimenetével kapcsolatos kritériumoknak való megfelelésére. Jelen dolgozatban a kockázati tényezők értékelésére alkalmazott skála hatását vizsgáljuk az FMEA reprodukálhatóságára (R&R).
Ennek szelemében – egy rövid irodalmi áttekintés után - ismertetjük az FMEA és az R&R módszertan elméleti hátterét, majd egy esettanulmány bemutatásával érzékeltetjük a hagyományosan alkalmazott skála és egy lehetséges alternatív skála hatását a kockázatértékelés egyes eredményeire.

2. Módszertani háttér

2.1. Az FMEA és a szubjektivitás

Hipotézisünk szerint a nem megfelelően kialakított skála csökkenti az értékelés objektivitását, amelyet különböző kutatások támasztanak alá [1]. Rhee és társai tanulmánya szerint az FMEA módszer Monte Carlo szimulációval történő kombinálása sem biztosítja a szubjektivitás megszűntetését [2]. Banghart és társai a súlyosság értékelését a hibára jellemző bemeneti információ mennyiségének változtatásával végeztették el. A vizsgálat eredménye azt mutatta, hogy a résztvevők értékelését befolyásolta az információ rendelkezésre állása, ezért a kockázatok besorolása inkonzisztens lett [3]. Aguiar és társai a megfelelő skála kiválasztására az ún. AHP (Analytic Hierarchy Process) módszertan, illetve az ezzel végezhető konzisztencia vizsgálat alkalmazását javasolták [4]. Más kutatásokban az R&R módszert alkalmazták az FMEA konzisztenciájának mérésére. Az egyik vizsgálat során két különböző, de azonos felkészültségű csapat értékelte a kockázatokat, egymástól eltérő eredményeket produkálva [5].

2.2. Az FMEA általános módszertana

Az FMEA egy kockázatértékelési eszköz, amely strukturált, átlátható módszert kínál a lehetséges hibák összegyűjtésére és értékelésére, a hiba valószínűségének csökkentését célzó intézkedések meghatározására és a teljes folyamat dokumentálására [6]. A szakértők három szempont szerint értékelik a kockázatokat, amelyek a hiba hatásának súlyossága (Severity – S), valamint a hibaok előfordulásának gyakorisága (Probability – P) és észlelhetősége (Detectability – D). Mindegyik szempontnál egy előre meghatározott skálával minősítik a potenciális hibákat [7]. Ezek a skálák általában 1-5-ig vagy 1-10-ig terjednek, ahol a legmagasabb érték a legkedvezőtlenebb esetet reprezentálja. A három skálaértéknek (S, O, D) a szorzatával megkapjuk az RPN-t (Risk Priority Number), amely a kockázat prioritását jelzi: minél nagyobb az RPN értéke, annál kockázatosabb a vizsgált esemény. Az intézkedéseket a legmagasabb RPN értékű, 10 elemű skála esetén általában a 125-nél nagyobb szorzatú kockázatokra kell meghatározni. Az új AIAG[1] kézikönyv az RPN helyett az ún. Action Priority (AP) értéket javasolja a kockázatok priorizálására, amely szerint a kockázatok – a tényezők értékei alapján - három csoportba sorolhatók: alacsony, közepes és magas prioritású. Ez utóbbi esetben kötelező a megfelelő intézkedések meghatározása [8].

2.3. Mérések megismételhetőségének és reprodukálhatóságának vizsgálata (R&R)

Az R&R a mérések megismételhetőségének és reprodukálhatóságának együttes értékelésére alkalmazott eljárás [9]. A mérési rendszer megfelelőségét az elemeinek állandó értéken tartása (megismételhetőség) vagy változása (reprodukálhatóság) mellett többször elvégzett vizsgálatok eredményeinek ingadozásával becsüli. Mindkét esetben a cél az elvárások alapján azonosnak tekinthető értékek következetes produkálása, a mérési rendszer robusztusságának biztosításával [10].

[1] Automotive Industry Action Group

A megismételhetőségi ($\boldsymbol{\sigma_m^2}$) és a reprodukálhatósági ($\boldsymbol{\sigma_r^2}$) ingadozás alapján a mérőrendszerre jellemző ingadozás ($\boldsymbol{\sigma_{GRR}^2}$) a következőképpen számolható:

Egyenlet 1:
$$\boldsymbol{\sigma_{GRR}^2 = \sigma_r^2 \cdot \sigma_m^2}$$

A mérőrendszer megfelelőségégére vonatkozó értéket százalékban adják meg ($R\&R$), amely a mérési rendszer szórása (σ_{GRR}) és a tűrésmező (TM) hányadosa (Egyenlet 2).

Egyenlet 2:
$$\boldsymbol{R\&R}\ \% = \frac{\boldsymbol{\sigma_{GRR}}}{\boldsymbol{TM}} \cdot \mathbf{100}$$

Az eredmény akkor elfogadható, ha nem haladja meg a 10%-ot. 10% és 30% közötti érték esetén feltétellel elfogadható, 30% felett pedig elfogadhatatlan az eredmény [11].

3. A vizsgálat bemutatása

Vizsgálatunk során az Óbudai Egyetem Rejtő Sándor Könnyűipari és Környezetmérnöki Karának három szakán, az Ipari termék- és formatervező mérnök, a Könnyűipari mérnök és a Környezetmérnök szakon kérdeztük meg a másod- és harmadéves hallgatók véleményét arról, hogy tapasztalataik alapján milyen arányban tudják teljesíteni a hallgatók a meghatározott tárgyakat. Célunk nem a tárgyak összehasonlítása, hanem az alkalmazott FMEA skálák válaszadói konzisztenciára gyakorolt hatásának vizsgálata volt, ezért a továbbiakban a tárgyakat csak az ABC betűivel jelöljük. A hallgatóknak az *1. táblázat* szerint bemutatott 2 különböző skálán kellett értékelniük a hiba előfordulásának a gyakoriságát. A megválaszolandó kérdés az volt, hogy a válaszadó véleménye szerint átlagosan a hallgatók mekkora aránya teljesíti sikeresen az adott tárgyat, annak első felvételekor.

1. táblázat A hibaelőfordulás gyakoriságának meghatározására használt skálák

O	Hiba előfordulásának a gyakorisága	O	Hiba előfordulásának a gyakorisága százalékosan megadva
1	A hallgatók legnagyobb része	**1**	A hallgatók több mint 71%-a
2	A hallgatók nagyobb része	**2**	A hallgatók több mint 50%-a
3	A hallgatók nagyrésze	**3**	A hallgatók több mint 36%-a
4	A hallgatók kisebb része	**4**	A hallgatók több mint 25%
5	A hallgatók nagyon kis része	**5**	A hallgatók kevesebb mint 25%-a

Az *1. táblázat* baloldali skálája a hagyományos FMEA értékelés során alkalmazott módszert reprezentálja. Hipotézisünk szerint növeli a szubjektivitás hatását a skálaértékek ilyen, vagy ehhez hasonló, sorrendi skálán történő szöveges megfogalmazása. Nem egyértelmű pl. a „nagyobb része” és a „nagyrésze” közötti különbség. Ennek kiküszöbölésére egy, az előfordulásra vonatkozó másik, ún. arányskálát határoztunk meg, annak biztosítására, hogy a skálabeosztások mindenki számára ugyanazt jelentsék, illetve egyértelmű legyen a szintek közötti különbség.

Munkánk jelen szakaszában – kizárólag a reprodukálhatóságra koncentrálva – arra kerestük a választ, hogy a skála, mint a mérési rendszer egyik elemének változtatásával reprodukálhatók-e a besorolási értékek. Várakozásaink szerint a skála változtatásából fakadó eltérés alapján nem csak a hatás megléte, hanem mértéke is meghatározható.

4. Eredmények

Az Ipari termék- és formatervező mérnök (ITF) szakon 19, a Könnyűipari mérnök (KIP) szakon 13, a Környezetmérnök (KÖM) hallgatók közül 10 fő töltötte ki az elektronikus kérdőívet. Minden szakon 10, részben azonos tárgycsoportot kellett értékelni a megadott két

skála szerint. A kérdőív kitöltése önkéntes volt, ami semmilyen értelemben nem garantálja a minta reprezentativitását. Ennek ellenére – az esetleges és később bizonyítandó összefüggések „megsejtésére” – nem csak a teljes mintára vonatkozóan végeztük el az eredmények értékelését, hanem az alábbi klaszterenként is: tagozat, félév, lakhely, életkor. A három szakon külön kérdőívet használtunk, így az eredmények ebből a szempontból is csoportosíthatók.

4.1. A két skálán tett besorolások összehasonlítása az egyezőség szempontjából

Elsőként a különböző skála használatából kapott eredmények összehasonlítását végeztük el. Megnéztük hallgatónként a besorolások egyezőségét, illetve különbözőségét, azaz azt, hogy milyen mértékben sorolták be azonos, illetve eltérő módon a hallgatók az adott tárgyakat az eltérő skálák alkalmazásával.
Az ITF szakon 19 hallgató 10 tárgyra vonatkozó válaszai alapján 190 összehasonlítást végeztünk el, amelyből 122 esetben eltérő, míg 62 esetben azonos volt a besorolás. Konzisztensnek tekintjük az eredményt, ha mindkettő skálával ugyanazt az értékelést adta a kitöltő. Ebből meghatároztuk a konzisztens és az inkonzisztens válaszok átlagát, az Egyenlet 3 segítségével:

Egyenlet 3:

$$\overline{x} = \frac{\sum_{a=1}^{n} x_a}{n}$$

ahol, x_a az értékelőnkénti konzisztens vagy inkonzisztens értékelések száma, n az értékelők száma. Az eredmények azt mutatták, hogy az ITF szakon az inkonzisztens válaszok átlaga 6,42 (64,2%), a konzisztens válaszok átlaga pedig 3,58 (35,8%) volt.
A másik két szaknál is ehhez hasonló módon meghatároztuk a konzisztencia mértékét. A három szak eredményeit a *2. táblázat* és az *1. ábra* mutatja be.

2. táblázat Értékékelések összehasonlítása a két skálán

	Konzisztens válaszok száma	Inkonzisztens válaszok száma	Konzisztencia (%)	Inkonzisztencia (%)
ITF	62	122	35,8	64,2
KIP	43	87	33	67
KÖM	42	58	58	42

1. ábra A két különböző skálával történt értékelések összehasonlítása a konzisztens és inkonzisztens válaszok száma szerint

Az ITF és a KIP esetében az inkonzisztens válaszok aránya az összes válasz kb. 2/3-a. A KÖM hallgatóknál a konzisztens válaszok aránya éri el közel ezt az értéket. Ugyanakkor mindhárom esetben elmondható, hogy jelentős mennyiségben keletkeztek eltérő besorolások a különböző skálák alkalmazásával, amely valószínűsíti, de nem bizonyítja kétséget kizáróan az értékelési skála hatását az értékelésre. Az ok-okozati összefüggés annak ellenére is bizonytalan, hogy egy válaszadó esetében a skála volt az egyetlen mérési rendszer elem, amelyet megváltoztattunk.

Mivel az összes tárgyat először az egyik, majd utána a másik skálával kellett értékelniük, ezért nem lehet kizárni, hogy az első értékelési kör után, átgondolva az összes tárgy teljesítésének nehézségét, megváltoztatták a véleményüket. Az összefüggés validálása érdekében, a kutatásunk későbbi szakaszaiban, a különböző skálákkal történő értékeléseket véletlenszerű sorrendben fogjuk kérni.

4.2. Értékelés szubjektivitásának vizsgálata

A kísérlet második lépésében arra voltunk kíváncsiak, hogy a hallgatók kockázatértékelése mennyire hasonló, azaz az értékelő személyének megváltoztatása mekkora szerepet játszik a tárgyak besorolásában. Ennek érdekében minden tárgyra meghatároztuk a különböző értékelők által adott becslések szórását (Egyenlet 4), majd ezek átlagát vettük, mindkét skála esetében.

Egyenlet 4:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{b=1}^{n}(x_b - \bar{x})}{n}}$$

ahol x_b a tantárgyakra vonatkozó besorolás értékeket jelenti.

A szórások átlagának a kiszámítása az Egyenlet 5 alapján történt

Egyenlet 5:

$$\bar{s} = \frac{\sum_{a=1}^{n} s_a}{n}$$

amelyben az s_a értékek a tárgyankénti szórást reprezentálják.

A teljes minta esetében - a 9 közös tárgyra vonatkozó értékelések alapján - a szórások átlaga

- a sorrendi skálával: s = 0,92 lett,
- az arányskálával s = 0,96.

A szórások átlaga közel egy, amely az ötelemű skála miatt közel 20%-os ingadozást jelez. A szórás átlagok közötti különbség mértéke arra utal, hogy nincs hatással a skála az értékelések azonosságára. Az összehasonlítást elvégeztük klaszterenként is. A *3. táblázat* szakonkénti bontásban mutatja a szórások átlagát. A legkisebb szórás a KÖM szakon, a sorrendi skála alkalmazásával alakult ki, amely arra utal, hogy ebben az esetben a legkisebb a szubjektivitás hatása, vagy másként a leginkább hasonló a tárgyak megítélése a hallgatók által. A szakok közötti különbségek arra utalnak, hogy a KIP szakon a legnagyobb a válaszok heterogenitása. A skála hatását vizsgálva nem egyértelmű a kép: az ITF esetében az arány-, a másik két szaknál a sorrendi skála bizonyult jobbnak. A kis különbségek miatt – itt és a további elemzéseknél is – csak a nagyobb mintával végzett felmérések és a kapott elegendő mennyiségű adat alapján elkészített hipotézis vizsgálattal igazolható az eltérés szignifikanciája.
A *4. táblázat* az ITF-es hallgatók lakóhely szerint elkülönített értékeléseinek a szórás átlag eredményeit mutatja. A szubjektivitás hatása mindkét csoport esetében az arány skála használatánál volt kisebb.
Az *5. táblázatban* a KIP-es hallgatók lakóhely szerinti értékeléseinek a szórás átlaga található. Az eredmények alapján a budapesti lakosoknál kisebb a szubjektivitás hatása az arány skála használatával. A nem budapesti lakosok esetében azonban a sorrendi skálával mutat kisebb szubjektivitást az értékelés.

3. táblázat Az értékelések szórásának átlaga szakonként

Klaszter	Sorrendi skála Szórás átlag	Arányskála Szórás átlag
ITF	0,88	0,85

KIP	1,09	1,12
KÖM	0,72	0,77

4. táblázat Lakóhely szerint az értékelések szórás átlaga az ITF-es hallgatók értékelésénél

Klaszter	Sorrendi skála Szórás átlag	Arányskála Szórás átlag
Budapesti lakos (6 db hallgató)	1,03	0,85
Nem budapesti lakos (13 db hallgató)	0,85	0,82

5. táblázat Lakóhely szerint az értékelések szórás átlaga az KIP-es hallgatók értékelésénél

Klaszter	Sorrendi skála Szórás átlag	Arányskála Szórás átlag
Budapesti lakos (5 db hallgató)	1,09	0,95
Nem budapesti lakos (8 db hallgató)	1,04	1,19

A KIP szak tagozatonkénti eredményei a *6. táblázatban* találhatók. Az értékelések szórás átlaga alapján a nappalis hallgatók esetében az arány skálánál, a levelezős hallgatók esetében pedig a sorrendi skálánál látszik kisebb mértékben a szubjektivitás.

6. táblázat Tagozat szerint az értékelések szórás átlaga az KIP-es hallgatók értékelésénél

Klaszter	Sorrendi skála Szórás átlag	Arány skála Szórás átlag
Nappalis (5 db hallgató)	1,11	0,78
Levelezős (8 db hallgató)	1,06	1,08

A KÖM-ös hallgatók lakóhely szerinti értékelésének a szórás átlaga a két skálával a *7. táblázatban* található. Az eredmények alapján a budapesti lakosok esetében arány skála használatával kisebb a szubjektivitás mértéke, a nem budapesti lakosok esetében pedig a sorrendi skálával.
A KÖM-ös hallgatók esetében a tagozatra vonatkozó eredményeket a *8. táblázat* mutatja be. A nappalis hallgatók esetében a sorrendi skála bizonyult szubjektivitás szempontjából jobbnak, míg a levelezős hallgatók esetében az arányskála.
A szubjektivitás klaszterenkénti elemzése alapján összességében az mondható el, hogy – a korábban jelzetteknek megfelelően – a kis számú minta alapján nem mutatható ki szignifikáns kapcsolat a klaszterek és az értékelés reprodukálhatósága között, bár a szakok közötti különbségek valószínűsítik ezt.

7. táblázat Lakóhely szerint az értékelések szórás átlaga az KÖM-ös hallgatók értékelésénél

Klaszter	Sorrendi skála Szórás átlag	Arány skála Szórás átlag

Budapesti lakos (5 db hallgató)	0,69	0,54
Nem budapesti lakos (5 db hallgató)	0,62	0,85

8. táblázat Tagozat szerint az értékelések szórás átlaga az KÖM-ös hallgatók értékelésénél

Klaszter	Sorrendi skála Szórás átlaga	Arány skála Szórás átlaga
Nappalis (3 db hallgató)	0,55	0,78
Levelezős (7 db hallgató)	0,71	0,69

4.3. Tárgyak nehézségének értékelése

Végezetül a szakok azonos tárgyainak a különböző szakos hallgatók általi besorolását értékeltük. Minden tárgynál megnéztük, átlagosan milyen nehéznek értékelték a hallgatók a teljesítését. A *9.* és a *10. táblázat* tartalmazza az eredményeket.

9. táblázat Azonos tárgyak nehézségi foka szakonként, az arányskálán értékelve

	„A”	„B”	„C”	„D”	„E”	„F”	„G”	„H”	„I”
ITF	3	2	2	2	2	2	2	1	1
KIP	3	3	2	2	2	2	2	1	2
KÖM	3	3	2	2	2	2	2	1	1

10. táblázat Azonos tárgyak nehézségi foka szakonként, a sorrendi skálán értékelve

	„A”	„B”	„C”	„D”	„E”	„F”	„G”	„H”	„I”
ITF	4	3	3	3	3	2	2	2	1
KIP	4	4	3	3	3	3	2	2	2
KÖM	3	4	3	3	2	3	2	2	1

Az átlag kiszámítása az Egyenlet 3 alapján történt, ahol ebben az esetben az x_a a tárgyakra vonatkozó besorolás értékeket jelöli. A tárgyakat az ABC nagybetűi jelölik.

Az eredményekből azt a következtetést vonhatjuk le, hogy a tárgyak többségénél a skála nagyobb mértékben befolyásolja a tárgyak nehézségi fokának megítélését, mint a szakok közötti különbség. A hatás erősségét nagyobb mintán végzett validációval lehetséges pontosabban meghatározni.

A *11. táblázatban* összegeztük az értékelések eredményeiből számított statisztikákat, jelesül szakonként és tárgyanként a különböző skálákkal adott értékelések átlagát, szórását és terjedelmét. Ez utóbbi kiszámítása az Egyenlet 6 alapján történt.

Egyenlet 6: $$R = x_{max} - x_{min}$$

ahol x_{max} és x_{min} jelentik a legnagyobb és a legkisebb besorolási értéket.

11. táblázat Az értékelések eredményeiből számított statisztikák összesítve szakonként, tárgyanként és skálánként

		„A”	„B”	„C”	„D”	„E”	„F”	„G”	„H”	„I”
ITF	Arány skála - átlag	3	2	2	2	2	2	2	1	1
	Sorrendi skála - átlag	4	3	3	3	3	2	2	2	1
	Arány skála - szórás	1.197	1.017	0.848	0.918	1.079	0.806	0.692	0.562	0.501
	Sorrendi skála - szórás	0.806	0.885	0.737	0.898	0.905	1.073	1.073	0.820	0.671
	Arány skála - terjedelem	4	4	3	3	4	2	2	2	2
	Sorrendi skála -terjedelem	3	3	2	3	3	4	4	2	2
KIP	Arány skála - átlag	3	4	3	3	2	3	2	2	1
	Sorrendi skála - átlag	4	4	3	3	3	3	2	2	2
	Arány skála - szórás	1.561	1.387	1.068	1.235	1.080	0.877	1.109	0.877	1.127
	Sorrendi skála - szórás	1.000	0.987	1.641	1.423	0.751	0.967	1.198	0.913	0.768
	Arány skála - terjedelem	4	3	3	3	3	3	4	3	4
	Sorrendi skála - terjedelem	3	3	4	4	2	3	4	3	2
KÖM	Arány skála - átlag	3	3	2	2	2	2	2	1	1
	Sorrendi skála - átlag	3	4	3	3	2	3	2	2	1
	Arány skála - szórás	1.197	1.155	0.994	1.265	1.229	0.632	0.707	0.516	0.000
	Sorrendi skála - szórás	0.699	0.527	0.675	0.516	1.174	1.059	1.033	0.738	0.316
	Arány skála - terjedelem	3	3	3	3	4	2	2	1	0
	Sorrendi skála - terjedelem	2	1	2	1	3	3	3	2	1

A kapott eredmények alapján, a korábbiakat kiegészítve, azt a következtetést vonhatjuk le, hogy az ITF-es és KÖM-ös hallgatók esetében az arányskála alkalmazásával minél könnyebben teljesíthető egy tárgy, annál kisebb a véleménykülönbség az azonos szakos hallgatók között. Az ITF szakon az értékelések átlaga a két különböző skálán nem egyezett meg, hozzávetőlegesen egy skálabeosztás különbség van a két eredmény között. Mindhárom szakon a sorrendi skálával minden esetben legalább akkora és több esetben magasabb volt a besorolási

érték. Ebből arra lehet következtetni, hogy a sorrendi skálán lévő 4-es, 3-as és 2-es besorolási értékeket nem azonos szinten értelmezték, ezért nem tudtak következetesen értékelni.

5. Következtetések

Kísérletünk célja az volt, hogy igazoljuk vagy elvessük azt a hipotézisünket, miszerint az értékelési skála hatással van az FMEA alkalmazhatóságára. A tárgyak teljesítésére vonatkozó kérdésekre, egyazon hallgató által, különböző skálák segítségével adott válaszokban jelentős mennyiségben találtunk eltérő besorolásokat, amely valószínűsíti a skála hatását az értékelésre. A különböző hallgatók által azonos tárgy esetében, azonos skálával végzett besorolások szórásainak átlaga közel egyes értéket mutatott, amely az ötelemű skála miatt közel 20%-os ingadozást jelez. A szórás átlagok közötti különbség mértéke arra utal, hogy nincs hatással a skála az értékelések azonosságára. Ugyanezt vizsgálva a különböző szakokon ugyanakkor azt találtuk, hogy a szak befolyásolja az eredményt. A különböző skálák hatása nem egyértelmű: az ITF esetében az arány-, a másik két szaknál a sorrendi skála bizonyult jobbnak. A szubjektivitás egyéb klaszterenkénti elemzése alapján összességében az mondható el, hogy – a korábban jelzetteknek megfelelően – a kis számú minta alapján nem mutatható ki szignifikáns kapcsolat a klaszterek és az értékelés reprodukálhatósága között. A tárgyak nehézségének megítélésével kapcsolatban azt a következtetést vonhatjuk le, hogy a tárgyak többségénél a skála nagyobb mértékben befolyásolja a tárgyak nehézségi fokának megítélését, mint a szakok közötti különbség.
Az eredmények pontosítása, kiterjesztése és az adekvát következtetések levonása érdekében további kutatások szükségesek az FMEA, mint mérési rendszer elemeinek hatásbecslésére. Ilyen lehet egy teljes R&R mérés elvégzése, mely figyelembe veszi a megismételhetőségből adódó ingadozást is. A kísérlet elvégezhető az FMEA itt nem vizsgált faktoraira is, további skála típusok meghatározásával. Az értékelés nem csak egyénileg, hanem homogén csoportok kialakításával is történhet, mellyel a csoportok közötti konzisztenciát, reprodukálhatóságot és megismételhetőséget lehet vizsgálni. Páronkénti összehasonlításon alapuló értékelések alkalmazásával pedig lehetőség nyílik a konzisztencia hálózatelemző módszerekkel történő értékelésére is.

Irodalomjegyzék

[1] Banghart, Marc, et al. "Subjectivity in Failure Mode Effects Analysis (FMEA) Severity Classification within a Reliability Centered Maintenance (RCM) Context." International Journal of Aviation, Aeronautics, and Aerospace 5.1 (2018): 2.

[2] Rhee, Seung J., and Kosuke Ishii. "Life cost-based FMEA incorporating data uncertainty." ASME 2002 International Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference. American Society of Mechanical Engineers Digital Collection, 2002.

[3] Banghart, Marc, et al. "Subjectivity in Failure Mode Effects Analysis (FMEA) Severity Classification within a Reliability Centered Maintenance (RCM) Context." International Journal of Aviation, Aeronautics, and Aerospace 5.1 (2018): 2.

[4] Aguiar, Dimas Campos, H. J. C. Souza, and V. A. Salomon. "AHP Application to Evaluate Scoring Criteria for Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)." International Journal of Analytic Hierarchy Process 2 (2010): 3-13.

[5] Oldenhof, M. T., et al. "Consistency of FMEA used in the validation of analytical procedures." Journal of pharmaceutical and biomedical analysis 54.3 (2011): 592-595.

[6] Johnson, Kristen. "It's fun to work with an FMEA." Quality Progress 35.1 (2002): 152.

[7] Mikulak, Raymond J., Robin McDermott, and Michael Beauregard. The basics of FMEA. Productivity Press, 2008.

[8] Stamatis, D. H. Risk Management Using Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). ASQ Quality Press, 2019.

[9] Urdhwareshe, Hemant. "Validating measurement system using measurement systems analysis (MSA)." Quality World (2006): 41-47.
[10] Dubois, Christophe, and Peggy Courtois. "Choice of parameters for an R&R study and its impact on the measurement capability." 19th International Congress of Metrology (CIM2019). EDP Sciences, 2019.
[11] Barrentine, Larry B. Concepts for R&R studies. ASQ Quality press, 2003.

A KÖRNYEZETKÖZPONTÚ IRÁNYÍTÁSI RENDSZER KIÉPÍTÉSÉNEK ELŐKÉSZÍTÉSE

Takács Áron
Óbudai Egyetem, Rejtő Sándor Könnyűipari és Környezetmérnöki Kar, Médiatechnológiai és Könnyűipari Intézet, Budapest
takacs.aron@rkk.uni-obuda.hu

Absztrakt
Munkánk célja az volt, hogy a **környezetközpontú irányítási rendszer** kiépítésének előkészítésével rámutassunk az egyes környezeti kockázati pontokra a termelés és a támogató folyamatok terén egyaránt. A környezeti szempontok mellett fontos szempont a dolgozók biztonsága és a minőségromlás elkerülése, hiszen a termék felhasználása kockázatos a vevő szempontjából, a termelés során fellépő hiba egészségkárosodást okozhat.
Az egyes feltárt hibákat, hiányosságokat elemezzük, hogy beavatkozások történjenek, a kockázati pontokat minimalizálni tudjuk. Dokumentumokat készítünk a hatékonyságról és a helyesbítendő folyamatokról.

Kulcsszavak: *környezeti terhelés, környezet állapotfelmérés, kockázatkezelés*

1. **A környezetközpontú irányítási rendszer (KIR) bemutatása**

Minden gyártási területen kiemelt fontosságú a környezettudatos cégirányítás. Nagy hangsúly van azon, hogy a cég mennyire tudja betartani a környezetvédelmi előírásokat a környezet szennyezés elkerülése érdekében, és gazdaságosan felhasználni az erőforrásokat. Ezáltal csökkentheti a költségeit mind a gyártás, mind a hulladékkezelés területén. A környezetirányítási rendszer kiépítésével járó költségek a későbbiekben nem csak a termelésben, energiafelhasználásban, de egy esetleges környezetvédelmi bírság elkerüléséből is megtérülnek.
A jól alkalmazott környezetirányítási rendszer a jogi megfelelősségeken kívül gazdaságos energiafelhasználást is jelent, segít felkészülni az estleges környezeti veszélyekre és a későbbiekben visszajelzés a csökkenő erőforrás felhasználásra.
A rendszer fenntartása egy folyamatos fejlesztési folyamat, mely minden fejlődési szakasza után jobbak lesznek a vállalat tevékenységeinek mutatószámai.
Fontos, hogy ne csak a vezetőség legyen elhivatott, hanem az összes dolgozó, ezért tájékoztatni és oktatni kell őket a környezettudatos munkahely kialakítására és működtetésére a termelési folyamatok és a hulladék kezelés területén is.

1.1. Az MSZ EN ISO 14001 szabvány bemutatása

A szabvány rendelkezik a környezetirányításhoz kapcsolódó minőségügyi rendszerekről. A szabvány célja a környezetvédelemre vonatkozó jogszabályi szabályozás és gyakorlat világméretű egységesítésének támogatása. A szabvány elsősorban a teljes körű környezetirányítási rendszer bevezetését támogatja.
A Nemzetközi Szabványügyi Szervezet (ISO) 1996-ban adta ki az ISO 14000 környezetvédelmi irányítási szabványcsaládot. Ennek egyik tagja az ISO 14001:2015. A szabvány olyan követelményrendszert ír le, amelyet – ha teljesítenek a vállalatok, akkor jól kézben tudják tartani a tevékenységük környezetre gyakorolt hatásait, és így el tudják érni a jogszabályokban meghatározott követelményeket.
A szabvány alapján kialakult egy nemzetközileg elfogadott vállalatirányítási rendszer, melynek középpontjában a környezetvédelem áll, és a termelést vagy a szolgáltatást a környezettel

összhangban valósítja meg. Tehát a környezetközpontú irányítási rendszer (KIR) egy olyan irányítási rendszert jelent, melyet a gyártó vagy szolgáltató vállalatok azért vezetnek be, hogy az általuk végzett gyártási vagy szolgáltatási folyamatok ne okozzanak a megengedettnél nagyobb környezeti szennyezést (és a lehetőségekhez mérten minél kevesebbet), és a lehető leggazdaságosabban bánjon a felhasznált anyagokkal és energiaforrásokkal. [1]
Egy ilyen rendszer bevezetése részletes felmérést igényel a környezeti tényezők és a környezetvédelemmel kapcsolatos szabályozások terén. A következő részben ismertetjük a szabvány pontjait. [2]

A szabvány a következő négy fejezetet tartalmazza:
1. Alkalmazási terület
2. Rendelkező hivatkozások
3. Szakkifejezések és meghatározások
4. A környezetközpontú irányítási rendszer követelményei
    4.1. Általános követelmények
    4.2. Környezeti politika
    4.3. Tervezés
    4.4. Bevezetés és működtetés
    4.5. Ellenőrzés
    4.6. Vezetőségi átvizsgálás.

1.2. A KIR rendszer bevezetésének előkészítése

A vizsgált vállalkozás jelenleg is környezettudatosan végzi tevékenységét mind a gyártás, mind a hulladékkezelés területén, és tudatosan gazdálkodnak az energiaforrásokkal.
A környezetközpontú irányítási rendszer kiépítésével a cég a következő előnyökre tehet szert:
- az anyag és energiafelhasználás csökken,
- szennyező anyag kibocsátás csökken,
- szabályozható a keletkezett hulladék mennyisége és felhasználása,
- csökkenthető a környezeti kockázat,
- jobb lesz a cég társadalmi és piaci megítélése,
- a hatóságok pozitívabban ítélik meg a céget,
- áttekinthető és szakszerű lesz a környezetirányítás.

2. A környezetirányítási rendszer kiépítésének lépései

A vezetőség dolgozóit is bevonta a környezetvédelmi irányelveinek megvalósításába. A KIR rendszer nem csak a környeztet, de dolgozóinkat is védi, mert felkészül a vészhelyzetekre, így elkerülve a környezetszennyezést és a dolgozók sérülését, segít kizárni a termék minőségromlását, továbbá szabályozza a veszélyes anyagok és hulladékok felhasználását és tárolását.
A rendszer kiépítése az alábbi menet szerint történt:
1. Munkacsoport kialakítása
2. Ütemtervkészítés, tervezés
3. Környezet állapot felmérés
4. Környezet jogszabályi megfelelés átvizsgálása
5. KIR célok meghatározása
6. Környezeti politika elkészítése
7. Kiegészítő és helyesbítő tevékenységek
8. Dokumentációs rendszer kialakítása
9. A rendszer bevezetése és működtetése
10. A rendszer tanúsíttatása.

2.1. Munkacsoport kialakítása

A KIR kiépítése csoportmunkában hozhat hatékony eredményt, bevonva az adott problémával érintett területek szakembereit.
A csoport tagjait a következő szempontok alapján választottuk ki:

- ismerik a teljes folyamatot
- hatáskörük és munkakörük kapcsolódik a folyamatokhoz
- kapcsolattartók a vezetőséggel és a folyamatok irányítóival
- tapasztalt szakemberek a KIR kiépítésében.

A munkacsoportban részt vevők:

1. minőségügyi igazgató
2. minőségügyi koordinátor
3. külső megbízott: KIR auditor
4. termelési igazgató
5. Farkas Veronika, egyetemi hallgató.

2.2. Ütemtervkészítés, tervezés

A KIR kialakításához szükséges lépések meghatározása és az időbeosztás a *1. táblázatban* látható. [5]
Felelősök: a munkacsoport résztvevői.

1. táblázat Ütemterv

Feladat	Határidő	Felelősök
Munkacsoport kialakítása Gyárlátogatás Ütemtervkészítés, tervezés Tájékoztatás a vezetőségnek	2016.12.15-16	1 2 3
Előzetes állapot felmérés Hatástényező vizsgálat	2016.12.27-29	1 2 3
Jogszabályi vizsgálat	2017.01.03-05	3
Egyeztetés a meglévő és pótlandó adatokról Tájékoztatás a vezetőségnek	2017.01.18-20	1 2 3 4
Hiányosságok pótlása Célok meghatározása	2017.02.06-07	1 2 3
Környezeti politika elkészítése Kiegészítő és helyesbítő tevékenységek elkészítése Tájékoztatás a vezetőségnek	2017.02.21-23	1 2 3 4
Dokumentációs rendszer kialakítása	2017.03.13-	1 2 3

2. 3. Környezeti állapotfelmérés

Az előzetes környezeti állapot mérés meghatározza, hogy a vállalkozás működése:

- milyen környezeti hatásokkal jár,
- kiemeli a veszélyes területeket,
- kiderül, hogy van-e környezetkárosító folyamat vagy anyag, és annak
- kezelése megfelelően történik-e,
- felméri a normál üzemmenetet és a rendkívüli üzemeltetési feltételeket, potenciális vészhelyzeteket és lehetséges hatásaikat.

Az állapotfelmérés a következő környezeti elemekre történik:

- levegő
- víz

- föld
- hulladék
- zaj
- energiafelhasználás.

Mérési jegyzőkönyvek átvizsgálása a következő területeken:

- pontforrás
- munkahelyi levegő
- munkahelyi zaj
- ivóvíz
- szennyvíz
- energiafelhasználás
- hulladékgazdálkodás.

Az anyagmérleghez és a környezeti teljesítmény mutatókhoz szükséges adatokat a *2. táblázatban* foglaltuk össze.

2. táblázat Az anyagmérleghez és a környezeti teljesítmény mutatókhoz szükséges adatok

Szükséges adatok az anyagmérleghez, környezeti teljesítmény mutatókhoz	
Víz, szennyvíz mennyiségek (m^3/év)	14 898
Gázfogyasztás (m^3/év)	16 644
Áramfogyasztás (kWh/év) technológia + iroda	2 980 557
Termelés (késztermék kg/év, csak a lencsék nettó súlya)	2 063 906 760
szilikon 51 597 669 db- 0.04g/lencse	2 700 683 150
55%-os 54 013 663 0.05g/lencse	**4 764 589 910**
Késztermékkel távozó csomagolás kg/év	44 424 426
Beszerzett csomagolás (karton+fa+műanyag) kg/év	44 424 426
Éves szinten felhasznált veszélyes anyag mennyiség kg/év	55 326
Éves szinten képződött hulladékok kg/év	347 731

A mérési jegyzőkönyvek átvizsgálásánál a megengedett határértéken belül találtuk a mérési eredményeket a vizsgált paraméterre, kivéve a hulladékot, melyre a beavatkozás a hulladékgazdálkodás részben található.

Hatástényező elemzés elvégzése kockázati gyengepontok felmérésére

Környezeti tényező: valamely szervezet tevékenységének, termékeinek vagy szolgáltatásainak olyan eleme, amely kölcsönhatásba kerülhet a környezettel. Megjegyzés: **jelentős** az a környezeti tényező, amelynek környezeti hatása jelentős, vagy azzá válhat. [2]
A hatástényező elemzés elvégzése után kapott kockázati értékeket a *3. táblázatban* foglaltuk össze. A sorszámok a hatástényező táblázat folyamat lépéseinek számai.

3. táblázat Kockázati tényezők [5]

Ssz	Tevékenység	Tényező	Hatás	RPN
9	Termelés	Vegyi anyag használat	Termelés területén kiömlés/porzás	120
11	Egyéb raktározás	Veszélyes hulladéktárolás	Hulladék kiömlés	72
1	Gázszivárgás	Gáz levegőbe jutása	Robbanásveszély	70
3	Kommunális szennyvíz	Vegyszerrel szennyezett	Közcsatornán veszélyes anyag	63
3	Kommunális szennyvíz	Szivárgás	Épület, út alámosás, talaj/víz szenny.	60
9	Termelés	Hűtés	Fluortartalmú ÜHG szivárgás	48
14	Irodák/étkező	Hűtés	Fluortartalmú ÜHG szivárgás	48
1	Fűtés, meleg vízellátás	Gázfogyasztás	Nem megújuló energiaforrás használata	40
9	Termelés	Vegyi anyagok használata	Hulladékképződés	40
11	Egyéb raktározás	Veszélyes hulladéktárolás	Hulladéktárolás	40
2	Vezeték szivárgása	Talajba szivárgó víz	Kimosódás	36
5	Kommunális hulladék	Hulladékképződés	Talajterhelés, területfoglalás	30

2.4. Környezeti jogszabályi megfelelés átvizsgálása

A szervezet tevékenységéhez kapcsolódó környezetvédelmi jogszabályok és egyéb követelmények (továbbiakban jogszabályok) azonosítását, megismerését és nyilvántartását, és betartását biztosító folyamat szabályozása.

Jogszabálynak nevezzük azokat az emberi viszonyokat, magatartási formákat szabályozó normákat, amelyek mindenkire nézve kötelező erejűek. A jogszabályok bizonyos megfogalmazott normák betartását írják elő. A jogi norma lehet kötelező, parancsoló, vagy csak útmutató, megengedő jellegű. Jogszabályokat állami szervek, vagyis polgárok által kinevezett testületek alkothatnak. [3]

A jelenleg érvényben lévő jogszabályok vonatkoznak:

- alapvető általános előírásokra
- természetvédelemre, élővilág-védelemre
- hulladékgazdálkodásra
- vízminőség-védelemre
- levegőtisztaság-védelemre
- zaj- és rezgésvédelemre
- radioaktív környezetszennyezés elleni védelemre
- a környezet állapotára irányuló vizsgálatokra
- a környezetvédelmi vizsgálat végzéséhez szükséges szakmai feltételekhez.

A környezeti jogszabályi megfelelésnél öt pontban találtunk eltérést, melyekre intézkedések történtek a *4. táblázat* szerint.

4. táblázat Jogszabályi eltérések

1	Jogszabályi megfelelés ellenőrzése jogszabály lista alapján	Feladat	Feladatmegoldás eredménye
1.1.	310/2008.(XII. 20.) Korm. rend. Az ózonréteget lebontó anyagokkal és egyes fluortartalmú üvegházhatású gázokkal kapcsolatos tevékenységekről 264/2008. (XI. 6.) Korm. rendelet a hőtermelő berendezések és légkondicionáló rendszerek energetikai felülvizsgálatáról	Hlh monitoring belépési e-mail és jelszó	Hlh monitoring belépési e-mail és jelszó Megtétele megtörtént 2017.03.30.
1.2.	98/2001. (VI.15.) Korm. rend. a veszélyes hulladékkal kapcsolatos tevékenységek végzésének feltételeiről	Anyagtároló RB-s kármentőzött, veszélyes anyag és veszélyes hulladéktárolásra várható 2017. 03.vége	Anyagtároló RB-s kármentőzött, veszélyes anyag és veszélyes hulladéktárolásra megérkezett 2017. 03. 30.
1.3.	208/2011. (X. 12.) Korm. Rendelet a katasztrófavédelmi bírság részletes szabályairól, a katasztrófavédelmi hozzájárulás befizetéséről és visszatérítéséről	Be kell jelentkezni és a rendelet szerint fizetni	A katasztrófavédelmi hozzájárulásban az üzem érintett. Bejelentkezés 2017. 03. 30-ig megtörtént
1.4.	147/2010. (IV. 29.) Korm. Rendelet a vizek hasznosítását, védelmét és kártételeinek elhárítását szolgáló tevékenységekre és létesítményekre vonatkozó általános szabályokról	Szerződést kell kötni a csatornaszolgáltatóval a technológiai bebocsá-tásról a rendelet 21. § (3) alapján	Szerződés meg-kötése megtörtént 2017.03.30
1.5	126/2003. (VIII. 15.) Korm. r. a hulladékgazdálkodási tervek részletes tartalmi követelményeiről	Nem készült, bár a hulladék mennyiség meghaladta a határt	

Hatósági határozatok átvizsgálása

Átvizsgálásra kerültek az engedélykérések, rendszeres bejelentési kötelezettségek, szolgáltatókkal kötött szerződések, baleset- és munkavédelmi jegyzőkönyvek, ezek összesítésére az *5. táblázatban* került sor. A hatósági határozatok és bejelentések hiánymentesek, kiegészítés nem szükséges.

5. táblázat Hatósági határozatok

Veszélyes készítménnyel történő tevékenység végzés bejelentés
Telephely engedély
Telephely nyilvántartásba vétele
Környezetvédelmi azonosítók megadása
Helyszíni ellenőrzés telepengedélyezéshez
Munkavédelmi ellenőrzés
Igazolás: BISOMER METHA IMT4

2.5. KIR célok meghatározása

Környezeti cél: általános, a környezeti politikával összhangban lévő cél, amelyet egy szervezet tűz ki maga elé. [2] A környezeti cél elérése érdekében a következő részcélok és feladatok teljesítése szükséges:

- szakszerű, áttekinthető környezetirányítási rendszer kialakítása,
- **jogszabályi megfelelés,**
- **hulladék mennyiségének csökkentése,**
- fajlagos energiafelhasználás csökkentése,
- folyamatos fejlesztés és fejlődés fenntartása,
- felelősségek meghatározása a fenntarthatósághoz, továbbá fontos, hogy
- a kitűzött célok lehetőleg mérhetők legyenek.

Célok, előirányzatok és programok meghatározása, nyilvántartása

A célok és programok nyilvántartására táblázat készül, amelynek a következőket kell tartalmaznia:

- a feladat, részfeladat jellegét (rövid leírás),
- a megvalósítás ütemezését, határidejét,
- a végrehajtást, programok kidolgozását, koordinálását végző felelősöket,
- a tervezett eszközigényt (ha szükséges),
- a cél státuszát (folyamatban lévő, lezárt).

A KIR rendszer kiépítése után fontos a környezetvédelmi célok és programok megvalósulásának ellenőrzése, vezetőségi értékelése.

2.6. Környezeti politika elkészítése

A vizsgált vállalkozás napi és havi használatú, lágy, 55%-os és szilikon hidrogél kontaktlencsék piacvezető gyártója. Vezetőségük elkötelezte magát arra, hogy az ISO 14001 szabvány szerinti rendszert hoz létre és működtet, mely a vállalat termékeire, tevékenységeire terjed ki. Tevékenységük környezetvédelmi hatásainak felmérése alapján a környezetvédelmi politika a következő célokat tartalmazza:

- a környezetvédelmi követelményeknek eleget tesznek,
- igazodnak a törvényi előírásokhoz,
- folyamatosan fejlesztik környezetvédelmi rendszerük színvonalát,
- csökkentik az energiafelhasználást, valamint
- bevonják a dolgozókat a környezetvédelmi feladatok elvégzésébe.

A felső vezetés dokumentálja, bevezeti, ismerteti a környezeti politikát az összes dolgozójával, és a nyilvánosság számára is hozzáférhető helyen tárolja és jelenítteti meg. [4]

2.7. Dokumentációs rendszer kialakítása

A teljes KIR dokumentáció nem készült el a vizsgálat befejezéséig, a dokumentációs rendszer további részeinek készítése folyamatban van. A szabványpontoknak megfelelő dokumentációk a *6. táblázatban* találhatók. A rendszer bevezetése és tanúsíttatása későbbiekben történik meg, ez már nem része a tanulmányunknak.

6. táblázat Dokumentációk jelölése [5]

Szabványpont	E- Eljárás utasítás	F- Forma nyomtatvány	M- Munka-utasítás	FE - Feljegyzés
4.2. Környezeti politika				**FE-4.2**. KIR politika
4.3. Tervezés				
4.3.1. Környezeti tényezők	**E-4.3.1** Környezeti tényezők eljárás utasítás	**F-4.3.1** Hatás-tényező értékelés		
4.3.2. Jogszabályi és egyéb követelmények	**E-4.3.2** Jogi és egyéb követelmények meghatározása és teljesítése	**F-4.3.1** Hatás-tényező értékelés vonatkozó munkalapjai		
4.3.3. Célok, előirányzatok, programok	**E-4.3.3** Környezeti célok és programok	**F-4.3.3** Célok és programok nyilvántartása		
4.4. Bevezetés és működtetés				
4.4.1. Erőforrások, szerepek, felelősségi kör és hatáskör				**FE-4.4.1** KIR vezető megbízása
4.4.2. Felkészültség, képzés, tudatosság				**FE-4.4.2** Kompetencia jegyzék
4.4.3. Kommunikáció	**E-4.4.3** Környezetvédelmi kommunikáció	**F-4.4.3** Környezet-védelmi közlések nyilvántartása		**FE-4.3.3** Alvállalkozók üzemi szabályzata
4.4.4. Dokumentáció	**4.4.4** Kézikönyv			
4.4.5. A dokumentumok kezelése	**SOPH 07-02-003** Dokumentumok kezelése eljárás			**FE-4.4.5** Dokumentáció megőrzési idők
4.4.6. A működés szabályozása	**E-4.4.6-1** Hulladékgazd.	**F-4.4.6-1** Hulladék nyilvántartás	**M-4.4.6-1** Üzemi veszélyes hulladék kezelése	**FE-4.4.6-1.1** Anyagmérleg **FE-4.4.6-1.2** Hulladékok jegyzéke
	E-4.4.6-2 Veszélyes anyagok		**M-4.4.6-2.1** Veszélyes anyagok beszerzés **M-4.4.6-2.2** Veszélyes anyag kezelés	**FE-4.4.6-2** Vegyi anyagok listája
	E-4.4.6-3 Levegőtisztaság védelem			
				FE-4.4.6-4 Környezeti teljesítmény
4.4.7. Felkészültség és reagálás vészhelyzetekre	**E-4.4.7** Felkészültség és reagálás vészhelyzetekre	**F-4.4.7** Környezeti káresetjelentés	**M-4.4.7** Veszélyes anyagok kifolyásána k kezelése	**FE-4.4.7** Kármentő anyagok beszerzése, tárolása

Szabványpont	E- Eljárás utasítás	F- Forma nyomtatvány	M- Munka-utasítás	FE - Feljegyzés
4.5. Ellenőrzés				
4.5.1. Figyelemmel kísérés és mérés		**F-4.5.1** Mérési megfigyelési terv		**FE-4.5.1-1** Mérési jkv.-ek **FE-4.5.1-2** folyadékhűtők listája
4.5.2. A megfelelőség kiértékelése		**F-4.3.1** Hatás-tényező értékelés vonatkozó munkalapjai		
4.5.3. Nem megfelelőség, helyesbítő tevékenység és megelőző tevékenység	**SOPH 01-02-031** Helyesbítő megelőző tevékenységek			
4.5.4 A feljegyzések kezelése	**SOPH 01-02-026** Feljegyzések kezelése eljárás			
4.5.5. Belső audit	**SOPH**			
4.6 Vezetőségi átvizsgálás			**M-4.6** Vezetőségi átvizsgálás	

Összefoglalás

A **környezetközpontú irányítási rendszer** bevezetésének előkészítésével több eltérés, hiányosság is kiderült, melyek pótlásával a környezettudatosság erősítése mellett, a jogszabályi egyezés, a hulladékgazdálkodás szabályozása, valamint a dolgozók és a termék védelme is nagymértékben javult. A vizsgálat során a **környezetközpontú irányítási rendszer** dokumentálása mellett javaslatot dolgoztunk ki a hulladékgazdálkodásra, mellyel a hulladék az elfogadható küszöbérték alá csökken.

A gyártási folyamathoz készített folyamatábránk és leírásunk belekerült a **környezetközpontú irányítási rendszer** dokumentációs rendszerébe, mivel átlátható és követhető folyamatlépéseket készítettünk benne, kitérve az ellenőrzési pontokra, utalva a visszacsatolási tevékenységekre.

Az elkészült ellenőrző dokumentumok alapján végzett folyamatok csökkentik, kiküszöbölhetik az esetleges baleseteket és a minőségromlást, mely magában hordozza az esetleges egészségkárosodást a terméket használó személynél.

Irodalomjegyzék

[1] MSZ EN ISO 13485:2015 szabvány

[2] MSZ EN ISO 14001:2015 szabvány

[3] Nemzeti Jogszabálytár

[4] A vállalkozás környezetpolitikája

[5] Farkas Veronika: Környezetközpontú irányítási rendszer kiépítésének előkészítése és illesztése a meglévő minőségirányítási rendszerhez, szakdolgozat, Óbudai Egyetem, 2017.

[6] Csiszér T.: The FAR Model – the ’Rubik’s cube’ of process and project monitoring. Acta Polytechnica Hungarica, Volume 15, Issue Number 4, 2018.

[7] Csiszér T. A hálózatszemlélet alkalmazásának lehetőségei a minőségügyben. GlobeEdit 2017.

FOLYAMATFEJLESZTÉS A NYOMON KÖVETÉSI ÉS AZONOSÍTÁSI ELJÁRÁSOK OPTIMALIZÁLÁSÁVAL

Takács Áron
Óbudai Egyetem, Rejtő Sándor Könnyűipari és Környezetmérnöki Kar, Médiatechnológiai és Könnyűipari Intézet, Budapest
takacs.aron@rkk.uni-obuda.hu

Absztrakt

A vállalkozások – gyártóüzemi, kikészítő, csomagoló stb. – egységein belüli termékmozgások, mozgatások jelentős nyomon követési és azonosítási feladatot jelentenek a szervezetnek. Munkánk egy gumiabroncsgyártó cég logisztikai rendszerének fejlesztésére, a belső szállítások pontos nyomon követésére és azonosítására, valamint a raktározási rendszerének korszerűsítésére irányult. A javaslatunkra kiépített szelektáló poszt és új raktározási rendszer működését és eredményét tekintve elmondható, hogy ezek a fejlesztések sikeresek voltak.

Logisztika

A logisztika anyagok, információk, személyek, energia rendszereken belüli, illetve közötti folyamatos áramlásának tervezése, szervezése, irányítása, ellenőrzése. A logisztika az anyagáramlások optimalizálása, illetve az ehhez szükséges erőforrások biztosítása. A logisztikai költségek az összköltségek akár 40%-át is kitehetik, ezért a logisztika tökéletesítése a vállalkozás egészére nézve az elsődleges fontosságú feladatok között van. A logisztika főbb céljai a termelés, és az értékesítés támogatása és az értéknövelő szolgáltatások biztosítása. [2]
A logisztika legfőbb területei a beszerzés, az alapanyag ellátás, a készletgazdálkodás irányítás, a raktározás, az anyagmozgatás, a rendelés feldolgozás, a kommunikáció, az informatikai háttér, a visszáru kezelés és a selejtezés. [3]

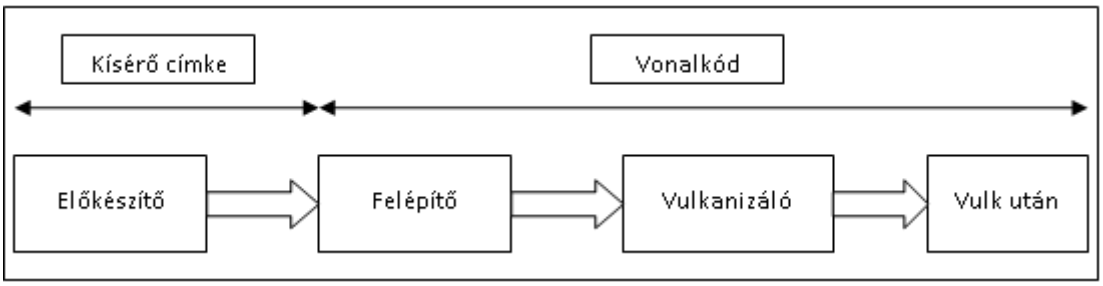
Raktározási eszközök és folyamatok

Az ellenőrzési poszt után egy puffer található, mely nem csak egyszerű raktárként szolgál, hanem a beérkező abroncsok méretenkénti szelektálására és ezen elkülönített csoportok közös beszolgáltatására is képes az uniformitás gépbe. Mindez az FYT informatikai háttér segítségével történik. Ezzel a tevékenységgel csökkentik a méretátállások számát az uniformitás gépnél.
A már minden ellenőrzésen átjutott és megfelelő minősítést kapott abroncsokat egy külön erre a célra kialakított tárolóban helyezik el. Itt egy önműködő irányító rendszert használnak, amely képes a tárolóba helyezett abroncson, méretek és típus szerinti megkeresésére majd futószalagon történő mozgatására a palettázó poszthoz, ahol a dolgozók a megérkező termékeket palettába helyezik a megrendeléseknek megfelelően. [4]
A paletta olyan tároló eszköz, amely az abroncsokból egységrakományt képez, így a szállítását, raktározást, tárolását és anyagmozgatását könnyíti az üzemen belül és azon kívül. Mérettől függően 20-30 darab abroncsot helyeznek rá.
A raktározás célja az áruk mennyiségi és minőségi megőrzése mindaddig, míg újra nem kezelik azokat, a raktár tárolja a javításra váró abroncsokat. A raktár működése FIFO elven alapul.

Nyomon követési és azonosítási rendszer

A termékek üzemi területen belüli valós nyomon-követése és azonosítása elengedhetetlen feltétele egy nagyüzem értékteremtése számára. A szabványoknak és előírásoknak megfelelően a termékek nyomon követése és a velük kapcsolatosan keletkező adatok dokumentálása megtörténik a gyártás kezdetétől a vevőhöz való kiszállításig, tehát a termék teljes

életciklusában. Ezen dokumentációs állomány tartalmaz minden fontos információt az abroncsokról a felépítő alapanyagtól kezdve a gyártás dátumáig. Az összetartozó tételeket egymáshoz rendelik.
Az üzem különböző azonosítókkal látja el alapanyagait, félkész termékeit és kész termékeit. Ennek célja, hogy az anyagáram elemei a teljes folyamat alatt követhetőek és dokumentálhatók legyenek. A gyártás során két – eltérő felépítésű, de azonos adatú – azonosító fajtát használ a vállalat a kísérőcímkét és a vonalkódot. (*1. ábra*)



1. ábra Azonosítók az üzemen belül

Az alapanyag üzembe való megérkezésétől a felépítésig a termékazonosító címkével történik az azonosítás és a nyomon követés (*2. ábra*).

2. ábra Kísérő címke

Felépítő egységnél egy vonalkódot helyeznek a karkaszra (vulkanizálásra váró félkész termék), mely minden információt magán hordoz, ez a gépek számára optikai beolvasására ad lehetőséget. Használata nagyban segíti és gyorsítja az információ áramlását a gép és az adatbázis között. Ez a vonalkód teljesen a vevőig való megérkezésig az abroncson van. (*3. ábra*)

3. ábra Vonalkód

A hatalmas darabszám és gyártási tempó mellett előfordulhat, hogy az abroncson lévő azonosító vonalkód megsérül. Ilyen esetekben új vonalkóddal és azonosító számmal jelölik az abroncsot. Az új vonalkód beolvasásával ugyanúgy megkapunk minden adatot az abroncsról, mint a régi felhasználásával.
Ha valamilyen adata az abroncsnak nem megfelelő vagy hiányzik, a futószalagon elhelyezett automata scan ezeket az abroncsokat elirányítja egy külön erre kialakított posztra, ahol megvizsgálják a problémát és annak okát, majd kezelik, és újra felhelyezik a szállítószalagra.
Az azonosítás idejének csökkentése érdekében különböző fejlett vonalkód olvasó eszközöket használnak. A futószalagok és valamennyi munkaposzt el vannak látva automata scannerrel, amely emberi vezérlést nem igényel, az abroncsok irányítása teljes mértékben a gépekre van bízva. A vállalat úgy akar árucikkeket azonosítani, hogy az azokról származó információ emberi beavatkozás nélkül kerüljön rögzítésre a számítógépes rendszerekben.
A többi terület kézi beolvasóval van felszerelve, ezeknek a berendezések a kezelése egyszerű és nagyban elősegítik a gyors és pontos munkavégzést. Ezen technológiák legfőbb célja az adatbeviteli hibák csökkentése, a hatékonyság növelése és ezzel együtt munkaerő felszabadítása, akik így értéknövelőbb szolgáltatásokkal foglalkozhatnak.

A termelési folyamat különböző részeihez kapcsolódó anyagmozgatás

Az üzemben alkalmazott számítógéppel integrált rugalmas gyártórendszerek magas gépesítettség, illetve automatizáltság szint mellett képesek az alapanyagokat, félkész és kész termékeket mozgatni az üzem területén belül. Ezzel a tömeggyártás előnyeinek megtartása mellett közepes vagy kis sorozatok előállítása sem okoz gondot. (*4. ábra*)

4. ábra Termék a futószalagon

Emellett megtalálhatók az olyan kézi irányítású rendszerek, melyben az ember csak irányítási szerepet tölt be. Ilyen eszköz a targonca, melyen a súlyos paletták mozgatása a különböző munkaposztok, tárolóterületek, üzemek és rakodóterületek között lehetséges. Mindegyik targonca el van látva egy kézi scannerrel és egy fedélzeti számítógéppel, amely kapcsolatban van a központi szerverrel. Így a targoncavezető képes az abroncsok azonosítására és továbbá a szállítás után képes friss adatokat feltölteni a hálózatra az abroncsokkal kapcsolatban. Ezen felül használnak még – emberi erőt igénybe-vevő – kézi kocsikat, mellyel a kisebb darabszámú abroncsok mozgatása történik.

Informatikai háttér

A vállalkozás azonosítási, illetve nyomon követési rendszere több fejlett, megbízható informatikai adatbázison alapul, melyek összeköttetésben állnak egymással, adatokat importálnak és exportálnak egymás felé (FYT, DIP, GRQ2.). Ezek a rendszerek lehetővé teszik az üzem számára, hogy minden aktuális adatot, információt megtudjon az abroncsairól, félkész termékeiről és alapanyagairól. Egy esetleges bekövetkezett hiba esetén, a rendszer módot ad arra, hogy beavatkozzanak a folyamatba és korrigálják azt.

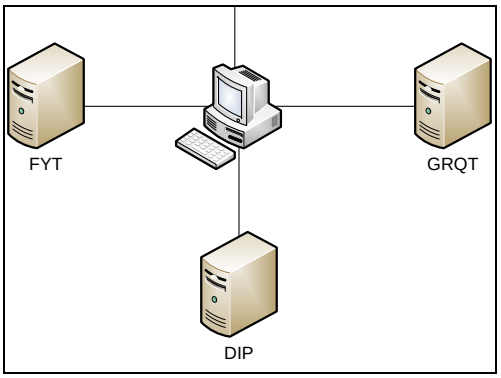
Ilyen beavatkozási ok lehet például egy sorozathiba, ahol vissza kell keresni a korábban gyártott termékeket, blokkolni kell azokat, majd visszarendelni és megfelelő módon kezelni.
A rendszer által az abroncsokról tárolt adatok:

- a beavatkozást elvégző személy azonosítója,
- a beavatkozás időpontja,
- az abroncson addigi elvégzett munkálatok,
- az elvégzett ellenőrzések típusai és azoknak eredményi,
- az abroncs jelenlegi helyzete.

Hiba észlelése esetén az érintett abroncsokat, amelyek már vevőhöz kerültek, a Michelin munkatársai könnyedén nyomon tudják követni és vissza tudják hívni, a raktározás logisztikai rendszere segítségével, ahol archiválva van az összes abroncs, amely beérkezett, illetve elhagyta a raktárt.
A **blokkolás** egy olyan intézkedés, mellyel megakadályozzák, hogy se a gyárból, se a logisztikai központjából vevőhöz hibás termék ne kerüljön. Az előző napi gyártott termékek mindaddig blokkolva vannak, míg a feloldáshoz szükséges eredmények (előző napi selejt darab meglétét igazoló dokumentumok) meg nem érkeznek. Külön méretenként és tartományonként is lehetséges a blokkolás. Ennek leggyakoribb lehetséges oka, hogy valamilyen sorozathiba jelent meg és be kell vizsgálni az abroncsokat.

Vezérlő programok

A vállalat korszerű és hatékony vezetésének ma már fontos feltétele az integrált számítógépes rendszerek kialakítása. Ezek elsődleges célja, hogy a teljes irányítási rendszerben szükséges nyilvántartások adatait aktualizálják, naprakészen tartsák és ezek feldolgozásával a vezetők számára megvalósítható az irányításhoz, tervezéshez szükséges információkkal ellássák. Ezen rendszerek elősegítik az erőforrásokkal való gazdálkodás hatékonyságának fokozását.
A vállalatirányítási rendszer egy sokrétű, szerteágazó alapfolyamatot kezel. Logisztikai szempontból elsődlegesek a fizikai elemek: a be és kiszállítás, a raktározás és a termelőüzemben végbemenő gyártási, mozgatási folyamatok összehangolása. (*5. ábra*)



5. ábra Vezérlő programok[2]

[2] http://www.michelin.hu/tudnivalok/a-michelin-magyarorszagon Megtekintés dátuma: 2017.03.10

Az információs rendszerrel és információáramlással kapcsolatos folyamatok közé tartoznak az információk felvétele, rögzítése, tárolása, továbbítása, feldolgozása elemzése és annak megjelenítése. Ezen műveletek segítik elő, hogy a gyár vezetése információt kapjon a gyárban történtekről, így ezeket kontrollálni tudja, termeléssel kapcsolatos beavatkozásokat végezhet.

Beüzemelés
Egy újfajta termékkel, illetve egy meglévő termék további fejlesztésével bővítik a gyár termék skáláját. A termék tulajdonsága vevői igények alapján kerül meghatározásra.

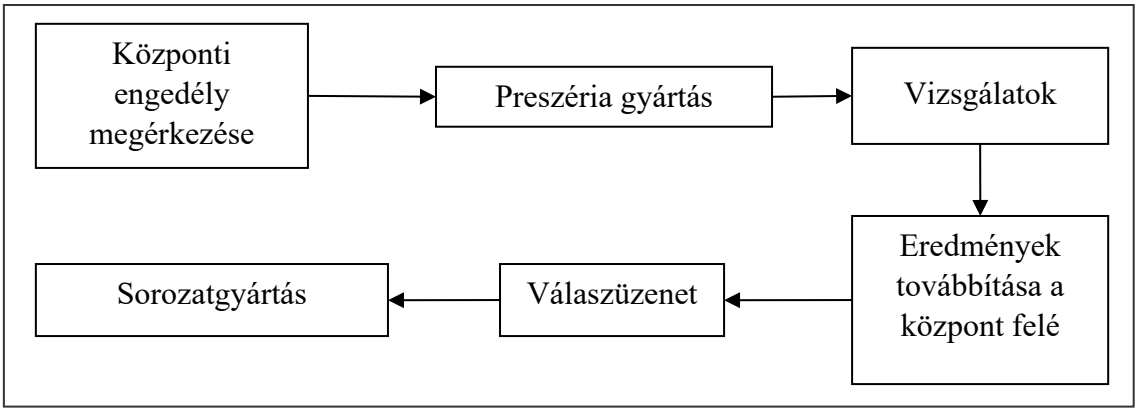
Az új termék sorozatgyártása és az azt megelőző folyamatok:

1. A változtatásra vonatkozó igény fogadása
2. Megvalósíthatósági tanulmány
3. Prototípus gyártás
4. Preszéria gyártás
5. Sorozatgyártás.

Preszéria gyártás

Ipari körülmények közötti gyártás, mely már nem a központi, hanem más külső üzemekben bonyolítanak le (ilyen üzem pl.: nyíregyházi gyár). Ennek célja, hogy kiderüljön, normál ipari körülmények között is gyártható az abroncs. Ezért nagyobb darabszámú abroncs legyártására van szükség, hogy megfelelő mennyiségű és minőségű információ megszerzése érdekében.

Átlagosan ez 100 darab abroncs legyártását jelenti, de ez méretenként és vevői elvárásonként változhat. Minden esetben prezentálni kell a vevőnek, aki kiértékeli, elemzi és eldönti, hogy beszállítónak választja-e a céget ebben a terméktípusban. *(6. ábra)* [5]

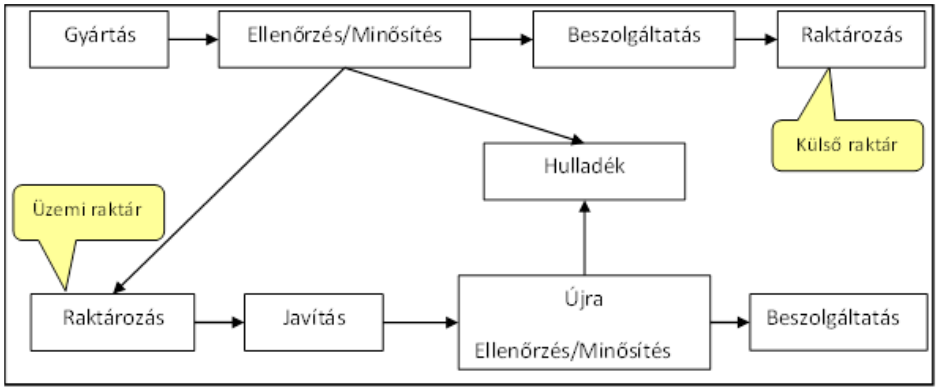


6. ábra A sorozatgyártást előkészítő folyamatok

A beüzemelési abroncs (preszéria abroncs, PS abroncs) egy termék-széria, amit egy prototípus fázisban jóváhagyott modell üzemi gyárthatóságának ellenőrzésére gyártanak. Beüzemelési méretenként körülbelül 100 darab. A központi szabadító engedélyig folyamatos blokkolás alatt tartott termékek. [9]

Probléma azonosítása
A beüzemelési termékek gyártása során a különböző munkaposztokon történő ellenőrzések, minősítések folyamán keletkezett kiesők, azoknak tárolása és javítása után a rendszerbe történő visszavételezésekor a nyomon követési rendszer működik. Tekintettel arra, hogy az informatikai rendszer egyes részei között az információáramlás nem biztosítja az abroncsok

100%-os nyomon követését a különböző munkaposztok között (gyártás, raktározás, kiszállítás), ezért egy beüzemelési sorozat összes abroncsának pontos helyzetének meghatározása és fizikai előkeresése bonyolult és időigényes feladat. A gyártást követő műveletek folyamatát a *7. ábra* szemlélteti.



7. ábra Gyártás követő műveletek folyamata

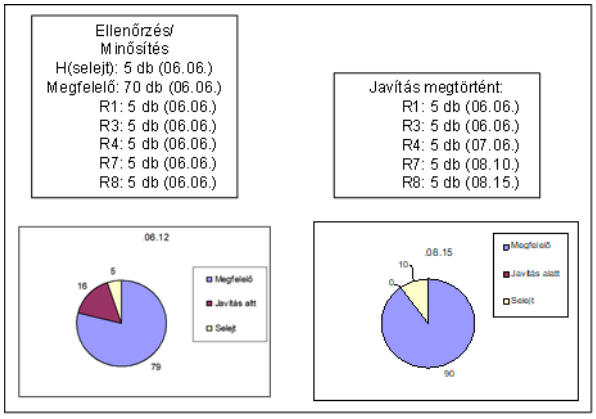
A PS abroncsok hibásnak minősítésének lépésétől a folyamat további részének átfutási ideje meghatározhatatlan. Ennek következtében a PS abroncsok előre meghatározott beszolgáltatási időpontján a cég nem tud az ígért darabszámmal elszámolni. A vevők ezért választhatnak más versenytársat, ami gazdasági szempontból előnytelen a cég számára.

Esettanulmány

Esettanulmányunkkal szemléltetjük, miért is gond és mit okoz a gyár számára, ha nem tudja időben megtalálni a preszériában gyártott termékeit az üzemen belül.

A nyomon-követett szériában 100 db preszéria sorozatot gyártanak le és végig vezettük a sorozat elemeinek további sorsát a végellenőrzés során.

1. 100 darab PS gumit gyártanak le (06.05-én)
2. Az ellenőrzés, minősítés eredménye a *8. ábra* baloldalán látható.
3. Javítás 06.06-tól az „R” jelölésűekre a *8. ábra* jobboldalán látható.



8. ábra A próbaszéria minősítettsége gyártás után és javítás után

Újra ellenőrzés/minősítés során

- selejtnek minősítenek 5 darabot (R1:1db; R4:2 db; R7:2 db) (06.20-án)
- megfelelőnek minősítenek 20 darabot (R1:4 db; R3:5 db; R4:3 db; R7:3 db; R8:5 db) (megy a külső raktárba).

A javítandó abroncsok raktárba való beszállításától számítva, a javítást hat hónapon belül el kell végezni. Ha a javítás addigra nem történik meg, akkor az abroncsot selejtként kell kezelni.
A központtól a PS abroncsokra vonatkozó gyártási, illetve felszabadítási engedélyt a gyártás napjától számítva egy hét múlva igénylik meg.
Az esettanulmány alapján ez a dátum 06.12., amikor az engedélyt 79 darab (megfelelő: 70 db; R1javíott: 4 db; R3 javított: 5 db) abroncsra tudják kérni.
A későbbiek folyamán még keletkezett 11 darab (R4 javított: 3 db; R7 javított: 3 db; R8 javított: 5 db) megfelelő abroncs, ami ugyancsak megfelelő minőségű.
Ezekre az abroncsokra még mindig érvényes a blokkolás, mivel nincs felszabadító engedély.
Ez a probléma az új rendszerre is érvényes lesz, de az új rendszer információt nyújt a javításra váró abroncsok helyzetéről, így az engedély lekérése során ezzel kalkulálni tudnak.

Probléma elemzése

A PS abroncsok folyamatát lépésről lépésre megvizsgáltuk a minőségügyi vezetővel a vulkanizálástól teljesen a beszolgáltatás folyamatáig, olyan kritikus pontokat, okokat és területeket kerestünk, ahol a PS típusú termékek kezelése, előkeresése, nyomon követése és azonosítása gondot okoz.

A probléma okaira vonatkozó ötletek összegyűjtésére az Ishikawa gyökérok keresési eljárást alkalmaztuk, mely szemléletesen mutatja, milyen hiba-okok vannak hatással a javítandó hibára. [2] Feltárja a tényleges hatásokat és azoknak a következményeit. A diagram alkalmazásával arra a következtetésre jutottunk, hogy a PS abroncsok adatbázisának hiánya, az ellenőrzés utáni palettázási módszer és a javító poszt előtti raktározás a probléma gyökerei.
A minősítés után a hibás abroncsokat hibatípustól függetlenül vegyesen tárolják a palettákon, melyeket ellátnak egy címkével, amin csak a paletta kezelési időpontját tüntetik fel, ezután szállítják el a tárolóba, ezért a gyár javításra váró abroncsainak raktára jelenleg nem könnyen áttekinthető. Nagy darabszámban tárolnak és rendszereznek terméket. Egy palettán a méretek vegyesen találhatók. Ennek a raktárnak a kapacitása nem elég a keletkezett selejt daraboknak.
A jelenlegi rendszer elméletileg FIFO elven működik, tehát a termékeket érkezési sorrendben javítják. [4]
Ezt a rendszert viszont felborítja a különböző javítási technikák (hólyag-javítás, visszahúzódási idő) és a különböző fontosságú abroncsok gyártása határidejének megszabása (preszéria). Így tehát gyakran történik, hogy HIFO (highest is – first out) elven kerülnek be raktárból a javítóposztra a termékek, mely szerint a fontosabb abroncsot kezelik hamarabb.
A mostani állapot szerint az abroncsok előkeresése, megtalálása rendkívül hosszadalmas, nehéz és több embert igénylő feladat. Egyedüli segítséget az azonosításhoz a palettán lévő gyártási hét nyújt és persze az abroncson lévő vonalkód.
A probléma csak az, hogy heti szinten több mint 40-50 db paletta keletkezik, melyek mindegyike 20-30 db abroncsot tartalmaz. Ezek közül kikeresni a megfelelőt szinte lehetetlen.

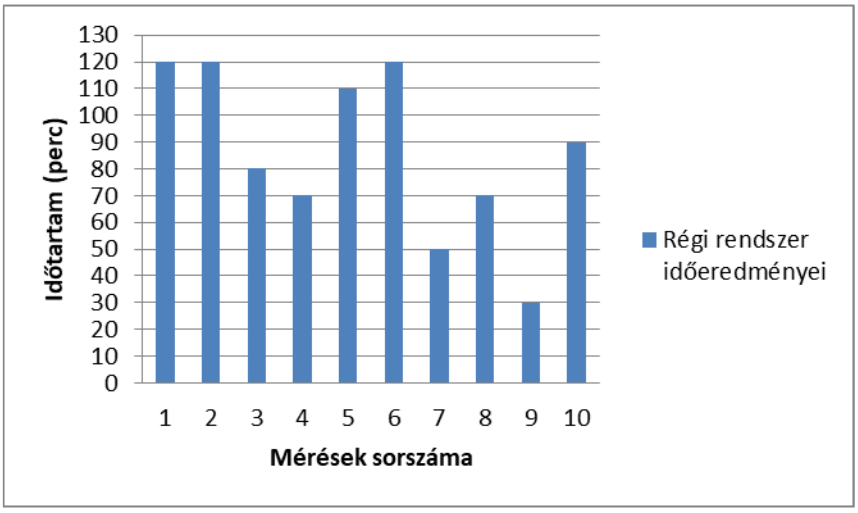
Kísérlet az abroncs előkeresésére [1]

Az Ishikawa diagram eredményekén kapott egyik fő ok a javításra váró abroncsok raktározása. Ezért vizsgálatot végeztünk, hogy megtudjuk, adott pillanatban milyen állapotban van a rendszer.
A kísérlet célja, hogy információ kapjunk, mennyi idő alatt lehet előkeresni egy terméket az üzemi raktárban.

A kísérlet menete

A kíséreltet tízszer végeztük el különböző időpontokban és különböző műszakokban. Véletlenszerűen választottunk egy abroncsot a belső üzemi raktár nyilvántartásából, majd a stopper elindítása után elkezdtük keresni egy targoncás segítségével. Az abroncsokat két óránál tovább nem volt lehetőségünk keresni, így 2 abroncsot nem sikerült megtalálni.

Az eredmények azt bizonyítják, hogy változó ideig tartott megtalálni egy abroncsot, de átlagosan több mint egy óráig tart ez a művelet. (*9. ábra*)



9. ábra Abroncsok megtalálási ideje

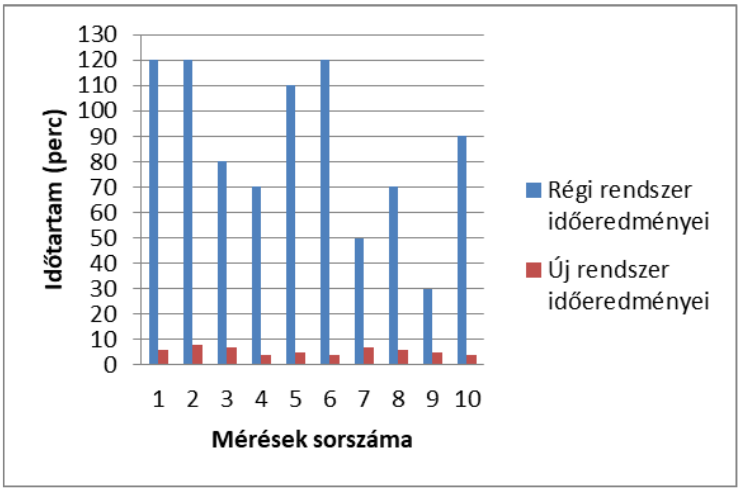
Átlag: 86 perc Terjedelem: 90 db Szórás: 31,6

Kidolgoztunk egy ellenőrzési tervet, amit a minősítésig kell végezni a megváltozott folyamaton, ezzel ellenőrzik a folyamatot és biztosítják a megfelelőséget a vevő számára. Meghatároztuk a végső minősítés feltételeit, és annak várható időpontját.

A szelektáló poszton ellenőrzésének terve a következő. Minden műszakban egyszer ellenőrizni kell a posztot egy checklista alapján, amit a minőségügyi vezető készített el a második megbeszélés eredménye alapján.
Vizuális ellenőrzést kell végezni három palettán, hogy a palletához hozzárendelt abroncsok ténylegesen azok, mint amit az információs rendszerbe rögzített a dolgozó.
Ezután az ellenőrző végignézi, ahogy a szelektáló lekezel egy abroncsot és az a művelet megfelel-e a munkautasításban leírtaknak.

Ezen ellenőrzéseket egy hónapon keresztül végezték el és az eredménye 100%-os lett. A szelektáló posztnál hibát egyik vizsgálat során sem észleltek.
A raktározási rendszer ellenőrzése két hétig tartott az ellenőrzést végző személynek, minden műszakban vizuálisan át kellett vizsgálni a raktárát, hogy a különböző hibacsoport szerint kialakított területekbe megfelelő palettákat helyeztek-e. Ennek eredményeként a raktár megfelelően működik, mivel rosszul elhelyezett palettát nem találtak.

Az új raktározási módszer eredményességének igazolására, a már a régi rendszeren elvégzett vizsgálatot újra elvégeztük, melynek eredményei a *10. ábrán* láthatók. Az abroncsok előkeresési körülbelüli ideje 5-6 perc lett, ami indokolja a fejlesztési javaslat bevezetését.



10. ábra Abroncs megtalálási ideje az új rendszerben

Átlag: 5,6 perc Terjedelem: 4 db Szórás: 1,43

Irodalomjegyzék

1. Munkácsi Gergely: Termékek üzemen belüli nyomon-követési folyamatainak fejlesztése, Szakdolgozat
2. Dr. Koczor Zoltán: Bevezetés a minőségügybe Kiadás helye: Budapest Kiadó: Műszaki Kvk. Év: 2000
3. Dr. Takács Áron: Logisztika I. Digitális jegyzet 2016.
4. Pócsi Attila: Palettázás a szortírozó poszton (*tárolási, logisztika utasítás) Kiadás éve: 2012*
5. Pócsi Attila: Palettázás a szortírozó poszton (*tárolási, logisztika utasítás*) Kiadás éve: 2012
6. http://www.michelin.hu/tudnivalok/a-michelin-magyarorszagon Megtekintés dátuma: 2012.03.10
7. Csiszér T.: The FAR Model – the 'Rubik's cube' of process and project monitoring. Acta Polytechnica Hungarica, Volume 15, Issue Number 4, 2018.
8. Csiszér T. A hálózatszemlélet alkalmazásának lehetőségei a minőségügyben. GlobeEdit 2017.

A VÁLLALKOZÁSOK MŰKÖDÉSFEJLESZTÉSÉNEK NÉHÁNY SZEMPONTJA

Csiszér Tamás

Óbudai Egyetem, Rejtő Sándor Könnyűipari és Környezetmérnöki Kar, Médiatechnológiai és Könnyűipari Intézet, Budapest
csiszer.tamas@rkk.uni-obuda.hu

Absztrakt

Az alábbi dolgozat a 2018-19-ben a Piac és Profit internetes portálon megjelent cikksorozat átszerkesztett változata. A fejezetekre tagolt rövid, ismeretterjesztő írások célja az, hogy felvessen olyan, a vállalati működéssel kapcsolatos, a minőségmenedzsment és a folyamatszervezés témakörébe tartozó kérdéseket, amelyekkel a vállalkozások, ezen belül is elsősorban a KKV-k vezetői szembesülnek a szervezet növekedése során. A 0. fejezet a vállalkozások idősödő tulajdonos-vezetői előtt álló, egyik legjelentősebb dilemmával foglalkozik. A 0. fejezet a folyamatszervezés, mint egy lehetséges kezelési módszer alapgondolatát veti fel. Az 0. fejezet a pazarlásról, mint a problémák egyik okáról értekezik. A 0. fejezet bemutatja a Lean Six Sigma módszer alkalmazási lehetőségét a pazarlás csökkentésére. A 0. fejezet a folyamatszervezési nélküli működésautomatizálás csapdáiról és ezek elkerüléséről szól. A 0. fejezet a kommunikáció működést befolyásoló hatását és a minőségi kommunikáció jellemzőit ismerteti. Végül a 0. fejezet bemutatja, hogy a folyamatokon kívül milyen egyéb elemek alkotják a vállalkozásokat, mint komplex rendszereket.

Kulcsszavak: *folyamatszervezés, Lean Six Sigma, minőségmenedzsment, komplex rendszer, hálózatszemlélet*

A dilemma [1.]

Az izgatott morajlást felváltja a csönd, mikor a dirigens felemeli a kezét. Mindenki pontosan tudja a feladatát, hiszen ezerszer elpróbálták, kinek kell elkezdeni, mások mikor és hogyan lépnek be, mégis minden egyes alkalommal ott van a levegőben az eredményhez társult bizonytalanság. Annyi váratlan dolog történhet, amely a gondos felkészülés dacára hibát eredményez. Mi lesz, ha melléfogunk, vagy ha rossz ütemben mozdulunk és megbomlik az oly nagy műgonddal megtervezett harmónia? Lesz-e lehetőségünk javítani, vagy az eddig befektetett munka kárba vész? Ezer és ezer hasonló gondolat cikázik át a vezető fejében, miközben reménytelenül magányosnak érzi magát. Tudja, hogy övé a felelősség, hiszen ő az arca, az esze és a szíve is mindannak, ami most ismét megmérettetik. Mindenki rá vár. Eljött az idő. Kezdjük hát.

Ha a kedves olvasó elbizonytalanodott, hogy miként kerülhetett elé a helyi szimfonikus zenekar karmesterének önmarcangoló gondolatmenete, nyugodjon meg. A fenti sorok egy olyan vállalkozóról szólnak, aki a cége teljes működését a saját kezében tartja, érezve és felvállalva ennek minden ódiumát. Ő az, aki évtizedekkel ezelőtt – szinte már közhelyszerűen – a konyhaasztalnál tervezgette, hogyan fogja megváltoztatni a világot. Azonban az álmok hamarosan háttérbe szorultak. Fontosabbnak látszott a panellakás – gépkocsi - hétvégi telek nyújtotta biztonság megteremtése, amihez elég volt a napi nyolcórás középvezetői állás a maga kényelmes kiszámíthatóságával. A kilencvenes évek elején aztán kényszerből az önmegvalósítás útjára lépett. Létrehozva pici műhelyét, hamar népszerűvé vált termékek tucatjait dobta piacra. Élvezte a munka minden percét a tervezéstől az értékesítésig. A gyakorlatban tanulta meg mindazt, ami különbbé tette őt a versenytársaknál.

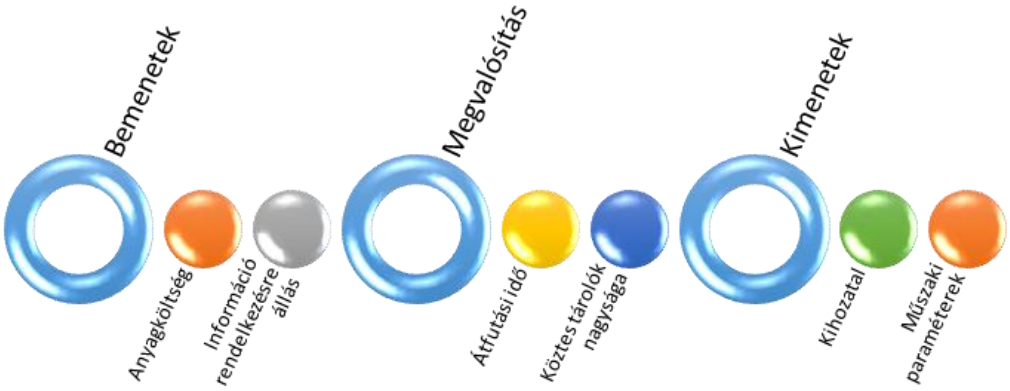
Az évek múlását sokáig észre sem vette. Csak mostanában, közel a hatvanhoz kezdte érezni, hogy az indulás óta több száz főre duzzadt vállalkozásának vezetése egyre nagyobb terhet ró rá. Megrémíti a gondolat, hogy mi lesz a cégével, ha ő már nem fogja bírni a saját maga által diktált tempót. Ki fogja átlátni és napi 12 órában irányítani a működést? Hogyan lehet egyben tartani, amit a két kezével épített fel? Vagy adja inkább el és élvezze a megérdemelt nyugdíjas éveket? E dilemma feloldására nehéz, talán lehetetlen is általános megoldást adni. A megfelelő válasz megtalálását azonban segítheti néhány jól bevált szervezési módszer bemutatása.

A megoldás egyik lehetséges kulcsa a folyamatszervezés [1.]

Hősünk dilemmájára az egyik lehetséges megoldás az, ha csökkenti vállalkozása függőségét az ő személyes, operatív irányításától. Ehhez a letisztult, átlátható és ezáltal jól mérhető folyamatok jelentik a kulcsot. Ahogy a zenészek a kottát, úgy használják a munkatársak a sztenderd eljárásokat. A karnagy és a vezető feladata csupán a harmonikus működés biztosítása, az ideálistól való eltérések kezelésével. Az optimalizált és egységes folyamatok biztosítják ehhez az időt, az információt és az eszköztárat.

Az idő az operatív irányítás alóli felszabadulásnak köszönhető. Ennek mértéke akár a teljes kapacitás 80%-a is lehet. Gondoljunk bele, mennyi mindenre lehetne ezt fordítani. A folyamatok felügyeletét és fejlesztését célzó ún. on-the-job munkavégzés – szemben a termelési-szolgáltatási műveletek végrehajtását jelentő in-the-job munkavégzéssel – a vezetés igazi feladata, azaz ide kell áthelyezni a hangsúlyt. Ehhez persze elengedhetetlen a megfelelő mennyiségű és minőségű információ rendelkezésre állása, amelyet egy mérési rendszer tud biztosítani számunkra.

Az automatizált folyamatok vezérlő szoftverei számos eseményt naplóznak, illetve mért adatot tárolnak el, de még a manuális műveleteknél is találhatunk meglévő vagy könnyen előállítható adatokat. A gondot sokszor a bőség zavara, a priorizálás képességének hiánya okozza. Segítséget nyújt ehhez a mérési eszköztár, amelynek egyik fontos eleme kritikus minőség jellemzők (KMJ) meghatározása.



1. ábra A folyamat KMJ-k főbb típusai és néhány példa a mérés tárgyára

A KMJ-k olyan folyamat mérőszámok, amelyek a kimeneteket (termékek, szolgáltatások), a bemeneteket (alapanyagok, erőforrások) és a műveletek végrehajtását jellemzik. Olyan idő-, költség-, minőség-, mennyiség-, rendelkezésre állás-, valamint az ezekből képzett összetett mutatókat érdemes mérnünk, amelyek közvetlen kapcsolatban vannak az ügyfélelvárásokkal, vagy másként, a folyamatunk olyan képességét jellemzik, amely befolyásolja alkalmasságunkat az ügyféligények kielégítésében (*1. ábra*). Egy alapos mérési terv meghatározza a forrásadatok gyűjtésének módját és gyakoriságát, a KMJ képzésének és értékelésének szabályait, a jelentések és beavatkozások rendjét, valamint a kapcsolódó felelősségeket.

A megfelelő folyamatmérés alkalmas arra, hogy kimutassa a termelésünk eredményességét és hatékonyságát. Ez utóbbi az egységnyi erőforrással, egységnyi időráfordítás alatt előállított megfelelő termékek számát, illetve értékét jelenti. A hatékonyság annál kisebb, minél több a működében tapasztalható „pazarlás”, illetve az ezekből adódó folyamatveszteségek mértéke.

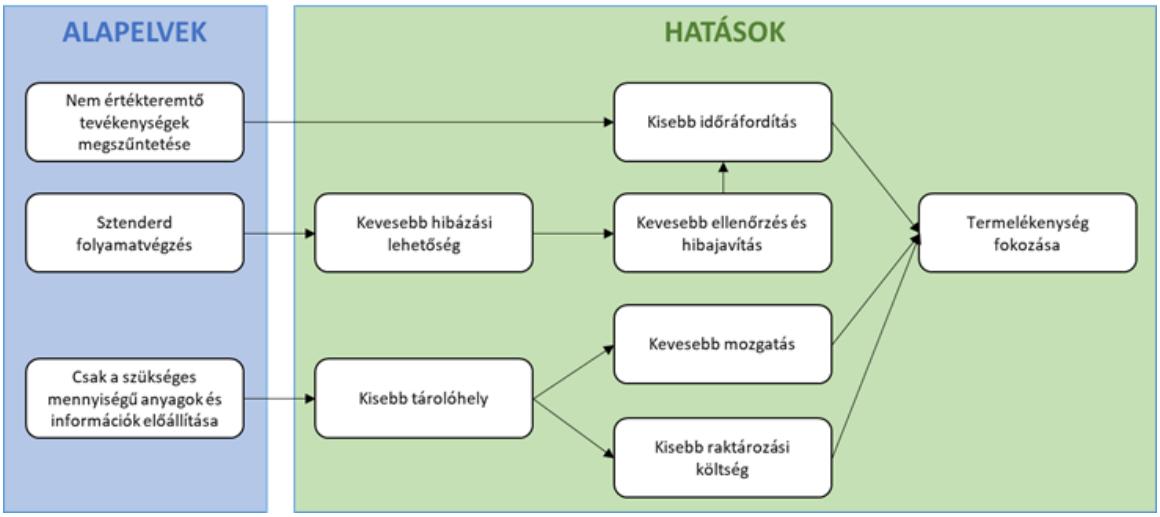
A pazarlás és a folyamatveszteségek csökkentésének elvi alapjai [2.]

A jól működő vállalkozások egyik ismérve, hogy igyekeznek minimalizálni az erőforrásaik pazarlását, azaz nem végeznek felesleges munkát, nem vásárolnak szükségtelen dolgokat, és nem gyártanak az eladhatónál több terméket. Ezzel szemben gyakran tékozlóan bánunk az idővel és a pénzzel. Szándékainkkal szemben selejtet állítunk elő, jelentős raktárkészletet tartunk fenn, felesleges feladatokat végzünk, és nem használjuk ki megfelelően munkatársaink idejét és tudását.
Ha pazarlóból pazarrá, azaz eredményessé és hatékonnyá szeretnénk tenni a vállalkozásunkat, az alábbi működési szabályokat érdemes betartanunk (*2. ábra*):

- Csak olyan tevékenységeket végezzünk, amelyek feltétlenül szükségesek az értékteremtéshez, azaz általuk a termékünk közelít a vevőink elvárásaihoz. Szűntessük meg a felesleges adminisztrációt, a párhuzamos munkavégzést, az adatok másolását egyik szoftverből a másikba, vagy éppen ezek papírra nyomtatását és a dokumentumok tárolását.
- Úgy alakítsuk ki a folyamatainkat, hogy csak egyféleképpen, az előírásoknak megfelelően lehessen elvégezni a feladatokat, amivel csökkentjük a hibázás lehetőségét, a nem megfelelő termék előállításának valószínűségét. Ha kisebb a hibázás esélye, csökken az ellenőrzésre és selejtkezelésre fordítandó idő.
- A felszabadult időt fordíthatjuk a termelékenység fokozására, de ne gyártsunk több félkész- vagy késztermékет, mint amennyit rövid időn belül felhasználni vagy értékesíteni tudunk.
- Ezzel csökkentjük az anyagok és termékek raktározásához szükséges térigényt, amellyel költséget spórolhatunk meg, illetve helyet szabadíthatunk fel egyéb hasznos feladatok ellátásához.
- A több helynek köszönhetően könnyebben rendezhetjük el úgy a munkaállomásokat és a tároló berendezéseket, hogy minimalizáljuk az anyagok és az eszközök mozgatását és az ehhez szükséges emberi és gépi mozgást.

A felsorolt alapelvek betartása a folyamatok és a szervezet megfelelő kialakításán múlik. A számos ehhez használható módszertan közül napjainkban a Lean Six Sigma az egyik legnépszerűbb. Ennek oka a gyakorlatias megközelítés, a könnyen megérthető és alkalmazható eszköztár és a már rövidtávon is érezhető minőségjavulás és költségcsökkenés.

A Lean Six Sigma módszertan alkalmazásának logikája a pazarlás csökkentésében [2.]
A Toyota által kifejlesztett Toyota Production System, illetve az ezen alapuló Lean, azaz szó szerint karcsú, de lényegében veszteségmentes működés és az amerikai gyökerekkel rendelkező Six Sigma, azaz a folyamat- és termékjellemzők ingadozásának minimalizálását célzó módszerek kombinálásával kialakított megközelítés alkalmazható a termelő és a szolgáltató vállalkozások működésének fejlesztésére is.



2. ábra A legfontosabb működésszervezési alapelvek és hatásuk

Az egyik első feladatunk ezen az úton, hogy beazonosítsuk és feltérképezzük a folyamatainkat, hogy tisztában legyünk azzal, milyen feladatokat milyen minőségben végzünk el, és ezek mennyi erőforrást kötnek le. Ezt követően folyamatonként be kell azonosítanunk azokat a tevékenységeket, amelyek elvégzése feltétlenül szükséges az értékteremtéshez. Az egyéb tevékenységeknél meg kell vizsgálnunk, hogy elhagyhatók vagy kiválthatók-e. A lehetőség szerint már csak értékteremtő lépésekből álló folyamatunkban a munkaállomásokat a munkavégzés sorrendjében helyezzük el. A feladatokat úgy osszuk el a munkaállomások között, hogy ugyanabban az ütemben tudják elvégezni az összes műveletet egy terméken. Ez azért szükséges, hogy az eltérő sebesség miatt ne torlódhassanak fel félkész termékek két munkaállomás között. Előrelátóan ne is hagyjunk erre fizikai helyet.
Ha a munkahelyek nem alakíthatók ki ilyen elvek mentén, akkor a gyártásszervezés során ügyeljünk arra, hogy megakadályozzuk a munkaállomások közötti félkésztermék-felhalmozódást. A munkavégzéshez szükséges kompetenciákat határozzuk meg, és gondoskodjunk arról, hogy rendelkezzenek ezekkel a munkatársak. Folyamatosan monitorozzuk a működést, mérjük és tegyük transzparensé a teljesítményjellemzőket. Ha a termelés során valamilyen hibát észlelünk, haladéktalanul vizsgáljuk ki annak okát, és csak ennek megoldását követően folytassuk a termék előállítást. Törekedjünk a gyakorlati tapasztalatokon alapuló folyamatos fejlesztésre, a veszteségek csökkentésére, a munkatársak képzésére.

A folyamatkapcsolatok szerepe a folyamategyszerűsítés és -automatizálás előkészítésében [3.][4.]

Az Occam borotvájaként ismert filozófiai elv populáris megfogalmazása szerint, ha egy jelenségre több magyarázat lehetséges, akkor azok közül a legegyszerűbbet érdemes választani. A helyes döntés feltétele, hogy „leborotváljuk”, azaz eltávolítsuk a magyarázatok feltételezéseit, a tényekkel nem alátámasztható elemeit. Ez a gondolkodásmód a vállalkozások működésfejlesztése szempontjából is fontos üzenetet hordoz: mielőtt jelentős összegeket költünk fejlesztésekre, a sokszor megváltóként várt bonyolult berendezések vagy informatikai alkalmazások beszerzésére, egyszerűsítsünk a feladatvégzés módján. Vágjuk le a fölösleges részeket, amelyek megnehezítik a mindennapi munkát.
A vállalkozások működését leginkább a folyamatok állapota alapján lehet megítélni. Az indulásnál a vállalkozók jellemzően egyszerű, logikus módon szervezik meg saját munkájukat, optimálva az idő- és költségráfordítást. Az idő előrehaladtával új feladatok jelennek meg, amelyekhez új munkatársakat vesznek fel. Ennek során nem mindig van energia arra, hogy

átgondolják a változások hatását a mindenkori működésre. Ezzel elkezdődik a folyamatok spontán, „organikus” fejlődése, amelynek eredménye a bonyolult, fölösleges és redundáns műveletek sokasága, a folyamatkapcsolatok rendszerének átláthatatlanná válása. Ha ebben az állapotban állunk neki a folyamatok gépekkel és szoftverekkel történő automatizálásának, „beégetjük” a hibákat, amelyeket később csak hatalmas összegek fejében fogunk tudni eltávolítani. A követendő út tehát az, hogy először egyszerűsítsünk, és csak utána automatizáljunk.
Az egyszerűsítés érdekében be kell azonosítanunk és el kell különítenünk egymástól az értékes, a szükséges és a fölösleges tevékenységeket (*3. ábra*). Értékes az, amelynek eredményeképpen a termékünk vagy szolgáltatásunk tulajdonságai közelebb kerülnek a vevőink elvárásaihoz. Ha a kiállított számlánkon tételesen felsorolnánk az elvégzett műveleteinket és azok díját, ezekért biztosan hajlandó lenne az ügyfelünk fizetni. A célunk az, hogy maximalizáljuk részarányukat a folyamatainkban. A szükséges lépések közvetlenül nem állítanak elő értéket, de nélkülözhetetlenek ehhez. Ennek okai lehetnek a jogszabályi előírások, az infrastrukturális körülmények, vagy éppen a rendelkezésre álló kapacitás- és kompetencia-korlátok. A cél az ezekre fordított erőforrások minimalizálása. A harmadik kategória a fölösleges tevékenységeket tartalmazza, amelyek létezésére nincs racionális magyarázat. Jellemző rájuk, hogy kialakításukkor szükségesek, vagy adott esetben értékesek voltak, de a változások megszűntették létjogosultságukat. Célunk az eltávolításuk a működésből.

3. ábra A tevékenységek kategorizálása az értékteremtésben játszott szerepük szerint.

A beazonosítást és elkülönítést követően kíséreljük meg felépíteni a folyamatunkat kizárólag az értékes tevékenységek és kapcsolataik segítségével. Gondoljuk végig, hogy ezek milyen kimeneteket (terméktulajdonságok, információk) állítanak elő, és ehhez milyen bemenetek (alapanyagok, alkatrészek, szerszámok, berendezések, információk, kompetenciák) szükségesek. Ha olyan bemenetet azonosítunk be, amelyet nem állít elő valamelyik korábbi értékes lépés vagy egy másik folyamat és nem is tudjuk beszerezni, meg kell határozni egy szükséges lépést, amely ezt megteszi. A munka eredményeképpen megkapjuk az optimálisnak tekinthető folyamatot, amely csak értékes és minimális mennyiségű szükséges lépést tartalmaz. Az optimált folyamat csak akkor működhet megfelelően, ha rendelkezésre áll minden feltétel. Ha bármelyik bemenetnél mennyiségi, minőségi vagy időzítésbeli problémát észlelünk, azt meg kell oldani, majd meg kell találnunk a működtetéshez szükséges erőforrásokat. Itt kerül sor a feladatok és felelősségek munkatársakhoz rendelésére, az esetleges nem humán erőforrások (gépek, szoftverek stb.) lefejlesztésére vagy beszerzésére, a képzések végrehajtására és a változás kezelésére.

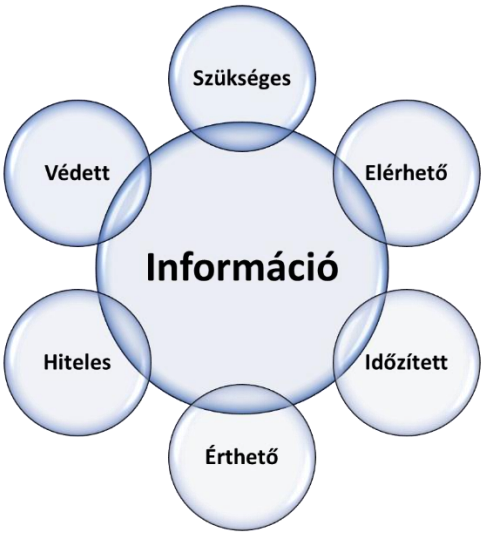
A humán és egyéb erőforrások együttműködését a bemenetek és kimenetek egy jelentős csoportját alkotó adatok, illetve az ezeket továbbító információs hálózatok biztosítják. A szoros kapcsolatnak köszönhetően a minőségi kommunikáció az eredményes és hatékony munkavégzés egyik fontos feltétele.

A „minőségi kommunikáció" jellemzői [5.]

Gyakori tapasztalat, különösen a nagy szervezetekben, hogy kapunk egy levelet, aminek az elolvasása után úgy érezzük, semmilyen információhoz nem jutottunk belőle, vagy annyira érthetetlen, hogy vissza sem tudunk kérdezni. Az is előfordul, hogy olyan adatokat tartalmaz, amelyek teljesen irrelevánsok a számunkra. Legalább ilyen bosszantó, ha szükségünk van egy információra, de azt nem érjük el, illetve nem kapjuk meg időben. Vagy éppen az időzítés rendben volt, de nem megfelelőek, nem teljesek, nem megbízhatóak voltak az adatok. Netán nem lehettünk biztosak benne, hogy illetéktelenek hozzáfértek-e.

A fenti problémák megoldásának a kulcsa az, hogy tisztázzuk, mi a különbség az adat és az információ között (*4. ábra*). Egy adathalmaz akkor lesz számunkra értéket képviselő, azaz információ, ha…

- … olyan adatot tartalmaz, amely szükséges valamely feladatunk elvégzéséhez. Nem tartoznak ide a „jó, ha tud róla" levelek, leszámítva néhány különösen indokolt esetet. Csak annak küldjük a tájékoztatást, akinek szüksége van rá és kerüljük a „cc-turizmust".
- … elér minket, mert olyan kommunikációs csatornán küldték, amelyet rendszeresen és információszerzési céllal használunk. Sokunknak ismerősek lehetnek az automatikusan „archiválásra" kerülő, így olvasatlanul hagyott e-mail-ek, a fogadó készülék nélküli fax-számok, vagy a végtelen hosszúságú és minimális hasznosságú értekezletek. Mindig a fogadó fél preferenciái és a közlendő tartalom alapján válasszuk meg a csatornát.
- … időben jön. A megfelelő időzítéstől való eltérés egyik irányban sem ideális. A túl korán érkező tájékoztatást elfelejtjük, mire fel kellene használnunk, a későn megkapott adatok pedig csak utólagos értékelésre alkalmasak. Gondoljunk például arra, hogy mennyire örülnénk a nyertes lottószámoknak a húzás előtt, ugyanakkor mennyire érdektelenek utána. A tájékoztatást akkor tegyük meg, amikor annak felhasználása ezt indokolja.
- … érthető. A csatornákhoz hasonlóan itt is a felhasználói preferenciák az irányadók. Vannak, akik ábrákat, grafikonokat és táblázatokat szeretnek feldolgozni, míg mások a szöveges formában leírt információt részesítik előnyben. Egyesek szeretik, ha lényegre törően, szinte felsorolás-szerűen kapnak információt, mások pedig a hosszú, részletes elemzéseket olvassák előszeretettel. Mindig a felhasználó által leginkább elfogadott formát alkalmazzuk.
- … megbízhatunk benne, hiteles. Talán hangsúlyozni sem kell a „fake-news-ok" világában, hogy mekkora jelentősége van ennek. Hiába tökéletes az időzítés, a forma és a csatorna, ha a fogadó félben felmerül a gyanú, hogy a kapott adatok hibásak, hiányosak vagy manipuláltak. A félretájékoztatást ráadásul csak egyszer lehet elkövetni, a ránk égett bélyeg hosszú távon bizalmatlanságot szül. Csak akkor küldjünk el valamit, ha biztosak vagyunk a hitelességében.
- … nem férnek hozzá mások illetéktelenül. Ez különösen az exkluzív, illetve érzékeny adatokat tartalmazó tájékoztatásoknál fontos. Talán szélsőséges, de ide tartozó jelenség, amikor egy beérkező levelet kívánunk továbbítani a kollégáknak, kiegészítve a kommentjeinkkel, de véletlenül a „reply all" funkciót használjuk, eljuttatva ezzel a nem feltétlenül mindenki számára publikus gondolatainkat a tervezettnél szélesebb közönségnek. Különös aktualitást ad ennek a GDPR (General Data Protection Regulation – Általános Adatvédelmi Szabályozás) néven ismert adatvédelmi előírások bevezetése. A kommunikáció előtt mindig győződjünk meg arról, hogy a tartalom és a címzettek köre harmonizál-e.



4. ábra Az információhordozó adat jellemzői

Az igazán minőségi megoldás, ha az adatküldés helyett biztosítjuk az adatokhoz való hozzáférést. Ezzel megvalósíthatjuk az oly gyakran emlegetett húzóelvet a kommunikációs folyamatokban is. A megfelelő működéshez az alábbi információbiztonsági alapelvek betartása kiemelt jelentőségű:

- Bizalmasság: annak biztosítása, hogy az információ csak az arra felhatalmazottak számára legyen elérhető.
- Sértetlenség: az adatok és a feldolgozási módszerek teljességének és pontosságának megőrzése.
- Rendelkezésre állás: annak biztosítása, hogy a felhatalmazott felhasználók mindig hozzáférjenek az információkhoz és a kapcsolódó értékekhez, amikor szükséges.

Az adatkezelésre vonatkozó információbiztonsági és minőségügyi alapelvek szoros kapcsolatban vannak egymással. Betartásukkal nagymértékben javíthatjuk az adatvédelem, az adatbiztonság és a kommunikáció eredményességét és hatékonyságát.
Az információcserét biztosító kommunikációs hálózatok csak egy részét alkotják a vállalkozásokat felépítő alrendszereknek. Ezek azonosításával, jellemzésével és fejlesztésével foglalkozik a hálózatelméleten alapuló rendszerszemléletű működésfejlesztés.

Hálózatalapú rendszerszemlélet a működésfejlesztésben [6.]
Napjainkban egyre népszerűbb a hálózatszemléletű gondolkodás, amely a világunkat különböző elemek és a közöttük lévő kapcsolatok által alkotott komplex rendszernek tekinti. Egyik legfontosabb üzenete, hogy ezek a hálózatok olyan tulajdonságokkal bírnak, amelyek nem következtethetők ki tisztán logikai úton a felépítő részek ismerete alapján, azaz a működésüket a hálózatra, mint entitásra jellemző sajátos mechanizmusok irányítják. A vállalkozás is egy komplex rendszer, amely hálózatokból épül fel. Ha megértjük ezek struktúráját, szerveződési elveit, valamint változásuk okait és hatásait, a menedzsment egy új eszköztárával szerelkezhetünk fel.
A manipulációs lehetőségekben jelentkező különbségek miatt érdemes megkülönböztetnünk az ún. inter- és intra-korporatív hálózatokat. Inter-korporatív hálózatokról akkor beszélünk, ha a vállalkozások kapcsolódnak össze valamilyen együttműködés reményében. Ilyenek például a beszállítói- és értékesítési hálózatok, a folyamatok által alkotott külső értékláncok és a tulajdonviszonyok. Az intra-korporatív hálózatok a vállalkozáson belül alakulnak ki. Ide

soroljuk többek között a dolgozók, a folyamatlépések és a dokumentumok által alkotott összetett rendszereket.
A két típus között átfedés lehet, hiszen a kapcsolatokat létrehozó elemek, mint hálózati csúcsok hasonlóak. Jellemzően három csoportba soroljuk őket: események, erőforrások és kompetenciák vagy tulajdonságok. Mindegyik csoportban értelmezhetünk áramlási jelenségeket, hasonlóságot és az elemek általi preferenciákat. Ennek megfelelően a három kapcsolat típust áramlás, attribútum és preferencia élnek nevezzük.
A csúcsok és az élek kombinációi adják a vállalkozásokban értelmezhető hálózatokat, amelyekre egy-egy példát az *1. táblázat* mutat be.

1. táblázat A vállalkozásokban értelmezhető hálózatok. A zárójelben lévő betűk jelentése: cs – csúcs; é – él

	Áramlás él	Attribútum él	Preferencia él
Esemény csúcs	Folyamatlépések **(cs)** és a közöttük lévő kimenet-bemenet kapcsolatok **(é)**.	Azonos kompetenciát **(é)** igénylő műveletek **(cs)**.	Időben egymás után bekövetkező **(é)** kockázati események **(cs)**, amely ok-okozati összefüggésre utalhat.
Erőforrás csúcs	Adatbázis kapcsolat **(é)** két informatikai alkalmazás **(cs)** között.	Azonos munkaállomáson **(é)** dolgozó munkatársak **(cs)**.	Informális kapcsolatok **(é)** a munkatársak **(cs)** között.
Kompetencia vagy tulajdonság csúcs	Két munkakör **(cs)** közötti jelentési kötelezettség **(é)**.	Azonos tapasztalatot **(é)** igénylő munkakörök **(cs).**	Dokumentumok **(cs)** közötti hivatkozások **(é)**.

A hálózatok általi modellezéssel felismerhetjük vállalkozásunk működésének rejtett sajátosságait. Azonosíthatjuk - egyebek mellett - a teljesítményt befolyásoló folyamat-veszteségeket, a munkatársak közötti formális és informális kapcsolatokat, az elvárt és a rendelkezésre álló kompetenciák közötti eltéréseket, a szabályozási rendszer hiányosságait és ellentmondásait, az erőforrások helyettesíthetőségét, a működési kockázatok és az ezeket előidéző események közötti összefüggéseket, vagy a terméktulajdonságok és a folyamatok bemenő paraméterei közötti kapcsolatot.
A hálózatelemzési eszköztár elsősorban diagnosztikai eszköz, de segítséget nyújt a felszínre került problémák kezelésében is. Ha megismerjük a munkatársak rejtett kapcsolatait, könnyebbé válik a munkacsoportok kialakítása. Ha egyértelmű a feladatok által elvárt és az emberek vagy gépek által birtokolt kompetenciák, ill. funkciók közötti átfedés és eltérés, nagyobb eséllyel lesz sikeres az erőforrás allokáció, valamint csökkenthető a tudásvesztés esélye. Ha feltárjuk a kockázati események és a lehetséges okaik közötti kvantitatív kapcsolatrendszert, időben megelőzhetővé, felismerhetővé és csökkenthetővé válnak a nemkívánatos hatások. Ha átláthatóvá tesszük a bonyolult, a hosszú évek alatt „összegubancolódott” dokumentációs rendszert, megszüntethetők a szabályozási hiányosságok és redundanciák.
Ezek a példák jól illusztrálják, hogy érdemes alkalmazni a hálózatszemléletet a vállalkozásokat jellemző komplex kapcsolatrendszerek megismerésére. Ezt a munkát segítik azok a jelenleg is folyó intenzív alap- és alkalmazott kutatások, amelyek célja a matematikai háttér fejlesztése, új elemzési módszerek kidolgozása, valamint ezek alkalmazása az eddig fehér foltnak számító területeken. A tapasztalatok azt mutatják, hogy ha valaki megérti az elsőre talán bonyolultnak

tűnő eszköztárat, annak megnyílik egy új világ, amelyben hálózatok veszik körül, ahol olyan kapcsolatok befolyásolják az eseményeket, amelyek irányított módosításával kedvező irányba terelhető a rendszer működése.

Összefoglalás

A vállalkozások működtetésének egyik hangsúlyos része a folyamatok szervezése. Ennek célja az eredményes és hatékony termelés vagy szolgáltatás biztosítása, amelyhez csökkenteni kell a folyamatveszteségek mértékét, egységesíteni kell és hibamentessé kell tenni a feladatok végrehajtását, biztosítani kell a megfelelő információcserét, valamint mérni és folyamatosan fejleszteni kell a teljesítményt. Mindezt rendszerbe illesztve, a működési elemek és a kapcsolatok együttes kezelésével érdemes megtenni. A sikeres folyamatszervezés lehetővé teszi, hogy a vállalkozások felsővezetői több időt fordíthassanak a stratégiai szintű döntésekre.

Irodalomjegyzék

[1.] Csiszér, T: Az értékteremtés szimfóniája. Piacesprofit.hu, https://piacesprofit.hu/kkv_cegblog/az-ertekteremtes-szimfoniaja/?fbclid=IwAR2ZfQU84ZNua9aWPDc6q7t2RBoIg8Wtv6J1MUpxkj1I9uELuogM2ZxCrIU, 2019.

[2.] Csiszér, T: Hogyan lehet a céged pazarlóból pazar? Piacesprofit.hu, https://piacesprofit.hu/kkv_cegblog/hogyan-lehet-a-ceged-pazarlobol-pazar/, 2018.

[3.] Csiszér, T: Occam borotvahabja: először egyszerűsíts! Piacesprofit.hu, https://piacesprofit.hu/kkv_cegblog/occam-borotvahabja-avagy-egyszerusites-egyszeruen/, 2018.

[4.] Csiszér, T: Ipar 4.1, avagy digitalizáció bölcsen. Piacesprofit.hu, https://piacesprofit.hu/kkv_cegblog/ipar-4-1-avagy-digitalizacio-bolcsen/. 2019

[5.] Csiszér, T: A minőségi kommunikáció alapelvei. Piacesprofit.hu, https://piacesprofit.hu/kkv_cegblog/a-minosegi-kommunikacio-alapelvei/. 2019.

[6.] Csiszér, T: A hálózatok szerepe a vállalatirányításban. Piacesprofit.hu, https://piacesprofit.hu/kkv_cegblog/csiszer-tamas-a-halozatok-szerepe-a-vallalatiranyitasban/, 2018.

NAPELEMES RENDSZER ELMÚLT NÉGY ÉVÉNEK VIZSGÁLATA

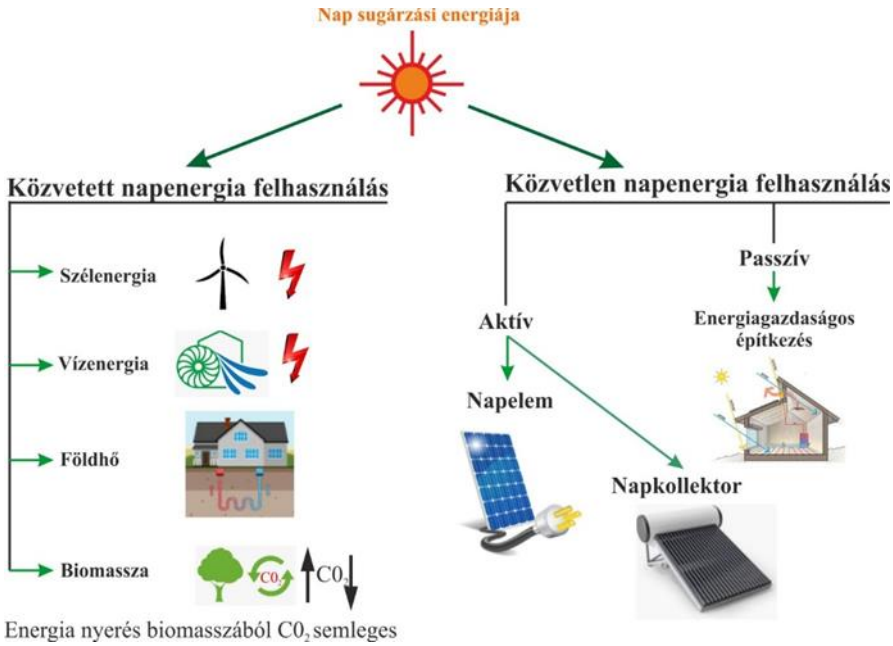
Szabó Lóránt
Óbudai Egyetem Rejtő Sándor Könnyűipari és Környezetmérnöki Kar, Környezetmérnöki Intézet, Budapest
szabo.lorant@rkk.uni-obuda.hu

Absztrakt
A jövő energetikájának legígéretesebb eszköze a fotovillamos energia-átalakító cella, köznyelven napelem. Magyarország legnagyobb naperőművét Pakson 20,6 MW teljesítménnyel 2019-ben adták át. Napelemes erőművekkel előállított villamos energia ugyan nem oldja meg az ország villamos energiaellátását, de esetenként besegíthet nemzetgazdaságunk energiaellátásába. A vizsgált 50 kW_p teljesítményű napelemes házi erőmű Halországban (a Fejér megyei Rétimajorban) létesült 2015 szeptemberében. A nap- vagy fotovillamos elem (amit a photovoltaikus kifejezésből PV elemnek is nevezzünk) olyan szilárdtest eszköz, amely a fénysugárzás energiáját közvetlenül villamos energiává alakítja. Az energiaátalakítás alapja, hogy a fény fotonjainak elnyelődésekor mozgásképes töltött részecskéket gerjeszt, amelyek elektromos tér hatására rendezett mozgást végeznek. A fotovillamos elem abban különbözik a napelemtől, hogy árnyékban is termel áramot, nem csak napsütésben. Alapanyag szerint többféle napelemet különböztetünk meg. A napjainkban alkalmazott napelemek döntő többsége szilícium kristályos, ezeknek a hatásfoka kb. 14-18%. Jelen tanulmány vizsgálja egy napelemes erőmű valóságos hatásfokát, megtérülési idejét és környezetének CO_2 kibocsátásának mentesítését.

Kulcsszavak: *energiaellátás, napállandó, megújuló energia, hatásfok*

1. Bevezetés

A Föld összes országát fenyegeti a klímaváltozás, a globális felmelegedés, az energiaigények növekedése és a fosszilis, azaz a nem megújuló energiahordozók jelentős csökkenése. Ezen tényezők miatt egyre szükségszerűbbé válik a megújuló energiaforrások kihasználása. Az *1. ábra* szemlélteti a megújuló energiaforrásokat, amelyek a Nap sugárzási energiáján alapulnak.



1. ábra A megújuló energiaforrások csoportosítása

A napenergia kis regionális különbségekkel az egész világon elérhető, az ott élők energiaszükségletüket meghaladó mennyiségben. A napenergia hasznosítása sok sürgős problémára nyújt fenntartható megoldást, pl. a napenergia környezetbarát, mivel a használata során nincs káros anyag kibocsátás.

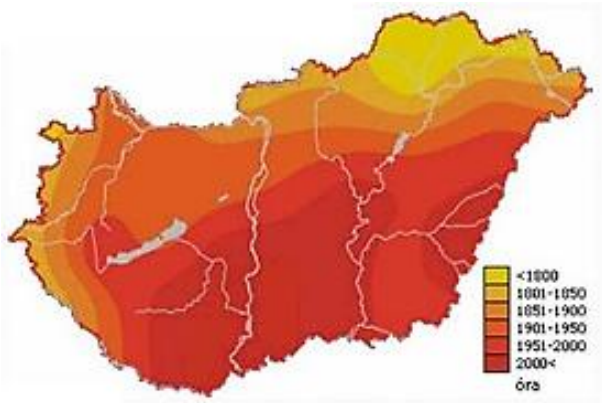
A napenergia közvetlen hasznosításnak két lehetősége ismert (*1. ábra*):

- passzív és
- aktív hasznosítás.

A napenergia passzív hasznosítása, amikor külön berendezés és kiegészítő eszköz nélkül alakítjuk a napfényt hőenergiává. Ezt a módot már az ókori népek is ismerték. Manapság a passzív hasznosítást az épületek elhelyezésével, szerkezetének kialakításával valósítjuk meg. Az épületeket érdemes úgy tájolni, hogy a legnagyobb fűtésigényű szobák déli, délkeleti, keleti irányba nézzenek, a kisebb fűtésigényű szobákkal pedig szigeteljük ezeket. A réteges falszerkezet szigetelő és hőtároló tulajdonsággal is rendelkezik. A benapozást nagy üveges felületekkel tudjuk kihasználni. A legoptimálisabb, ha ezeket integráltan alkalmazzuk.
Aktív napenergia felhasználásról akkor beszélhetünk, ha valamilyen fotovillamos (napelem) vagy fototermikus eszköz (napkollektor), berendezés segítségével hasznosítjuk a napsugárzás földfelszínig jutó energiáját. A napkollektoros rendszer alkalmas a fűtés fedezésére, illetve használati meleg víz előállítására. [7]
A villamos energia termelése két alapvetően eltérő módon történhet, közvetlen vagy közvetett energiaátalakítás segítségével. A közvetlen energiaátalakítás során a napsugárzás energiáját közvetlenül villamos energiává alakítjuk, ennek eszközei a különböző típusú napelemek. A közvetett energiaátalakításnál első lépésben hővé alakítjuk a napsugárzást valamilyen napkollektor segítségével, majd ebből hő-körfolyamat segítségével termelünk villamos energiát, az ilyen rendszereket naphőerőműveknek nevezzük [5].

A fenntartható fejlődést és a környezetvédelmi szempontot is szem előtt tartva Magyarországnak is növelnie kell a megújuló energiák alkalmazását. Az Európai Unió meghatározta, hogy az összes energiafelhasználás közel 15%-át megújuló energiaforrásból kell fedezni hazánknak 2020-ig. Magyarország kedvező földrajzi elhelyezkedése miatt megfelelő feltételeket biztosít egyes megújuló energiaforrások alkalmazásához.

Hazánk adottságai napenergia-hasznosítás szempontjából kedvező, sok más európai országéhoz viszonyítva. Az évi napsütéses órák száma 1900−2200 óra közé tehető (*2. ábra*).



2. ábra A napsütéses órák száma Magyarországon

Továbbá a beeső napsugárzás éves összege átlagosan 1300 kWh/m^2. Az Alföld déli és középső része fekszik a legideálisabb helyen napenergia felhasználás tekintetében, kevésbé jó a hegyvidékes nyugati és északi rész.

A következő, *1. táblázat* mutatja a világ legnagyobb működő naperőműveit, amelyek 500 MW_p–nál nagyobbak (teljes listát nehéz adni, mert ezen iparág napról napra növekszik (változik).

1. táblázat A világ legnagyobb PV napelemes erőművei [10]

Ország megnevezése	**Naperőmű neve**	**Névleges teljesítménye [MW_p]**	**Lefedett földterület [km^2]**	**Üzembe helyezés éve**
Kína	Tengger Desert	1547	43	2016
India	Bhadia Solar Park	1515	40	2019
Egyesült Arab Emirátus	Noor Abu Dhabi	1177	80	2019
USA	Solar Star	579	13	2015

Az *1. táblázat* 4. oszlopa mutatja, hogy a naperőművek nagy földterületeket igényelnek. Változó névleges teljesítményük nem olyan nagy összehasonlítva a Paksi Atomerőmű állandó 2000 MW-os teljesítményével. A *2. táblázat* a magyarországi legnagyobb napelemes parkokat mutatja.

2. táblázat Magyarországi legnagyobb naperőművek listája [10]

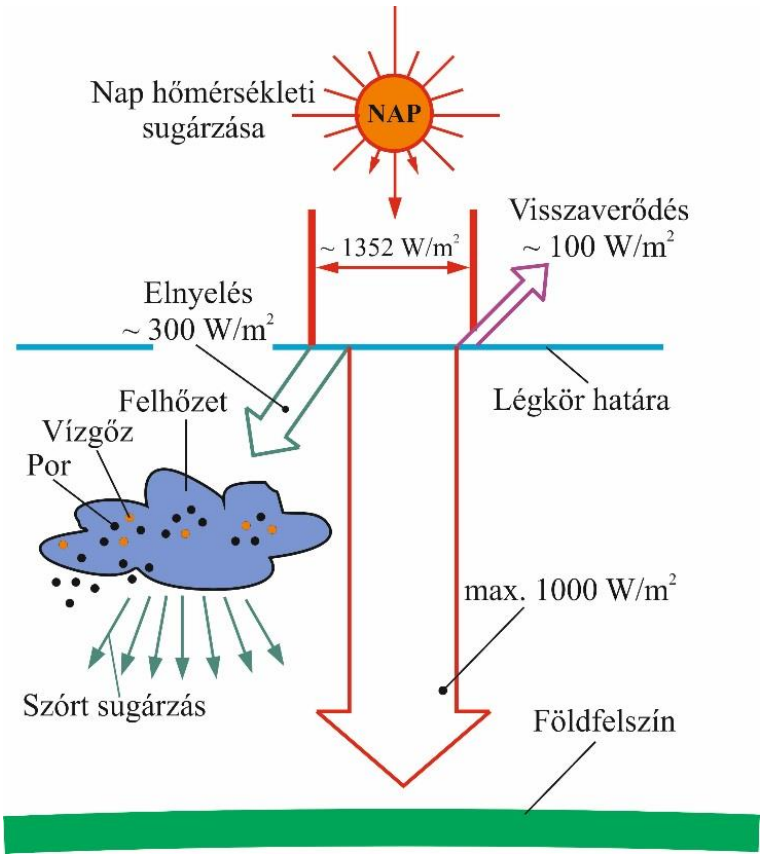
Naperőmű neve	**Teljesítménye [MWp]**	**Nyitás éve**
Paksi Naperőmű Park (~50 ha)	20.6	2019
Mátrai Naperőmű Park	20	2015, 2019
Felsőzsolcai Naperőmű Park	20	2018
Duna Naperőmű Park	17.6	2018
Szügy Naperőmű Park	16.5	2019
Pécs Naperőmű Park	10	2016

2. A Földre érkező Nap hőmérsékleti sugárzásának energia viszonyai és hasznosításának lehetőségei hazánkban

A Föld légkörének felső határához beeső elektromágneses napsugárzás intenzitása kb. 1352 W/m^2, ezt az értéket szokás napállandónak is hívni (közepes Nap - Föld távolság mellett. A napenergia energetikai felhasználhatóságát befolyásolja sugárzásának spektrális eloszlása és intenzitásának ingadozása. A hasznosítható sugárzás függ még:

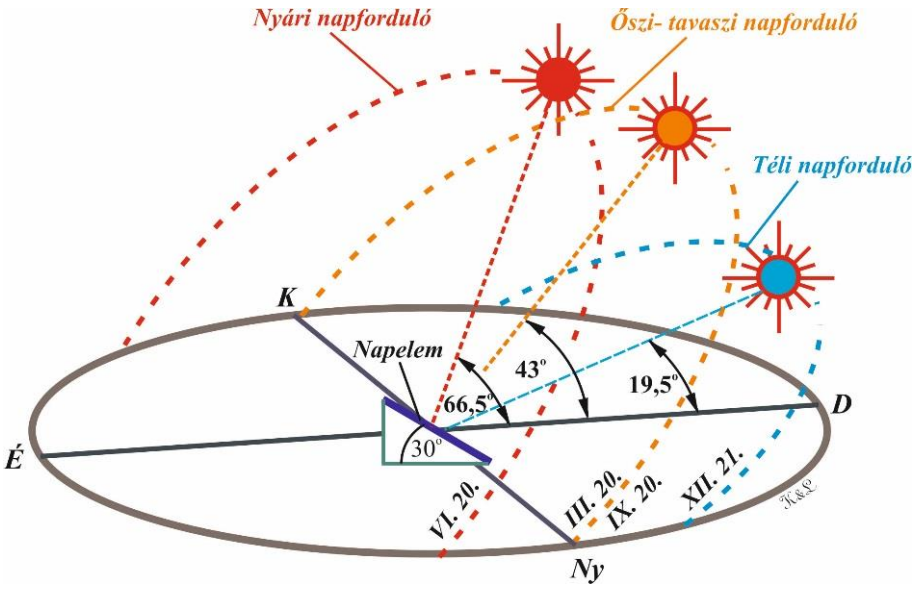
- a földrajzi elhelyezkedéstől,
- az évszakok (napsugarak beesési szöge miatt) és a napszakok váltakozása,
- éghajlati tényezők (időjárási, domborzati tényezők),
- napelem tájolása és dőlési szöge (Magyarországon déli tájolás esetén 40°-os az ideális),
- környezeti hőmérséklet (hőmérsékletemelkedésével csökkenésével csökken a napelem hatásfoka),
- napelem cellák tisztasága.

A légkör levegőjének nedvességtartalma és a homályossága csak kisebb mértékű változást mutat a napenergia hasznosításában, míg a felhősödéssel jelentősen csökken, esetleg teljesen megszűnik a közvetlen sugárzás.
A légkörbe belépő sugárzás egy része gyengítetlenül, közvetlenül érkezik, míg másik része a légkörben lévő részecskéken (por, vízgőz, szennyeződés) és a felhőzeten szóródva, határozott irány nélkül, szórt sugárzásként éri el a földfelszínét. (*3. ábra*).



3. ábra A földfelszínre érkező napsugárzás viszonyai

Földünk felszínére érkező közel 1000 W/m^2 teljesítménysűrűségű napsugárzás jelentős részét a szárazföldek, az óceánok (tengerek, tavak, vízfolyások) és a különböző növények elnyelik (ez a sugárzás hővé alakul, amely melegíti a levegőt), kisebb része pedig visszaverődik. Magyarországon a globálsugárzás értéke a déli órákban átlagos napsütésű napokon a télies félévben (október – március) 250 – 600 W/m^2, a nyári félévben (április – szeptember) 600 – 1000 W/m^2 [8]. Magyarországon a fix állványzatú napelem állványrendszer szokásos tájolása $30^o - 40^o$ közötti a vízszintessel bezárva (*4. ábra*).
Magyarországon a szórt sugárzás részaránya elérheti a 40 – 50%-ot, ezért a mi viszonyainkra a sík napelemek (kollektorok) alkalmasabbak, mivel a direkt és a szórt sugárzást egyaránt képesek hasznosítani.



4. ábra Napjárás és a fixtartó állványzat tájolása

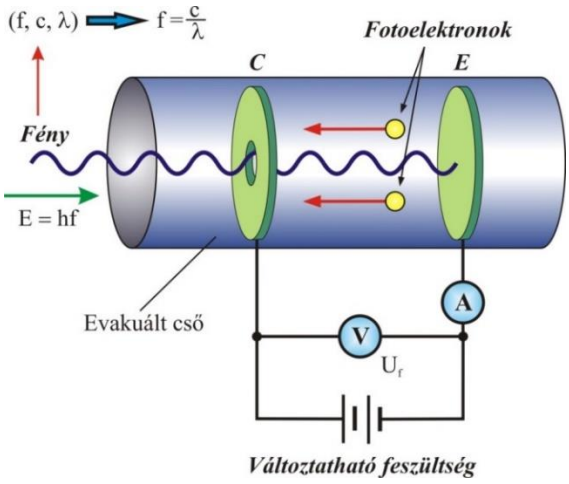
3. A fotovillamosság története és a napelemek működési elve

A „fotovillamos" kifejezés a fény közvetlen villamos energiává átalakítására utal. 1958-ra a fotovillamos eszközöket már műholdak, űrszondák és űrállomások energiaellátására használták. 1958-ban a második amerikai műhold, a Vanguard-I. rádióadóját már napelemek táplálták. Ez a cella még nagyon drága volt, 200 000 dollárba került 1 W elektromos teljesítménye, de az űrkutatásban, ahol nem az első szempont a gazdaságosság, szinte kizárólagossá vált a napelemek használata [1].

1973-ban az olajválság fordulópontot jelentett a fotovillamos eszközök földi felhasználásában. Attól kezdve számos kutatás és fejlesztés kezdődött világszerte, új kutatóintézeteket alapítottak. A költségek csökkentésének összes lehetséges módját intenzíven keresték, mert a széles körű használat legnagyobb gátja a nagyon magas beruházási költség.

3.1 A szilícium polikristályos napelem működési elve

A napelem egy olyan eszköz, amely a napsugárzását elektromos árammá alakítja át a fényelektromos jelenség alapján. A fotoeffektus alapján a fény a megvilágított anyag (fém, kristály) valamelyik elektronjával mindig egy meghatározott energiaadag (egy foton energiája) lép kölcsönhatásba (*5. ábra*).



5. ábra Fényelektromos jelenség értelmezése a fotocella működési elvének alapján

A foton energiája, ha elegendően nagy, akkor fedezi az elektron kilépéséhez szükséges munkát és fennmaradó része az elektron mozgási energiájában jelenik meg. Ezt fejezi ki az Einstein-féle (1) fényelektromos egyenlet.

$$\underbrace{hf}_{\text{foton energiája}} = W_{ki} + \frac{1}{2} m_0 v_{\max}^2 \qquad (1)$$

ahol:

h	Planck-állandó	$[6,6 \cdot 10^{-34}\ \text{Js}]$,
f	elektromágneses sugárzás frekvenciája	[1/s],
W_{ki}	kilépési munka	[J],
m_0	elektron tömege	[kg],
$v_{\max}$	elektron maximális sebessége	[m/s].

A fotovillamos cella lényegében egy dióda, két különböző tulajdonságú félvezető réteg összekapcsolt egysége. A félvezetők alapanyaga legtöbbször szilícium (Si), de lehet más anyag is.

Egy fotoelektromos cella teljesítményét a következő három dolog határozza meg:

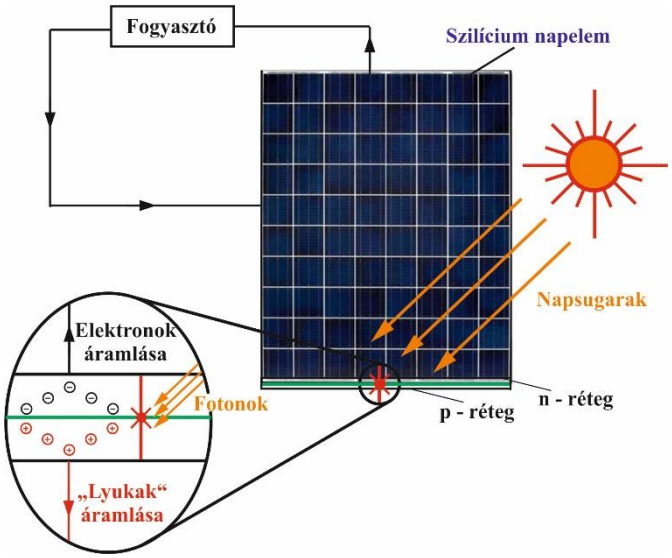
- a típusa és mérete a szolár cella anyagának,
- a fény intenzitása,
- a fény frekvenciája (hullámhossza).

A napelemeknek hagyományosan három főbb típusa létezik:

- a vékonyréteg napelemeket alacsony hatásfok, de alacsony gyártási költség jellemzi,
- míg a többrétegű napelemek hatásfoka igen magas, de ezzel párhuzamosan jóval drágábbak is,
- a kristályos szilícium napelemek, melyek ár-teljesítmény arányban a legkedvezőbbek, így a különleges alkalmazásoktól eltekintve ezek a legszélesebb körben használatosak.

Sokféle fotovillamos elem létezik, de a legelterjedtebb a szilícium félvezetőn alapuló elem. Általában ez egy három lépésből álló folyamat (*6. ábra*):

- fényelnyelés, az elektronok gerjesztett állapotba kerülnek,
- a pozitív és negatív töltések lokális szétválasztása,
- a töltések külső áramkörbe vezetése.



6. ábra Napelem működési elve

Abszorpció (fényelnyelés). A legtöbb esetben az elnyelő egy félvezető és az átmenetek elektronsávok között történnek. A gerjesztett állapotú elektron a vezetési sávba kerül, míg egy lyuk a vegyérték sávba.
Ezen sáv átmeneteknek az a jellemzője, hogy az abszorpció a hosszú hullámhossz egy jellemző határfrekvenciánál kezdődik.
Töltésszétválasztás. A félvezető belsejében a diffúzió vagy „sodródás" hatására az elektronok és a lyukak szétválnak a p-n átmenet tértöltési tartományában [4].
Töltésvezetés. A töltésszétválasztás a napelem két oldala között feszültség keletkezésével jár. Ahhoz, hogy a töltések külső áramkörbe vezethetők legyenek, csatlakozásokkal kell ellátni a cellát. Ez nem mindig egyszerű feladat, ugyanis a kontaktusoknak nagyon kicsi átmeneti ellenállással kell rendelkezniük, hogy a villamos veszteségek kicsik legyenek [4].
A napelemek gyakorlati hatásfoka a (2) összefüggés alapján számolható

$$\eta = \frac{P_{le}}{I \cdot A} \cdot 100 \qquad (2)$$

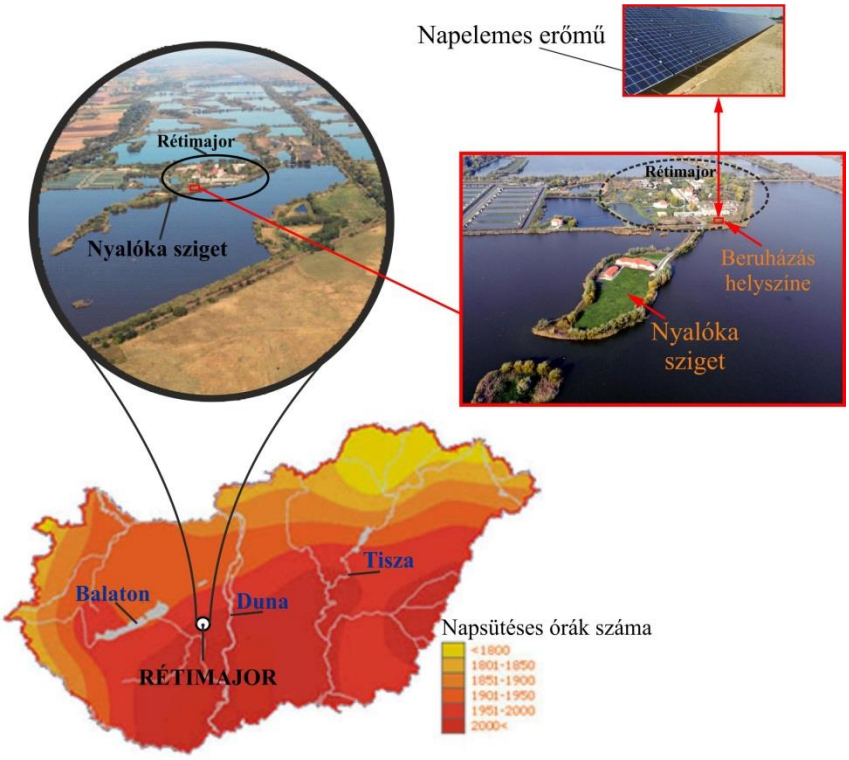
ahol:

η	a hatásfok	[%],
P_{le}	napelem által leadott hasznos villamos teljesítmény	[W],
I	a napsugárzás intenzitása	[W/m^2],
A	napelemes rendszer felületének területe	[m^2].

A legjobb szilícium-napelemek hatásfoka laboratóriumban már eléri a 28%-ot, a kereskedelemben kapható PV-moduloké pedig a 18%-ot, az előállított teljesítmény wattonként már csak 2 dollár beruházást igényel.

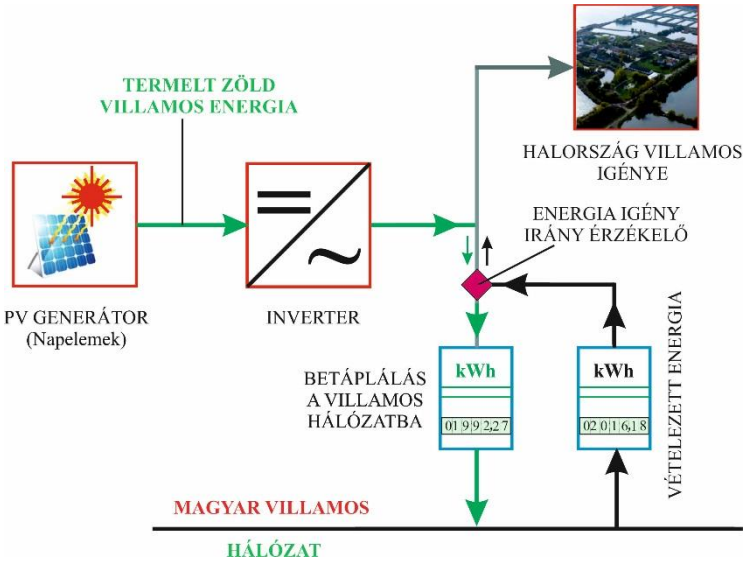
4. A napelemes házi erőmű rendszer bemutatása és hozamai

Méretük szerint megkülönböztethetünk kisebb, 1-50 kWp teljesítményű rendszereket. Hazánkban ennek az elnevezése HMKE (Háztartási Méretű Kis Erőmű). A 2007-évi LXXXVI. törvény (Villamos energia törvény), valamint az annak végrehajtásáról szóló 273/2007. (X.19.) Korm. rendelet HMKE-nek 50 kWp teljesítményig minősíti a rendszereket. A törvény kimondja, hogy a létesítéskor a felhasználónak nyilatkoznia kell, hogy a megtermelt villamos energia minden időpillanatban elfogy a saját hálózaton, azaz energia nem kerül a közcélú elosztóhálózatba, vagy a termelt energiát részben vagy teljesen a közcélú hálózatba táplálja be.
A megnyert pályázat alapján a beruházás 2015. tavaszán kezdődött el Halorszag szívében, az Aranyponty Halászati Zrt. Rétimajori Telephelyén található zöldberuházás helyszínén (*7. ábra*).



7. ábra Hálózatra oda-visszatápláló házi erőmű rendszer helyszíne

A *8. ábrán* a Halországban hálózatra kapcsolt háztartási kis erőmű blokkdiagramja látható, amely inverteren keresztül közvetlenül rátáplál az országos 3 fázisú 400 V/230 V/50 Hz hálózatra.



8. ábra Rétimajori hálózatra kapcsolt háztartási kis erőmű elvi kapcsolása

A tervezőnek és a kivitelezőnek az alábbi főbb feladatokat kellett megoldani a létesítendő háztartási méretű kis erőmű kapcsán (röviden, nem a teljesség igényével, tételesen felsorolva):

- helyszín kiválasztása Rétimajorban, figyelembe véve a leendő napelemek tájolását,

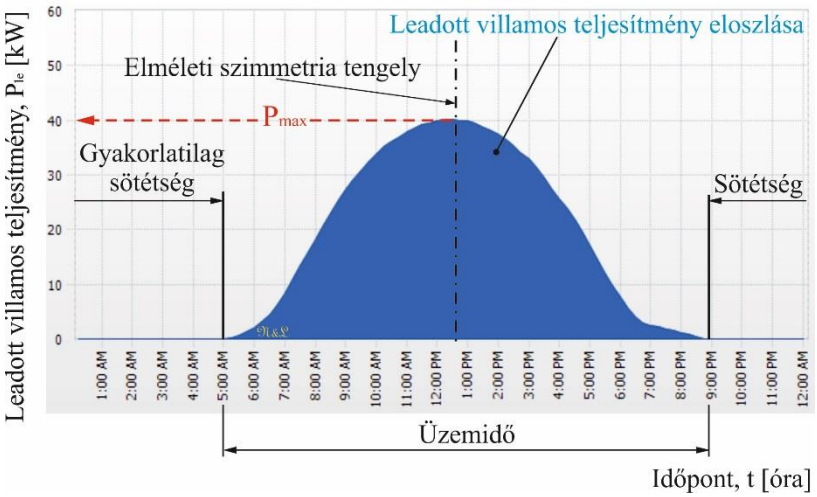
- hálózatra visszatápláló 51 kWp csúcsteljesítményű háztartási kiserőmű megtervezése, ezen belül 200 db 255 Wp PV-modul kiválasztása,
- PV-modulokhoz a megfelelő számú (3 db) inverter és a túlfeszültség levezetők kiválasztása,
- napelem panelokhoz és az inverterek rögzítése megfelelő állványrendszerrel,
- terepmunkálatok elvégzése majd az erőmű kivitelezése (*9. ábra*),
- próbaüzem és a végleges üzemelés beindítása.

9. ábra Helyszínen a kivitelezés lépései

A fix állványzatú napelem állványrendszer déli tájolású, a vízszintessel 30°-os szöget bezárva. A Rétimajorban megépített háztartási méretű kis erőmű átadása és üzembe helyezése 2015. szeptember 18-án a délutáni órákban történt, s már aznap 20 kWh energiát termelt.

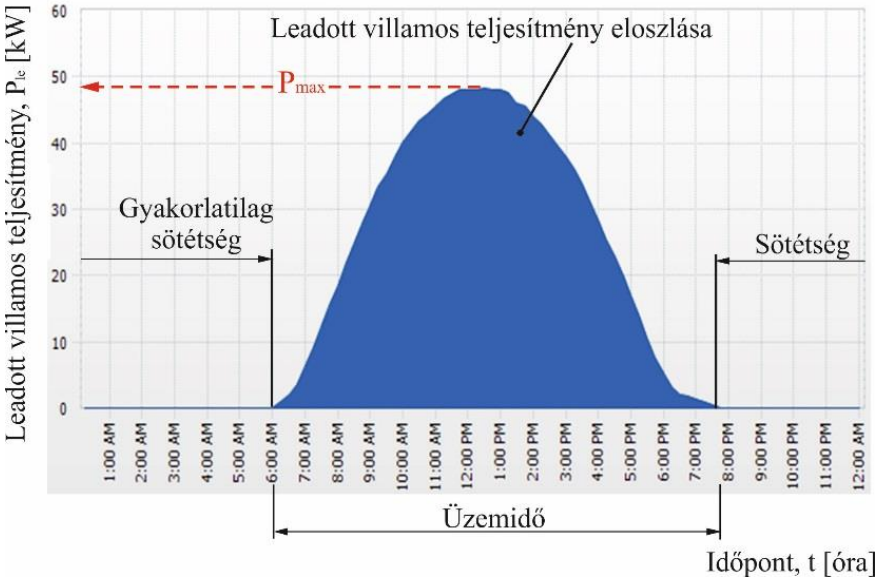
4.1 Rétimajori háztartási méretű kis erőmű hozamainak összehasonlítása

Az elméleti állításokat, miszerint a napelemes villamos energiatermelést sok tényező (az év-, napszakok, meteorológiai stb.) befolyásolja. Ezen megállapításokat jól illusztrálják *10-12. ábrák* és a *3. táblázat*. A *10. ábra* 2019. június 28-adikai az erőmű által szolgáltatott teljesítmény alakulását szemlélteti, amely tökéletesen természetes eloszlást mutat. A hozam eloszlásából látszik, hogy tökéletesen napsütötte nap volt a nyári napfordulóhoz közel, de az egyéb tényezők milyenek lehettek?



10. ábra Leadott teljesítmény eloszlás 2019. június 28-án

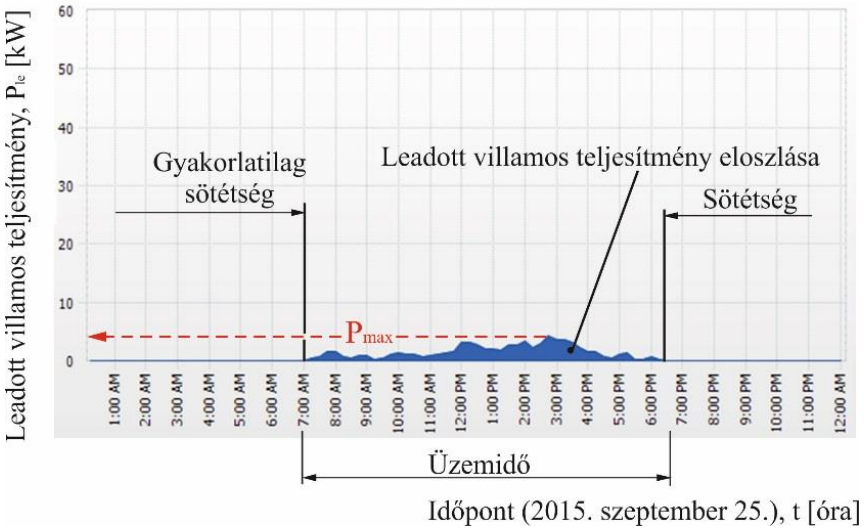
Vessünk egy pillantást a *11. ábrára*, amely a 2019. április 20-adikai leadott teljesítmény viszonyokat (ez is nagyon szép, természetes eloszlású) illusztrálja. Vajon melyik napon kaptuk a legnagyobb leadott teljesítményt?



11. ábra Teljesítmény adatok 2019. április 20-án

A válasz leolvasható a két ábrából az áprilisi hozam maximális értéke 48 kW, júniusban 40 kW volt (déli 12.30-kor). Tehát a napelemek hatásfoka függ a sugárzás intenzitásától és a panelek hőmérsékletétől).

Azonban vannak napelemes energiatermelésre nem igazán kedvező napok is, pl. 2015. szeptember 25. (*12. ábra*).



12. ábra A 2015. szeptember 25. teljesítmény eloszlás

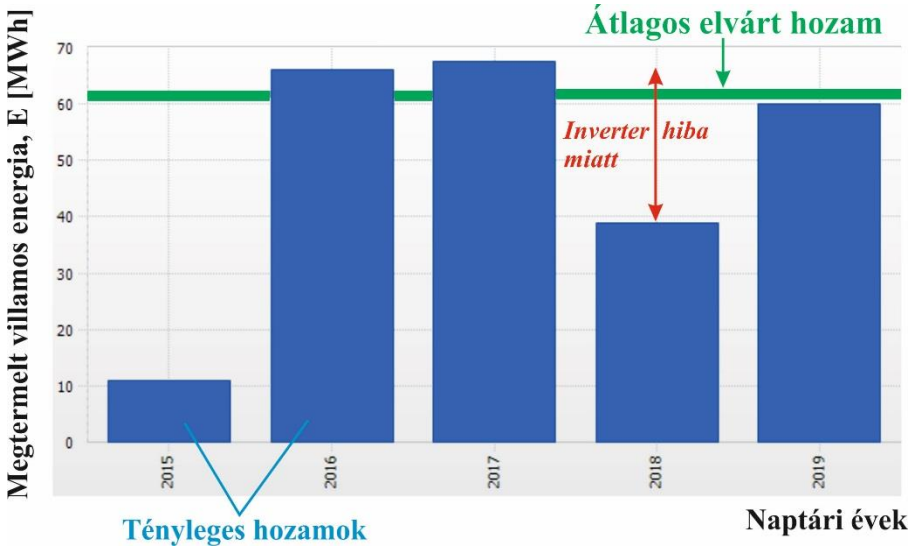
A *3. táblázat* a *10-11-12. ábrák* hozamait foglalja össze.

3. táblázat Három vizsgált nap energetikai elemzése

Időpont	**Leadott maximum teljesítmény [kW]**	**Üzemidő [óra]**	**Termelt energia [kWh]**
2015. 09. 25.	4	11,5	20
2019. 04. 20.	48	13,7	375
2019. 06. 28.	40	16,0	325

A *13. ábra* a napelemes házi erőmű eddigi összes megtermelt villamos energia adatait szolgáltatja, amelyből számolható a házi erőmű eddigi szén-dioxid szennyezés kibocsátás környezetvédelmi haszna is.

A napelemes rendszer elmúlt négy évének energetikai hozamai által megtermelt 1 kWh villamos energia előállítása mellett megtakarítható CO_2 kibocsátás 0,7 kg. A *13. ábra* adatait felhasználva a szén-dioxid mennyiségét meghatározhatjuk, az eredményeket a *4. táblázat* tartalmazza.



13. ábra A házi erőmű összes hozama

4. táblázat Megtermelt villamos energiából származó CO_2 kibocsátás csökkenése

Időintervallum	**Megtermelt villamos energia [MWh]**	**CO_2 kibocsátás csökkenése [tonna]**
2015. 09. 18 – 12. 31.	11,0	7,70
2016. 01. 01 – 12. 31.	66,0	46,20
2017. 01. 01 – 12. 31.	67,6	47,32
2018. 01. 01 – 12. 31.	38,7	27,10
2019. 01. 01 – 12. 06.	60,0	42,0
Összesen:	***243,3***	***170, 32***

5. Összefoglalás

A napjainkban alkalmazott napelemek döntő többsége kristályos szilíciumból készül, ezeknek a hatásfoka kb. 23%. A napelemekre általában 20-25 év a garancia, jellemzően 20-40 év az élettartamuk. A napenergia hasznosításában hosszabb távon számottevő növekedés várható.
A vizsgált kis házi erőmű oda-vissza táplálással az országos villamos hálózatra kapcsolt, vagyis túltermelés esetén képes a hálózatra visszatáplálni. Nem kedvező év-, napszak és meteorológiai

viszonyok esetén az Aranyponty Halászati Zrt. Rétimajori Telephelye villamos energiát vételez a hálózatból.
A gazdasági hozam mellett nem elhanyagolható a környezetvédelmi haszon. Azzal, hogy kevesebb fosszilis energiahordozót kell a hagyományos hőerőművekben elégetni. A légkör több mint 170,32 tonna szén-dioxiddal történő szennyezéstől mentesül. További globális haszon, hogy a vizsgált napelemes erőmű CO_2 kibocsátásának csökkentésével hozzájárul az ózonpajzs védelméhez. Azonban a napelemes villamos energiatermelés sem csodaszer a Föld hőháztartásának egyre kritikusabb felborulásában.

Végezetül néhány tény a napelemes rendszerek előnyeire és hátrányaira.
Napenergia hasznosítás előnyei:

- nincsen zaj kibocsátás,
- nincsen káros sugárzás,
- egyszerű működtetés és fenntartás,
- a napenergia megújuló energiaforrás, amíg a Nap létezik és hőmérsékleti sugárzása eléri Földünket,
- állandó forrás napsütötte 2100-2300 órával (nem állandó eloszlással),
- csökkenti a fosszilis energiaforrástól való függést,
- a fotovoltaikus napelemek árnyékban is termelnek a szórt sugárzás miatt,
- a napenergia felhasználás nem jár vízkibocsátással vagy légszennyezéssel,
- a technika fejlődésével a napelemek gyártási költsége csökken.

Mindezen előnyök mellett meg kell említenünk a lehetséges hátrányokat is:

- a napenergia időbeli eloszlása és intenzitása csak korlátozott mértékben tervezhető előre,
- a napsugárzás eloszlása szezonális (legnagyobb mennyiségben nyáron áll rendelkezésre),
- a napenergia hasznosítás beruházásigénye nagy, így összetett megterülési számításokat igényel úgy pénzügyi, mint környezetterhelési szempontból (a felhasznált anyagok, szerkezetek gyártása és szállítása, valamint a napelemek működési idejük lejárta utáni leszerelésből keletkező környezetszennyezést).

Hivatkozott irodalom

[1] Tóth A., Megújuló energiák, Miskolci Egyetem Földtudományi Kar, 2014.

[2] ekh.kvk.uni-obuda.hu/napelemek/17-napelemek-mukodese-es-alkalmazasa.html

[3] https://hu.wikipedia.org/wiki/Napelem

[4] A. Rauber: G04 előadás*, Napelem technológiák és jellemzőik, A fordítás a Soltrain projekt (4.1030/Z/02-067/2002 sz. EU Altener program) keretében, a SzIE Fizika és Folyamatirányítási Tanszék gondozásában készült, 1-2.

[5] Mayer M. J.: Napelemek termelés előrejelzésének pontosítása, Budapest, 2013, 3-8.

[6] W. Roth: G07 előadás, Fotovillamos energiaellátó rendszerek általános koncepciói, A fordítás a Soltrain projekt (4.1030/Z/02-067/2002 sz. EU Altener program) keretében, a SzIE Fizika és Folyamatirányítási Tanszék gondozásában készült.

[7] www.energiacentrum.com/energetika/napenergia-aktiv-passziv-hasznositasa/

[8] Buzás J.: Napenergiás melegvízkészítő és tároló rendszerek blokkorientált modellezése (doktori értekezés), Gödöllő 2009. 11-12.

[9] http://magyaridok.hu/gazdasag/ zoldul-visontai-ligniteromu-53334/

[10] https://en.wikipedia.org/wiki/Solar_power_in_Hungary

KLÍMATUDATOS FORMATERVEZŐI GONDOLKODÁS ALAPJAI

Papp-Vid Dóra
Óbudai Egyetem, Rejtő Sándor Könnyűipari és Környezetmérnöki Kar, Terméktervező Intézet, Budapest
pappvid.dora@rkk.uni-obuda.hu

A XXI. századi formatervezők a számos szerteágazó és összefonódó tudományág, tudományos kutatás eredményeit beépítve terveikbe vagy új technológiai fejlesztéseket létrehozva adhatnak többet fogyasztói társadalmunk tömegei számára, azonban nem szabad elfelejteni az évezredek óta a természet erejének kiszolgáltatott társadalmak építkezési, tárgyalkotási, öltözködési hagyományait sem. A természettel kiegyensúlyozott kapcsolatban élő, a természeti környezetüket tisztelő társadalmak tapasztalataiból meríthetünk, tudásukat érdemes újra értelmeznünk, elsajátítanunk.
A második évezred ismereteink, lehetőségeink határait a gondolkodó ember számára már-már beláthatatlan távlatokba helyezte. Ez a folyamat csak specializálódással valósulhatott meg, egyes részfeladatokban elmélyülve tudjuk felvenni a versenyt a fejlődés ütemével. Az egymásra rakódó tudásanyag hatását, a fejlődés irányát, tempóját érzékelve folyamatosan reagálunk, miközben az alapismeretek magasabb szintű elsajátítása, művelése, korunk kontextusában való újra értelmezése is része a komplex folyamatnak. Törvényszerű, hogy a szakmák által határolt világunkat alaposabban megismerve eljutunk a lét alapkérdéseihez is.
A természet a legváltozatosabb módokon képes biztosítani az élet fennmaradását, folyamatosan alkalmazkodva a körülményekhez.
Az ember, noha kiszakadt a természet harmonikus rendszeréből, fizikai felépítését, a földi élet feltételeihez való alkalmazkodását tekintve jellemzően az állatvilág, közelebbről a főemlősöknél kialakult védelmi megoldásokat alkalmazza. Doktori értekezésemben textil- és öltözéktervező iparművészként a ruházat védelmi funkciójának alaposabb kialakításához tanulmányoztam az emberi szervezet védekezési mechanizmusait, amelyről itt csak néhány szóban írok. A védekezés területén legfontosabb a hőszabályozás, az a képesség, amellyel egy élőlény bizonyos határok között fenntartja a testhőmérsékletét a környezeti hőmérséklet változása ellenére. Ez a működés a homeosztázis egyik területe: egy dinamikus stabil állapot az élőlény belső környezete és a külső környezet között.
Azt a jelenséget, amikor a test képtelen egy állandó testhőmérséklet fenntartására, és az jelentősen a normális érték fölé emelkedik hipertermiának nevezik. Ennek ellentéte a testhő normális érték alá történő csökkenése, a hipotermia.
Amíg egy élőlény úgy hőszabályoz, hogy a maghőmérsékletét egy bizonyos határon belül tartja, azaz termokonform, addig alá van rendelve azoknak a testhőmérsékleti változásoknak, amelyeket a testén kívüli hőmérsékletváltozások okoznak. A természetből ellesett megoldásokat a fejlesztőmérnökök és formatervezők egyaránt beépítik fejlesztéseikbe. Az öltözéktervezés terén a testet melegen tartó funkciók, mint például a PCM kapszulák alkalmazása több évtizede jól működik. A következőkben néhány cikk áttekintését javaslom a klímavátozáshoz és az ehhez kötődő tervezői szemléletváltáshoz kapcsolódva.

1. ábra Az ecologicStudio a HORTUS segítségével kiber algák termesztését vizsgálja

A megnövekedett szén-dioxid kibocsátás 1800-as évek végétől aggodalmat keltett az erre érzékeny gondolkodók körében. Már 1895-ben az ipari tevékenység egyre aktívabbá válása miatt Svante Arrhenius svéd vegyészmérnök tudományos cikket jelentetett meg, „On the Influence of Carbonic Acid int he Air Upon the Temperature of the Ground" címmel, amelyben az ipari tevékenységek miatti széndioxid kibocsátás a Föld felszínét melegítő hatásáról írt, azonban néhány tengerbiológus megnyugtató közleményt adott ki, amely szerint az óceánok képesek elnyelni a szén-dioxid jelentős mennyiségét.
Neumann János számítógépes időjárási adatfeldolgozó rendszert fejlesztett ki, mely a világszerte rendszerbe szerveződő meteorológiai központok hatékonyságát javította. Neumann felismerte, hogy az emberi technológia képes a természeti erőkkel azonos léptékű természeti folyamatok beindítására. Az elkövetkező évtizedekben több ízben is figyelmeztettek a tudósok a károsanyag-kibocsátások veszélyeire, egy 1955-ben „Can We Survive Technology" címmel megjelentetett cikk sokak figyelmét felkeltette. Roger Revelle vezető óceánkutató a széndioxid légköri tartalmának 1895 óta megnőtt mennyiségét párhuzamba állította a hőmérséklet emelkedéssel, Hans Suess az óceánok vizének izotópos vizsgálata során Revelle aggodalmait igazolta: az óceánok mégsem képesek elnyelni a kibocsátott szén-dioxid többletet. Szakmai nyilvánosság elé tárták eredményeiket, majd kutató csoportjukkal hosszútávú mérési programot indíthattak el.
A környezet tudatosabb megfigyelése, a vizsgálati módszerek bővülése, az eredmények rendszerbe foglalása, az országok közötti együttműködés kialakítása egyre több és pontosabb adatot eredményezett, miközben az emberi tevékenység által befolyásolt változások is további támpontokat adtak a kutatások során. Az Éghajlatváltozás Kormányközi Testülete (IPCC) folyamatosan készíti jelentéseit. 2014-ben a nyilvánosságra hozott klímajelentésben Hargitai Miklós és Ötvös Zoltán „Legijesztőbb IPCC klímajelentésről" címmel jelentettek meg cikket, amelyből néhány gondolatot kiemelek:
„Gyakorlatilag bizonyos, hogy létezik a globális felmelegedés, és az is, hogy a jelenséget nagy részt az emberi tevékenység okozza – a dokumentumot előzetesen megszerző The New York Times szerint ezt tartalmazza az ENSZ Éghajlat-változási Kormányközi Testületének (IPCC) végleges formájában 2013. szeptemberében megjelenő értékelő jelentése.
Az IPCC1990 óta négy-öt évente publikálja a globális klímafolyamatokról szóló jelentéseit, ám a 2014-es az első alkalom, amikor a szervezet munkájában a politikai megfontolásokat háttérbe szorították a tudományos tények. (A testület létrehozásának közvetlen előzménye

egy 1988-ban máltai kezdeményezésre elfogadott ENSZ-határozat volt, amelyben a tagállamok aggodalmukat fejezték ki a globális felmelegedés egyre látványosabb jelei és a fennálló társadalmi-gazdasági viszonyokat fenyegető hatásai miatt.).
A tudomány számára az ezredfordulón világossá vált a felmelegedés ténye, valamint antropogén eredete – az eddig megfigyelt változások nagy részben az emberi tevékenységnek róhatók fel: "95 százalékos bizonyossággal kijelenthető, hogy a földi átlaghőmérséklet emelkedését az elmúlt évtizedekben „több mint felerészben" az emberi tevékenység okozza, és ha a jelenlegi tendenciák változatlanul folytatódnak, a közvetlen következmény a világtengerek átlagvízszintjének 1 métert közelítő emelkedése is lehet, ami önmagában is tömegkatasztrófákat okoz. (Érdemes megjegyezni, hogy a szinte teljes egészében a felmelegedés jegyében telt XX. század folyamán a tengerszint alig 20 centiméterrel nőtt, és 25 centiméternél nagyobb további emelkedést hivatalosan eddig senki sem valószínűsített – továbbá azt is, hogy az említett 95 százalékos valószínűség a legutóbbi jelentés idején 90, 2001-ben pedig 66 százalék volt)".
"További tény, hogy a légkör szén-dioxid-koncentrációjának növekedésével egyenesen arányos az átlaghőmérséklet emelkedése, a két mennyiség között lineáris kapcsolat van, és a klímafolyamatokat a légköri szén-dioxid mennyiségének csökkentésével könnyen vissza lehet fordítani –, és komolyan számolnak vele, hogy a felmelegedés egy kritikus ponton elszakadhat az üvegházgáz-koncentrációtól, illetve ellenőrizhetetlenné válhat. A tudósok szerint a Föld légkörének szén-dioxid-tartalma az ipari forradalom óta 41 százalékkal nőtt, és a mai érték duplázódására még akkor is komoly esély van, ha valamilyen csoda folytán sikerül világszintű kibocsátás-csökkentést végrehajtani a következő években. A kétszeres szén-dioxid-szint pedig már szinte a teljes szárazföldi jégtakaró elolvadásával, eddig elképzelhetetlen forróságú hőhullámokkal és az élelmiszer-termelést komolyan veszélyeztető éghajlattal jár majd."
A szervezet összefoglaló megállapításait több ezer szakember közreműködésével hozza meg, ők összesítik, értékelik a tudományos szakirodalomban már megjelent kutatási eredményeket. Az új jelentésből a korábbiaknál is egyértelműbben kiderül, hogy még több jel mutatja a földi környezet állapotának alapvető változását: emelkedik a légkörben a szén-dioxid mennyisége, és a felszíni átlaghőmérséklet most már 0,8 Celsius-fokkal haladja meg az iparosodás korszaka előtti szintet. Megszaporodtak az extrém környezeti jelenségek (mindenekelőtt a hőhullámok), fokozódott a gleccserek olvadása, tovább emelkedett a tengerszint.
A továbbfejlesztett klímamodellek legfontosabb üzenete, hogy ha nem történik semmi – nem csökken az üvegházhatású gázok kibocsátásának, az erdők irtásának üteme –, akkor elkerülhetetlen a felszín átlagos hőmérsékletének két Celsius-fokot meghaladó emelkedése.
"Dohában tartott klímakonferencián az Európai Unió huszonhét tagállama és néhány, a globális klímavédelmet fontosnak tartó ország a kiotói jegyzőkönyv 2020-ig tartó folytatása mellett foglalt állást." Az ENSZ Éghajlat-változási Kormányközi Testülete (IPCC) összefoglalóját 2014. szeptember 26-án véglegesítették egy stockholmi konferencián. A jelentés első kötete az éghajlatváltozás környezetfizikai jellemzőit foglalja össze. A Reuters hírügynökség által megszerzett dokumentum szerint legalább 95 százalék a valószínűsége annak, hogy a melegedést a szén, a kőolaj és a földgáz nagyarányú felhasználása okozza.
A jelentés 2007-es változata még 90 százalékos valószínűségről beszélt, sőt 2001-ben még 66, az 1995-ös jelentésben pedig valamivel több mint 50 százalékos valószínűség szerepelt. Ez azt jelenti, hogy a klímakutatók nagy többsége meggyőződött arról, hogy nem az éghajlat természetes változékonysága miatt nő a Föld átlaghőmérséklete. Jelenleg a felmelegedés mértékéről, üteméről és a valószínű hatásokról folyik a tudományos vita."
„A globális átlaghőmérséklet eddig 0,8 Celsius-fokkal nőtt az ipari forradalom kezdetétől. Az új jelentés arra is kitér, hogy miért lassult valamelyest a felmelegedés 1998 óta annak ellenére, hogy évről évre egyre több üvegházhatású gáz kerül a légkörbe. A tervezet szerint

ezért nagyjából egyenlő mértékben felelősek az éghajlat természetes változatossága és a földfelszínt elérő napsugárzás mennyiségét befolyásoló tényezők."
Az utóbbi években több vulkáni hamu került a levegőbe, ami visszaveri a napfényt; a viszonylag csendes naptevékenység miatt kevesebb hősugárzás éri a Földet; az óceánok mélyebb rétegei több hőt nyelnek el, mint amire számítottak a kutatók. Az sem kizárt, hogy a földi klíma összességében kevésbé érzékeny a szén-dioxid felhalmozódására. „Összeadódnak az egyenként nem annyira jelentős tényezők" – mondta a Reutersnek Gabriele Hegerl, az Edinburghi Egyetem klímakutatója.
A lassulás ellenére most ötezerszer gyorsabb ütemben melegszik a klíma ahhoz képest, ahogyan a leggyorsabb természetes változás végbement a Föld története során.
A jelentés következtetése szerint nagy a kockázata annak, hogy átlagosan több mint 2 fokkal lesz melegebb a XXI. század vége a XIX. század végéhez képest. A 2 fokos növekedés az az érték, amely alatt viszonylag kezelhetőek maradnának a klímaváltozás következményei.
„Az óceánok elsavasodása egy évszázad alatt mélyrehatóan megváltoztathatja a tengervizek élővilágát – mutatta ki egy új német tanulmány.
Az óceánok elsavasodásának oka a légkörbe kerülő szén-dioxid növekvő mennyisége, amelynek egynegyedét az óceánok nyelik el. A vízben a szén-dioxid szénsavvá válik. Ettől a víz pH-értéke csökken, a víz savasabb lesz. Szakértői becslések szerint 2050-re az ipari forradalom előtti értékhez képest 0,26 egységgel is süllyedhet a pH-érték. Az évszázad végéig pedig 0,4-0,5 egységgel csökkenhet aszerint, hogyan változik világszerte a szén-dioxid-kibocsátás." A bremenhaveni Alfred Wegener Sarkkör- és Tengerkutató Intézet (AWI) tudósainak a Nature Climate Change című szaklapban megjelent tanulmánya szerint hosszú távon alapvetően megváltozik a tengerek élővilága.
Az elmúlt években a kutatók már utaltak arra, hogy a változás hatással lesz a vízi ökoszisztémára, és egyes fajok már reagáltak is rá. A veszély mértékét azonban eddig nem kutatták alaposan. Astrid Wittmann és Hans-Otto Pörtner 167 tudományos kutatás adatait elemezte, melyekben összesen 153 állatfajt figyeltek meg.
„Azt vizsgáltuk, hogy a szén-dioxid magasabb koncentrációja mellett hogyan változik anyagcseréjük, növekedésük, viselkedésük, illetve a mészképződés" – magyarázta Pörtner.
Az elemzés azt mutatta ki, hogy a gerinctelenek közül elsősorban a korallokat, a puhatestűeket, a tüskésbőrűeket, például a tengeri csillagot és a tengeri sünt veszélyezteti a savasodás. A rákok, úgy tűnik, ellenállóbbak.
Az állatok különböző csoportjai eltérően reagáltak a körülmények változására, mivel a kutatók szerint testfunkcióik alapvetően másképp működnek. A halak vére például közömbösíti a csökkenő pH-értéket, ám a koralloknál nem léteznek ilyen mechanizmusok. A kutatókat meglepte, milyen könnyen viselik a halak a savasodást. A kutatás kimutatta, hogy csak a hallárvák érzékenyek az alacsonyabb pH-értékre. A tudósok ezután összehasonlították adataikat a 250 millió, illetve az 55 millió évvel ezelőtti tömeges fajpusztulással. Akkoriban ugyanilyen magas volt a szén-dioxid koncentrációja, a korallok száma drasztikusan csökkent, ellenben a halak ügyesen tudtak alkalmazkodni." Az energiatermelés, ipar és a közlekedés különféle légszennyező anyagokat termel. A savas esők, melyet kén- és nitrogén-oxidok okoznak, nemcsak a talajpusztulást és a tavak savasodását okozzák, hanem gazdasági károkat is, mivel a szabadban használt fémek gyorsabban korrodálódnak. Az épületekre is negatívan hat a levegő káros anyag tartalma, hatással van, különösen mészkő vagy márvány felületekre. Számos kísérletet végeztek a légszennyezés csökkentéséért: a veszélyeztetett területeken levegő szennyezettségi monitoring rendszereket állítottak fel. Nemzetközi együttműködés számos egyezményhez, megállapodáshoz vezetett, amelyek segítenek a levegőminőség globális javításában.

Káros sugárzások rövid áttekintése
Civilizált világunkban az emberiség ma már az egyre intenzívebb környezeti hatások mellett folyamatosan növekvő „elektromágneses ködben” éli életét. Környezetünket a sugárzások területén alapvetően természetes sugárzási viszonyok, valamint egyre növekvő mértékben az emberiség által keltett mesterséges sugárzások alkotják, amelyek ionizáló, vagy nem ionizáló hatásúak lehetnek.

Az elektroszmog
Az elektroszmog egy gyűjtőfogalom, mely vonatkozik mindazon nem radioaktív mesterséges sugárzásokra, elektromágneses terekre, egymással kölcsönhatásban álló elektromos és mágneses felületekre, ezek által gerjesztett elektromos és mágneses térerősségekre, indukciókra, teljesítmény sűrűségekre, melyek a környezetre ártalmasak. A különböző elektromos hálózatok, háztartási gépek vagy például a mobiltelefon által kibocsátott sugárzás tartozik ebbe a fogalomkörbe.
„Az elektromágneses sugárzásoknak a 0-300 GHz közötti tartománya az elektroszmog.”
A kommunikáció, a hírközlés dinamikus fejlődése, a nagy frekvenciás sugárzás hőhatását kihasználó berendezések elterjedése folyamatosan növeli a káros elektromágneses sugárzás mennyiségét és a vele járó kockázatot.

Fizikai tényezőik alapján az elektromágnesesség öt típusát különböztetjük meg:
- VLF= Nagyon Alacsony Frekvenciás mágneses tér [tipikusan 50/60 Hz] [VLF-elektroszmog]
- EMF= Extrém Alacsony Frekvenciás mágneses tér [ELF-elektroszmog]
- E= Változó elektromos tér [VLF-E-elektroszmog]
- RF-P (SBM-2008) = Pulzáló nagyfrekvenciás sugárzás [RF-P-elektroszmog]
- RF-NP (SBM-2003) = Analóg nagyfrekvenciás sugárzás [RF-NP-elektroszmog].

Magyarországon a 63/2004. EszCsM rend. törvényi előírás elektromos térerősség határértéke 5000 V/m az 50 Hz frekvencián. Ez az érték az EU több országában is szigorúbb, általában az 50 V/m-es térerősséget már extrém hatásként definiálják, ezért javasolják a 10 V/m alatti értékek elérését.
Az elektroszmog hatása alvás alatt a legkárosabb. Alvás közben a melatonin szintje megnövekszik a szervezetünkben. A keringés sejtjeinkbe juttatja, ahol tisztító hatást fejt ki: hatékonyan eljár a szabadgyökök eltávolításában.
Védelem az elektromágneses sugárzás ellen: épületek esetében a vasbeton falak, födémek árnyékolnak a leghatékonyabban. Utólagos védekezés megvalósítható úgynevezett felületi árnyékolással, fémtartalmú, erre a célra kifejlesztett különleges bel-, illetve kültéri festékkel, illetve árnyékoló fóliával az üvegfelületeken.
Egyéb megoldást jelenthet a térbe függesztett árnyékolás, ami lokálisan véd a sugárzás ellen.
Az épület elektromos hálózatának sugárzása is káros, megoldás lehet az úgynevezett feszültség mentesítő automata kapcsoló beiktatása a lakóterek áramkörébe, amely éjszaka lekapcsolja a szoba elektromos áram ellátását.
Elektromos szennyezettség méréseket magam is végeztem „EMF FIELD TESTER 822” készülékkel.
Vizsgált területek:
1. otthoni környezet - háztartási elektromos berendezések használat közben
2. Budapest XII. és XIII. kerület
3. Dél- Duna parti szabad terület.

Tapasztalatok
Lakáson belül legmagasabb (a műszer méréshatárát meghaladó) értékeket a villanyóra, illetve transzformátort igénylő műszaki cikkek közvetlen közelében mértem. Megjegyzendő, hogy ezek a készülékek „stand by” állapotban is viszonylag intenzíven sugároznak a műszer szerint.
Ellenőrizhető volt az az ismert tény is, hogy a mobiltelefon által gerjesztett sugárzás mértéke lényegesen magasabb a hívás kezdeményezésekor vagy a bejövő hívás első néhány másodpercében, mint később, a beszélgetés során.
Épületen kívül minimális értékeket mutatott a műszer, várakozásommal ellentétben nem volt érzékelhető jelentős eltérés sem városon belül, sem a város és a gyéren lakott, mezőgazdasági hasznosítású területek között. Magasabb értékeket csak a nagyfeszültségű vezetékek közvetlen környezetében észleltem.
Megjegyzendő, hogy az „EMF FIELD TESTER 822” nem professzionális készülék, a sugárzás frekvenciáját nem méri, csak az intenzitását, a mért adatok is inkább csak a nagyságrendeket érzékeltetik.

Az ultraviola (UV) sugárzás
Az ultraviola-sugárzás felfedezése Johann Wilhelm Ritter német fizikus nevéhez fűződik. A napfény sötétítő hatásának sebességét mérte a különböző színtartományokban. Papírcsíkokat ezüst kloriddal vont be, és ezeket egy elsötétített szobában egymás alá helyezte a falon, hogy megfigyelhesse a fény különböző színtartományainak hatását. Azt tapasztalta, hogy a vörös fény alig sötétítette meg a papírt, míg az ibolya fény felé haladva a sötétedés sebessége egyre nagyobb volt. Az ibolya fény fölé egy újabb papírcsíkot helyezett és ez a papír sötétedett el a leggyorsabban, annak ellenére, hogy nem érte látható fény. Ezeket a nem látható sugarakat "deoxidáló sugaraknak" nevezte el, megkülönböztetve a hősugaraktól és kihangsúlyozva kémiai reakció képességüket.
UV sugarak tudományos felosztása:

- közeli UV (380–200 nm, rövidítve: NUV)
- UV-A (400–315 nm), más néven hosszúhullámú vagy "blacklight" - legmagasabb skála: 10
- UV-B (315–280 nm), más néven középhullámú - legmagasabb skála: 8
- UV-C (<280 nm), más néven rövidhullámú vagy "germicid" legmagasabb skála: 6
- távoli vagy vákuum UV (200–10 nm, rövidítve: FUV v. VUV)
- extrém UV (1–31 nm; rövidítve: EUV vagy XUV).

Az ultraviola sugárzás növekedésének elsődleges oka
A Földünket körülvevő, az ultraviola-sugárzás szempontjából legjelentősebb légréteg a sztratoszféra, amely 10-50 km magasságban található. Ebben a szférában helyezkedik el az ózonréteg, amely kiszűri az élővilágra ártalmas ultraviola-sugárzást. A védelmet biztosító magaslégköri ózonréteg elvékonyodását elsősorban a CFC (klór-fluor-karbon) vegyületek kibocsátása okozza. Ezek a vegyület csoportok a műanyagok habosító anyagai, az oldószerek, orvosi sterilizáló, a hűtõ közegként régebben használt anyagok és a különböző hajtógázok.

Az ultraviola-sugárzás elsődleges hatásai
1. UV-A (315-400 nm): jótékony hatású az emberi szervezetre, elősegíti a csontképződést és a bőrbe hatolva fontos vitaminokat juttat szervezetünkbe. Ugyanakkor a többi ultraviola-sugárzáshoz hasonlóan károsítja a kollagénrostokat, roncsolja a bőrben lévő A vitamint. Korábban kevésbé tartották veszélyesnek, közvetve azonban erőteljesen károsító hatású.

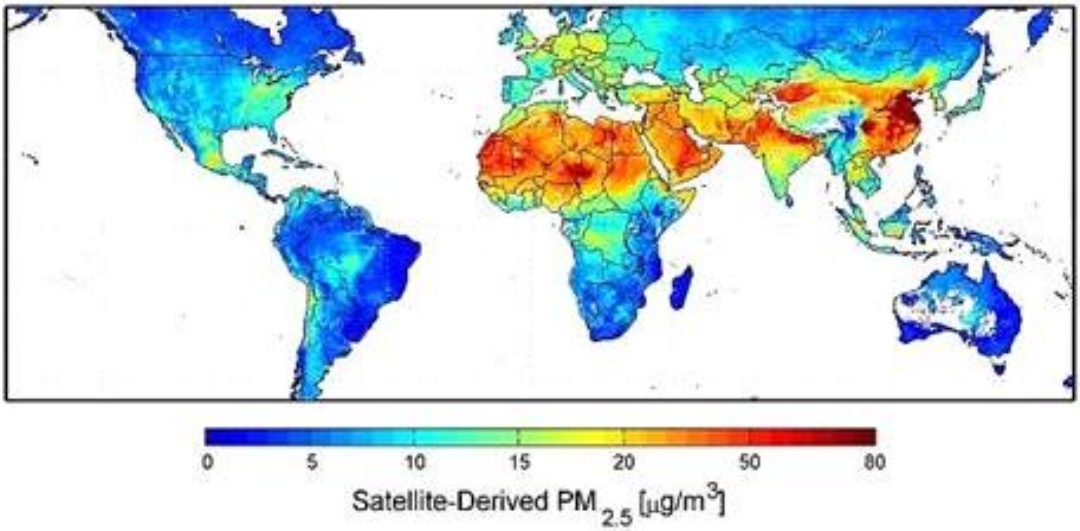
2. UV-B (280-315 nm): normális esetben elnyeli a Föld ózonrétege. Közvetlenül károsítja a DNS-t, így bőrünket, szervezetünk első védelmi vonalát és a szemet is károsíthatja.

3. UV-C (200-280 nm): teljesen elnyeli a földi légkör, csak az űrbe kilépők számára kell az UV-C-sugárzás ellen védelmet biztosítani.

Az ultraviola sugárzás elleni védekezés
A magaslégköri ózonréteg védelméről az ipari nagyhatalmak 1985-ben aláírták a Montreali Jegyzőkönyv néven ismert egyezményt, amelyhez Magyarország 1989-ben csatlakozott.
Az aláíró országok vállalták az ózonréteget károsító anyagok kibocsátásának csökkentését. A csökkentést anyagcsoporttól függően 10-15 év alatt – a kibocsátás teljes megszüntetéséig – az egyezményben megadott ütemezés szerint végzik el.
A káros hatású ultraviola sugárzás ellen – különböző mértékben – védelmet nyújthatnak új fejlesztésű textilek, öltözetek is, amelyekről a II. fejezetben írok részletesebben.

A légszennyezés
Földünk légkörének sérülése, a légszennyezettség már közismert mértéke különböző hatások együttesének eredménye. Az ipari fejlődés kezdete óta a szén-dioxid túlzott jelenléte, annak káros következményei okozzák a legnagyobb gondot.
Az 5,3 millió éve kezdődött és 2,5 millió évvel ezelőtt véget ért pliocén korban fordult elő legutóbb, hogy a légkör szén-dioxid tartalma 400 ppm felett volt, akkoriban azonban a Föld éghajlata jóval melegebb volt a mostaninál. (A ppm arányszám a keresett komponens egymillió egységre jutó részecskeszámát mutatja, azaz részecske per millió.)
A Kaliforniai Egyetem által működtetett hawaii Mauna Loa Atmoszférakutató Obszervatórium kutatói szerint a légkör szén-dioxid tartalma 2014. május közepére érte el a 400 ppm-et az északi féltéke felett. Az obszervatórium 3400 méteren, ipari övezetektől távol fekszik, az ott végzett mérések sztenderdnek számítanak a légkörkutatásban. A szén-dioxid értékek rendszerint tavasszal a legmagasabbak.
Az északi féltekén – az alaszkai Barrow meteorológiai állomásán – 2012. májusban mértek először havi átlagban 400 ppm feletti szén-dioxid tartalmat. A magas értéket Barrow mellett hat másik állomáson is észlelték a sarkkörön, többek közt Kanadában, Izlandon, Norvégiában és Finnországban, de csak az alaszkai helyszínen volt egy hónapnál hosszabb ideig tapasztalható. Egy év múltán már az északi féltéke nagy része felett ilyen magas a légkör szén-dioxid tartalma, szakemberek szerint leghamarabb egy-két, legkésőbb három éven belül a Föld teljes légkörében ilyen értéket mérnek majd. Bár tudósok szerint a 400 ppm-es arány nem jelent tragédiát, a Természetvédelmi Világalap hangsúlyozta, hogy kritikus pontról van szó. A WWF szerint a fenntartható és tiszta energiaforrásokra való áttérés egyre sürgetőbbé válik.

Az elmúlt 40 év kutatásai alapján egyértelműen az emberi tevékenység felelős azért, hogy növekszik a légkör szén-dioxid szintje – hangoztatta a szervezet, amely szerint az éghajlatváltozást okozó károsanyag-kibocsátás nagyrészt az energiatermeléshez, legfőképpen a fosszilis tüzelőanyagok elégetéséhez köthető. Ha a káros anyagok légköri koncentrációja tovább emelkedik, akkor a most kiugróan magasnak számító hőmérsékletek válnak mindennapossá, ami ma még szélsőség, az megszokottá válhat – jósolta közleményében a WWF. A Föld légkörének szén-dioxid-tartalma hozzávetőleg 280 ppm volt az ipari forradalom előtt, a mérések 1958-as kezdetekor azonban már 316. Az immár háromszáz éve tartó növekedés üteme az elmúlt évtizedekben jelentősen felgyorsult. Miközben az 1960-as években még évi 0,7 ppm volt a növekedési ütem, tavalyra ez már évi 2 ppm-re emelkedett. A légkör szén-dioxid tartalmának növekedése tehető felelőssé az üvegházhatásért, a szén-dioxid ugyanis egyfajta hőszigetelő rétegként akadályozza meg a napsugárzás által okozott meleg kijutását a világűrbe.



2. ábra Légszennyezettségi térkép (Fotó: NASA/Dalhousie)

Globális levegőszennyezettség térkép

A NASA és kanadai tudósok, Aaron van Donkelaar and Randall Martin a Dalhousie Egyetemről (Halifax, Nova Scotia), elkészítettek egy levegőszennyezettség térképet a levegő molekula szintű vizsgálata alapján (*2. ábra*).
A levegőben lévő porszemcsék általában 2,5 mikrométernél is kisebbek, az emberi hajszál tizedrészei. Ez a por könnyedén átjut az emberi szervezet védőfalain és mélyen beágyazódnak tüdőbe és véráramba. Felmérések szerint a levegő minősége kelet Kínában a legrosszabb. A kínai kormány ezen a területen bezáratta a 2000 legszennyezőbb gyárat és bányát, a levegő szennyezettségének mértéke azonban tovább romlott – állítja a The Wall Street Journal.

A NASA /Dalhousie térképe szerint a legszennyezettebb térség Európában az olaszországi Po medence, de Lengyelország, Németország, Csehország, Magyarország, dél-Románia, dél-Bulgária, Belgium, Hollandia, észak-kelet Franciaország és délkelet Anglia levegője is nagyon szennyezett. A környezetvédelem fontosságágának felismerése csak ez elmúlt 10-15 évben hozott látványosabb eredményeket.
A szén-dioxid kibocsátásának mértékét nemzetközi szervezetek megállapodása alapján kvóták szabályozzák. A környezetet kevésbé szennyező országok kvótájukat értékesíthetik, így az intenzív ipari tevékenységet folytató országok tovább fokozhatják károsanyag-kibocsátásukat. Vannak azonban olyan területek, melyek kevesebb figyelmet kapnak a szén-dioxid szennyezés elleni küzdelemben, ilyen például a repülőgépek károsanyag kibocsátásának kérdése. A Manchester Egyetem kifejlesztett egy szoftvert, amelynek segítségével meghatározható egy repülőgép széndioxid kibocsátása. A szoftver fejlesztője Dr. Antonio Filippone szerint a légiipar által közölt széndioxid kibocsátási adatok messze állnak a valóságtól. Egyes tőzsdék a széndioxid kibocsátást is úgy adják-veszik, mint valamilyen közönséges terméket. A légitársaságok is elkezdték felismerni, hogy a széndioxid kereskedelemmel versenyképesebbek lehetnek. „Ha a kibocsátás számításához egy pontos számítás elérhető lenne, az az egész iparágat átláthatóbbá tenné.”[5] - nyilatkozta a professzor.

2011. novemberében a HITA szervezésében nemzetközi tudományos konferencián vettem részt Berlinben, ahol német, dán, finn, norvég résztvevőkön kívül megismerhettem néhány

hazai tudományos kutatással, fejlesztéssel foglalkozó (például légszennyezéssel, elektromágneses térrel, kvantumfizikával stb.) kutató mérnököt, akik nagy mértékben hozzájárultak tervezői gondolkodásom alakításához. Meghatározó találkozást jelentett továbbá a Greenfortune zöld falak készítésével foglalkozó dán cég magyarországi képviselete, a későbbiekben mind saját, mind hallgatóim munkáihoz szakmai segítséget nyújtottak. A növényekkel beborított falak elengedhetetlenül jó megoldásnak tűnnek XXI. századi hétköznapjaink ideálisabb mikrokörnyezetének kialakításához.
A természettel szoros, harmonikus kapcsolatban élt az emberiség évezredeken át – csak annyit vett el a természet kínálta forrásokból, ami minimális szinten létfenntartásához elengedhetetlen volt – a sivatagi, nomád és más izoláltan élő természeti népek nagy része ma is így él – cserébe pedig pótolta a kölcsönvett javakat. Ezt a szemléletmódot kell újra elsajátítania mai korunk fejlett társadalmainak. A nemzetközi és hazai design területén számos innovatív anyag használatával új irányok, egészségesebb, környezetünket kevésbé károsító megoldás születik.
Ezekről az innovációkról további publikációimban írok.

ÖKO-DESIGN TEMATIKÁK A DIVATTERMÉK MENEDZSMENT, A RUHÁZATI FORMATERVEZÉS ÉS TEXTILTERVEZÉS OKTATÁSBAN

Csanák Edit
Óbudai Egyetem, Rejtő Sándor Könnyűipari és Környezetmérnöki Kar, Terméktervező Intézet, Budapest
csanak.edit@rkk.uni-obuda.hu

Absztrakt
Az ökotudatos szemléletmód kialakítása alaptétel a korszerű divat- és textiltervezés oktatásában. A fenntarthatóságra való tudatos törekvés, mint mára minden kreatív iparágba integráltan beépült szemléletmód, egyben a divattermék gyártás és menedzsment alapelve is. Környezetbarát divatmárkák és „zöld kollekciók" naponta születnek, s az elemzők azt jósolják, hogy a textil és ruházat környezettudatos gyártásának trendje, a klímaváltozással összefüggésben, tovább erősödik majd. A fogyasztói kultúrában nevelkedett Z generáció textil- és öltözéktervezés iránt fogékony, környezettudatos tagjainak érdeklődése is egyre inkább e generáció konkrét igényére és látásmódjára szabott, attraktív tartalmakat felvonultató és izgalmas kérdéseket feszegető, öko-tematikus képzések és tréningek felé irányul. Az oktatási csomagok tartalmát vonzó, jól szerkesztett, átlátható struktúrájú honlapok kínálják a digitális bennszülötteknek, jól felkészülten az Alfa generáció ostromára.
A cikkben bemutatatott, nemzetközileg elismert oktatási intézmények sikeres képzései, valamint az elemzett szak-, modul- és kurzus-példák az oktatásfejlesztés egyik lehetséges irányát, vagyis az öko-design tematikákra koncentrált divat- és textiltervező képzésekben rejlő potenciálokat mutatják be.

Kulcsszavak: *öko-design, fenntartható divat, oktatási tematika*

Zölddé válni

A „zölddé válás" alatt a gondolkodás, az életszemlélet és életmód, valamint a fogyasztási szokások megváltoztatásának folyamatát, és környezettudatos megközelítését tekintjük. E felelősségteljes döntések meghozatalában megnyilvánuló magatartás a termékek hosszan tartó használata, újra felhasználása, illetve minden lehetséges módon megvalósított újra hasznosítása mellett foglal állást a fogyasztás környezetre gyakorolt hatásának csökkentése érdekében. A tudatos döntések hosszútávon segítik a föld megújuló erőforrásainak védelmét, azok folyamatos kiaknázása helyett azok megóvását helyezve előtérbe.
E szemléletet a Divat, mint a bármely paradigmát asszimilálni, és látványosan megnyilvánítani képes jelenség, szinte azonnal magáévá tette. A divatszakmán belül tapasztalható, elvi-szakmai-gazdasági feszültségből kibontakozó, etikai és környezetvédő mozgalmak, három évtizedes munkálkodás eredményeként, új szegmenst hoztak létre a divatpiacon: az öko-design textil- és divattermékek vagy, ahogy gyakrabban hallani – a *fenntartható divat* szegmensét. Mindez, egyben, új munkahelyeket, erőviszonyokat és érdekeket is teremtett, amelyek megnyilvánultak az oktatásban is. A fogyasztói társadalom multikulturális Networkjében nevelkedett, öntudatos millenial dizájner-jelölteket, akiknek a vásárlási döntéseit a józan ész diktálta, gyors elhatározások mellett leginkább környezettudatosság vezérli, a divat világa is már ezen gazdasági tények és összefüggések keresztmetszetében érdekli csak. Az Y, és a szárnyait bontogató Alfa generáció elhivatott a bolygó jövője iránt. Így mi sem természetesebb, mint hogy a kultúra közismerten leglátványosabb formája, a divat is, csak annak – ha névlegesen is, de fenntartható formájában érdekli. A divat fenntarthatóságának trendje nem új jelenség: a *„zöld az új fekete"* (Green is the new black!) trend a 1990-es évek végétől kezdett

látványosan körvonalazódni a divatban, majd a 2010-es évekre markáns trend lett. [1] Érthető, hogy szinte párhuzamosan gyökeret vertek a koncepciózus oktatási modulok és speciális képzések is, így elmondható, hogy a fenntartható divat oktatása összességében mintegy 2 évtizedes múltra tekint visszatekintő, relatíve fiatal diszciplínának számít a divat- és textiltervezés oktatásban.

Fenntarthatóság a textil- és a divatiparban

A fenntartható divat azon folyamatokra vonatkozik, amelyek során a divattermékeket felelősségteljesen tervezik és gyártják, figyelembe véve a ruházat környezeti és társadalmi hatásait. A textil- és divatiparban a fenntarthatóság trendjeként, az ipar környezeti lábnyomának hosszú távú csökkentését célozza meg, a környezetvédelem és a társadalmi felelősségvállalás terén tett kezdeményezések által, illetve ezek támogatásával. Mint olyan mozgalom és folyamat, amely az iparnak minden szintjén elősegíti a változásokat, így elősegíti a textiltermelés és a divatipar teljes rendszerének átalakítását is a jelentős környezeti integritás és társadalmi igazságosság felé. Ebben a megközelítésben az áruk előállításának társadalmi, kulturális, ökológiai és pénzügyi aspektusait holisztikus megközelítésben kezelendők, figyelembe véve az áruk előállításának körülményeit, s a textil- és ruházati termékek teljes életciklusuk során a környezetre gyakorolt környezeti lábnyomát.

A textilipar a fogyasztási cikkek gyártásának egyik leg régebbi ágazata. A textilipar változatos és heterogén ágazat, amely a teljes termelési láncot lefedve a természetes és mesterséges nyersanyagokat (például pamutot, gyapjút és kőolajat) végfelhasználói árukká alakítja, ideértve a ruházatot, a háztartási és ipari textiltermékeket. A kereskedelem intenzitása szempontjából a textil és a ruházat a világ második legkiterjedtebb gazdasági tevékenysége. A divatipar fenntarthatatlan állapotának egyik kulcsfontosságú oka az új áruk folyamatos áramlása a piacon. A Fast Fashion („gyors divat”) kifejezés az olcsó, gyorsan hozzáférhető, divatos ruházat szállítására vonatkozik a globális gyártási és forgalmazási láncban. A Slow Fashion (“lassú divat”) a divat ezzel ellentétes, alternatív megközelítése. A textil- és divatipar a vezető iparágak között van, amelyek hatással vannak a környezetre. Ugyan más termékek is felelőssé tehetők a környezet károsodásáért, de a textilipar különösen jelentős a ruhaneműk, öltözékkiegészítők és lakástextíliák széles körű felhasználása miatt. Jelentős környezeti hatás keletkezik már a rostgyártás, a festés, a textilnyomtatás- és a kikészítés során is. Ugyanakkor a textiláruk felhasználása során keletkezik a legjelentősebb környezeti hatás, mivel e kategóriában kivétel nélkül mindenki naponta, és sok terméket fogyaszt. A globalizáció lehetővé tette a ruházat egyre alacsonyabb áron történő előállítását, és a fogyasztói elterjedés következtében sajnos a legtöbb fogyasztó a ruházatot is amolyan eldobható „egyszer használatos cikknek” tekinti. E téma kimagaslóan produktív, rangos szakirodalommal bír (melyet a szerző itt nem listáz, tekintve, hogy azok egyes hivatkozott forrásmunkák irodalomjegyzékében már felsorolásra kerültek), mint a környezetszennyezés, és a potenciális környezeti veszélyek forrásának népszerű céltáblája.

A dolgozat követhetősége érdekében azonban fontos ismét megjegyezni, hogy a fenntarthatósági mozgalom az 1990-es évek végére nyúlik vissza. 2013-tól, mint szervezett, globális mozgalom folyamatosan terjeszti az „igét” nyilvános kampányok, szakmai rendezvények, divatvásárok és képzések szervezésével. [2] Mára egyre többen értenek egyet abban, hogy a fenntarthatóság az egyetlen út a divatipar számára. Az „aktivisták” (tervezők, művészek, textilipari- és gazdasági szakemberek) kitartó munkájának eredményeként, mára már a fogyasztók nagyobb figyelmet fordítanak a divatáruk minősége mellett, azok keletkezésének körülményeire, s netán vélhető újrafeldolgozásuk mikéntjére is a vásárlás során. Ezáltal szakemberek úgy jósolják, hogy a gyártókra nehezedő nyomás, a globális felmelegedés nyilvánvaló jeleivel párhuzamosan növekedni fog. A fenntartható divat felé mutató paradigmaváltás tehát új kihívásokat jelent. A társadalmi kérdésekben való aktív állásfoglalás, valamint az átláthatóság (transparencity) és a fenntarthatóság kritériumainak teljesítése a divatmárkákhoz címzett, új-generációs normál-elvárásává vált. Vitathatatlanul

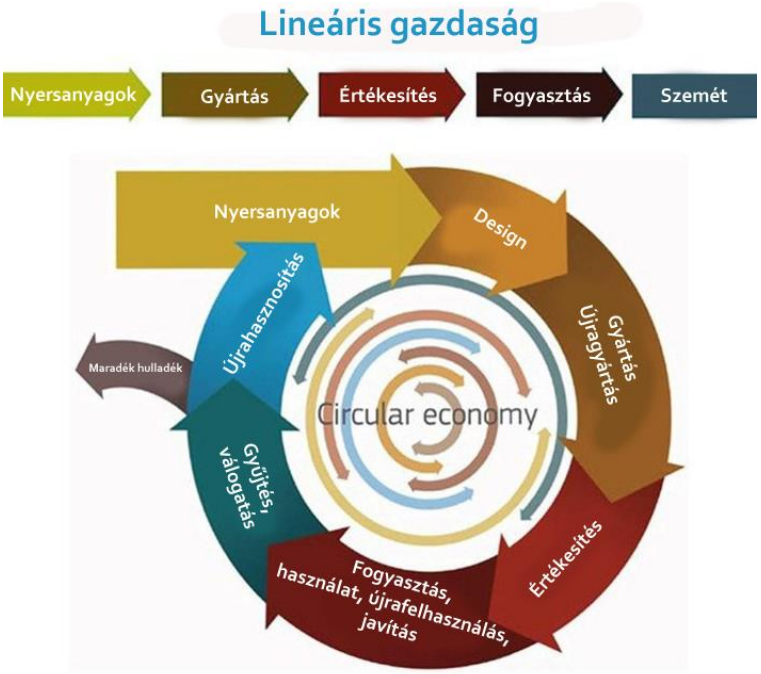
fontos tehát oktatni a textil- és divattervezőket felelősségvállalásra, hogy a fenntarthatóság fogalmát beépítsék a termelési folyamatokba.

A körkörös gazdaság modelljének alkalmazása a textil- és divatiparban

A körkörös gazdaság olyan gazdasági rendszer, amelynek célja az erőforrások folyamatos felhasználásának kiküszöbölése és a növekedés újra definiálása, ellentétben a „take-make-waste" kitermelő ipari modellel, amely közismerten hulladéktermelő és természeti energiaforrás-szipolyozó modell. A körkörös gazdasági modell további célja, hogy a termékeket, felszereléseket és infrastruktúrákat hosszabb ideig tartsa használatban, ezáltal javítsa termelékenységüket a pozitív társadalmi előnyökre összpontosítva. A megújuló energiákra támaszkodva a kör alakú modell egyidőben épít gazdasági, természeti és társadalmi tőkét, és további előnye, hogy az erőforrások felhasználásának csökkentése hozzájárul a környezetszennyezés visszaszorításához is. Három alapelvre épül: a hulladék és a szennyezés tervezhetővé tételére, a termékek és alapanyagok hosszútávú használatban tartására, valamint a természetes rendszerek folyamatos regenerálására.

A lineáristól a körkörös rendszerekig

A körkörös gazdaság fenntarthatóbb rendszer, mint a lineáris gazdasági rendszer. Az elv képletesen fogalmazott lényege, hogy az összes „hulladéknak" egy másik folyamat „élelmiszerévé" kell válnia. Jellemzői: a rendszer-orientált koncepció, tartósság és újrahasznosíthatóság, folyamatos felújítás és helyreállítás, fenntartja az emberi igényeket és szempontokat (*1. ábra*).



1. ábra A lineáris és a körkörös gazdaság diagramja

A textilipar azon iparágak egyike, amely integrálta a körkörös gazdaság elvét. [3] A textil- és divatiparban a körkörös gazdaság, a ruhák és a textíliák elkészítéshez használt szálak és rostok folyamatos újrafeldolgozását jelenti, válaszul a jelenleg még alkalmazásban lévő lineáris modellre, ahol az alapanyagokat a vállalatok kinyerik és legyártják, majd a fogyasztók

[3] Az Ellen MacArthur Alapítvány a körforgásos gazdaság elvének alkalmazása érdekében tett erőfeszítések élén jár, továbbá a modell nyújtotta előnyök kiaknázásában. A Make Fashion Circular kezdeményezést 2017 májusában indította, ösztönözve az új textilgazdaság létrehozásához szükséges együttműködést és innovációt.

megvásárolják, használják, s végezetül: eldobják. A körforgásos gazdaság modelljét alkalmazva a textilipar fenntartható gazdasági ágazattá alakítható, a textilhulladékot a lehető legnagyobb mértékben visszaépítve a gazdasági körforgásba. Ugyan a textiliparnak még hosszú utat kell megtenni a fenntartható jövő eléréséhez, a körkörös gazdaság modelljének alkalmazása adhat választ és megoldást a jelenlegi lineáris üzleti modell folytán felmerülő társadalmi és környezeti kérdésekre, melyek jelentős összefüggést mutatnak a „Fast Fashion" üzleti módszer alkalmazásával – mely jelenség ismét csak hivatkozhatatlanul kiterjedt irodalommal bír.

Öko-design

Az ökológiai tervezés, vagy népszerűen: öko-dizájn, a fenntarthatósági trendet integrálható, környezetbarát tervezési módszerek tudományága; a terméktervezés környezettudatos megközelítése a termék környezeti hatásainak figyelembevétele által a termék teljes élettartama során. Az öko-tervezés *„bármilyen formatervezési formát érint, amely minimalizálja a környezeti szempontból pusztító hatásokat azáltal, hogy integrálja magát az élő folyamatokba."* Az öko-design a formatervezés (így azon belül a textil- és divattervezés), s általában a környezettervezés minden területére befolyással van: hatással van tehát a ruházat és kiegészítők mellett a háztartási gépek, bútorok és játékok tervezésére, de ezenkívül jelen van az építészet, a fény- és energiatervezés, valamint a szállítás területén, s még sorolhatnánk.

Öko-divat: környezettudatos törekvések a textil- és divattervezésben

A természeti világ az idők során mindig inspirálta a divattervezőket. A divatiparnak a természettel való kapcsolata azonban az elmúlt néhány száz évben rendkívüli volt, mivel az állatokat, növényeket és általában véve a természeti erőforrásokat teljes mértékben kifosztotta. Népszerűtlen hozzáállás meggyőződésünk hitelét a természet ihletésében keresni, vagy képmutató módon elutasítani a vadon élő állatok és a természet kincseinek az öltözködési céllal történő kizsákmányolását. Mi több, immár halaszthatatlan elvárás, hogy minimál-pusztítás mellett, egészséges és fenntartható módon kommunikáljunk a világgal, ugyanakkor – ami a divatot illeti – "jól öltözöttek" maradjunk kulturális, környezeti és éghajlati viszonyok figyelembevételével, s lépést tartva a civilizációval, és tükrözve egyéniségünket.
Az öko-divat a ruházat és kiegészítők környezettudatos tervezésének és készítésének környezettudatos megközelítése, amely során a tervezés figyelembe veszi a környezeti szempontokat, a fogyasztók egészségét és a ruhákat készítő emberek munkakörülményeit.

Az öko-tudatos divattermékeket az alábbi feltételek mellett gyártják:

- vegyszermentesen termesztett bio-nyersanyagok felhasználásával;
- mellőzve a káros vegyi anyagokkal és fehérítőkkel kezelt textíliákat;
- a termékek gyakran újrahasznosított textíliákból vagy szálakból készülnek;
- tartós használatra készítve azokat, hogy az emberek hosszabb ideig megőrizzék őket;
- a „tisztességes kereskedelem" feltételei között.

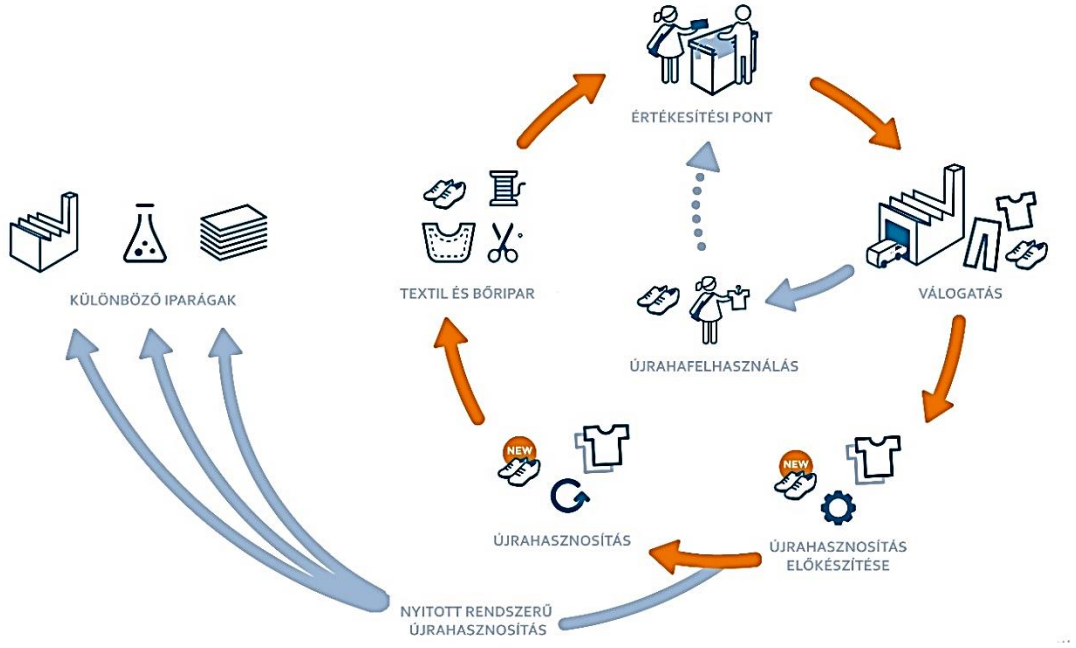
Az öko-tudatos tervezés cselekvési területei a textiliparban

A körkörös gazdaság elvén alapuló fenntartható fejlődési modell alapvető célja az életminőség javítása az ökoszisztémák potenciáljának hosszú távú maximalizálása révén, a megfelelő technológiák felhasználásával. Az új paradigma megköveteli, hogy másképp nézzünk a dolgokra…
A textil- és divatipar nagy mennyiségű vizet és energiát használ fel; a kettő erősen aggasztó állapotban lévő erőforrás világszerte. A divat és a textiltermékek gyártása és fogyasztása egyaránt jelentős szennyeződés forrása. Az öko-tudatos tervezés több megoldást kínál ezek megoldására.
A ruhaipari ellátási lánc átláthatósága mára egy divatipari vállalat megítélésének alapja. A legtöbb divatcég mára elismerte, hogy a rossz hírnév többe kerül, mint a beruházások. A textil-

ellátási láncok átláthatóságának egyetemes célkitűzéssé kell válnia. E cél elérése szempontjából döntő szerepet játszik a képzés, az oktatás, a hálózatépítés és az egyesületek.

1. *A „bölcsőtől a bölcsőig" elv alkalmazása a divatban*

A „bölcsőtől a bölcsőig" – avagy: a Cradle to Cradle (C2C) elv a termékek és rendszerek tervezésének biomimetikus módszere. Az ipari folyamatokat a természet folyamatainak tükrében modellező módszer alkalmazást nyert az ipari tervezésben, a gyártásban, a városi környezetben, a szociális rendszerben és más területeken, így a divatiparban is. A divattermékek zárt rendszerben történő, C2C elven alapuló áramoltatása növeli a divatipar fenntarthatóságát. (*2. ábra*)



2. *ábra A ruházati ellátási lánc zárt és nyitott rendszerének folyamatábrája*

Az elv következetes alkalmazása érdekében a tervezés és a gyártás során is figyelembe kell venni a gondosan megválasztott, környezetkímélő módon előállított, könnyen újrahasznosítható alapanyagok, a hatékony és energiakímélő gyártási folyamatok és termelési módszerek alkalmazását. A valós értelemben vett értékteremtés érdekében a tervezésnek nemcsak a gazdasági, hanem a környezeti és társadalmi szempontokat is figyelembe kell vennie a teljes terméktervezési folyamat és termékéletút során. Az interaktív megközelítések, és a szállítói lánc résztvevőivel való szoros együttműködés a nagyobb fenntarthatóság és a jelentős előnyök elérésének módja.

A textiltermékek élettartamának végén történő kezelése, vagyis a textilhulladék-gazdálkodás, tartós kihívást jelent a textilipar számára. A textiltermékek élettartamuk végén történő újra hasznosítása az alábbi lehetőségeket foglalja magában:

- újra felhasználás elsődleges és másodlagos célokra;
- újrahasznosítás (nyitott és zártkörű típusok);
- hulladéklerakók (ez a textiltermékek hagyományos értelemben vett ártalmatlanítása);
- tüzelés.

Az egyik a helyes megoldások közül a partnerség a textil újra hasznosítási programokkal. Ezek a kezdeményezések a körforgásos gazdaság elvén működnek azzal a küldetéssel, hogy az

összegyűjtött ruházatot és lábbeliket az újrahasznosítási folyamatba integrálják, ily módon hozva létre zárt gazdasági hurkot. [2]

2. *Hulladékgazdálkodási megoldások*

Újratervezés (redesign) révén sokat tehetünk a környezet védelme érdekében. Az első újrahasznosítási koncepciók a 60-as évek hippi korszakában születtek. A használtáru boltokban fellelhető „kincsek" alkalmazása meglévő, megunt, levetett és haszontalan árucikkek újratervezésére, újra hasznosítására és felújítására mindmáig sok tervezőt inspiráló tevékenységek.

A **viszonteladás és ruházat bérbeadási szolgáltatások** a ruhák élettartamának meghosszabbítását célzó, növekvő tendenciát mutató szolgáltatásokká váltak a divatpiacon. Sok ruházati márka már integrálta profiljába a viszonteladási és használt ruha eladási üzleti modellt. A „ruházat, mint szolgáltatás" is alapvető üzleti modellé látszik válni a divatpiacon is.

A **ruhajavítás** kultúrája, amely évtizedek óta elveszett, már-már kihalt tevékenységnek számított, ismét divatba jött. A slow fashion (lassú divat) trend részeként számos vállalat javítási szolgáltatásokat kínál ügyfeleinek az üzletláncukban megvásárolt ruhák életciklusának meghosszabbítását elősegítve.

Az **újrahasznosítás** a hulladék újrahasznosítható anyaggá történő átalakításának művelete vagy folyamata. A ruházatban található különféle eredetű szálak (természetes, mesterséges é s ezen belül is számos különböző fajta) kihívást jelentenek az újrahasznosítás szempontjából.

3. *Öko-hozzáállás a divat készítéséhez*

Az öko-divat összetett és sokrétű kapcsolat a környezettel, amelyet sokan vélnek az 1960-as évek hippi stílusában keresni. A modern értelemben vett öko-divat magjait a szakma a '90 -es évek elején vetette el, amikor a környezetbarát szövetek használata megnövekedett. Az emberi civilizáció kezdetétől a természetes (állati, növényi) alapanyagok felhasználása egyértelmű volt, csakúgy, mint az a tény, hogy az emberek annyi ruhát készítettek, amennyit használták. A szintetikus szálak bevezetésével a huszadik század közepe óta, amikor a textil- és ruhaipar viszonylag olcsó minőséggel tudta kielégíteni a tömegigényt, a helyzet megváltozott.

Mára egyértelművé vált, hogy az alkotás a munka végső céljának ismerete nélkül a befektetett munka, az idő, az energia és az erőforrások pazarlása. A megfelelő anyag és technológia megválasztása a divatipar jövőbeli fenntarthatóságának alapelve.

Inspiratív képzések és versenyképes kurzusok

A világ legjobb divatiskoláinak sokasága több mint egy évtizede van jelen az oktatási piacon, és kínál versenyképes kurzusokat "fenntartható divat" témakörben. Itt található a legsikeresebbek listája: [3] [4]

1. **London College of Fashion**, **University of Arts London (UAL)** - (Londoni Divatfőiskola, Londoni Művészeti Egyetem), London, Egyesült Királyság

Szak/képzési program: Művészeti mesterszak „A divat jövője" (Master of Art (MA) „Fashion Futures")

Akkreditált: igen

Indítás éve: 2008

Időtartam: Az MA program két lehetőséget kínál: 15 hónapos, nappali tagozatos képzés vagy levelező (rugalmasan időbeosztásban, legfeljebb öt év időtartamig).

A Londoni Divatiskola a fenntartható divat központja (Center of Sustainable Fashion - CSF) a fenntartható divat oktatásának vezető intézménye. Az iskola nemrégiben indította el az Egyesült Királyság első fenntartható divat laborját. Az iskola irányelvei szerinti MA program túlmutat a divattervezésen, ahogyan azt jelenleg ismerjük. A tervezési gyakorlatok, az innovatív gondolkodásmód, a technológia és a tudomány integrált oktatása a programstratégia kialakításának vezérelve, választ találni a divat jövőbeli kihívásaira és állapotára ökológiai, kulturális és társadalmi kontextusban (*3. ábra*).

3. ábra UAL, London – „Fashion futures" hangulati bannerkép

2. Esmod Berlin, **International University of Art for Fashion -** (Esmod Berlin, Nemzetközi Divatművészeti Egyetem), Berlin, Németország
Képzési program: „Fenntartható divat" mesterszak (Master of Art (MA) - *„Sustainability in Fashion")*
Akkreditált: igen
Indítás éve: 2011
Időtartam: 18 hónap

Az ESMOD Berlin mesterképzése a fenntartható formatervezés három területére fókuszál: fenntartható tervezési stratégiák, fenntartható termelés és textilipar, valamint a fenntartható marketing (sustainable design strategies, sustainable production and textiles, and sustainable marketing). A program nemcsak felkészíti a hallgatókat a fenntartható divat világában elérni kívánt sikerre, de a vállalkozó szellemre és a vezetői pozíciókra is a globális divatiparban (*4. ábra*).

4. ábra Esmod International, Berlin – hangulati bannerkép

3. Fashion Institute of Technology (FIT), State University of New York – (Divat Technológiai Intézet (FIT), New York-i Állami Egyetem), New York, USA
Diszciplináris minor: Etika és fenntarthatóság *("Minor Ethics and Sustainability")*
Akkreditált: igen
Indítás éve: (nincs adat)

Időtartam: (nincs adat)

Az etika és a fenntarthatóság diszciplináris minor a hallgatók számára ismereteket és eszközöket kínál a környezet, a nyersanyagok, a közgazdaságtan, az esztétika, a filozófiai koncepciók, a társadalmi felelősségvállalás és az intézkedések hatásainak megértéséhez és kritikus értékeléséhez. A diszciplináris minor megkönnyíti a témák, információk és alkalmazások összekapcsolódását az etika és a fenntarthatóság fogalmaival.
Az etikai és fenntarthatósági szakirány több karon oktatóinak szakértelmére és kritikai gondolkodására támaszkodva került kidolgozásra. Kötelező kurzusok: Ökológia és környezeti problémák, és Filozófia: etika. Választható kurzusok: 1. Üzlet és technológia témakörök (Fenntarthatóság a divatkereskedelemben, Vállalati társadalmi felelősségvállalás, Nemzetközi vállalati felelősségvállalás, Színkészítés és fenntartható alkalmazások); 2. Művészet és design (8 választható kurzus, közöttük Fenntartható csomagolási formatervezés, Fenntartható csomagolástervezés, Tervezés feltörekvő anyagokkal, Ökológia és az épített környezet, stb.); 3. Szabadművészetek és bölcsészettudományok (23 választható kurzus, köztük: Művészet és etika, Üzleti etika, Biodesign: Innováció a tudomány és a tervezés metszéspontjában, Pszichológia a fenntarthatóságért, stb.)

Tanfolyam: Fenntartható formatervező vállalkozó *("Sustainable Design Entrepreneurs")*
Akkreditált: igen
Indítás éve: 2011
Időtartam: 2 év

Az Élethosszig tartó és Szakmai Tanulmányok Központjának képzése a vállalkozni vágyó tervezők számára biztosítja a fenntartható tervezési gyakorlatokon alapuló életképes vállalkozás felépítéséhez szükséges ismereteket, eszközöket és az erőforrásokhoz való hozzáférést. A hallgatók összesen 10 kurzust vesznek igénybe (nyolc kötelező és két szabadon választott) a program befejezéséhez, részben on-site (labor + előadás), részben pedig on-line rendszerben. Az egyes kurzusoknak egyedi ára van[4] (on-line regisztrációhoz kötött, a kurzus megfelelő számú jelentkező esetén indul). Csak néhány pl. a kurzus harmadik szakaszában választható kurzusok közül: Bevezetés a fenntarthatóságba, Fenntartható szervezetek, Fenntartható marketing, Fenntartható formatervezés, Fenntartható anyagforrások, Fenntartható gyártás- és vállalatirányítás, Körkörös termékéletciklusok, Etikus divat, Természetes kelmefestési technikák, Ruházatfelújítás, Társadalmi felelősségvállalás a ruházati iparban, Újratervezett és újrahasznosított formatervezés, Formatervezés kézművesekkel való együttműködésben, Az első fenntartható divatvállalkozásom, A fenntartható divat aktuális eseményei és innovációi. A kurzus teljesítéséhez jól navigálható, áttekinthető szerkezetű, és ügyesen linkelt oldaltérképű online felület áll rendelkezésre. A kurzusok teljesítéséhez tömör, kedvcsináló tárgyleírások ébresztenek kedvet.

4. California College of the Arts – (Kaliforniai Művészeti Főiskola), San Francisco, USA
Szak, illetve képzési program neve: Tervezési stratégiák és öltözéktervezés alapképzés (Design Strategy and Bachelor of Arts in Fashion, BA) keretében Öko: Fenntarthatósági szeminárium *("Eco: Sustainability Seminar")*
Indítás éve és időtartam: (nincs adat)

A Kaliforniai Művészeti Főiskola divatprogramjának szemináriuma feltárja *„a tervezési döntéseink társadalmi, kulturális és környezeti hatásait."* Kurzus során a hallgatók áttekintik a környezeti válság releváns jellemzőit, és hogy a divat- és textilipar hogyan járul hozzá ehhez.

[4] Kurzusonként változó, 240-255 $

Kreatív megoldásokat dolgoznak ki válaszul az aktuális technikai, ipari és társadalmi kihívásokra, a javaslatok fenntartható irányba történő elmozdítására törekedve.

5. **Academia del Lusso** – Milánó, Olaszország
Képzési program neve: Fenntartható divattervezés mesterdiploma *("Master Degree in Sustainable Fashion Design")*
Indítás éve: (nincs adat)
Időtartam: 1 év

További fenntartható divat és öko-design képzések, kurzusok

1. **Central Saint Martins College of Art and Design –** London, Egyesült Királyság**:** A művészeti iskola a mesterszakon kínál *Intelligens anyagok fenntartható dizájnja* specializációt (Master's degree in design for textile futures). A képzés a környezettudatos technológiákra összpontosít.
2. **Department of Fashion and Apparel Studies, Faculty of Arts and Sciences, University of Delaware** – (Delaware Egyetem, Művészettudományi kar, Divattudományi Tanszék) Newark, USA ***Szakirányú továbbképzés elnevezése:*** Társadalmilag felelős és fenntartható ruházati vállalkozás továbbképzés *("Graduate Certificate Program in Socially Responsible and Sustainable Apparel Business".)* A képzés az ENSZ által vallott elvek oktatásán alapszik, és a Global Compact elnevezésű nemzetközi kollaborációra épül.
3. **IED Moda Lab Madrid –** Madrid, Spanyolország: tanfolyamokat kínálnak az öko textil, az etikai formatervezés, valamint az üzleti és innovációs témákban.
4. **Ecotece Institute – Brazília:** A dél-Amerikai intézet jegyzett oktatási intézmény, amely a környezetbarát textilek kutatása és gyűjtése mellett kötelezte el magát.
5. **Kopenhagen School of Design and Technology –** Koppenhága, Dánia: a Design és üzlet alapszakon (Design & Business, BA) belül indított "Fenntartható Divat" specializáció 2017-ben megszűnt. Ehelyett az intézmény azonos nevű nemzetközi kurzust *("Sustainable Fashion - INT")* kínál.

Öko-design és fenntartható divat tematikák lehetséges képzési formái

I. Első változat: Fenntartható divat szakértői szeminárium[5]
(Angol elnevezés: Sustainable Fashion Expert Seminar)

Képzés típusa: tanfolyam, szeminárium

Díj: díjköteles

Időtartam: 6 vagy 8 hét (5 nap / hét 3 órás esti továbbképzés) = 15 óra/ hét = 120 óra
Tipikus életkor: 23-35 év (BA/BSc, MA/MSc, divat szakemberek, divat menedzserek stb.)

Cél: Minőségi ismeretek átadása a fiatal divatszakemberek számára. A tanfolyam célja, hogy megossza a résztvevőkkel a legfrissebb információkat és érdekes példákat az innovatív üzleti modellekről a divat- és luxuspiacon. A tanfolyam a fenntarthatóság mozgatórugójára összpontosít a közös értékteremtés szempontjából. A jövőbeli lehetőségeik bemutatása a fenntartható divat területén, a felelősségteljes és etikus látásmód kialakítása. A kurzus célja, hogy felkészítse a hallgatókat a fenntartható divat világában elérhető sikerekre, felkészítve a hallgatókat a vezetői pozíciókra és a tervezési vállalkozás formáira a globális divatiparban. A tanfolyam végén a hallgatók igazoló oklevelet kapnak.

[5] A tanfolyam szakmai gyakorlati tréning, vagy nyári iskola keretében is megszervezhető.

Az oktatási modell a következő oktatási egységekből állna:
- tantermi előadások, esettanulmányok és vitaestek
- workshopok
- vállalati látogatások
- projektmunka
- a karrier-orientációs megbeszélések és az üzleti ötletek áttekintése.

1. Tantermi előadások, esettanulmányok és vitaestek (3 előadás/hét = 24 előadás/8 hét)
Lehetséges témák, javaslatok:
- Designelméleti előadások fenntarthatóság témakörben. Eco-címkék;
- Kultúra, ökológia és szociológia; Társadalmi felelősségvállalás: a globális divatipar kérdései; Nemzetközi kezdeményezések az emberi jogok, a munka és a környezet támogatására.
- Termelési módszerek - Ruházati ellátási lánc menedzsment; Fenntartható textil- és ruhaipari gyártásirányítás; Társadalmi felelősségvállalás és környezetbarát (helyi) ruházatgyártás.
- Intelligens alapanyagok és ipar 4.0 gyártástechnológiák - Innovatív alapanyagok, textiltudomány és ruházati gyártástechnológiák.
- Üzlet és vezetés - Fenntartható üzleti stratégiák, vállalkozásvezetés.

2. Vállalatlátogatások (hetente 1 = 8 vállalat)
- Találkozók vállalatvezetőkkel és az üzleti közösség képviselőivel.
- Önkéntes munka a civil társadalmi csoportokkal - Együttműködés különféle szervezetekkel, platformokkal és ügynökségekkel az emberi jogok, a munka és a környezet támogatása érdekében.

3. Műhely- és projektmunka (6+1 óra/hét=56 óra/8 hét)
- Tervezési és divatgyakorlat: együttműködés a kézművesekkel
- Zöld kollekciók, öko-design: fenntartható kollekció kialakítása.

A vállalati gyakorlat szintén része a kurzusnak. A szakmai gyakorlat során a hallgatók kipróbálhatják képességeiket a gyakorlatban, és tapasztalatot szerezhetnek a szakmában. Adott társasággal együttműködésben a hallgatók kidolgozzák saját kollekcióikat és termékeiket, melyek divateseményeken kerülnek bemutatásra.

4. Karrier-orientáció: a helyi és globális karrierlehetőségek bemutatása meghívott előadók bevonásával.

A felvázolt tematikák órarendi vázlatát az *1. táblázat* tartalmazza.

1. táblázat Minta órarend

<table>
<tr><th>Hétfő</th><th>Kedd</th><th>Szerda</th><th>Csütörtök</th><th>Péntek</th></tr>
<tr><td rowspan="3">Gyakorlat/Workshop</td><td rowspan="3">Vállalatlátogatás</td><td rowspan="2">Vendég előadó az üzleti szektorból</td><td rowspan="3">Gyakorlat/Workshop</td><td>Előadás (elmélet)</td></tr>
<tr><td>Kerekasztal</td></tr>
<tr><td>Kerekasztal</td><td>Projekt munka konzultáció</td></tr>
<tr><td>3 ó gyakorlat</td><td>3 ó gyakorlat</td><td>3 ó elmélet</td><td>3 ó gyakorlat</td><td>2 ó elmélet
1 ó konzultáció</td></tr>
<tr><td colspan="5">Total: 5 elmélet, 6 gyak., 1 konzultáció, 3 ó vállalatlátogatás (gyak.) hetente = 15 ó</td></tr>
</table>

II. Második lehetőség: Nyári iskola, felvétel előtti tréning
(Angol elnevezés: Undergraduate Pre-Registration Training)
Típus: pályaorientációs kurzus
Díj: fizetett kurzus (pályázati pénzből támogatás nyerhető)

Tipikus életkor: 16-19 év (középiskolások, szakközépiskolások, gimnazisták)
Cél: segíteni a fiatalokat (jövőbeli hallgatókat) a pályaválasztásban. Leendő intézmény, oktatók, oktatási tartalmak bemutatása. A rövid képzés célja, hogy megossza a fiatalokkal az ökotudatos tervezés (köztük az öko-divat, öko-tudatos csomagolástervezés, környezetkultúra) intézmény által vallott és oktatott alapvető, pályaválasztás szempontjából legrelevánsabb információkat. [6]

A tartalom összefoglalása:
- **Előadások:** Öko-divat: Mi a zöld ruházat? Ki készítette a ruháit? Te ügyelsz-e a környezetbarát csomagolásokra?
- **Gyakorlat:** Rajz tanfolyam (klasszikus rajztanfolyami tematikák, kreatív feladatok).

III. Harmadik javaslat: Fenntartható divattermék technológiák folyamatmérnöke
(Angol elnevezés: Process Engineer for Sustainable Fashion Product Technologies)
Típus: nappali tagozatos felsőoktatási alapképzés (BSc)
Oktatás nyelve 1: magyar
Oktatás nyelve 2: angol **(Process Engineer for Sustainable Fashion Product Technologies)**
Díj: államilag támogatott
Időtartam: 3 - 3,5 év / 6 (+1) félév

A program lehetőséget kínál a hazai (magyar) és nemzetközi hallgatók számára a fenntartható divat és a menedzsment ismereteinek megszerzésére. Az alapvető cél a helyi divat intelligencia oktatása, amely alakítani képes a fenntartható divat nemzeti jövőjét, ugyanakkor a program nemzetközi szinten is versenyképes oktatási termék lehet. A hallgatók az általános folyamatmérnöki program teljesítése során meghatározott kreditértékű (szemeszterenként három-hat) „fenntartható divat" speciális kurzusra jelentkezhetnek. (Ezeket 12-16 hónapos időtartamon belül, a BA tanulmányok keretében kell elvégezni). Az előadások, gyakorlati órák és vállalati látogatások során megvitatásra kerülnek a „Fenntartható divat szakértői szeminárium" keretében említett témák.
Néhány további lehetséges kurzus munkacím és téma: Újra tervezés (projektmunka); A fenntartható divat elmélete és gyakorlata (előadások), Öko-vibrációk: új célok, öko-divat újdonságok (előadások, kerekasztal-beszélgetések); Minden zöld a ruházat számára: a tervezéstől és a beszerzéstől a csomagolásig (gyakorlat); A globális ruházat-ellátási lánc menedzsment (projektmunka); Öko-textil (előadások, esettanulmányok, vállalatlátogatások); Öko-címkék (előadások és kutatási munka), Lokális ruházat-előállítás és globális gyártás (Projekt: Tervezés és szervezés, helyi kutatómunka); Globális ruhagyártás (előadások); Felelős tervezés és megújuló erőforrások (Projektfeladat: kutatás, konzultáció, gyakorlati munka); A fenntartható divat üzleti szempontjai (előadások és tanulmányok); A fenntartható divat médiái: szervezetek, platformok, szakszervezetek és egyének (előadások); Üzlet és innováció (előadások, esettanulmányok, vállalatlátogatás).

Összefoglalás

A divat fenntarthatóságáért mintegy harminc éve küzd a szakma; egy évtizede jelentek meg azok a koncepciózus, fenntarthatóság és öko-design tematikák köré koncentrált képzések [6], melyek mára úgy formai, mint tartalmi szempontból igen változatos palettát mutatnak. A fenntarthatósági (divat)trend – a klímaváltozással összefüggésbe hozható fokozott fogyasztói és tervezői tudatossággal párhuzamosan – erősödik. Miután a fogyasztói kultúrában nevelkedett, környezettudatos „millenial-generáció" design iránt fogékony tagjainak érdeklődése jelentős mértékben irányul a piacképes tudást biztosító, látványosan felépített,

[6] Vidéki centrumokba kihelyezett kurzusok szervezése növeli a potenciális érdeklődők számát.

koncepció-orientált képzések felé, így a versennyel lépést tartani akaró intézmények képzési kínálata is tudatosan idomult az újonnan fellépő igényekhez. Ez az írás ezeknek az öko-design tematikákra épülő kurzusoknak a példáit elemezve igyekezett bemutatni a bennük rejlő oktatási potenciálokat. A jól felépített tematikák keretében időszerű és széleskörű hallgatói érdeklődésre számot tartó témák tárgyalhatók, melyek elsajátítása révén fiatal szakemberek képzett generációja lesz érdemben tenni képes a divat- és textilipar valós értelemben vett fenntarthatóvá tételéért.

Hivatkozások

[1] E. Csanák, „ECO-FRIENDLY CONCEPTS AND ETHICAL MOVEMENTS IN THE FASHION INDUSTRY," in *University of Zagreb*, Zagreb, 2014.

[2] „I: Collect," Ico-spirit, [Online]. Available: https://www.ico-spirit.com/en/. [Hozzáférés dátuma: 12 december 2019].

[3] H. Jeon, „Top 10 Sustainable Fashion Schools in The World," The University Network, 11 december 2018. [Online]. Available: https://www.tun.com/blog/top-10-sustainable-fashion-schools-in-the-world/. [Hozzáférés dátuma: 12 december 2019].

[4] H. Phelan, „THE TOP 5 SUSTAINABLE FASHION DESIGN PROGRAMS IN THE WORLD," Fashionista, 2 augusztus 2016. [Online]. Available: https://fashionista.com/2013/04/the-top-5-sustainable-fashion-design-programs-in-the-world. [Hozzáférés dátuma: 12 december 2019].

[5] E. Csanák, "Sustainable Fashion: Limiting a Singularity-Advanced Glossary to an Article," *International Journal of Fashion Technology & Textile Engineering (Open Access)*, vol. 1, no. 1, pp. Pg 1-5., 2018.

HELYZETÜNK A KREATÍV IPARBAN

Takács Áron[1], Gregász Tibor[2], Oroszlány Gabriella[3]

[1, 2] Óbudai Egyetem, Rejtő Sándor Könnyűipari és Környezetmérnöki Kar, Médiatechnológiai és Könnyűipari Intézet, Budapest
takacs.aron@rkk.uni-obuda.hu
gregasz.tibor@rkk.uni-obuda.hu

[3] Óbudai Egyetem, Rejtő Sándor Könnyűipari és Környezetmérnöki Kar, Terméktervező Intézet, Budapest
oroszlany.gabriella@rkk.uni-obuda.hu

A gazdaság és a kreativitás fogalmai szorosan kapcsolódnak egymáshoz, a kreatív gazdaság a 21. század uralkodó gazdasági formájává válik.
A kreativitás magyarázatával (is) foglalkozó Csíkszentmihályi Mihály, a rendszerszemlélet felfogás egyik kutatója szerint **a kreativitás** az [1]:
a./ **egyéni teljesítmény** mellett két másik tényező
b./ **a kulturális közeg** (domain), az uralkodó ízlés, a társadalom tudatában jelen lévő alkotások, hagyományok összessége, illetve az ezt kiegészítő
c./ **társadalmi közeg** (field), amely lehetővé teszi, támogatja, vagy éppen megakadályozza, a megfelelő kulturális közeg (b) átalakítását.
Ez utóbbinak (c) szereplői határoznak arról, hogy az egyéneknek (a) mely ötletei, alkotásai válnak a kulturálisközeg (b) részévé. Ennek a társadalmi mezőnek a tagjai többnyire azok a befolyásos személyek vagy intézmények, akik a legkülönfélébb alkotások társadalmi-, fogyasztói-, kulturális értékéről döntenek.
A kreativitás folyamata tehát az **egyéni**, a **kulturális közeg** és a **társadalmi közeg** interakciójának az eredménye. Egy új gondolatnak nem a létező gondolkodási minták ellenében kell fennmaradnia, hanem azzal együttműködve.
A kreatív alkotónak el kell merülnie az adott közeg szimbolikus tartományában, ezt valamilyen új tartalommal, gondolattal kell bővítenie, majd pedig az így létrejött „újnak" át kell jutnia a társadalmi mező szelekcióján is.
Azaz **a kreativitás nem pusztán az egyének, hanem az ezek teljesítményéről az adott kulturális közegben ítéletet hozó társadalmi tényezők és az egyén közös terméke**.
A **kreativitás** a meglévő társadalmi teljesítményekhez, normákhoz, ízlésekhez és hatalmi viszonyokhoz kapcsolódva nyerhet csak értelmet.
A **kreativitás társadalmi jelenség**, nincsenek objektív kritériumai, ezért mindig az adott közösség dönt róla, azaz:

> **a kreatív iparágak sikerességéről a végső minősítést a piac, azaz a fogyasztók mondják ki.**

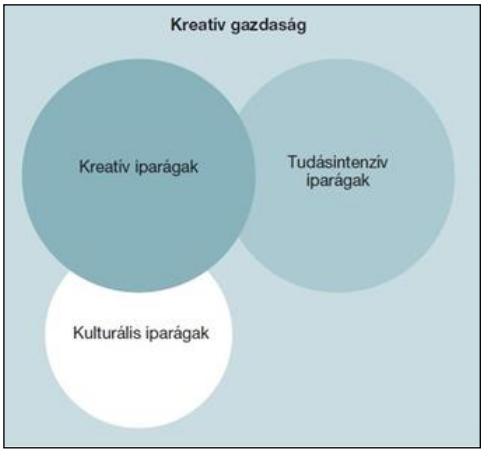
A kreativitás mozgatórugója napjaink elsőszámú társadalmi-gazdasági változása, az **információtechnológiai** (IT) forradalom, **amely létrehozta azt a szolgáltatásokra épülő, globális, hálózati gazdaságot, amelyben az emberi tudás vált a legfontosabb gazdasági és értékteremtő tényezővé.**
A kreatív iparágak, avagy a kreatív gazdaság meghatározásában jelenleg nincsen konszenzus sem a tudomány, sem pedig a (fejlesztés) politika területén.
E két megközelítés különbsége **a kultúrához való viszonyukban keresendő**. Ennek lényege röviden az, hogy míg a kreatív iparágak

- **szűkebb meghatározása csupán a kultúrára összpontosít**, addig **a**
- **tágabb értelmezése minden alkotási folyamatot, azaz valamilyen új gondolat létrehozását a kreativitás részének tekint**.

Ezeket az elméleti-módszertani különbségeket szemlélteti – sematikus formában – az *1. ábra*.

1. ábra A kreatív iparágak (gazdaság) értelmezésének szintjei [2]

Az iparosodott országokban élők fogyasztási struktúrája az elmúlt néhány évtizedben jelentősen megváltozott.
Ennek egyik magyarázata lehet az a mód, ahogyan fizikai és társadalmi lényként fejlődünk - vallja John Howkins (2004) „Az alkotás gazdagít" című könyvében.
Ebben a művében utal Abraham Maslow amerikai pszichológus ma már evidenciának számító megállapítására, miszerint szükségleteink hierarchikus rendben követik egymást. Először fizikai szükségleteink motiválnak bennünket, majd társas szükségleteink következnek, végül pedig a szellemi fejlődés és az önmegvalósítás motivál.
Ennek **az egyéni személyiség fejlettségi szintnek a kifejezési igénye nyilvánul meg a tárgyhasználatunkban, a környezet választásunkban, illetve a tárgyaink, környezetünk fejlesztésében, egyéniesítésében**.
Ennek az egyre növekvő fogyasztói igénynek a kielégítésére irányuló vállalkozási törekvés pedig a **kreatív gazdaságban, ezen belül a kreatív, a tudásintenzív** és a kulturális iparágakban tárgyiasul. (*2. ábra*)



2. ábra A kreatív gazdaság felépülése [3]

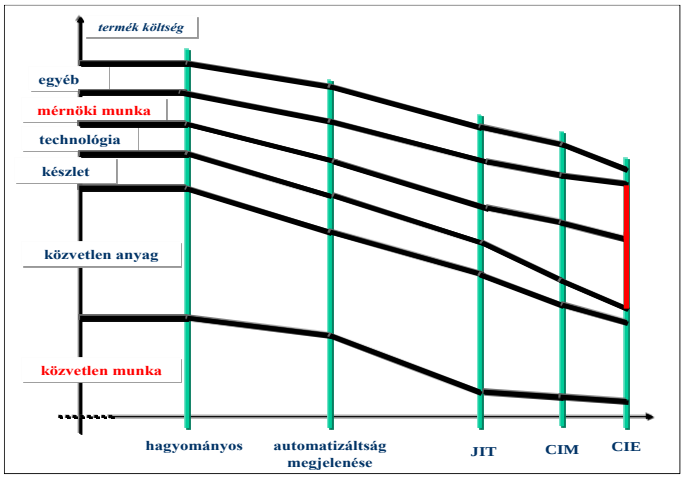
A **gyártók a termelékenység növelése** és a rendelkezésre álló kapacitás minél jobb kihasználása érdekében **egységesítették-standardizálták** az alkatrészeket, azok csatlakozási pontjait, ami által a termékek főbb paramétereikben is egyformákká váltak.
Ezzel a szabványosítással az előállíthatóság, az összeszerelhetőség – a gyártási folyamat – felgyorsítható.

A piaci fogyasztás növelése érdekében pedig a vevők változatos – akár egyéni – személyes igényei kielégíthetők az alkatrészek felületi minőségének, színének, látható, tapintható formai változatosságával.
A széles, és folyamatosan bővülő termékválasztékon belül a vásárlók figyelmét a minőségi, magas hozzáadott értéket képviselő termékek ragadják meg, melyekkel kifejezhetik személyiségüket.
Ehhez a **standardizáltan – akár tömeggyártásban is – gyártható, de mégis egyedi kialakítású és megjelenésű termékek gyártásának előkészítése, tervezése (termék-, gyártás- és folyamattervezés) kreatív eljárások, a „design" besorolásba tartoznak.**

Minél jobban és pontosabban megterveznek
egy előállítási folyamatot:
- egységesítéssel,
- kapacitáslekötéssel,
- határköltséggel,
- felhasznált energia csökkentésével stb., illetve

egy terméket
- gyárthatóságra,
- karbantarthatóságra,
- élettartamra,
- újrahasznosíthatóságra stb.,

annál több kreatív – cikkünk témakörét tekintve – műszaki tudás szükséges hozzá. Az alábbi, *3. ábra* szemlélteti (csak tendenciáiban mutatja) a vállalatirányítást vezérlő **értékképzési elvek** – ezen belül **a mérnöki, műszaki, tehát kreatív tudás** – fejlődése függvényében a termékköltség egyes összetevőinek – ezáltal a termék előállításához szükséges erőforrások elismert értékének – az alakulását.



3. ábra A vállalatirányítási elvek – ezen belül a mérnöki, műszaki és kreatív tudás – fejlődése és a termékköltség összetevőinek változása [4]

Az időtengelyen dátum-jelölések nélkül, de „arányos" beosztásokban láthatók a főbb vállalatirányítási elvek hatásainak érvényre jutási időpontjai.
- A „hagyományos" szemlélet az ipari forradalomig, az 1850-es évekig számítható;
- az „automatizálás" megjelenését a fordizmushoz kötötten, az 1900-as évek elejétől említik;
- a „JIT" (Just In Time – éppen időben teljesítés) elvet az 1950-es évek elejétől alkalmazzák;

- a „CIM” (Computer-integrated Manufacturing – számítástechnikával integrált gyártás) a 1970-es évek elejétől;
- a CIE (Computer-integrated Enterprises – számítástechnikával integrált vállalkozás) hatása pedig napjainktól számítható.

A globalizált trendekből egyértelműen tapasztalható, hogy **a fejlett tudományos és kreatív technikai eljárásokkal előállított, ezáltal egyre kisebb költségű** (és árú) **termékek csökkenő összes költségében növekszik** (nem csak arányában, hanem ténylegesen is) **a műszaki tudásnak és kreativitásnak a pénzben kifejezett és a vevők által is elismert értéke is** a *3. ábra*: pirossal kiemelt metszete szerint!
A kreativitás „immateriális értéket", kulturális-szimbolikus funkciót ad a termékeknek, azaz olyan tartalmat kapcsol hozzájuk, ami túlmutat a használati értékén, így kulcsszerepet játszik a nemzetközi versenyképesség tekintetében. Egyre több gyártó, fogalmazó és gazdasági szereplő fordít jelentős forrásokat a termékei előállításához kapcsolódó kreatív tevékenységekre.
Jellemző példák erre, hogy

- a nagyértékű termékek (pl. autóipari fejlesztések) esetén a siker feltétele a legjobb dizájner bevonása a tervezésbe,
- de még az olyan alapvető – kis fajlagos értékű – fogyasztási cikkek körében is fontos a dizájn, mint például az ásványvíz. Tekintettel arra, hogy íz szempontjából az egyszerű fogyasztó számára nincs nagy különbség, ezért a választásnál a csomagolás játszik döntő szerepet, ezért a gyártók dizájnereket kérnek fel a palackok tervezésére.

A kreativitás tehát csak akkor lesz gazdasági jelentőségű, **ha** az általa életre hívott újdonság forgalomképes, tehát az eredmény valamilyen „kreatív termék". Ez olyan áru vagy szolgáltatás, amely valamely kreatív tevékenységből származik, és **gazdasági értékkel rendelkezik**.
Egyre inkább az számít, hogy a termék milyen egyedi, a tulajdonos személyiségét legjobban kifejező, megkülönböztető paraméterekkel, immateriális dimenzióval bír. **Mindezek forrása pedig a kreativitás.**
A piac – és természetesen e miatt a gyártók is – nem tehetnek mást, mint igazodnak ezekhez a szükségletekhez, ami által a kreatív gazdaság egyre gyorsabban bővül.
Egyre növekszik az igény a nagy értékképző tevékenységek (mint a tervezés-dizájn, előkészítés) iránt, ami jelentős kreativitást igényel.
Egyetemünk és Karunk ehhez a motivációhoz kíván hozzájárulni a képzéseink során.

Irodalom

[1] M. Csíkszentmihályi: Kreativitás - A flow és a felfedezés avagy a találékonyság pszichológiája Akadémiai Kiadó, 2018
[2] B. Ságvári: A kreatív gazdaság elméletéről ELTE Információs Társadalom- és Hálózatkutató Központ
[3] Source: Ságvári – Lengyel 2008:19
[4] Source: Brimson, J. A.: Bringing Cost Management Up to Date. Manufacturing Engineering, (1998) Június, pp. 49-51.

PROJEKT SZEMLÉLETŰ OKTATÁS CÉLJA ÉS HASZNA A KÖRNYEZETMÉRNÖK-KÉPZÉSBEN

Biczó Imre László
Óbudai Egyetem, Rejtő Sándor Könnyűipari és Környezetvédelmi Kar, Környezetmérnöki Intézet, Budapest
biczo.imre@rkk.uni-obuda.hu

Absztrakt
A legtöbb mérnök / környezetmérnök-képzés a szaktárgyakra koncentrál, s az egymásra épülő alapozó és szakmai tárgyak rendszere sok hallgató gondolkozásában nem alkot koherens képet az adott mérnöki tevékenység egyes részterületein kínálkozó lehetőségekről, valamint így a szükséges kompetenciákról sem. Erről valószínűleg nem a hallgatók tehetnek, hiszen sokszor hiábavaló az oktatók azon törekvése, hogy az egyes tárgyak összefüggő, rendszerezett egésszé álljanak össze a hallgatók szemléletében, gondolkozásában, mert még a szakmailag tapasztalatlan hallgatóságban nem alakulhatott ki az integráló megközelítés. A „szakmaiság" kialakulásának további gátja az, hogy a félévek, vizsgaidőszakok körforgásában nincs is ideje a hallgatóknak, hogy együtt szemléljék a tanulmányaik egyes részeit, mint egy gyakorló mérnöki szakterület sikeres munkavégzéséhez szükséges eszközeit és alapkészségeit. Hiába igyekeznek az oktatók rámutatni az egyes összefüggésekre, a BSc képzés végére csak kevesekben sikerül kialakítani ezt a megkívánt, az adott szakmára, vagy legalább egy-egy területére egységként tekintő szemléletet.
Mi tehet a mérnökoktatás fenti hiányosság megszüntetésére? Növelni kell a projektszemléletű oktatás arányát, magát a projektmenedzsment-képzést, hallgatók kis csoportjai által önállóan megoldandó feladatok számát. Méghozzá olyan feladatokat kell találni, ahol lehetőleg több környezetmérnök tárgy együttes alkalmazása révén, a projekt megvalósítása révén, mintegy „magától" alakul ki a fentiekben hiányolt egységes látásmód.
A cikk a probléma elemzése után a projekt szemléletű oktatásra konkrét példaként egy általánosabb, a talajtisztítási projektek komplexitását bemutató eset leírását és egy megvalósult légszennyezésmérés-projektet mutat be.

Kulcsszavak: *környezetmérnök-oktatás, projektmenedzsment, talajtisztítás, levegő-minőségvédelem, együttműködés*

A vállalatok projektszerű működése

A mérnökhallgatók, így a környezetmérnök-hallgatók oktatásának alapvető célja a diplomás „jövő mérnökök" számára a szakmai alapot jelentő tárgyakban, valamint az egyes környezetvédelmi területekhez tartozó speciális témakörökben való jártasság biztosítása. De ez a cél, csak, mint minimum követelmény fogalmazható meg, mert a mérnöki hivatás ellátásához további képességek elsajátítása is szükséges. Ezen egyéb kompetenciák közül a cikk tárgyához tartozókat emelem ki az alábbi felsorolásban:

- gazdasági / piaci folyamatokban való eligazodás,
- emberekkel való bánás képessége,
- jó kommunikációs képesség mind szóban, mind írásban, lehetőleg idegen nyelven is,
- folyamatos tudás- és önfejlesztés igénye,
- multidiszciplináris környezetben való együttműködés képessége más szakmák képviselőivel,
- team munkában való hatékony részvétel képessége.

Természetesen számos más tulajdonsággal kell még rendelkeznie egy frissen végzett mérnöknek, mind általános kvalitásokat, mind egy később választandó szakmai részterület, mind egyéni specifikus képességek terén. Ebben a cikkben a fenti felsorolás utolsó két elemével kapcsolatos, ezeket egyesítő képesség kialakítására koncentrálunk; a projektszerű munkában való részvétel, az ennek megfelelő szemlélet képessége. Ennek fontosságát indokolja az alábbiakban, a működő vállalatokra jellemző projekt folyamatok bemutatása.
A különböző valós körülmények között működő vállalatoknak törekedniük kell arra, hogy minél rugalmasabb legyen a felépítésük, működésük, – attól függetlenül, hogy köz- vagy versenyszférához tartoznak, hogy mekkora a szervezet mérete, illetve, hogy nemzeti vagy nemzetközi piacon tevékenykednek – hiszen a sokszor turbulens módon változó, különféle társadalmi, technológiai, gazdasági és pénzügyi hatásokra minél hamarabb kell reagálniuk az (üzleti) siker érdekében.
A rugalmasságot pedig többnyire a projektalapú munkamegosztás biztosítja, amelyet jól mutat az ISO szabvány szerinti meghatározás is. E szerint a projekt olyan egyedi folyamatrendszer, amelyet kezdési és befejezési dátumokkal jelöltek meg, specifikus követelményeknek (beleértve a minőségi, költség- és erőforráskorlátokat) kell megfelelnie, és tulajdonképpen a célkitűzés elérése érdekében vállalt, koordinált és kontrollált tevékenységek csoportja. Jellemzően nemcsak egy projektet futtat a vállalat, hanem akár többet is párhuzamosan, amiből egy úgynevezett projektportfolió is összeállhat. Akár egy, akár több projektben való részvételről van szó, mindenképpen három tényezőt kell mindvégig szem előtt tartani: az idő-, a költség- és a minőségkövetelményeket. Bár a projekt sikerességét többféle egyéb aspektusból is meg lehet közelíteni, az előbb említett elvárásoknak minden körülmények között meg kell felelni. Természetesen a megvalósítás közben valamelyik tényező élvezhet ideiglenesen nagyobb prioritást, de alapvetően együtt kell kezelni ezeket.

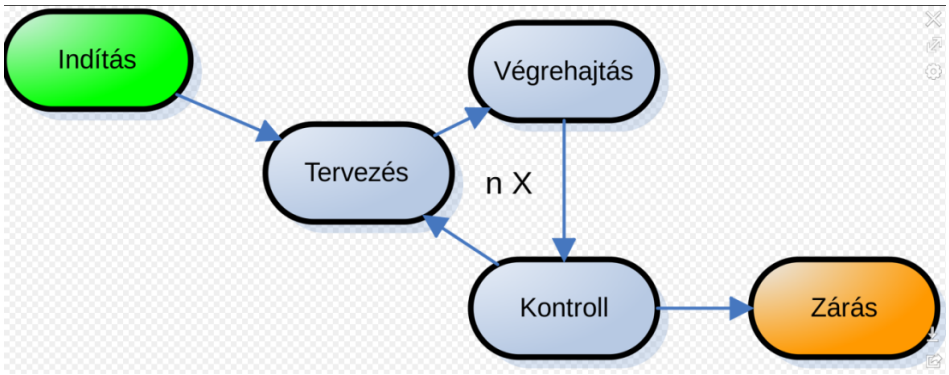
A projekt indítása

A projektek a probléma megoldására irányuló kezdeményezéssel és alapos tervezéssel kezdődnek. Pontosan meg kell határozni, hogy miért van szükség a projektre, milyen céllal jön létre, nagyjából mennyi idő alatt lehet a célt elérni, valamint, hogy milyen belső vagy akár külső igények, követelmények merülnek fel ezzel kapcsolatban. Fel kell mérni a szükséges erőforrásokat is, mivel a különböző költségvonzatok nagy szerepet játszanak abban, hogy a vállalat vezetése vagy tulajdonosi köre egyáltalán engedélyezzék a projektet. Ha a kezdeményezés pozitív fogadtatásra talál, és elindulhat a projekt, akkor kell kidolgozni a részletes projektmenedzsment tervet.

A projekt részletes megtervezése

Meg kell határozni a munkalebontási szerkezetet, a tevékenységeket, az átfutási időket, a függőségi viszonyokat, a pontos erőforrásigényeket, az ütemtervet, valamint elengedhetetlen a kockázatelemzés. Mindemellett ki kell jelölni az egyes területek vagy feladatok felelőseit is, és lehetőség szerint minél hamarabb (akár már a kezdeményezési fázisban) ki kell nevezni a projektmenedzsert. A végrehajtás során koordinálni kell a különböző erőforrásokat, beleértve ebbe a projektcsoport tagjainak menedzselését is. Mindegyik fázisnál és feladatnál rendkívül fontos a kommunikáció, hiszen a hatékony információáramláson múlhat az egész projekt sikeressége is. A felmerülő kihívásokat a lehetőség szerint rugalmasan kell kezelni, tehát szükség esetén a terveket vagy a végrehajtandó lépéseket meg lehet változtatni, de érdemes a

minőségmenedzsment szempontoknak végig megfelelni, azaz állandóan nyomon követni azt, hogy mi volt a tervben, hogy zajlik a megvalósulás és a kettő között keletkező eltéréseket szükséges-e pótolni. A projektmenedzser akár ki is jelölhet egy követési és felügyeleti folyamatcsoportot, akiknek a feladata a teljesítés nyomon követése és felügyelete, valamint az idő (ütemezés), a költségek és a minőség szabályozása, szükség szerinti folyamatos újratervezése.
Az *1. ábra* ezt a folyamatot mutatja be, az ismert PDCA ciklus módosításaként. [1] A PDCA betűk jelentése; plan – tervezés, do – cselekvés /végrehajtás, check – ellenőrzés / kontroll, act – beavatkozás.



1. ábra A projekt végrehajtás fázisai

A módosítás lényegében abból áll, hogy egyrészt a P és az A fázis, azaz a ciklust indító „plan” / tervezés, másrészt a kontrollt, azaz a tapasztalatok levonását jelentő ellenőrzés utáni „act” egybe vonva, ami így nemcsak tervezésként, hanem újra-tervezésként is felfogható.
A másik módosítás abból áll, hogy a projekt indító és záró eleme is fel van tüntetve, ami minden projektnek fontos eleme. Egyetemi hallgatók számára szerveztett „mini” projektek esetében természetesen az „indítás”, illetve „indíttatás” rendszerint nem üzleti folyamatból érkezik, hanem didaktikai céllal szervezett módon az oktatói kartól. A zárás, pedig általában nem egy új, vagy módosított termék vagy szolgáltatás, hanem maga a jegy. Természetesen az se kizárt, hogy az oktatók olyan feladatot találnak, mint megvalósítandó projekt célt, ami hasznosul is valamilyen módon, mint például egy közeli patak vizsgálata, vagy önkormányzati célkitűzést is szolgáló, valós mérési igényt szolgáló levegőminőség vizsgálat, amelynek rövid leírása e cikk végén található.
Egy egyetemi szemeszter időtartama alatt általában nincs lehetőség, hogy az az ábrán feltüntetett „n” száma túl nagy legyen. Egyrészt a hallgatók, - sok esetben - első projekt gyakorlata nem támaszkodhat a korábbi tapasztalatokra, másrészt a félév rendszerint rövid (14 hét) ahhoz, hogy több ciklus is megvalósulhasson.
Egyetemi oktatási célú projektek esetében az egyes évfolyamok tapasztalatit az oktatók összesítik, s ez alapján egy esztendő múlva módosított projektfeladatot tudnak kiírni, tehát az ábrán szereplő „n” nemcsak egy projekt és hallgatók szintjén, hanem sokkal inkább évfolyamról – évfolyamra értendő „újra-tervezést” jelent.
Fentieket nemcsak a valós ipari / üzleti valós projektek tervezésénél kell figyelembe venni, hanem az oktatási célú mikro-projekteknél is. Ezek esetében is igaz, hogy érdemes erőforrást csoportosítani a tervezésre / újra-tervezésre, mert megelőző intézkedésekkel nagyban elősegíthető a projekt sikere, hiszen sokszor a folyamat közben egyszerűbb javítani és

változtatni egyes területeken, mint a befejezés után. Mivel a projektnek mindig meghatározott célja és időtartama van, ezért a projektet formálisan le lehet és le kell zárni, amin az esetleges csúszás vagy hosszabbítás sem változtathat. Ilyenkor átadják a „készterméket", bemutatják a projekt eredményét, ami sokféle lehet egy jelentéstől / dolgozattól kezdve, egy megvalósult rendezvényen át, akár egy konkrét modell megalkotásáig bezárólag. (Koltai, L., 2009)
Környezetmérnöki területről egy talajszennyezés felmérése, egy kármentesítés megtervezése és kivitelezése vagy egy mérési feladat megvalósítása, egy légtisztító berendezés megtervezése, legyártása, üzembe helyezése lehet ilyen projekt. A környezetmérnöki tevékenység zöme kifejezetten projektalapú. Fontos, hogy a projektmenedzser és a csapata is visszatekintsen a munkára, és a megvalósulás közbeni állandó nyomon követés ellenére értékeljék a lezárult folyamatot. Nemcsak a projektcsapat tagjainak visszajelzéseit érdemes összegyűjteni, hanem a különböző érintettek észrevételeit, hiszen mindezek a későbbi munkavégzéshez, új projekt tervezéséhez jó alapul szolgálhatnak.
A projektmenedzsment mára önálló, interdiszciplináris tudományterületté nőtte ki magát, és nemcsak a gyakorlati életben, hanem akár tanfolyamokon, vagy konkrét felsőoktatás keretek között is meg lehet tanulni az alapokat. Mindemellett számos módszer és szoftver áll már rendelkezésre, ami nemcsak a tervezést, hanem a végrehajtást, a nyomon követést és a lezárást is segíti. A legjelentősebb, projektmenedzsmentek egységesítésére létrejött szervezet a Project Management Institute, azaz a PMI, amely kiadványaival nagyban segíti a projekt alapú munkavégzést, hiszen általános lépéseket ír le, amely minden területen használhatók. Sokszor az is megfigyelhető, hogy különböző szakemberek (mint például mérnökök vagy közgazdászok) helyett projektmenedzsereket bíznak meg egy-egy projekt lebonyolításával, amelyhez természetesen a hozzáértő specialistákat is bevonják. Ideális esetben viszont a szakemberek is értenek a projektmenedzsmenthez, ami nemcsak a vállalatoknak kedvező, hanem az adott személynek is, hiszen többféle munka vagy munkakör elvégzésére teszi alkalmassá.
Az utóbbiból is következik, hogy miért rendkívül fontos, hogy a mérnökképzés kiegészüljön projektmenedzsment képzéssel, illetve legalább némi projekt tapasztalattal. Természetesen nemcsak az elméleti alapokat szükséges a leendő mérnököknek átadni, hanem lehetőséget kell teremteni a gyakorlati képzésre is. Sokszor ugyanis azáltal fejlődik ki a hallgatókban az integrált szemléletmód, hogy a gyakorlatban is kipróbálhatja a megszerzett tudást. A kis létszámú csoportok egy-egy projekt kidolgozásából nemcsak a szakmai ismeretek összehangolását tanulják meg, hanem a kommunikációs képességeik is fejlődnek. Nagyon fontos, hogy alkalmuk legyen a projekt különböző fázisait prezentálni, és mind az oktatótól, mind a többi hallgatótól kapjanak konstruktív visszajelzést. Mindemellett pedig érdemes a gyakorlatban is használt minőségbiztosítási követelményeket beemelni a követelményekbe, hiszen ezekkel az oklevél megszerzése során gyakran fognak találkozni. Érdemes a szimulációt minél inkább a valós élethez igazítani, mert ezzel lehet a mérnökképzés színvonalát hatékonyan növelni. A tárgyi tudás szintjén a különböző egyetemek nem feltétlenül tudnak versenyezni, hiszen a tananyag és a jelenlegi szakmai ismeretek limitáltak, viszont a készségfejlesztés és egy bizonyos szemléletmód kialakításával segíteni lehet a hallgatókat, hogy kitűnjenek a többi mérnök közül, illetve, hogy ők is tisztában legyenek azzal, hogy a választott szakmájuk milyen követelményekkel jár. Ráadásul a projektek segítségével a hallgatókat ösztönözni lehet az egyéni (kutató)munkára, ezáltal megismerhetik a legújabb technológiákat, a legjobban bevált gyakorlatokat, amiknek bemutatására sajnos sokszor a hagyományos képzés keretein nincs,

vagy alig van lehetőség. Mindemellett a hallgatók a projektfeladat során kipróbálhatják magukat különböző szerepekben (például projektmenedzser, megbízó, tanácsadó), és megtanulnak együttműködni, a munkát felosztani, beosztani, illetve a különböző információk hatékony átadását. Mindennek természetesen van tétje, hiszen osztályzatot, kreditet kapnak érte, de azért szimulációról van szó, tehát egy biztonságos környezetben tehetik magukat próbára.

A hallgatók projektalapú szemléletének kialakításának szükségét alátámasztandó két környezetvédelmi projekt példát mutatunk be. A környezetmérnök tevékenység általában projekteken alapul. A környezetmérnök hallgatók jövendő mérnökként leginkább ilyen területen fognak elhelyezkedni, így az e területre vonatkozó tudásukat, tapasztalatukat mindenképp érdemes megalapozni, növelni.

Fenti kijelentés alátámasztására érdemes figyelembe venni, hogy a jövő környezetmérnökei milyen területen tudnak szakmájukban elhelyezkedni? Alapvetően az alábbi három alkalmazói környezet kínálja a legtöbb álláshelyet a környezetmérnökök részére.

A. Államigazgatás a jogalkotás, annak előkészítése és/vagy alkalmazása területén van szükség környezetmérnökre.
B. Cég, amelynek környezetmérnökre a saját környezetterhelése követésére, adminisztrációjára, a problémák megoldására van szükség környezetmérnökre.
C. Környezetmérnök, mint szolgáltató.
D. Cég, amely a fenti két szektor részére gyárt környezetmérnöki termékeket, berendezéseket, illetve végez szolgáltatásokat.

Mindhárom fenti területen a feladatok projektszerűnek is felfoghatók, illetve a projektmenedzsment eszközeivel oldhatók meg hatékonyan.

Néhány példa a fentiekben felsorolt szektorokból.

A. Környezetmérnök az államigazgatásban

A jogalkotás előkészítése, az indoklásul szolgáló háttértanulmányok elkészítése mindenképp egy adott időpontban elkezdődő, határidővel rendelkező projektnek tekintendők.

A jogszabályok alkalmazásának ellenőrzése felfogható évente ismétlődő folyamatos rutinnak is, de például egy vízgyűjtőgazdálkodási terv megvalósulása se állandó évtizedekig, hanem néhány éves ciklusokban (általában 5 éves) ismétlődő éves bevallást – ellenőrzést jelent számos, évről-évre változó szereplőkkel és adatokkal. Tehát ugyan egy ilyen adminisztratív feladat ellátása nem látszik projekt alapúnak, de egy-egy éves ciklusa mégis tekinthető annak.

B. Környezetmérnök a vállalatoknál, környezetvédelmi megbízotti munkakörben

Az előbbi feladatnál kezdve egy általános vállalat alkalmazásában álló környezetmérnök projektszerű feladatainak ismertetését, lehet megemlíteni a környezetvédelmi bevallások elkészítését. A cégek éves adatszolgáltatása szintén ilyen, mint az előbbi példa, évente ugyanaz tartalmát tekintve, tehát, mintha nem lenne projekt, hanem folyamatos rutin tevékenység. De ez csak részben igaz, hiszen az éves, határidőhöz kötött bevallás elkészítése általában a cégek életében a határidőt megelőző hetekben, 1-2 hónapban „csúcsosodik”, s ekkor mér nem beszélhetünk folyamatos, éves tevékenységről, hanem, a bevallási határidőt megelőző - jó esetben-, 1-2 hetes „mini”-projektnek, ami a bevalláshoz szükséges alap adatok összegyűjtéséből áll. A vállalati környezetmérnök a bevallások elkészítésért vállalt felelősségén túl, minden más, az adott vállalat életében felmerülő környezeti hatással bíró

feladat megoldásában is részt kell, hogy vegyen. Az ilyen feladatok, amik nem folyamatosak a vállalatok életében, az ú.n. változás projektek („change project”) körébe tartoznak. Ilyen lehet egy új gép, technológia beszerzése, alapanyag kiváltás, új termék kifejlesztése. Az ilyen, viszonylag rövid ideig – néhány héttől pár hónapig –, tartó feladatok igazi projektek. Amikor megszületik a stratégiai döntés az előbb felsorolt feladat létrejöttéről, akkor megalakul a projekt csapat, meghatározzák a célokat, a döntési pontokat, a minőségi, pénzügyi feltételeket és részhatáridőket rendelnek az egyes projekt szakaszokhoz. Ezeknek a projekt feladatoknak / projekteknek a végrehajtásában, a mai kor elvárásainak megfelelően szinte mindig részt vesz a vállalati környezetmérnök. Hiszen a felsorolt változás projekteknek mindig van, de legalábbis lehet környezeti hatása, s ezeket a szempontokat kinek másnak, mint a vállalati környezetmérnöknek kell érvényesíteni az adott projekt során.

C. Környezetmérnök, mint szolgálató

A környezetmérnök hallgatók szakmai életükben választhatják ezt a harmadik területet is. Az itt végzett munka aztán igazán, 100%-ban projekt! Arról van szó ez esetben, hogy egy vállalatnál felmerül egy környezetvédelmi probléma, korábban nem ismert talajszennyezés, ami hirtelen kiderült, vagy a fent említett technológia változása miatt bővíteni kell a vállalati szennyvíztisztítót, vagy egy új gép beüzemeléséhez szükség van egy pontforrás kialakítására megfelelő légtisztító berendezéssel stb. Ebben az esetben a feladatot a vonatkozó jogszabályok és az adott igények alapján a változás projekt „tulajdonosa” megfogalmazza, akár egyedül, vagy éppen egy tervező (újabb projekt!) környezetvédelmi szakcég bevonásával, majd a kivitelezőt kiválasztva (újabb mini projekt!) megbízza az adott munka elvégzésére. A nyertes környezetvédelmi szolgáltató pedig a feladat kiírás feladataira szerződve megvalósítja a projektet.

Nem részletezve tovább a fenti A, B, és C környezetmérnök hallgatókra váró projekt csoportokat, így is nyilvánvaló, hogy a hallgatók szakmai életüknek nagy részét, akár 80-90-100%-t is, projektfeladatok megvalósításával fogják tölteni, tehát a projekt szemléletű oktatás jelentőségét nem lehet túlbecsülni. – Az külön érdekesség, hogy az is előfordulhat, hogy a ma még egy tankörben tanuló három diák a fenti 1, B és C szakterületre kerülve ismét együtt dolgozhat, egyikük (A) a hatósági munka részeként határozatban kötelezi hajdani tankörtársát (B-t) egy adott vállalatnál egy környezetvédelmi beruházás megvalósítására, amit a cég képviseletében e jelenlegi hallgató majdan egy szakcégnél dolgozó (C) évfolyamtársára bíz. Így előfordulhat, hogy a mai oktatásban együtt dolgozó diákok az élet különböző területeire vetődve ismét, egy projekten (!) dolgoznak majd együtt.

Persze a lényeg nem is az, hogy a jelenlegi környezetmérnökök személyesen fognak-e a jövőben együtt, egy projekten dolgozni, mert ez bizonytalan. Ami viszont biztos, az az, hogy nem képzelhető el olyan mérnöki munka, ahol a jelen diákjai ne dolgozzanak, legalább részben, projekt feladaton. Ezzel a pár kiragadott példával és általános megjegyzéssel a szerző bizonyítottnak látja a címben megfogalmazottak fontosságát; „Projekt szemléletű oktatás célja és haszna a környezetmérnök-képzésben”; maga a való életre nevelés!

Irodalomjegyzék

[1] J. Ammenberga és E. Sundinb, „Products in environmental management systems: drivers, barriers and experiences,” *Journal of Cleaner Production Volume 13, Issue 4, ,* pp. 405-415., 2005.

ÉRTÉKELÉSI RENDSZER KIALAKÍTÁSA MINŐSÉGÜGYI SZEMPONTOK SZERINT AZ ISKOLALELKÉSZI MUNKAKÖRBEN

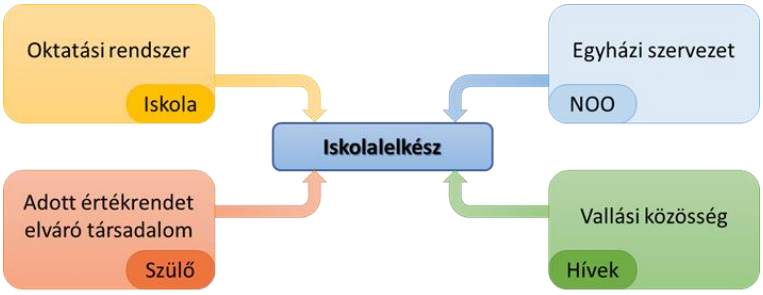
Gregász Tibor
Óbudai Egyetem, Rejtő Sándor Könnyűipari és Környezetmérnöki Kar, Médiatechnológiai és Könnyűipari Intézet, Budapest
gregasz.tibor@rkk.uni-obuda.hu

Bevezető

A kutatás 2018-ban kezdődött, amikor a Magyarországi Evangélikus Egyház elhatározása szerint a világi jó gyakorlatok meghonosításával többek közt az iskolalelkészek munkájának olyan keretrendszerét dolgozná ki, amely a korábbi módszert egzaktabb, teljesítményre érzékenyebb, esetleg parametrizálható formába öntené.
Ebből következően speciálisan tágabb elvárásokat támaszt az iskolalelkészek munkájával szemben, így a tevékenység megítélésére sem az oktatói, sem a hagyományos lelkészi feladatkör szűkebb követelményei és értékelései nem alkalmasak. Az új elképzelés alapja, hogy a munkakörrel elérhető értékteremtő képesség ne degradálódjon csak oktatói, vagy csak lelkészi vonatkozásokra, hanem a széles körben elterjedt, például minőségirányítási szemléletmód meghonosításával komplex, folyamatos fejlődésre képes, akár parametrizálható, a világi rendszerekben fellelhető jó gyakorlatokat felhasználóvá váljon.
Ezen újszerű szempontok szerinti értékelési rendszer kidolgozása és alkalmazásának előkészítés követhető nyomon a kutatásunkban.

A kutatás előzményei és célkitűzés

A világi (közoktatási rendszer) és az egyházi terület intézményeit érintettek sora veszi körül, akikkel szemben az Egyháznak felelőssége van, akiknek az igényeit minél magasabb szinten ki kell elégíteni, valamint, hogy ennek érdekében a folyamataik működtetésében résztvevők hatékonyan, minél nagyobb eredményt érhessenek el. Ebből a szempontból a fejlesztésre a minőségmenedzsment módszertanai kézenfekvően alkalmazhatók, de ez a befogadás az Evangélikus Egyház elmúlt 20 éves vezetési gyakorlatában folyamatosan fellehető.
Mivel általánosan az MSZ EN ISO 9001:2015 menedzsmentszabvány és más menedzsment keretrendszerek is elvárják, hogy a kialakításnál és működtetésnél is végezzék el az érdekeltek teljes körű felmérését, valamint fontos a szervezet működésével kapcsolatos elvárásaik megismerése. A rendszerek értékelésénél minden értékelő kitér e pontok megvalósult részleteire (pl. auditok). Ezen szakmai alapelvből kiindulva a kutatásban is természetesen vezérlő elv az iskolalelkészi munkával kapcsolatba hozható érdekelteket és igényeiket megnevezni, felismerni és az értékelési szempontokban visszatükrözni.[1] Ezen érintettek leegyszerűsített hálózatát szemlélteti az *1. ábra*.



1. ábra Az iskolalelkésszel és a munkájával szemben támasztott elvárások kapcsolatrendszere /Gregász Tibor/

Komolyan veendő, hogy a lelkészi munkában van egy olyan – világi normák szerint nem mérhető – küldetés, tevékenység, melyet a humánerőforrás menedzsment módszereivel sem szabályozni, sem ellenőrizni nem lehet és a teológia sajátos szabályai szerint nem is szabad. Ugyanakkor létezik egy olyan, nagyon is nyomon követhető, fejleszthető terület, melynek minősége az Egyház felelőssége. A kutatás során átgondolt kapcsolatrendszerben kialakított, iskolalelkészeknek készült Irányelv ez utóbbi feladatvégzésére koncentrál.
A Magyarországi Evangélikus Egyház országos presbitériuma a hitmegélési kutatásról szóló 53/2018. (V.9.) határozatával megbízta a nevelési és oktatási bizottságot az iskolalelkészeket érintő szabályozások és ösztönzők áttekintésével, az ez alapján készített intézkedési terv előterjesztésével, illetve az iskolák közép- és hosszú távú humánerőforrás-gazdálkodási stratégiájának (iskolalelkészek, hitoktatók, pedagógusok) előterjesztésével. Kutatásunk ezen folyamatot segíti az alábbi területek használatra kész kidolgozásával:

- Az iskolalelkész munkakör szabályozási irányelvének kidolgozása
- Komplex értékelő rendszer kidolgozása
- Értékelési módszertan alapján a folyamatos fejlődés meghonosítása.

Az iskolalelkészi tevékenység spektruma

Az iskolalelkész általánosan elvárt tevékenységei az iskola működésében

Az egyházi iskolákban természetesen a vallásra jellemző napi, heti és éves ciklikussággal végzett vallási tartalmú szokások, rítusok, ünnepek és lelki gyakorlatok szükségesek, amelyeket az iskolalelkész szervez, irányít, szolgáltat.
Emellett a hitoktatásban és annak minden megnyilvánulásában is aktívan közreműködik (pl.: óratartás, versenyek, felkészítések, érettségi előkészítő, fakultáció, szakkörök). [2][4]
Harmadrészt az iskolalelkész egy különleges adottságokkal jelenlevő gyülekezet – az aktuálisan jelenlevő évfolyamokban tanuló diákság, a szülői közösség és a tantestület teljes jogú lelkésze, így ő határozza meg az intézmény teológiai irányvonalát. Az iskolalelkész lelkészi szerepe kiemeltté válik az intézményben történő esetleges tragikus eseményeknél is.

Az iskolalelkész intézmény specifikus munkája

Ezen tevékenységek a fenti felsorolástól annyiban különböznek, hogy az iskola profilja és egyéb működési sajátosságai szerint fogalmazhatók meg, kerülnek előtérbe vagy maradnak hangsúlytalanok. Ugyanakkor a szolgálat meghatározó elemei és a sikeres együttműködés zálogai. Ezen feladatok érzékeny felismerése, proaktív végrehajtása, következetes képviselete, erősíti a keresztény nevelés és keresztény intézmény, valamint az értékes lelkészi munka kibontakozását. Ekkor a munkavégzésében igazodási pont az alábbi három peremfeltételnek való megfelelés, ami az iskola specifikusságát adja:

- Az iskola története és az egyházi fenntartás időtartama (alapításhoz vagy újra alapításhoz mérve)
- Az iskola általános kulturális környezete
- Az iskola szakmai irányultsága, profilja.

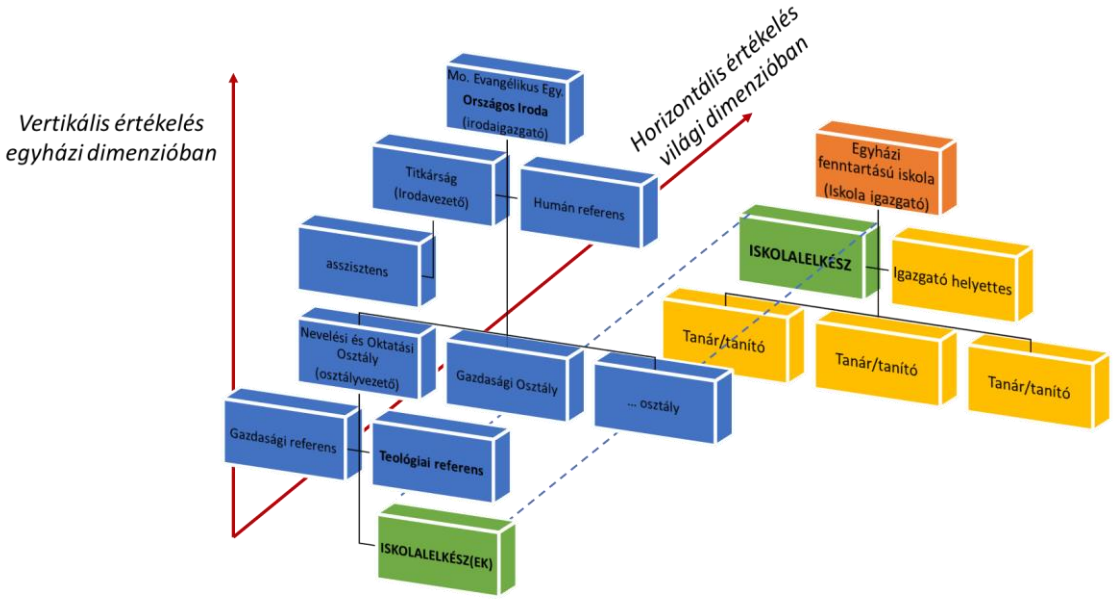
Az iskolalelkész kapcsolatrendszere a Magyarországi Evangélikus Egyházban

Az evangélikus egyházi fenntartású közoktatási iskolák (főleg középfokú) jellegzetessége, hogy az iskolákhoz iskolalelkészt kell delegálni, aki a vallásos élet megjelenéséért és sikeréért alapvető felelősséget visel az előző fejezetekben leírt tevékenységekben. Ebből következően az Egyház alkalmazottja. Ugyanakkor az iskola területén végzi a tevékenységét, a közoktatásban tanuló diákok (állampolgárok) vannak rábízva, iskolai szabályokat kell betartania, vagyis a jelenlétéért bizonyos tekintetben az iskola igazgatója felel.

A tevékenységének a szabályozása is ezért kettős, ami korábban problémákat, szabályozási hiányosságokat mutatott, de egy a kutatásunk alapját is adó megbízás alapján 2018-ban minőségügyi szempontok figyelembevételével új szabályozási modell és egyben értékelési rendszer kialakítása kezdődött el.

Az iskolalelkész értékelési rendszerének tervezett kialakítása

Az értékelési rendszer koncepciója elsőként két dimenzióban jön létre, amihez az időbeli változás monitorozása adódik harmadikként. A *vertikális rendszer* az egyházi szempontok és elvárások teljesülését vizsgálja a munkavégzésben, azaz az *iskolalelkész → teológiai referens → Nevelési és Oktatási Osztály → MEE Országos Iroda → püspök → Országos Presbitérium* szolgálati hierarchiát követi és alakul az egyén értékelése folyamatosan az iskolalelkészek munkaközösségének (ILMK) értékelésévé.
A *horizontális rendszer* az iskolalelkész közvetlen elöljárói szintjén – az igazgató és a lelkész alkotta hálózatban – kíván kétoldalú értékelést végezni (*2. ábra*).



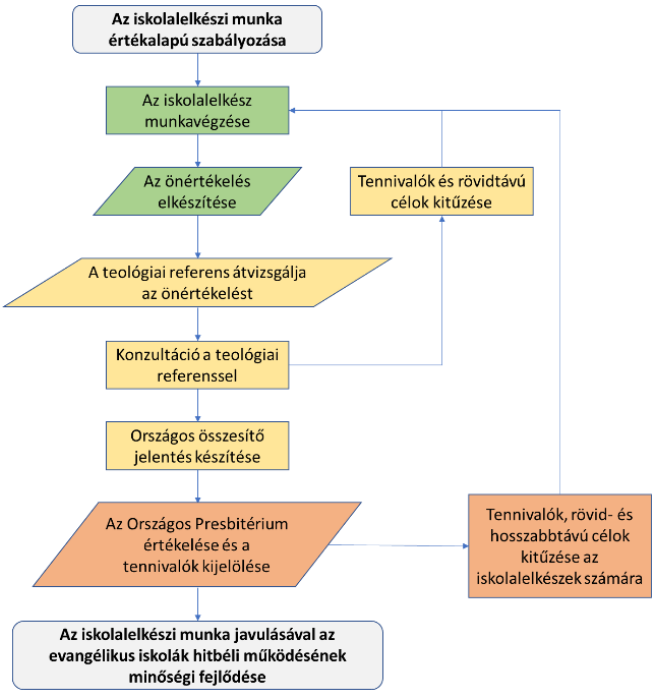
2. ábra Az iskolalelkész kettős „köteléke" és elhelyezkedése a hierarchikus rendszerekben (Az egyházi szervezet az Országos Irodától lefelé látható)

Logikus elképzelés, hogy a fenti kötelékek alapján az értékelési rendszer sem lehet egyszerű, egyetlen szervezet homogén elvárásainak teljesülését vizsgáló, hanem komplex, e két tartomány együttes (de nem egybemosható) igényei szerint kell kiépíteni.

Vertikális értékelési módszer

Az értékelés több egymásra épülő részből áll. Számítógépes támogatása a földrajzi távolságokat áthidaló és a modern archiválást lehetővé tevő megoldást, azaz részben online felületen történő kitöltéseket céloz meg.
A kutatás során kidolgozott értékelési séma a *3. ábra* szerinti hierarchikus szinteket és a *4. folyamatábra* szerinti értékelési lépéseket mutat.

3. ábra Az értékelés hierarchikus szintjei



4. ábra A vertikális értékelés folyamata a visszacsatolási elemekkel

A folyamat lépései:

1) Az NOO felkéri (ciklikusan elvárja) az iskolalelkészeket az önértékelések elkészítésére. Ezt előzőleg egy értékelési és döntés-támogató rendszer részeként elkészíti.
2) Az iskolalelkész a NOO által létrehozott standardizált számítógépes kérdőívet tölt ki. Ennek a hozzáférési/módosítási jogosultságai a szakmai vezetés által kerülnek beállításra.
3) A kérdőívet az NOO delegáltjaként a teológiai referens az adott intézmény és környezte adottságai és feladatai vonatkozásában áttekinti, majd az iskolalelkésszel személyes találkozót egyeztet a fenti időintervallumban.
4) A konzultáción az egyszerű válaszok mögötti, a körülményeket, lehetőségeket és személyes ambíciókat is kontextusba helyező eredményeket értékelik. Előkerülnek a múltban indított törekvések és/vagy a jövőbeli cél elérésének lehetőségei, valamint újabb jövőbeli célok. Ezt a fájl egy másik munkalapján rögzíti a teológiai referens a számára kialakított felületeken.

5) A konzultáció alapján a megvalósult tervek, az elért eredmények, a konzultáción előkerült nehézségek és hiányosságok alapján kialakult, közvetlen személyes korrekciók, célok, tennivalók kerülnek megtárgyalásra.
6) Az iskolalelkészek munkájáról a teológiai referens országos átfogó értékelést készít az egyházi fenntartású iskolák lelkészi munkáját összegző elképzelésekkel és elért célokkal.
7) Az átfogó értékelést és javaslatait az előírt ügymenet szerint eljuttatja az NOO, azon keresztül az Országos Presbitérium megfelelő fórumaira. Itt a tapasztalatokat levonva rövid és hosszútávú munkatervek és stratégiák készülnek.
8) Az új tervek lebontásaként az országos elöljáróságok visszacsatolásként dokumentáltan operatív feladatokat és elérendő célokat határoznak meg az iskolalelkészek felé.

Az iskolalelkészi értékelés „világi oldalról" is megvalósul a következő fejezet szerinti horizontális értékelésben, melyet a vertikálissal közel egy időben dolgoztunk ki, tesztelünk és fogunk validálni.

Az önértékelés tartalma

A tevékenységeket az előző fejeztetek szerint két csoportban sorolja fel az értékelő program (*1. táblázat*). Ezen tevékenységek (táblázati sorokban) egyenkénti értékelését várja a program a *2.* és a *3. táblázat* fejléce alatti oszlopokban.

1. táblázat Az értékelés alapját szolgáló táblázat funkcionális felépítése és áttekintő nézete /Gregász Tibor/
(A részletek a szétbontott ábrákon olvashatók)

Általános feladatok	Iskolaspecifikus feladatok
lelkészi szolgálat	jelenlét programokon, mozgalmakban, …
hitoktatás	hitoktatás
kapcsolattartás	kapcsolattartás

		a tevékenységben való részvétel értékelései						fejlesztés/fejlődés a tevékenységi területen					
Általános feladatok	van-e, tart-e, végzi-e-e aktív szerepet benne /Igen	az adott tevékenység beszélő fontosságát a szempontjából 1-6	az adott tevékenység beszélő fontosságát a Evangélikus Egyház szempontjából 1-6	Az adott terülben a befektetett relatív munka idő, igényelt munkaintenzitás, és energiaráfordítás 1-6	Az adott területen végzett munka beszélő idős ütemezése az oktatási félév során. Órarend	Az adott területre befektetett munka eszközkörön és módszerei a mértéke 1-6	Az oktatási referens értékelése a az adott területen végzett tevékenysége az önértékelés, a kitöltő információk, esetleges egyéb megfigyelések alapján szöveges megfogalmazás	Van-e újfajta ötlet a lépcsőzés a a területen, még a tervezési vagy az az megvalósítás során?	2-3 témond ebben fejtse ki azt	Van-e már megvalósulási folyamatban lévő fejlesztési ötlete, javaslata?	2-3 témonda ban fejtse ki azt	Van-e az önálló idő alatt lesz-e fejlesztési ötlete, javaslata, kezdeti módszere, stb?	Az oktatási referens javaslatai valamennyi az adott ő fejt,fejlesztés, és annak elérhetőséges lépcsőin szöveges megfogalmazás
Lelkészi szolgálat													
Hétköznapok	igen	5	5	5	5	5		-	-	-	-	-	
Ünnepi istentiszteletek	igen	5	2	4	4	4		-	-	-	-	-	
Lelkigondozói alkalmak/csoportok	igen	5	2	5	5	4		-	-	-	-	-	
Szociális szolgálat (pl. pastoral)	igen	5	5	5	4	4		-	-	-	-	-	
hitoktatás													
Hittanórák (óraszám)	az Intézményben nem érvényesíthető	0	0	0	0	0		-	-	-	-	-	
Szociális élet	igen	5	5	5	5	5		-	-	-	-	-	
pedagógiai konzultáció	igen	4	2	4	4	4		-	-	-	-	-	
felvételi beszélgetések	igen	5	2	4	2	4		-	-	-	-	-	
évfolyami előkészítő	igen	2	5	5	5	5		-	-	-	-	-	
Kapcsolattartás													
Kapcsolattartás a Nyárfa az szemelvényekkel (családok gyülekezetei)	igen	4	2	2	2	4		-	-	-	-	-	
Iskolai ügyvezetői tevékenységek, pedagógiai és nem pedagógiai kompetenciák (gyülekezet)	igen	2	4	2	2	2		-	-	-	-	-	
Iskola-specifikus feladatok													
hitoktatás													
Hittanórák (óraszám dan kívüli)	az Intézményben nem érvényesíthető	0	0	0	0	0		-	-	-	-	-	
szakkör	igen	2	5	2	2	4		-	-	-	-	-	
Hittanverseny	igen	4	5	4	4	2		-	-	-	-	-	
Kapcsolattartás													
Napi iskolai szolgálat	igen	2	5	4	4	2		-	-	-	-	-	
felső oldal szervezése a szülőkkel	az Intézményben nem érvényesíthető	0	0	0	0	0		-	-	-	-	-	
Részvétel a belső iskolai projektben	igen	5	2	5	5	5		-	-	-	-	-	
Hitoktatói levelezés és a mód módosítása	az Intézményben nem érvényesíthető	0	0	0	0	0		-	-	-	-	-	
Lelkigondozói igények	igen	2	5	5	2	5		-	-	-	-	-	
Munkaközösségi szolgálat	igen	2	5	2	2	2		-	-	-	-	-	
gyülekezeti ifjúsági diákokkal	igen	5	5	4	4	4		-	-	-	-	-	

A sorokban elhelyezett tevékenységek/ tevékenységcsoportok értékelése a táblázat oszlopai szerint felhasználóbarát űrlap-makrókkal tölthető ki.

A fentebb bemutatott két tevékenységcsoport három kategóriára bontva jelenik meg az önértékelési táblában, ezeket pedig az alábbi kérdéskörök szerint értékelik az iskolalelkészek:

- Az adott területen való munkavégzés **jellemző-e az iskolalelkész munkájára**?

- Hogyan értékeli az iskolalelkész a tevékenységben való **részvétel mértékét, minőségét, fontosságát, sikerességét**?
- Milyen módon és alapossággal kíván a **területen fejlesztést, fejlődést előmozdítani**, kidolgozni, terveket készíteni és véghezvinni.

2. táblázat Az egy sorban leírt tevékenység értékelésének pontozási szempontjai

tevékenységi területben való részvétel	a tevékenységben való részvétel értékelései				
jelen van-e, tart-e, részt vesz-e aktív szerplőként I/N	az adott tevékenység becsült fontossága az iskolai élet szempontjából 1-6	az adott tevékenység becsült fontossága a vallásos élet és az Evangélikus Egyház szempontjából 1-6	Az adott területbe befektetett relatív munkaidő, igényelt munka-intenzitás, és energia mértéke 1-6	Az adott területen végzett munka becsült időszükséglete az oktatási félév során. Óra/hét	Az adott területbe befektetett munka szubjektíven érzett megtérülésének a mértéke 1-6

3. táblázat Az egy sorban leírt tevékenységben végzett személyes fejlődés vagy innováció megnevezése és értékelése

fejlesztés/fejlődés a tevékenységi területen				
Van-e új fejlesztési elképzelése a területen, még a terezési vagy az azt megelőző fázisban?	2-3 tőmondatban fejtse ki azt	Van-e már megvalósulási folyamatban levő fejlesztési ötlete, javaslata	2-3 tőmondatban fejtse ki azt	Van-e az értékelési időszakban lezáródó fejlesztési ötlete, javaslata, bevezetett módszere, stb.

Az egyéni önértékelések további értékelése

A teológiai referens az iskolalelkésztől megkapja az önértékelés dokumentumát. Ezt az eredeti adatok sértetlensége megőrzésével átnézi, majd a lelkésszel egy előre egyeztetett alkalommal konzultálnak. Ekkor a referens az önértékelés számára kialakított felületen és cellákba írja a megbeszéléseken elhangzottak alapján az észrevételeit, javaslatait (*4. táblázat*).

Az egyéni értékelések és konzultációk alapján a teológiai/oktatási referens elkészíti a beszámolóját a NOO, valamint az Országos Presbitérium felé. Ezen fórumokon kerülnek kijelölésre a következő időszak tennivalói és céljai az NOO, valamint az egyes iskolalelkészek részére. Ezen célkijelölések feladatokra való lebontását az NOO a teológiai referens segítségével dolgozza ki. Az értékelés koncepciója szerint a kimenete is kettős:

- Mennyire teljesül az iskolalelkész napi munkavégzésében az az általános elvárás, mint amit általános részvevőként a társadalom vár el tőle. (Hisz ezeket a normákat kölcsönösen ő is elvárja a társadalom többi résztvevőjétől, például a munkavégzés szabályozását, dokumentálási kötelezettséget, szabadság rendezését). Ez könnyebben felmérhető és értékelhető, valamint a keretrendszer felállítására is számos bevált eljárás létezik.

- Mennyire sikeres abban, hogy mint egyházi személynek, a vallás és a keresztény élet aktív és irányító szereplőjeként kell tevékenykednie, és aktivitásával az Egyház által elismerhető szolgálatot tenni. Ebben segít a mostani, az iskolalelkészi tevékenységi körre kialakított és a terület különlegességeit maximálisan figyelembe vevő értékelési rendszer.

4. táblázat Az önértékelésből örökített adatok és teológiai referens által használható értékelő felületek (zöld cella alatti beviteli mezők)

tevékenységi területben való részvétel	a tevékenységben való részvétel értékelései					
jelen van-e, tart-e, részt vesz-e aktív szerplőként I/N	az adott tevékenység becsült fontossága az iskolai élet szempontjából 1-6	az adott tevékenység becsült fontossága a vallásos élet és az Evangélikus Egyház szempontjából 1-6	Az adott területbe befektetett relatív munkaidő, igényelt munka-intenzitás, és energia mértéke 1-6	Az adott területen végzett munka becsült időszükséglete az oktatási félév során. Óra/hét	Az adott területbe befektetett munka szubjektíven érzett megtérülésének a mértéke 1-6	Az oktatási referens értékelése az adott területen végzett tevékenységre az önértékelés, a külső információk, esetleg a saját megfigyelések alapján *szöveges megfogalmazás*
fejlesztés/fejlődés a tevékenységi területen						
Van-e új fejlesztési elképzelése a területen, még a terezési vagy az azt megelőző fázisban?	2-3 tőmondatban fejtse ki azt	Van-e már megvalósulási folyamatban levő fejlesztési ötlete, javaslata?	2-3 tőmondatban fejtse ki azt	Van-e az értékelési időszakban lezáródó fejlesztési ötlete, javaslata, bevezetett módszere, stb?	Az oktatási referens javaslata/véleménye az adott ötlet/fejlesztés, és annak előrehaladása kapcsán *szöveges megfogalmazás*	

Horizontális értékelési módszer

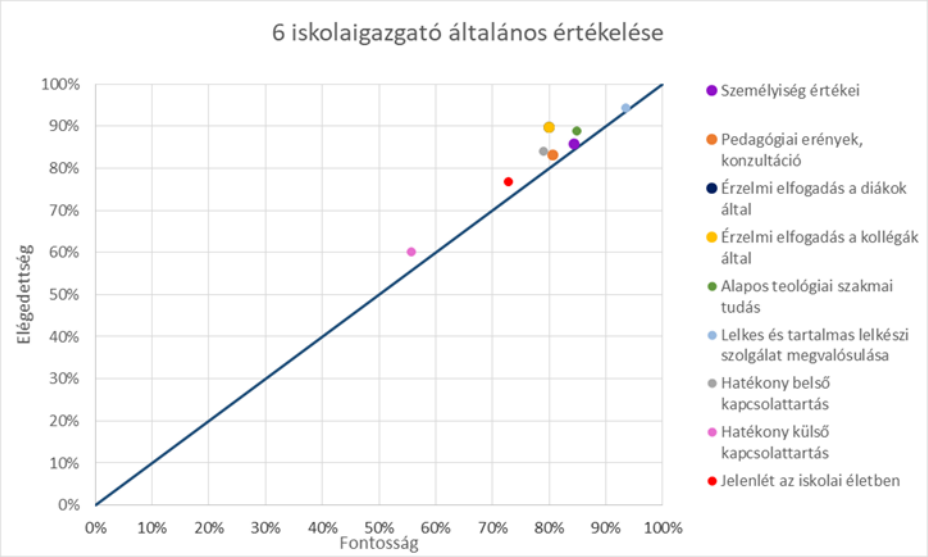
Ugyanakkor az iskolalelkészi értékelés „világi oldalról” is megvalósul egy újabb kutatás keretében. A jelen értékelési rendszer kidolgozását követően a lelkészek másik köteléke szerinti értékelést is megalkottuk, a tesztelése jelenleg is folyik. Ennek a lényege, hogy a lelkészt foglalkoztató iskola igazgatóját is megkérdezzük az iskolalelkész teljesítményéről, munkája minőségéről. Az egyházi fenntartású iskola részéről ugyanis az igazgató lép fel elvárásokkal. Ezen elvárások egy része a világi normák betartása és értékek képviselete (magatartás, oktatás, nevelés), valamint az Egyház által rábízott intézmény vallás megélési gyakorlatának kiteljesítése. Az általa vezetett intézményben tevékenykedik, gondozza és tanítja a tanulóit, vesz részt az oktató-nevelő munkában és teljesíti az intézményben a lelkészi hivatással járó széles spektrumú szolgálatot.

Az iskolalelkészi tevékenységet tehát közvetlenül a kutatásunk során kialakított és a NOO által jóváhagyott, online kérdőív kitöltésével az iskolaigazgató értékeli. Ezen kérdőív kialakításakor először megkérdeztük az iskolaigazgatókat az általunk elképzelt szempontrendszer elemeinek fontosságáról, majd ezek alapján véglegesítettük az értékelő (éles) kérdőívet, melyben a vezetőségük alatt álló intézmény iskolalelkészének teljesítményét értékelték.

Az elképzelt szempontok fontosságának felmérése az iskolaigazgatók körében anonim módon történt. Arra kértük őket, hogy 1-től 6-ig terjedő skálán értékeljenek aszerint, hogy az ő véleményük szerint az alábbi kritériumok mennyire játszanak fontos szerepet az iskolalelkészek mindennapi tevékenységében, mennyire tartja azokat fontosnak az iskolalelkészi tevékenység értékelésében. Kilenc kategóriában határoztuk meg a kérdéses jellemzőket, ezek a következők:

- a személyiség értékei
- pedagógiai erények, konzultáció
- érzelmi elfogadás a diákok által
- érzelmi elfogadás a pedagógus kollégák által
- alapos teológiai szakmai tudás
- lelkes és tartalmas lelkészi szolgálat megvalósulása
- hatékony belső kapcsolattartás
- hatékony külső kapcsolattartás
- jelenlét az iskolai életben.

A kategóriák mindegyikében olyan személyiségjellemzők meglétének fontosságára kérdeztünk rá, melyek túlmutatnak az egyházi vonatkozású általános elvárásokon. Az igazgatói értékelés számításba vesz olyan aktivitásra, lelkipásztori tevékenységre, támogató hozzáállásra vagy éppen széles látókörre vonatkozó szempontokat, amelyek lokálisan az adott iskolai környezetben fontosak, és a vertikális értékelés praktikusan nem tér ki rájuk. A középfokú oktatási intézmények vevői – legfőképpen a diákok és szüleik – szempontjából azonban, a nevelésben, oktatásában és személyiségfejlődésben meghatározó jellemzők.
A fontosság felmérésében 12 iskolaigazgatói értékelést kaptunk, mely a jelenlegi, az Evangélikus Egyház által működtetett középiskolák több mint felét jelenti. Az önértékelési rendszer teszteléséhez hasonlóan az értékelő kérdőív általános alkalmazása előtt elvégeztük annak a minőségügyi gyakorlat szerinti validálását is. Eszerint kisebb mintán, a visszajelzések és objektív számszerű elemzés alapján bizonyítottuk, hogy a szándékunk szerinti alkalmazásra technikailag és tartalmilag megfelelő, releváns információkat kapunk. Az igazgatói vélemények alapján véglegesítettük az éles, az iskolalelkészek teljesítményének (iskolaigazgatók általi) értékelésére kiküldendő végleges kérdőívünket.
A következőkben bemutatott eredmények alapját az a 6 iskolaigazgatói vélemény adja, melyek a szempontok fontosságára és az iskolalelkész értékelésére is kiterjednek, tehát azok a kiköltések, melyek párhuzamba állíthatók, összemérhetők a fontosság-elégedettség szempontjából. Az eredményeket összesítve ábrázoltam, azaz a 6 iskolaigazgató általi értékelés átlagértékei alapján, a 9 kategória szerinti megjelenítésben.
Ideális helyzetben az *5. ábrán* szereplő diagramon azonos vagy közel azonos elhelyezkedésű pontokat láthatunk a fontosság és az elégedettség tengelye mentén, hiszen ez a pozíció azt jelöli nekünk, hogy ugyanannyira fontos az igazgatók véleménye alapján az adott szempont, mint amennyire elégedettek az iskolalelkészeik említett szempont szerinti teljesítményével. Fejlesztés céljából azokat a szempontokat érdemes kiemelni, melyek magas értéket kaptak a fontosság tengelyén és alacsonyabbat az elégedettség tekintetében (az ábrákon a 45 fokos egyenes alatti terület). A tulajdonságok, készségek vagy kompetenciák fontosságának és elégedettségének 0,5 skálafokozat eltérésében (ez a százalékos értékekben hozzávetőleg 10%-os különbséget jelent) határoztuk meg fejlesztendőként az iskolalelkész adott szempont szerinti teljesítményét.[1]
Az átlagos értékelés mellett megvizsgáltuk az igazgatónkénti kitöltéseket is. Ennek során későbbi terveink szerint azt elemeznénk, hogy az igazgatói kitöltéssel járó tudatos átgondolás generálhat-e egyéni készség, illetve kompetencia béli fejlődési terveket (igényeket) az iskolalelkészek számára.



5. ábra A 6 iskolaigazgató átlagos értékelése 9 kategóriában a vezetésük alatt álló intézmény iskolalelkészi tevékenységének teljesítményéről

Értékelés az idő dimenziójában

Az iskolalelkészek munkájára kidolgozott vizsgálati módszer nem egy pillanatfelvétel a tevékenység jóságára, hanem rendszeres időközönként elvégzett értékelési metódus. Kitüntetett célja, hogy az adott időszakban elvégzett munkát és eredményét folyamatában tekinthesse át, részben önmaga, részben a teológiai referens, hiszen a szerteágazó tevékenység indíttatásának ötlete, szükségessége és ihlete sokszor a múltból ered és gyümölcse csak a jövőben érik be. Tehát egy objektivitásra törekvő szűkszavú „listán" nem csak egy adott időszakban sikeresen lezárt tennivaló kaphat jó értékelést, hanem a meggyőződéssel végzett, több időszakon keresztül folyó áldozatos munka is megemlíthető és értékelhető.

Egy iskolalelkész munkája óhatatlanul ciklikus, hiszen az iskolai tanévek ismétlődését követi, amit a vallási ünnepek éves ciklikussága is erősít. Ebből következően az éves értékelésre az iskolaév zárása (osztályozások) és a következő tanév előkészületei (azaz évnyitó) közötti intervallumban kerül sor a teológiai referenssel egyeztetett időpontban és helyszínen.

Minőségirányítási szempontú értékelések az egyházi felsőbbség részéről

Az iskolalelkészekkel készített egyéni értékelések tehát időszakosan végrehajtói szinten teszik láthatóvá az iskolákban való munkavégzés mélységét, intenzitását, sikerességét, problémáit, beágyazottságát, valamint az egyéni és szervezeti terveket és azok megvalósulását.
Ezzel párhuzamosan az iskolalelkészek munkájáról akár kvantitatív értékelés és egyéb hasznos információ érkezik a horizontális értékelésben az iskolaigazgatók részéről.
A rendszerezetten dokumentált, számítógépen készülő egységes beszámolók alapján különböző kérdésekre irányuló csoportos szűrések és kigyűjtések valósíthatók meg, mellyel területi, iskolatípushoz vagy személyes kompetenciákhoz rendelhető célzott visszacsatolás valósulna meg az iskolalelkészi munkavégzésre vonatkozóan.
A teológiai referens szintjén összegző munkával az iskolalelkészi szolgálat országos tevékenységeiről készít beszámolót a NOO számára.
A stratégiájában kidolgozott rendszer szerint a feldolgozott beszámolót felhasználva az Országos Presbitérium meghatározza a következő időszak rövidebb és hosszú távú (stratégiai) céljait, és a rendszer jó működését szolgáló konkrét tennivalóit.

Összegzés

Logikusan e két dimenzió (egyházi és világi) értékelése teszi kerek egységgé az értékelési rendszert. Akár a javítandó elemek megnevezésének, akár a jó teljesítmény elismerésének egyik oldalról sem szabad elmaradni.

A jó gyakorlatok átvételének mára kiforrott minőségirányítási módszertana már létezik a nagyobb kockázatokat jelentő profitorientált iparágakban. Az ezekhez hasonló „Benchmarking" tevékenységnek az alapjait az Evangélikus Egyház igyekszik megteremteni, amit ezen kutatás utáni igényük, valamint az eredmények befogadása és bevezetésére tett intézkedések is bizonyítanak.

A kutatás teológiai tartalmában jelentős szerepe volt Koczor Tamásnak, aki az Evangélikus Egyház teológiai referense, nem mellesleg gyülekezeti és ugyanakkor iskolalelkész, vagyis a végrehajtási és a „menedzsment" folyamatokban is kompetens gyakorlati tudással rendelkezik.

A vertikális értékelés kérdésjegyzékében érkező első körös válaszok elemzésében, az értékelés validálásában és a horizontális kérdőív teljes megalkotásában Romsics Roberta, egy biztosítótársaság minőségirányítási főmunkatársa nyújtott segítséget, aki jelenleg MSc-s végzős hallgató a minőségirányítási rendszerfejlesztő szakirányunkon.

Források

[1] Romsics Roberta Márta: Teljesítményértékelő rendszer érvényesítése és fejlesztése az iskolalelkészi munkára (Óbudai Egyetem, MSc Diplomamunka, 2019)

[2] A Magyarországi Evangélikus Egyház országos presbitériuma a hitmegélési kutatásról szóló 53/2018. (V.9.) határozata

[3] Magyar Evangélikus Egyház: Szolgálati szerződésben foglalt iskolalelkészi feladatok (2017)

[4] 2005. évi III. törvény Az egyházi szolgálatról és az egyházi szolgálatot végzőkről, A Magyar Evangélikus Egyház Zsinata által összegyűjtött hatályos jogszabályok 2019.12.03-i állapota, https://zsinat.lutheran.hu/torvenyek/hatalyos-toervenyek/2005.%20evi%20III.%20toerveny%20az%20egyhazi%20szolgalatrol%20es%20az%20egyhazi%20szolgalatot%20vegzokrol.pdf/view

[5] Csiszér T.: The FAR Model – the 'Rubik's cube' of process and project monitoring. Acta Polytechnica Hungarica, Volume 15, Issue Number 4, 2018.

[6] Csiszér, T. (2017): A hálózatszemlélet alkalmazási lehetőségei a minőségügyben. GlobeEdit.

FOLYAMATFEJLESZTÉS VEVŐI REKLAMÁCIÓ KEZELÉS ALAPJÁN

Takács Áron
Óbudai Egyetem, Rejtő Sándor Könnyűipari és Környezetmérnöki Kar, Médiatechnológiai és Könnyűipari Intézet, Budapest
takacs.aron@rkk.uni-obuda.hu

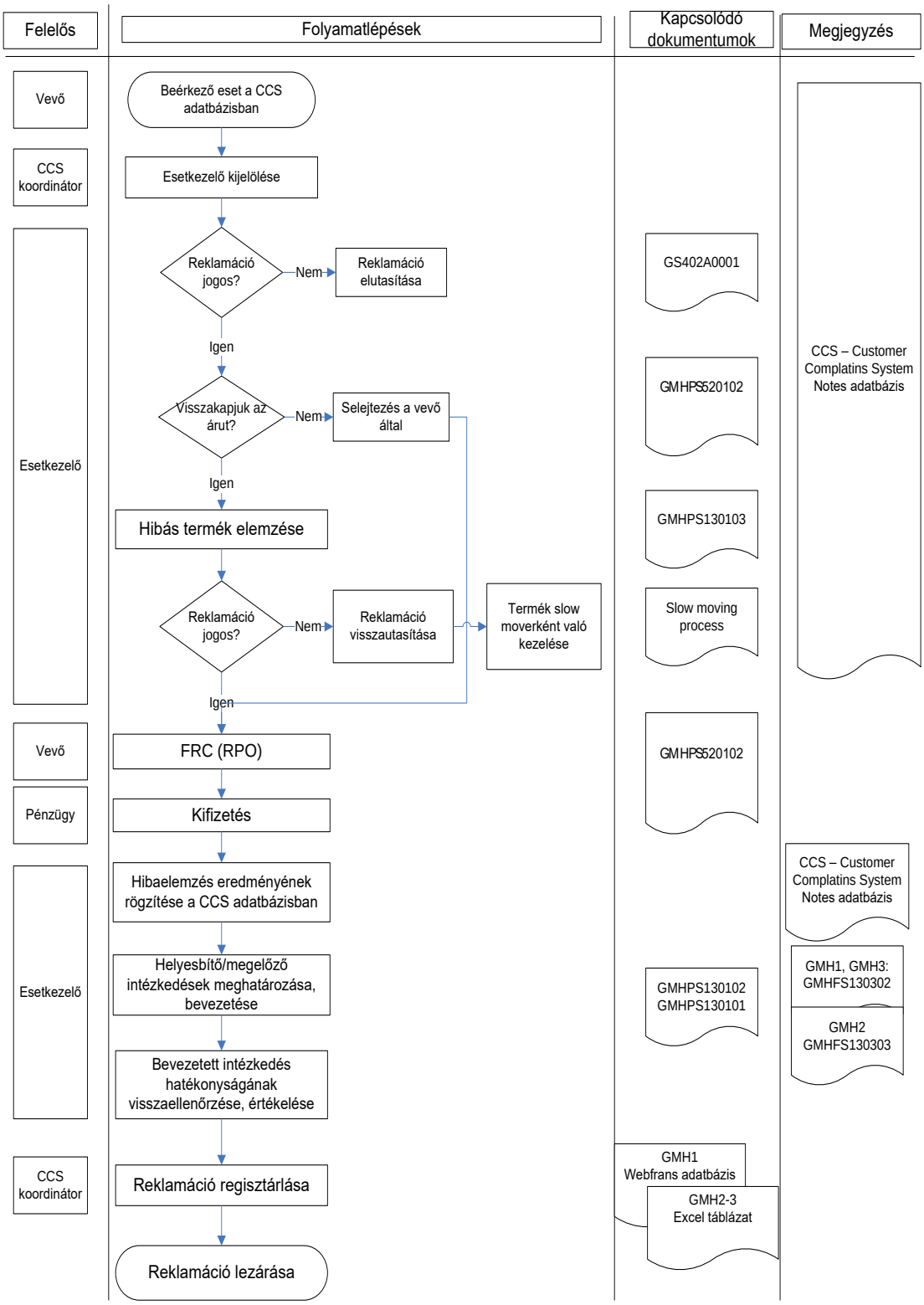
Absztrakt
Minden vállalkozásnak különösen nagy gazdasági veszteségbe és hírnév-vesztésbe kerül, amikor a már legyártott, és a vevőnek már ki is szállított termékeket kell visszahívni, javítani, pótolni. A cégnek nagy problémát és költséget jelentenek a hibás, nem megfelelő termékek és nehézséget okoznak az egyre több és súlyosabb hibák kiküszöbölése. Ezért is fontos, hogy a felismerhető hibákat megelőzzük még a bekövetkezésük előtt vagy a megfelelő javító intézkedések után a folyamat megbízhatóságán javítani tudjunk.
A vevőkhöz ezek ellenére mégis kikerült hibás termékek reklamációi a CCS (Customer Complaint System) adatbázisban lesznek rögzítve. Ebben az adatbázisban követhetők nyomon a vevői reklamációk és azok kezelése, továbbá a gyáron belül előforduló nem-megfelelőségek, audit eltérések, végtermék-ellenőrzések eltéréseinek kivizsgálása is.
A CCS koordinátor feladata, hogy a termék a megfelelő esetkezelőhöz kerüljön, mert ez minden termékcsaládnál más, majd ez az esetkezelő dönt arról, hogy a reklamáció jogos-e.
Ebben a cikkben e folyamatnak az optimalizációjára tett intézkedéseket mutatjuk be.

Kulcsszavak: *külső hibaköltség, gyökérok keresés, ok-okozat feltárás, relatív- és összegzett gyakoriság*

A gyártási folyamatok javításának egyik fontos forrása a gyártósoron korábban legyártott nem megfelelő termékekből adódó vevői reklamációk okainak meghatározása, feltérképezésére. Minden vállalkozásnak nagy problémát és költség többletet jelentenek a hibás, nem megfelelő termékek vevőkhöz történő eljuttatása, az emiatti reklamációkezelés, a termék-szavatossági, jótállási helytállás kötelezettsége. Ezért is törekszik minden vállalkozás arra, hogy a hibákat megelőzzék még a bekövetkezésük előtt vagy a megfelelő javító intézkedések után a folyamat megbízhatóságán javítani tudjanak.

Reklamáció kezelés folyamata és nyomon követése

Az elemzésünkbe bevont – a piacon új – termék gyártásának beindítása után fokozatosan egyre több reklamáció, illetve és egyre több visszajelzés érkezett a termék pontos működésével kapcsolatos problémákra.
A vevőkhöz ezek kikerült hibás termékek reklamációi a CCS (Customer Complaint System) adatbázisban lettek rögzítve, és itt követhetők nyomon a helyesbítésre, javításra vonatkozó változtatások.
Ez a CCS rendszer Lotus Notes adatbázis alapú, elsősorban a vevői reklamációk nyilvántartására, a gyáron belül előforduló nem-megfelelőségek, audit eltérések, végtermék-ellenőrzések eltéréseinek rögzítése, illetve kivizsgálására alkalmas. A cég ennek a rendszernek használatával tudja nyomon követni a reklamációkat és a reklamációkezeléseket.
A CCS koordinátor feladata, hogy a termék a megfelelő esetkezelőhöz kerüljön, mert ez minden termékcsaládnál más, majd ez az esetkezelő dönt arról, hogy a reklamáció jogos-e.
A reklamáció kezelés folyamatábráját az *1. ábra* tartalmazza.



1. ábra A reklamáció kezelés folyamata [1]

A beérkező esetek CCS adatbázisba rögzítésre kerülnek.
Esetkezelőt kijelölik, ez a CCS koordinátor (a minőségbiztosítási vezető által kijelölt személy, aki gyáranként felelős a beérkező reklamációk továbbításáért az esetkezelőhöz) feladata, hogy a termék a megfelelő esetkezelőhöz kerüljön, mert ez minden termékcsaládnál más, ez után döntenek arról, hogy a reklamáció jogos-e.
Nem jogos reklamációk visszautasításra kerülnek, majd Slow moverként (Lassú forgású termékek. Az elosztó központoknak lehetőségük van a fél évnél régebben, de 3 évet meg nem

haladó anyagok raktáron álló készletek visszaküldésére a gyártó vállalathoz a megfelelő szabályok betartásával.) kezelik ezeket.
A jóváhagyott reklamációkat FRC (Failure request for credit) vagy RPO (return purchase order) megjelölést kap. Ez a reklamáció kapcsán felmerülő, a hibás termékre vonatkozó jóváírási igény a vevőtől. A következő lépés a hibás termékek kezelése és az azonnali intézkedések elindítása, pl. készlet ellenőrzés, hibás szivattyúk cseréje stb. Ezt követi a hibás termék elemzése. A vevői reklamációk kezelésekor az esetkezelőnek kötelessége részletes hibaelemzést végezni annak érdekében, hogy minél pontosabban tudjuk a hiba forrását megtalálni. A hibaelemzést tényekkel szükséges alátámasztani, és minden hibára akció tervet kell meghatározni.
Helyesbítő, megelőző intézkedések bevezetése. (hosszú távú intézkedések)
Bevezetett intézkedések hatékonyságának visszaellenőrzése, értékelése
Reklamáció regisztrálása és lezárása
Vevő értékelése: a vevő értékeli a reklamációkezelést, hogy mennyire volt hatékony (Megelégedettségnek el kell érnie a 76%-ot.)

Problémák felderítése

A CCS adatbázisból kikereshetők, rendszerezhetők – az adott paraméterekkel beállított szűrő alkalmazásával – a hibás termékre vonatkozó reklamációk.
Megállapítható, hogy júliusban érkezett a legtöbb vevői visszajelzés hibákkal kapcsolatban. További elemzéseinket az ennek a hónapban beérkezett kifogások vizsgálatával folytatjuk, hogy ez által az újonnan beindított gyártásánál az eddig felmerülő legnagyobb hiba okokat meghatározzuk, valamint megoldási javaslatot adjunk helyesbítésre.
Rendszereztük és elemeztük júliusában felmerülő legjelentősebb hibákat. (1. táblázat)

1. táblázat A júliusban keletkezett legjelentősebb hibák [1]

Hiba keletkezési ideje	Azonosító szám	Termék típus	Hibás db. sz.	Hiba megnevezése
07.28	97844534	CM	10	6 pólusú sorkapocs helyett 8 pólusú sorkapocs lett beépítve a szivattyúba
07.27	97756926	CM	2	Hüvely bemeneti részszivárgás, hegesztés nem jó.
07.25	96806947	CM	1	3 szivattyú közül egy darabon nem volt ventillátor!
.07.18	97756704	CM	20	A forgás irányjelző nincs rajta a szivattyún, ez a levegős rendszerűeknél elengedhetetlen tartozék
07.19	97771141	CM	10	A tényleges és névleges adatok között a vevő eltérést észlelt
07.19	97961482	CM	2	Rossz kapcsolódoboz
07.14	96806943	CM	100	Kamra közti tömítés elnyíródás, nyomatékesés
07.06	97626898	CM	4	Szivárgás törött tengelytömítés miatt

A táblázatban felsorolt hibákat a következményeinek súlyosságát figyelembe véve rendeztük Pareto elemzéssel.

A Pareto elemzés olyan grafikus módszer, amely a hiba okokat azok gyakorisága, vagy következményeik szerint rangsorolja, hogy irányt mutasson a hatékony beavatkozásra. [4]
Az elemzés segítséget nyújt, hogy sok hiba ok közül kiválasszuk azt, amelyik a legnagyobb jelentőséggel bír. A hiba okokat összegyűjtöttem és kategorizáltam. Pareto elemzés segítségével meghatároztuk, melyik hiba okozta a legnagyobb súlyú problémát. [5]
Az adattáblázatban felvettük a hibák nevét és a hozzájuk tartozó előfordulási gyakoriságot. A táblázat következő oszlopába kerülnek súlyozásra az előforduló hibák. A súlyozás osztályozásánál az FMEA (Rb: hiba súlyossága) táblázatát vettük alapul. Ez után %-os formában meghatároztam a relatív gyakoriságot, melyet megkapunk, ha a súlyozott hibás darabok számát elosztjuk, az összes súlyozott darabszámmal végül megszorozzuk 100-zal. (*2. táblázat*)

1. táblázat A hibák relatív gyakorisága [1]

Sorsz.	**Hiba megnevezése**	**Előford. gyak.**	**Súlyos-ság**	**Súlyozott hibás db.szám**	**Relatív gyakoriság %**
1	6 pólusú sorkapocs helyett 8 pólusú sorkapocs lett beépítve a szivattyúba	10	4	40	3,28
2	Hüvely bemeneti részszivárgás, hegesztés nem jó.	2	7	14	1,15
3	szivattyúról hiányzik a ventilátor	1	7	7	0,57
4	A forgás irányjelző nincs rajta a szivattyún	20	3	60	4,92
5	A tényleges és névleges adatok között a vevő eltérést észlelt	10	5	50	4,10
6	Rossz kapcsolódoboz	2	6	12	0,98
7	Kamra közti tömítés elnyíródás, nyomatékesés	100	10	1000	82,03
8	Szivárgás törött tengelytömítés miatt	4	9	36	2,95
	Összesen			1219	100,-

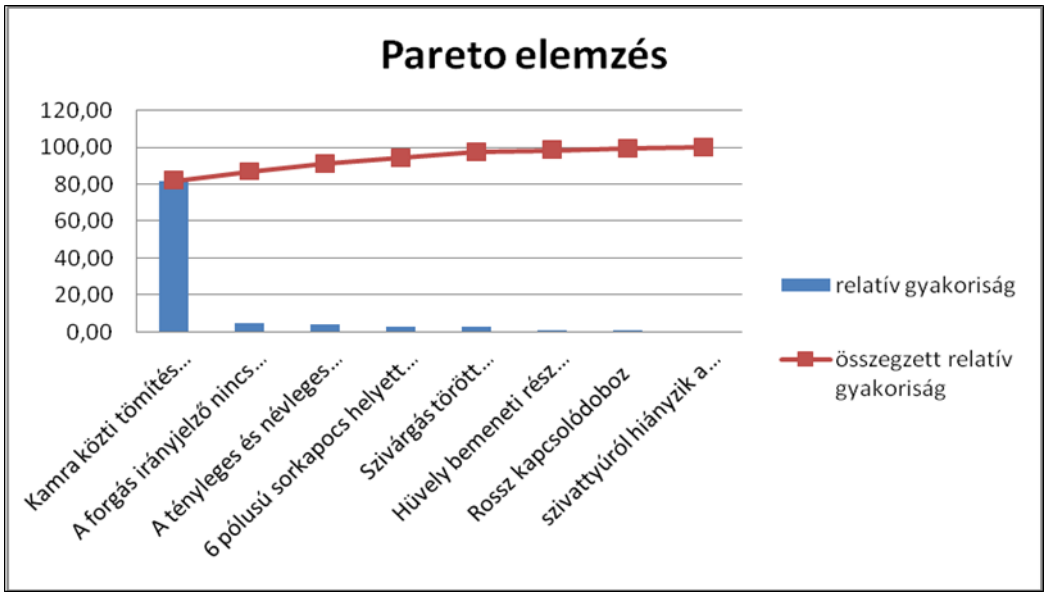
A kapott értékeket csökkenő sorrendbe állítottuk, majd meghatároztuk az összegzett relatív gyakoriságot. *(3. táblázat*)

3. táblázat Hiba okok összegzett relatív gyakorisága sorrend [1]

Súlyozott sorrend	**Hiba megnevezése**	**Relatív gyakoriság %**	**Összegzett relatív gyakoriság %**
1	Kamra közti tömítés elnyíródás, nyomatékesés	82,03	82,03
2	A forgás irányjelző nincs rajta a szivattyún	4,92	86,96
3	A tényleges és névleges adatok között a vevő eltérést észlelt	4,10	91,06
4	6 pólusú sorkapocs helyett 8 pólusú sorkapocs lett beépítve a szivattyúba	3,28	94,34
5	Szivárgás törött tengelytömítés miatt	2,95	97,29
6	Hüvely bemeneti részszivárgás, hegesztés nem jó	1,15	98,44
7	Rossz kapcsolódoboz	0,98	99,43
8	Szivattyúról hiányzik a ventilátor	0,57	100,00

Az összegzett relatív gyakoriság értékeit oszlop diagramban ábrázolva arányaiban is szemléltethető a hibák jelentősége.

Az *1. diagramon* jól látszik, hogy a legjelentősebb hiba a kamrák közötti tömítés elnyíródás problémája, mely hiba-ok üzemközben szivárgást okoz, ennek a hibának az elemzésével, keletkezési körülményeivel, és javítási lehetőségeivel foglalkozunk a továbbiakban.



1. ábra Pareto összegzett relatív gyakoriság [1]

A probléma leírása

Szivárgás a kamrák között, tömítés elnyíródás, nyomatékesés

Reklamáció érkezett külső ügyféltől GMH3 gyáregységbe 07.14-én. (CM szivattyú gyártóhelye). Abu Dhabiban 200 db CM10-3 (CM LARGE) szivattyúból 180-at helyeztek forgalomba, 100 db szivattyúnál észleltek szivárgást a kamrák között a berendezések beindításakor. A szerviz vizsgálatok alapján a szivattyú hidraulikáját összetartó tőcsavarokon nem megfelelő nyomatékot mértek. A hibát el lehetett hárítani a csavarok megfelelő nyomatékra történő húzásával. Pár nap múlva a javított szivattyúk közül ismét észleltek szivárgást. Szétszerelve ezeket a szivattyúkat a hiba okának az elnyíródott kamraközi tömítéseket találták. Ennek a kamraközi tömítésnek a feladata, hogy a kamrák között biztosítsák a megfelelő tömítést a szivattyú működése során. A hibát és a szerviz által tapasztalt jelenségeket a GGD-ROM11-16825464 számú reklamációban jelezték a gyártóegység felé. A reklamált termék a 96806943 cikkszámú termék volt, amely egy öntvény típusú CM LARGE típusú szivattyú. A reklamáció elindítása után több cikkszámnál is jeleztek hasonló problémát különböző felhasználók, a közös pont mindegyiknél az volt, hogy a hiba mindig CM LARGE öntvény típusú szivattyúknál fordult elő. CM SMALL öntvény típusú szivattyúnál nem észleltek hasonló problémát, bár a kamraközi tömítés anyag megegyezik a CM LARGE szivattyúkban használt anyaggal.

A *2. ábrán* a sértetlen kamratömítés látható.

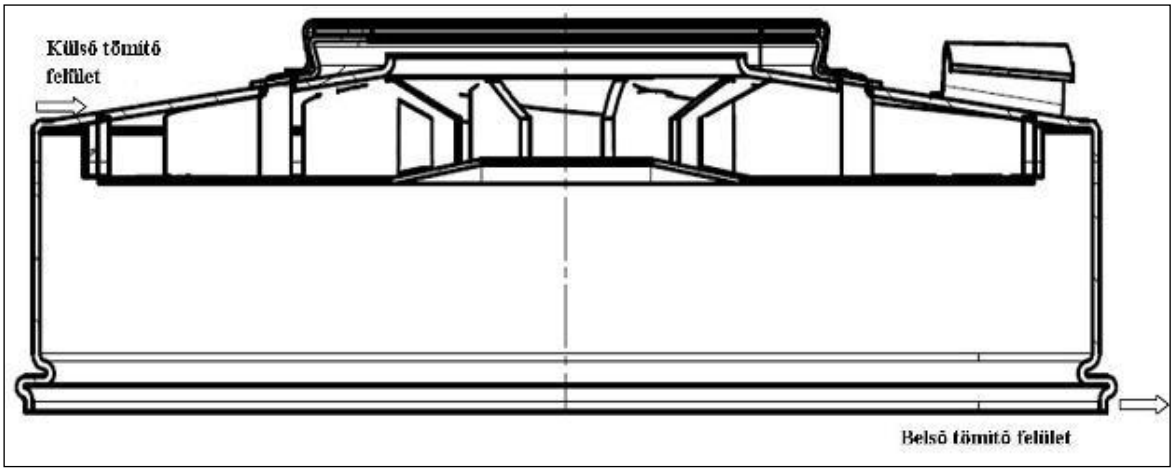
2. ábra A sértetlen kamratömítés [2]

A hiba keletkezésének elemzésénél a szétbontott szivattyúk kamraközi tömítésein, a *3.* és *4. ábrán* látható hibákat lehetett tapasztalni.

3. ábra A kifordult kamraközi tömítés elnyíródása

4. ábra A helyén deformált kamraközi tömítés elnyíródása

Az üzem közbeni tömítetlenség fő oka a *3. ábrán* látható kamraközi tömítés elnyíródás. Az elnyíródást csak kamrák között lehetett megfigyelni, ahol a kamraközi tömítés (gasket) a kamra **belső** tömítő felületére fekszik fel.
A csak **külső** tömítő felülettel érintkező pozíciókban (öntvény kinyomó kamra és köztikamra között) a hibát nem lehetett tapasztalni.
A belső- és külső tömítő felületek pozícióját az *5. ábrán* mutatjuk be.



5. ábra Köztikamra belső és külső tömítő felülete [3]

Azoknak a kamráknak a belső tömítő felületén, amelyeknél a gasket elnyíródást tapasztalni lehetett eltérő profil alakot lehetett megfigyelni az eredeti tervezett kialakítástól (*6. ábra*).

6. ábra Belső tömítő felület deformáció

A fentiek alapján összegezhető, hogy a szivárgás kiváltó oka a hidraulika kamrák (köztikamrák) közötti elszakadt, elhasadt tömítés. A szakadások, hasadások helyén lép fel a kismértékű (csepp) szivárgás. A gasket elnyíródás vastagságcsökkenéssel jár, mely nyomatékvesztést okoz a tőcsavarokon.
Ennek a szivárgást eredményező hibának a lehetséges okainak vizsgálata ISHIKAWA elemzéssel történt meg.

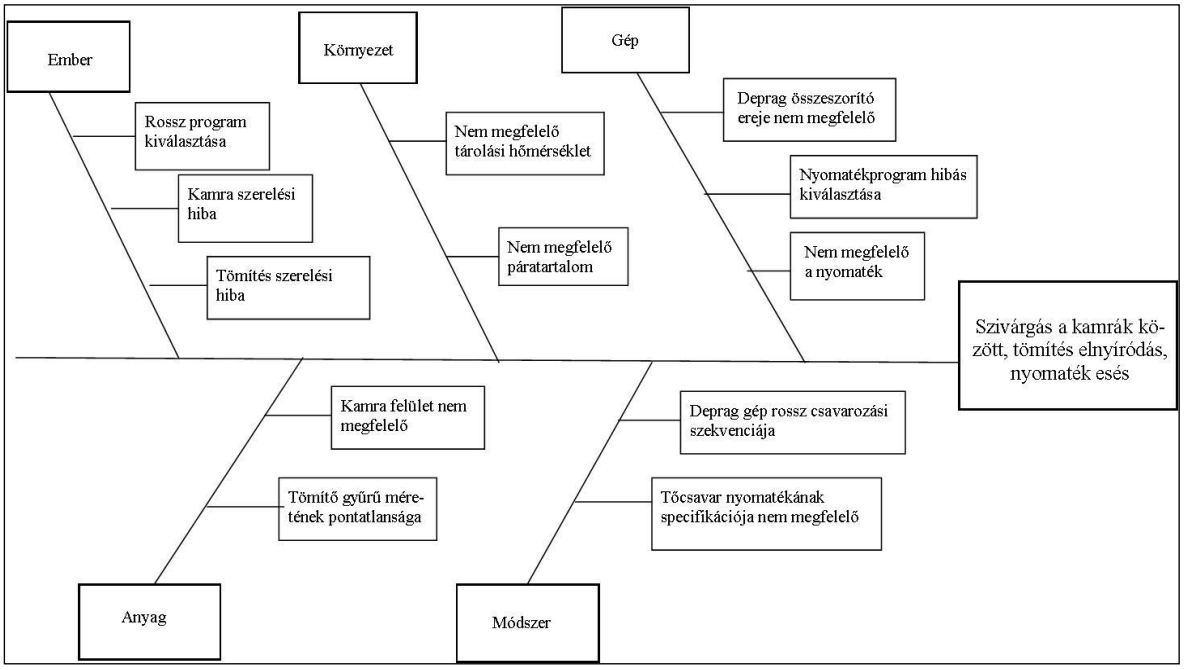
1. *Hiba okok felderítése Ishikawa diagram alkalmazásával*

A fent említett hiányosságok kiváltó okait megbeszélések, interjúztatás során felmérve Ishikawa diagramon ábrázoltuk. A gyökér okok fő kategóriái:

- ember
- gép
- módszer
- anyag
- környezet

A kamrák közti tömítés elnyíródás kiváltó okokait ebbe az 5 fő csoportra osztva állapítottuk meg. Az egyes kategóriákban a következő hibaokok lettek végig vizsgálva: (*7. ábra*)

Ember: Nem megfelelő nyomatékprogramot választ ki az operátor. Kamra szerelési hiba. Tömítés szerelési hiba.
Gép: Deprag gép hidraulika összeszorító ereje nem megfelelő. Nem megfelelő nyomatékprogram kiválasztása. Nem megfelelő nyomatékot ad le a gép.
Módszer: Deprag gép csavarozási szekvenciája nem megfelelő. Adott szivattyú tőcsavar nyomatékának specifikációja nem megfelelő.
Anyag: Nem megfelelő kamra felület (gyanús a kamra felületén körbefutó „csík”). Tömítőgyűrű méret pontatlansága (átmérő, vastagság. anyag stb.)
Környezet: tömítések állapotát mennyiben befolyásolja a tárolási hőmérséklet; levegő páratartalma.



7. ábra Ishikawa diagram [1]

2. *Hiba megszüntetése*

A hiba megtalálása érdekében különböző vizsgálatokat és méréseket végeztünk.
Gépek, eszközök bevizsgálása. A kalibrálást elvégezték az előírásoknak megfelelően. A specifikáció által megadott 25Nm alsó és 27Nm felső hibahatár szerint az eszköz nyomatéka megfelelt.
Operátorok ellenőrzése: ellenőrizve lett, hogy a műveleti előírásoknak megfelelően végzik-e a munkájukat, a kötelező ellenőrzéseket elvégzik-e. A szerelési módszer megfelelő volt.

Operátor nem választhat ki nem megfelelő nyomatékprogramot, mert a csavarozógép (Deprag) a szivattyú méretei alapján automatikusan választja ki azt. A gép nyomatékválasztása megfelelő volt.
A tömítőanyagok tárolása az alapanyag-bizonylat alapján megfelelő módon történt, annak tulajdonságait a környezeti hőmérséklet és páratartalom nem befolyásolta.
A csavarozási szekvenciája a Deprag gépnek megfelelő volt, az eredeti program alapján történt a csavarok nyomatékra történő húzása.
A tömítőgyűrű átmérője és vastagsága be lett vizsgálva, azok megfelelőek voltak. Beszállítónál vissza lettek követve alapanyagbizonylatok és tesztek alapján, hogy történt-e esetleg alapanyagváltozás. Az alapanyag a specifikációnak megfelelő volt.
Kamrák bevizsgálása, méretek ellenőrzése az anyarajz alapján. Minden méret a rajzon megadott specifikáción belül volt. Külön pontban ellenőriztük a tömítőfelületek állapotát, amelynek dimenziói szintén a megadott specifikációk, tűréseken belül voltak.

A fentiek alapján minden pont végig lett vizsgálva, eltérést nem tapasztaltunk a folyamatok rendben voltak. Így a probléma legvalószínűbb okának a kamrafelületen látható eltérés mutatkozott.
A mérések alapján a koncentrikusan körbefutó tömítőgyűrű mérete 0,02 mm-nél kisebb volt és a tömítőfelületek rajzon specifikált mérete is tűrésen belüli volt.
A köztikamrák gyártójával felvettük a kapcsolatot (belső beszállítás) és ki lett elemezve, hogy mely paraméterektől függ, hogy a koncentrikus „csík” megjelenik-e a tömítőfelületen vagy sem.
A belső tömítőfelület hajlítási ívét kialakító szerszám beállításának módosításával ezt az eltérést el lehetett kerülni a gyártás során.

A régi és új gyártású kamrákkal részletes elemzéseket végeztünk. Több különböző típusú CM LARGE szivattyút szereltünk le régi és új gyártású kamrákkal, melyeknek ellenőrizve lett a nyomatékesése és szivárgása a legyártáskor és két nap elteltével.
A szivárgáspróba 24 bar nyomáson történt.
A kísérletsorozatból általánosságban elmondható, hogy a szivattyúk a gyártás napján nem szivárogtak és mindegyik szivattyú minden egyes tőcsavarán a nyomaték megfelelő volt.

1. sorozat a szivattyúszereléshez csak régi gyártású kamrák lettek felhasználva, mindegyikben megtalálható volt a tömítőfelületen a „csík”.
Két nap után találtunk szivárgó szivattyúkat, melyekben egyes pozíciókban a gasketek szakadtak voltak. A nyomatékesés a tőcsavarokon jelentős volt!

2. sorozat: a szivattyúszereléshez új gyártású 95120992 és régi gyártású 95121409 kamrák lettek felhasználva. Két nap elteltével egy szivattyú szivárgott, amin jelentős nyomatékvesztést is tapasztalni lehetett. Szétszerelésnél csak a régi gyártású 95121409 kamrában található gasket volt szakadt. Többi szivattyún is lehetett nyomatékesést tapasztalni, ott szakadáshoz közeli volt a gasketek állapota (nagyon el voltak vékonyodva), de szivárgást még nem okozott. Itt történt egy kísérlet, amelyben az is meg lett határozva, hogy gasket nélküli szivattyún mekkora a nyomatékesés. Ezeken a szivattyúkon vagy egyáltalán, vagy csak kismértékű (<1 Nm) nyomatékesést lehetett tapasztalni.

3. sorozat: a szivattyúszereléshez csak új gyártású 95120992 és 95121409 kamrák lettek felhasználva. A szivattyúk egyáltalán nem szivárogtak és a nyomatékesések sem voltak jelentősek.

3. Következtetés és folyamatfejlesztés

A mérések és a folyamatvizsgálatok alapján egyértelművé vált, hogy **a korábbi beszállításból származó kamrák tömítő felülete nem megfelelő. Ez a hiba okozta a tömítés elnyíródását és a nyomatékesést.**

Folyamatfejlesztés:

1. **A belső tömítő felület kialakítására vonatkozó méretet (értéket) a műszaki rajzon pontosítani kellett.**
2. **A korábbi gyártási tételből származó szivattyúk visszahívása és új kamrával történő átszerelés megtörtént.**
3. **Új mérési módszer lett bevezetve a kamragyártás során, amely pontosan megmutatja a tömítő felület profilját. Ez a módszer képes arra, hogy a felületi torzulásokat megmutassa akkor is, ha a többi, tömítő felületet specifikáló jellemző tűrésen belüli.**

Irodalomjegyzék

1. Karászi Ágnes: Gyártás megbízhatóságának növelése minőségirányítási eszközökkel a Grundfos Magyarország Gyártó Kft.-nél Szakdolgozat
2. Research and Technology: The Centrifugal Pump. DK-8850, Bjerringbro, 1998
3. Grundfos Data booklet: CM pump (belső tananyag)
4. Koczor Z.: Minőségirányítási Rendszerek fejlesztése TÜV Rheinland Akadémia, Budapest, 2008
5. Koczor Z.: Bevezetés a Minőségügybe A minőségügy gyakorlati kérdései Műszaki könyvkiadó, 2000
6. Csiszér T.: The FAR Model – the 'Rubik's cube' of process and project monitoring. Acta Polytechnica Hungarica, Volume 15, Issue Number 4, 2018.
7. Csiszér T. A hálózatszemlélet alkalmazásának lehetőségei a minőségügyben. GlobeEdit 2017.

A KISTÉRSÉGI IVÓVÍZMINŐSÉG-JAVÍTÁS PROJEKTJE

Takács Áron

Óbudai Egyetem, Rejtő Sándor Könnyűipari és Környezetmérnöki Kar, Médiatechnológiai és Könnyűipari Intézet, Budapest

takacs.aron@rkk.uni-obuda.hu

Absztrakt

A cikk témája a víztisztítási beruházások elemzése, település ivóvízminőség-javító programjának eredményeinek elemzése, valamint a jövőben megvalósítható víztisztítási eljárásokhoz, fejlesztésekhez szükséges erőforrás-szükségletet fölmérése. Célunk, hogy bemutathassuk, hogyan lehet egy kistérségi fejlesztést megvalósítani, a projekt tervezés és előkészítés eljárásaival és eszközeivel, a szükséges erőforrások megteremtésével és a törvény adta lehetőségek mellett úgy, hogy a megvalósításra váró technológia fejlett és költséghatékony legyen.

Projekttervezés és eszközei [1]

A projekt egy kistérségi víztisztítási problémák megoldását hivatott megoldani, a nátrium-hipoklorit más vegyianyaggal történő helyettesítését, ebben az esetben klórgáz használatával. Továbbá egy újabb projekt előkészítését is eredményezi, ami a Dalmand-Kocsola közös telephely megvalósításában nyújt segítséget.

Helyzetértékelés, célok, prioritások meghatározása

Célunk, hogy ezzel a SWOT-elemzéssel (*1. táblázat*), egy összeszedett, rendezett, mindent átfogó képet mutassunk be a beruházással fejlesztendő állapotokról.
A vállalat erősségeit és lehetőségeit bemutatva, megláthatjuk, hogy mik azok a területek, képességek, amelyek a cég motivációi lehetnek a közeljövőben, amikre alapozni lehet, annak érdekében, hogy versenyképes vállalat maradjon, folyamatosan fejlődjön, és minőségi szolgáltatást nyújtson a fogyasztók megelégedésére és megtartására.
A táblázatban szereplő elemeket fontosság szerint számokkal, a pozitív kimenetelű elemeket plusz számokkal, a negatív elemeket negatív számokkal láttuk el.

Erősségek

A vezetőség kezében van a cég irányítása, jövője, így fontosnak ítéltem meg a jelenlegi vezetőség hozzáállását, elkötelezettségét és szaktudását. Mindezt bizonyítja, hogy az elmúlt 10 évben időt és pénzt és energiát nem kímélve, sok intézkedés született a korszerű, megbízható és versenyképes szolgáltatás érdekében. Az egészség megőrzése érdekében is jelentős előre lépések történtek, hiszen a vezetőség célként tűzte ki maga elé, hogy visszaszorítják a vegyszer felhasználást az ivóvíz-szolgáltatásban.

Lehetőségek

Az új törvények, rendeletek adta lehetőségek, és követelmények is hozzájárulhatnak a fejlesztések elindításához, ezek sikerét pedig az Európai Uniós támogatásokkal biztosíthatják. A megfelelő nagyságú szolgáltatási terület, versenyképes árak, fejlett technológia esetén lehetőség van arra, hogy a kisebb, vagy technológiailag fejletlenebb, esetleg kevesebb pénzzel rendelkező szolgáltatóktól területeket szerezhessenek.

1. táblázat SWOT elemzés **[2]**

Erősségek		**Gyengeségek**	
elhivatott vezetőség	10	a dolgozók célirányos továbbképzésének hiánya az új technológia terén	-5
fejlődésre való képesség	9	pénzügyi erőforrások hiánya	-10
folyamatos fejlesztés	8	magasabb ár kivetése a felhasználókra a technológiai újítások következtében	8
megfelelő stratégia	10		
új szemléletmód	7		
Lehetőségek		**Veszélyek**	
új területek szerzése	8	ország gazdasági helyzete	-8
Európai Uniós pályázati lehetőségek	9	nagyobb szolgáltatási területtel bíró versenytársak	-7
törvények, rendeletek	10	demográfiai változások	-7

Gyengeségek

A legnagyobb hátráltató erő a megfelelő pénzügyi erőforrás hiánya. Ennek következményekét a betervezett korszerűsítések, karbantartások megvalósításának ideje meghosszabbodhat, akár meg is hiúsulhat. A korszerű technológiák bevezetésének egyik negatív eredménye, hogy a szolgáltatás ára nő, hiszen a berendezés mindennemű költségeit bele kell építeni a fogyasztók felé kivetett árba.
Az UV technológia egyre több településre történő kiépítése, folyamatos továbbképzéseket kíván meg a dolgozók részéről. A dolgozók, esetünkben villanyszerelők megfelelő továbbképzésével a kiszállási és a karbantartási díjak is egy része megspórolható lenne.

Veszélyek

Az ország gazdasági helyzete, kedvezőtlen politikai döntések, mind befolyással lehetnek a vállalat működésére, és egyben a fejlődésére is, ugyanúgy, ahogy a felhasználók életére is kihatással van.
A demográfiai változások, áttelepülések, lakóhely-változtatások, népesség kiöregedése, mind negatív tényezőként hatnak a Vízmű életére.
Utolsóként, de nem a legelhanyagolhatóbb veszélyforrásként említjük meg a versenytársakat. A nagyobb szolgáltatási területtel rendelkező versenytársak, úgy ahogy az erősségeknél is felsoroltam, az általam választott vízmű is lehet a gyengébb, a versenyképtelenebb fél.

Logikai keretmátrix [1]

A projekttervezés eszközeként a logikai keretmátrix a célok strukturáltságát, egymásra épülését és a terv következetességét szemlélteti. Segít meghatározni, a projekt célját és elemeit, valamint azt, hogy hogyan mérhetők a projekt eredményei, előrehaladása és esetleges kudarcai. Az előző mondatban leírtakat a *2. táblázatban* rendszereztük.

2. táblázat Ivóvíztisztítási program a Dombóvári Vízmű szolgáltatási területén [2]

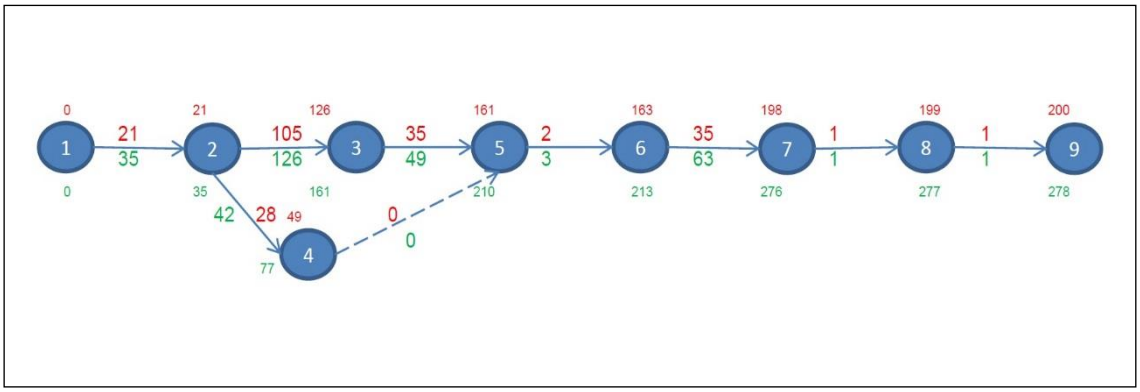
	Beavatkozási stratégia	**Objektívan értékelhető eredményességi mutatók**	**Az eredmények igazolásának forrásai és eszközei**	**Feltételezések**
Stratégiai cél	Kevesebb vegyianyag felhasználása az ivóvízkezelésben a szolgáltatási területen	UV fertőtlenítési technológia folyamatos kiépítése a szolgáltatási területen	Kevesebb vegyianyag felhasználása, nyilvántartások	A vízminőség javulása, új szolgáltatási területek szerzése
Projekt-cél	Komplex víztisztítási technológia kiépítése	Elégedettség növekedése a klórgáz és UV berendezés együttes használatának eredményeként	Üzembe helyezés, projekt eredménye, felmérések	A vízminőség javulása, a felhasználók vízfogyasztásának növekedése
Eredmények	A víz mangán, ammónia, vas tartalmának csökkentése	Határérték alatti eredmények	Laboratóriumi és egyéb vizsgálatok, jelentések	Rendszer megfelelő működése, folyamatos fejlesztése és karbantartása
Tevékenységek	Tervezés, beszerzés, klórozó épület felépítése, dolgozók továbbképzése	Építkezés: humán és tárgyi erőforrások, hatósági engedélyek	Támogatások, pályázatok	Megfelelő infrastruktúra, minőségi kivitelező, hatékony munkatervezés

Hálótervezés

A hálótervbe rendezéssel azonosíthatók a projekt főbb tevékenységei, a tevékenységek közötti kapcsolatok és az egymásutániság. Egy olyan tevékenység van, amit párhuzamosan lehet végezni egy másikkal, ez pedig a berendezés beszerzése, ami megvalósítható a klórozó épület terveztetésével és engedélyeztetésével egy időben. A párhuzamosság jól látható az *1. ábrán.* Ebben az esetben a projektidő 320 napról 278-ra csökken, rohamtempó esetén a 228 nap pedig 200 napra. Az átlagosan becsült napok számát zölddel, míg a rohamidőt pirossal jelöltük a hálóterven.
A kritikus útvonal, amely 1-2-3-5-6-7-8-9 sz. tevékenységekből áll, ideje 278 nap.

Mérföldkövek

A mérföldkövek a projekt előrehaladásában fontos eseményeket jelenti.
A *3. táblázatban* kilenc tevékenységet vettünk figyelembe, a tevékenységekért felelős személyek megjelölésével. A projekt alakulása a mérföldkövek mátrix rendszerével jól nyomon követhető.



1. ábra A projekt főbb tevékenységeinek hálótervezése

3. táblázat Mérföldkövek mátrix rendszere [2]

Ssz.	Tevékenység	Felelős	Megvalósítás (hónapok)								
			1	2	3	4	5	6	7	8	
1	Projekt team létrehozása	B.N.									
2	Projekt előkészítése	F.B.									
3	Kapcsolatfelvétel a tervezőkkel és a kivitelezőkkel	G.D.									
4	Engedélyek beszerzése	K.J.									
5	Berendezés beszerzése	F.B.									
6	Kommunikáció a kivitelezőkkel, partnerekkel	D.B.									
7	A projekt, kivitelezés folyamatos nyomon követése	F.B.									
8	Mérések, eredmények kiértékelése	L.A.									
9	Projektzárás, beszámoló elkészítése	F.B.									

Gannt-diagram

A *4. táblázatban* feltüntetett beruházási tevékenységek logikai kapcsolata alapján könnyen áttekinthető a projekt ütemterve, jól látható a tevékenységek függő-, illetve függetlensége, egymásra épülése. A függőségi nyilak megmutatják, hogy egyes tevékenységek elkezdéséhez, mely tevékenységek befejezésére van szükség. Jól láthatók a párhuzamosan végezhető tevékenységek is. A tevékenységek időtartamát és a hétvégi napokat együtt ábrázoltuk a diagramban, így magyarázható az, hogy a projekt időtartama közel 3 hónappal meghosszabbodott.

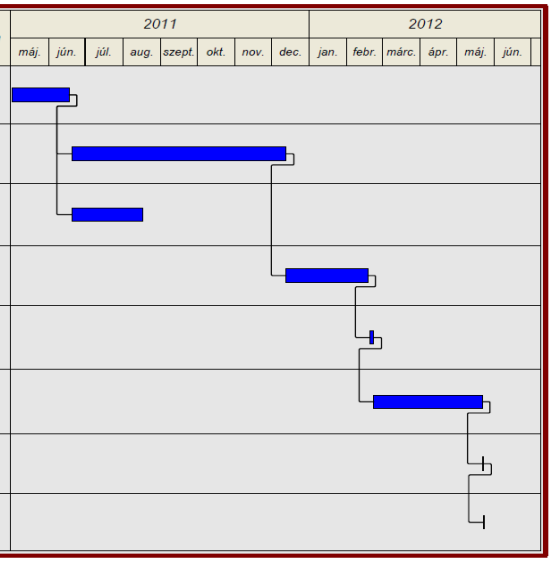
A projekt beruházásának költségei

Az ivóvízminőség-javító beruházási projekt első lépésében egy klórozó épület felépítése és üzembe helyezése, majd a továbbiakban egy új kút, monitoring rendszer és egy

szűrőberendezés kialakítása szükséges. A beruházás első lépése: a klórozó helyiség és raktár kivitelezésének erőforrás szükségletének fölmérése. Elemzéseinket két megvalósítási változatban végeztük el. Előbb egy biztonsággal és többlet erőforrást nem igénylő projekt megvalósítási változat költség-igényét dolgoztunk ki (projekt idő 320 nap) (*5. táblázat*), majd egy lényegesen rövidebb idejű (200 nap) (*6. táblázat*) átfutású verzióét, mely rövidebb idejű változat viszont éppen e miatt jelentős többlet erőforrás-felhasználást igényel majd.

4. táblázat Ütemterv [2]

Azonosító	Tevékenység neve	Kezdés	Befejezés	Időtartam
1	Berendezés kiválasztása, ajánlatkérés, terv jóváhagyása	2011.05.02.	2011.06.17.	7h
2	Klórozó és raktárépület terveztetése, engedélyeztetése	2011.06.20.	2011.12.12.	25h 1n
3	Berendezés beszerzése	2011.06.20.	2011.08.16.	8h 2n
4	Klórozó és raktárépület felépíttetése	2011.12.13.	2012.02.17.	9h 4n
5	Berendezés beszerelése	2012.02.20.	2012.02.22.	3n
6	Próbaüzem	2012.02.23.	2012.05.21.	12h 3n
7	Eredmények kiértékelése	2012.05.22.	2012.05.22.	1n
8	Átadás, átvétel	2012.05.23.	2012.05.23.	1n



5. táblázat A projekt költségeinek alakulása [2]

Sorszám	Tevékenység kezdő és záró eseményének száma	Tevékenység megnevezése	Tervezett időtartam (nap)	Tervezett költség (millió Ft)
1	1-2	Gép/berendezés kiválasztása a folyamathoz, ajánlatkérés, terv jóváhagyása	35	0,2
2	2-3	Klórozó és raktárépület terveztetése, engedélyeztetése	126	1
3	2-4	Berendezés beszerzése	42	0,3
4	3-5	Klórozó és raktárépület felépíttetése	49	2
5	5-6	Berendezés beszerelése	3	0,1
6	6-7	Próbaüzem	63	0,2
7	7-8	Eredmények kiértékelése	1	0,01
8	8-9	Átadás, átvétel	1	0,05

Eredményként a következő értékeket, adatokat kaptuk: az ütemidő szerint 320 és 200 nap között a projekt kivitelezhető, a projekt költsége pedig 3,86 millió Ft-tól egészen 4,91 millió Ft-ig terjedhet. Értékelve a két projekt-változatot a megfelelő értékeik figyelembevételével elmondható, hogy a 37,5 % -kal rövidebb átfutási idő (120 nap / 320 nap), 27%-kal magasabb költségigénnyel jár. A fenti értékelésen alapuló döntést a beruházónak kell majd meghoznia.

6.táblázat A költségek alakulása gyorsabb ütemre történő áttérés esetén [2]

Tevékenység kezdő és záró eseményének száma	Tevékenység normál ideje (nap) t_{ij}	Tevékenység roham ideje (nap) t_{ijr}	Tevékenység normál költsége (millió Ft) k_{ij}	Tevékenység roham költsége (millió Ft) k_{ijr}	Költségnövekedési tényező $\Delta k_{ij}=(k_{ijr}-k_{ij})/(t_{ij}-t_{ijr})$
1-2	35	21	0,2	0,2	0
2-3	126	105	1	1,5	0,024
2-4	42	28	0,3	0,4	0,007
3-5	49	35	2	2,5	0,0625
5-6	3	2	0,1	0,15	0,05
6-7	63	35	0,2	0,1	0,003
7-8	1	1	0,01	0,01	0
8-9	1	1	0,05	0,05	0
Σ	**320**	**228**	**3,86**	**4,91**	

Összegzés

A kistérségi ivóvíz-tisztítási technológia komplex megvalósítását támogatja a 2011. év végén megjelent CCIX. törvény, ami kimondja, hogy előnyben kell részesíteni a több településre kiterjedő vízközmű-rendszert, abban az esetben, ha az műszaki és gazdasági szempontból logikusabb, mint az elkülönült változata.
A projekttervezés eszközeivel meghatároztuk a cég erősségeit, gyengeségeit, a cégre leselkedő veszélyeket és a kínálkozó lehetőségeket. Az elemzés során megállapítottuk, hogy a vízmű megfelelő stratégiát alkalmaz, azonban a célok elérését akadályozza, hogy nem áll rendelkezésre elegendő mennyiségű pénzügyi erőforrás. Pozitívumként
könyvelhetők el az új rendeletek és törvények által nyújtott lehetőségek és az Európai Uniós pályázatok is.
Összességében elmondható, hogy a víztisztító rendszer kiépítésének elemzése biztató eredményeket hozott, a teljes technológia komplex kiépítése remélhetőleg több ezer ember életébe hozza el a megbízható szolgáltatású és jó minőségű, tiszta ivóvizet.

Felhasznált irodalom

1. Dr. Takács Áron: Projektmenedzsment, egyetemi jegyzet, ÓE-RKK 6075
2. Nagy Gabriella, Kistérségi ivóvízminőség javításának lehetőségei, Szakdolgozat, 2015.
3. Csiszér T.: The FAR Model – the ’Rubik’s cube’ of process and project monitoring. Acta Polytechnica Hungarica, Volume 15, Issue Number 4, 2018.
4. Csiszér T. A hálózatszemlélet alkalmazásának lehetőségei a minőségügyben. GlobeEdit 201

Óbudai Egyetem
Integrált Tudományok Szakkollégiuma

ISSN: 2631 – 1628