



**„DÖNTÉSTÁMOGATÓ RENDSZEREK, MATEMATIKA ÉS INFORMATIKA”
SZEKCIÓ**

**SEKCIA „SYSTEMY NA PODPORU ROZHODOVANIA, MATEMATIKA A
INFORMATIKA”**



PADE

PALLAS ATHÉNÉ
DOMUS EDUCATIONIS
ALAPÍTVÁNY

A Selye János Egyetem 2019-es XI. Nemzetközi Tudományos Konferenciájának
tanulmánykötete - „DÖNTÉSTÁMOGATÓ RENDSZEREK, MATEMATIKA
ÉS INFORMATIKA” SZEKCIÓ

Zborník XI. medzinárodnej vedeckej konferencie Univerzity J. Selyeho 2019 - SEKCIA
„SYSTEMY NA PODPORU ROZHODOVANIA, MATEMATIKA A INFORMATIKA”

Szerkesztő - Zostavovateľ:

Prof. RNDr. Kmeť Tibor, CSc.

RNDr. Gubo Štefan, PhD.

ISBN 978-80-8122-342-6



Selye János Egyetem – Univerzita J. Selyeho



PADE

PALLAS ATHÉNÉ
DOMUS EDUCATIONIS
ALAPÍTVÁNY

A *Döntéstámogató rendszerek, matematika és informatika szekció* megszervezését és a szekció kiadványának megjelenését a PALLAS ATHÉNÉ DOMUS EDUCATIONIS ALAPÍTVÁNY támogatja a „Modern, komplex és innovatív kutatási tevékenység a Selye János Egyetem Gazdaságtudományi Karán” c. projekt keretében.

ELŐSZÓ – PREDŠLOV

A komáromi Selye János Egyetem Dr. habil. PaedDr. Juhász György, PhD. rektor úr védnöksége alatt rendezi meg a XI. Nemzetközi Tudományos Konferenciáját. A konferencia 2019. szeptember 10–11-én kerül megrendezésre, helyszíne a SJE Konferencia-központja – Hradná 2, Komárno, Szlovákia. A rendezvény elsődleges célja az előző évfolyamokhoz hasonlóan hazai és a külföldi egyetemi oktatók és kutatók tudományos eredményeinek prezentálása. Elsősorban a humán tudományok, a társadalomtudományok, a neveléstudományok, a közgazdaságtan és a vállalatirányítás és a teológia területein tevékenykedő szakemberek számára nyit teret, továbbá az informatikai és az IKT tudományterület művelői számára, azonban részt vehetnek a rokon szakterületeken dolgozó kutatók is. A konferencia keretén belül lehetőség nyílik tapasztalat- és eszmecserére, új kapcsolatok kiépítésére és a kutatási programok és célok összehangolására. Az előadások anyagait ebben az évben is a résztvevők és a leadott tanulmányok nagy számának köszönhetően külön konferenciakötetekben adjuk ki a szekciók tudományágakba való besorolása szerint. A megjelent tanulmányok két független szakmai lektorálás után kerültek a kötetekbe. Az elfogadott publikációkat tartalmazó köteteket szabadon elérhetővé tesszük az interneten.

Komárom,
2019. 9. 5.
Bukor József

V dňoch 10–11. septembra 2019sa koná pod záštitou Dr. habil. PaedDr. Györgya Juhásza, PhD., rektora Univerzity J. Selyeho XI. Medzinárodná vedecká konferencia UJS – 2019.

Miestom konania konferencie je Konferenčné Centrum UJS – Hradná 2, Komárno, Slovensko. Cieľom konferencie je vsúlade scieľmi predchádzajúcich ročníkov prezentácia výsledkov vedeckovo-výskumnej práce vedeckých a vedeckopedagogických pracov-níkov univerzít z domova a zo zahraničia. Konferencia dá priestor predovšetkým pre odborníkov zaoberajúcich sa vednými oblast'ami: humanitné vedy, spoločenské vedy, pedagogické vedy, ekonomické vedy a riadenie podniku, ďalej informatické vedy a IKT, ale vítaní sú aj účastníci z príbuzných vedných odborov. V rámci konferencie je priestor aj na aktívnu výmenu názorov a skúseností, na nadviazanie kontaktov a na zosúladenie spoločných vedecko-výskumných programov a cieľov. Jednotlivé príspevky aj tohto roku z dôvodu vysokého počtu prihlásených a veľkého množstva odovzdaných príspevkov sme zaradili do zborníkov podľa vedných odborov jednotlivých sekcií.

Do jednotlivých zborníkov boli zaradené iba príspevky, ktoré prešli dvoma nezávislými odbornými recenznými konaniami. Zborníky budú voľne dostupné na internete.

V Komárne,
5. 9. 2019
József Bukor

PROGRAMBIZOTTSÁG – PROGRAMOVÝ VÝBOR:

Elnök:

Dr. habil. PaedDr. **Juhász György**, PhD.
Selye János Egyetem, Komárom, Szlovákia

Tagok:

Dr. habil. PaedDr. **Horváth Kinga**, PhD.
Selye János Egyetem, Komárom, Szlovákia

RNDr. **Csiba Peter**, PhD.
Selye János Egyetem, Komárom, Szlovákia

Mgr. **Lévai Attila**, PhD.
Selye János Egyetem, Komárom, Szlovákia

Dr. habil. **Cservák Csaba**, PhD.
Károli Gáspár Református Egyetem, Budapest,
Magyarország

Prof. Dr. **Józsa Krisztián**, PhD.
Selye János Egyetem, Komárom, Szlovákia

Dr. habil. **Kókai Nagy Viktor**
Debreceni Református Hittudományi Egyetem,
Debrecen, Magyarország

Prof. Dr. **Kolumbán Vilmos József**
Kolozsvári Protestáns Teológiai Intézet, Kolozsvár,
Románia

Prof. **Ormos Mihály**, PhD.

Selye János Egyetem, Komárom, Szlovákia

Prof. Dr. **Pukánszki Béla István**, DSc.
Selye János Egyetem, Komárom, Szlovákia

Prof. Dr. **Poór József**, DSc.
Selye János Egyetem, Komárom, Szlovákia

Prof. Dr. **Tóth Péter**, PhD.
Selye János Egyetem, Komárom, Szlovákia

Dr. habil. **Vajda Barnabás**, PhD.
Selye János Egyetem, Komárom, Szlovákia

Prof. RNDr. **Tóth János**, PhD.
Selye János Egyetem, Komárom, Szlovákia

Prof. RNDr. **Kmet' Tibor**, CSc.
Selye János Egyetem, Komárom, Szlovákia

Dr. habil. PhDr. **Liszka József**, PhD.
Selye János Egyetem, Komárom, Szlovákia

doc. RNDr. **Bukor József**, PhD.
Selye János Egyetem, Komárom, Szlovákia

SZERVEZŐBIZOTTSÁG - ORGANIZAČNÝ VÝBOR:

doc. RNDr. Bukor József, PhD.
Doc. Dr. univ. Csehi Ágota, PhD.
Dr.habil. PedDr. Nagy Melinda, PhD.
Dr. habil. Ing. Szőköl István, PhD.
PhDr. Antalík Imrich, PhD.
Mgr. Görözdí Zsolt, PhD.
RNDr. Gubo Štefan, PhD.
Ing. Gyurián Norbert, PhD.
PhDr. Korcsmáros Enikő, PhD.
Ing. Šeben Zoltán, PhD.
Simon Szabolcs, PhD.
Bc. Hernády Adrienn

TARTALOMJEGYZÉK

CSIBA Peter – FEHÉR Zoltán – JARUSKA Ladislav MATEMATIKAI ISMERETEK MÉRÉSÉNEK ÖSSZEHASONLÍTÁSA	5
Adrienn DINEVA APPLICATION OF CART MODELS IN ESA-BASED FAULT DETECTION AND DIAGNOSIS OF ROTATING ELECTRICAL MACHINES	16
Štefan GUBO – Tibor LUKIČ – Iringó TAMÁS A KISZOMBORI KÖRTEMLŐM 3D MODELLJE	22
Szabóné Berta, O. – Szabó, M A FÖLDRAJZI ELHELYEZKEDÉS HATÁSA A VÁLLALATIRÁNYÍTÁSI RENDSZER HASZNÁLTÁRA	31
Ondrej TAKÁČ MOŽNOSTI VYUŽITIA ARGOS3D - P100 V NAVIGÁCII MOBILNÝCH PROSTRIEDKOV	38
Balázs TUSOR – Štefan GUBÓ – Tibor KMEŤ – János T. TÓTH – József BUKOR – Ladislav VÉGH – Ondrej TAKÁČ BUILDING A SMART REFRIGERATOR USING AFFORDABLE SMART DEVICES	43
Magdaléna VÁCZYOVÁ, Fridrich VALACH METÓDY NA URČENIE K-INDEXOV Z MERANÍ NA GEOMAGNETICKOM OBSERVATÓRIU PRE ŠTÚDIUM KOZMICKÉHO POČASIA A KLÍMY	51
Fridrich VALACH, Magdaléna VÁCZYOVÁ VÝSLEDKY MAGNETICKÝCH MERANÍ NA ŠIESTICH STANOVIŠTIACH NA ÚZEMÍ SLOVENSKA V EPOCHE 2018,5	60
Ladislav VÉGH, Štefan GUBO, Ondrej TAKÁČ AZ ELSŐS INFORMATIKA SZAKOS HALLGATÓK PROGRAMOZÓI TAPASZTALATAINAK ÉS INFORMATIKAI GONDOLKODÁSÁNAK FELMÉRÉSE	63
Zoltán ZÖRÖG ERP RENDSZEREK VS. IPAR 4.0	77

MATEMATIKAI ISMERETEK MÉRÉSÉNEK ÖSSZEHASONLÍTÁSA

CSIBA PETER¹ – FEHÉR ZOLTÁN² – JARUSKA LADISLAV³

ABSTRACT

National testing of elementary school students' mathematical knowledge is organized annually. According to the test results we can observe a steadily improving trend in student's performance. In our study we are dealing with the assumption that the tasks of mathematics tests have the same or different difficulties over the years. Our primary goal is a comparative analysis of two selected mathematics tests. The research was carried out among the students of J. Selye University majoring Elementary Pedagogy and Nursery Training. Based on the data of 247 students, the distribution of scores and the two averages are the same in the 2013 and 2017 year's tests. The research also provided an opportunity to learn more about the mathematical knowledge of the participating students. Students achieved higher scores than the average of the given test only in the topic *Numbers, variables and operations*.

Keywords: mathematics testing, mathematical knowledge, teacher training

BEVEZETÉS

A 21. századi matematika tanításának alapvető célja az általános emberi készségek, képességek, személyiségjegyek fejlesztése, a természettudományos gondolkodásmód és a helyes tanulási szokások kialakítása. Ezt tapasztalatokra, megfigyelésekre, tevékenykedtetésre, következtetésekre alapozott tanítással érhetjük el, amely során a tanulók felkészülnek az önálló ismeretszerzésre, az örömet nyújtó egész életen át tartó tanulásra. A tanulók ideális esetben így válnak kreatív, problémafelismerő és problémamegoldó gondolkodásmódú, környezetük jelenségeire érzékeny felnőtte. A matematika tanulása az első négy évfolyamon alapozó jellegű, a nevelési-oktatási feladatok közül a képességfejlesztésnek, a kreatív és kritikai gondolkodás kialakításának van kiemelt szerepe [1].

A matematika tanításának az alsó tagozaton az állami oktatási program szerint az elsőrendű prioritása a matematikai műveltség alapjainak kiépítése és a kognitív területek fejlesztése (ismeretek, alkalmazás, indoklás). A tananyag kompetencia alapon van elrendezve. Az alsó tagozatos matematika fejleszti a tanulók matematikai gondolkodását, amely a mindennapi életben előforduló különböző problémák megoldásánál szükségesek, felkészíti őket az ismeretek önálló megszerzésére és felhasználására. Életkori sajátosságaiknak megfelelően fejleszti a tanulók logikus és kritikus gondolkodását, analízis- és szintetizáló képességüket, segíti elsajátítani a különböző problémamegoldó stratégiákat és azok ellenőrzését, kipróbálását, alkalmazását a gyakorlatban. A gondolatok és lépések pontos megfogalmazására vezeti a tanulókat, majd azok formális nyelven történő lejegyzésére, amely általános kommunikációs eszközként szolgál a matematikában [2].

Az alsó tagozatos matematikaoktatás egyik legfontosabb feladata felfedeztetni a matematika és a valóság közti kapcsolatot; kialakítani a helyes tanulási szokásokat, az önálló ismeretszerzés képességét az alapvető ismeretek egyre önállóbb feldolgozásával és

¹ RNDr. Csiba Peter, PhD., Matematika és Informatika Tanszék, SJE Komárom, csibap@uj.s.sk

² RNDr. Fehér Zoltán, PhD., Matematika és Informatika Tanszék, SJE Komárom, feherz@uj.s.sk

³ Mgr. Jaruska Ladislav, PhD., Matematika és Informatika Tanszék, SJE Komárom, jaruskal@uj.s.sk

alkalmazásával; fejleszteni a problémafelismerő és problémamegoldó illetve alkotó gondolkodásmódot [3].

Az állami oktatási program által kitűzött célok és feladatok teljesítését hivatott felmérni az országos *Tesztelés 5* (Testovanie 5) elnevezésű felmérés, amely az alapiskolák első négy évfolyamának, az ún. alsó tagozatnak az átfogó tesztekkel történő objektív felmérését végzi el, amit a diákok az 5. osztályba belépésüket követően írnak meg [5].

Szlovákia Oktatási Minisztériuma 2008. szeptember 1-ei hatállyal hozta létre a *Szabványosított Mérések Nemzeti Intézetét* (Národný ústav certifikovaných meraní vzdelávania - NÚCEM) mint önálló jogalanyiságú állami költségvetési szervezetet. Az intézet alapvető feladatai közé az érettségi vizsgák külső (központi) részének és a belső részének írásbeli formájának bebiztosítása, az alapiskolák 5. és 9. évfolyama számára központi tesztelésének bebiztosítása, valamint azon nemzetközi mérések bebiztosítása tartozik, amely programokba Szlovákia is bekapcsolódik.

Első alkalommal 2012-ben valósult meg az ötödik évfolyamot megkezdő alapiskolás tanulók matematikával kapcsolatos ismereteinek, készségeinek és képességeinek felmérése, illetve tesztelése. A tesztelést azóta is minden évben megvalósítja a minisztérium által megbízott intézet. Az országos felmérés fő célkitűzései:

- objektív információk szerzése a tanulók teljesítményéről a felső tagozatra történő átlépésnél,
- visszajelzés és komplexebb kép biztosítása az iskolák és a szélesebb szakmai közönség számára a tanulók ismereteiről, képességeiről és felkészültségéről, amelyek hozzásegíthetnek az oktatás minőségének javításához.

Alapfeltevések és célkitűzések

Amint azt írtuk a NÚCEM feladatai közé tartozik az országos tesztelések bebiztosítása, melyhez tartozik az alsó tagozatos matematikai ismeretek mérése is 2012-től kezdődően. Megfigyelve a *Tesztelés 5* matematika teszteken elért átlagos eredményeket [5] (1. táblázat), azok értéke az elmúlt években (2014-et kivéve) folyamatosan javuló, emelkedő trendet mutat.

1. táblázat. A matematika tesztelések átlagos eredményessége az 5. évfolyamban

Év	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Eredményesség	50,6% és 53,6%	58,4%	55,9%	62,0%	62,3%	64,7%

forrás: NÚCEM

Felmerül a kérdés, hogy az egymást követő évfolyamok tanulóinak matematikai tudásszintje – összhangban a teszteken elért átlagos eredményességgel – valóban javult az eltelt időszakban? Tehát az alsó tagozaton folyó matematika-oktatás színvonalasabb és hatékonyabb lett? Másrészt a javuló tendencia lehet-e annak a következménye, hogy az egyes években használt tesztek nehézségi szintje változott, a feladatok összeállítása és igényessége nem volt azonos?

Tanulmányunkban elsődleges célként a *Tesztelés 5* két kiválasztott matematika feladatsorának összehasonlító elemzését határoztuk meg. A tesztekkel kapcsolatos felvetésünket úgy ellenőrizhetjük, hogy ugyanazon a mintán a két összehasonlítandó tesztet úgy íratjuk meg, mint két variánst. A két teszt nehézségi szintjének összehasonlítására igyekeztünk kiválasztani két olyan évfolyamot a tesztek közül, ahol:

- a tesztek formátuma megegyező,
- kellően nagy időbeni különbség található köztük,
- a tesztek átlagos eredményességében jelentősnek tűnő különbséget vélünk felfedezni.

Ezen feltételeinknek a 2013-as és a 2017-es évek tesztjei felelnek meg leginkább. Bár a 2012-es eredményesség volt a legalacsonyabb, de az egyrészt még a pilot időszak volt, másrészt nem érhetők el a használt tesztek sem. A 2014-es teszt eredményei alacsonyabbak voltak a 2013-asnál, viszont kisebb időbeni távolság volna 2017-hez. A vizsgált 2013-as és a 2017-es évben használt tesztek egyaránt 30-30 feladatból álltak (20 nyílt és 10 zárt, feleletválasztós), megoldásukra 60 perc állt a tanulók rendelkezésére. A feladatsorok témakörök szerinti megoszlása is csak kisebb eltérést mutat.

Egyetemi oktatókként sajnos gyakran tapasztaljuk, hogy hallgatóinknak gondot okoznak a matematika bizonyos területei, mint például az alapvető számolási készségek hiánya, fogalmak ismeretének hiánya, nehézségek a szöveges feladatok megoldásában, kombinatorikai és geometriai feladatok megoldása és általában jellemző a matematikai gondolkodás alacsony szintje. A tesztek összehasonlítására végzett felmérés egyúttal lehetőséget adott a hallgatók matematikai tudásának pontosabb megismerésére is. Így a tesztelés eredményei alapul szolgáltak ahhoz is, hogy részletesebben megismerjük a tesztelésben résztvevő óvó- és tanítóképző szakos egyetemi hallgatók tudásszintjét. A jelenlegi diákok nagy része néhány év múlva tanítani fogja az alsó tagozaton a matematikát, ezért számukra is fontos visszajelzést jelent a teszten nyújtott eredményük.

Ezek alapján a tesztelés másodlagos célja az volt, hogy felmérjük:

- az óvó- és tanítóképzős hallgatóink milyen mértékben vannak tisztában az alsó tagozatos matematika tananyagával,
- mennyire eredményesen tudják megoldani az alsó tagozatos matematika feladatokat,
- visszajelzést adjunk a hallgatóknak a matematikai ismereteikről és készségeikről,
- mennyire eredményesek a logikus és matematikai gondolkodást mérő feladatok megoldásában,
- milyen szinten sajátították el és képesek alkalmazni az alsó tagozatos matematika alapvető fogalmait, amelyek szükségesek, hogy a tanuló képes legyen a problémamegoldásra,
- mennyire eredményesek a táblázatban, diagramon vagy egyéb módon (pl. szintvonalas térképen vagy gráfon, irányított gráfon) megjelenített adatok, összefüggések olvasásában, értelmezésében, kezelésében,
- mennyire eredményesek a számokkal, mennyiségekkel, mérésekkel kapcsolatos feladatok megoldása és a velük kapcsolatos számítások, műveletek elvégzése során,
- mennyire ismerik a bennünket körülvevő tárgyak, alakzatok tulajdonságait, jellemzőit, amelyek ismerete szükséges számos hétköznapi probléma megoldásához.

A tesztek rövid jellemzése

Az alsó tagozatos matematika-oktatás az innovált állami művelődési tervben megfogalmazottak alapján fejleszti a tanulók matematikai gondolkodását, amely a mindennapi helyzetekben előforduló különböző problémák megoldásához szükséges és felkészíti őket az ismeretek önálló megszerzésére és alkalmazására. A diákok életkorának megfelelő szinten fejleszti a logikus és kritikus gondolkodásukat, analizáló, szintetizáló és problémamegoldó stratégiákat kereső képességüket, illetve azok gyakorlatban történő ellenőrzését. A matematika oktatása a gondolatok és lépések pontos megfogalmazásához és azok formális leírásához vezet, amelyek a kommunikáció általános eszközeként szolgálnak [1].

Az országos felméréshez használt matematika tesztek úgy vannak összeállítva, hogy a szakmai nyelv, a matematika szimbólum-rendszerének, fogalmainak, eljárásainak és algoritmusainak használatát ellenőrizze egyszerűbb és igényesebb matematikai és reális szövegezésű feladatok megoldásában egyaránt. Az egyes feladatok megoldásánál szükséges a

matematikai összefüggéseket, számokat tartalmazó összefüggő szövegek, és a nem összefüggő, de táblázatokat, grafikonokat és diagramokat tartalmazó szövegek megfelelő értéke és értelmezése [6].

A tesztek összeállítása során a szerzők a matematika tantárgy következő céljait vették figyelembe:

- az anyanyelv és a szaknyelv használata,
- a matematikai szimbolika használata,
- a megértett és megtanult fogalmak, lépések és algoritmusok alkalmazása a feladatok megoldása során,
- táblázatok, grafikonok és diagramok felhasználása,
- logikus és kritikus gondolkodás alkalmazása a feladatok oldása során.

A tesztben szereplő feladatok nemcsak a megtanult ismereteket és eljárásokat mérik, hanem a kognitív ismeretszerző képességeket is, az értő olvasást, a logikus és matematikai gondolkodást is. A feladatokban található matematikai tartalmi területek öt fő csoportba vannak sorolva, ez a bontás megfelel a tananyag állami oktatási program szerinti felbontásának. Minden tartalmi területhez különböző matematikai képességeket, készségeket, műveleteket igénylő, különböző nehézségű feladatok, alkalmazások tartoznak.

A feladatok az ismeretek és jártasságok mértékét, mélységét ellenőrzik, illetve felmérik, hogy milyen mértékben képesek a tanulók ismereteiket alkalmazni, illetve új megoldási stratégiákat felfedezni. A tesztben szereplő feladatokat a szerzők az állami oktatási program tartalmával összhangban állították össze. A kognitív igényesség meghatározásakor a szerzők a kiterjesztett Bloom taxonómiából indultak ki.

A 2013-as tesztben a matematikai kontextusú és a valós életből származó kontextusú feladatok aránya azonos. Az ismeretek szintjén a feladatok 6,7%-a tárgyi ismereteket, 43,3%-a konceptuális ismereteket, 50%-a procedurális ismereteket kért és a feladatsor nem tartalmazott metakognitív ismeretet igénylő feladatokat. A kognitív folyamatok szintjén a feladatok közül egy sem irányult a megjegyzésre sem az alkotásra, 26,7% a megértésre, 36,7% az alkalmazásra, 23,3% az analízisre és 13,3% az értékelésre irányult.

A 2017-es feladatsorban a matematikai kontextusú és a valós életből származó kontextusú feladatok aránya szintén azonos. Az ismeretek szintjén a feladatok 3,3%-a tárgyi ismereteket, 56,7%-a konceptuális ismereteket, 40 %-a procedurális ismereteket kért és a feladatsor nem tartalmazott metakognitív ismeretet igénylő feladatokat. A kognitív folyamatok szintjén a feladatok közül egy sem irányult az alkotásra, 3,3% a megjegyzésre, 10% a megértésre, 36,7% az alkalmazásra, 40% az analízisre és 10% az értékelésre irányult.

Összehasonlítva a 2013-as és 2017-es tesztek összes feladatát a 20 nyílt kérdés esetében a 2017-es tesztben szereplő feladatok átlagos igényességét magasabbnak találtuk, a 10 zárt kérdés esetében pedig közel azonosnak. Ezért globálisan véleményünk szerint megalapozott azt állítani, hogy a 2017-es teszt kissé igényesebbnek tekinthető.

A 2013-as és 2017-es országos Tesztelés 5 eredményei matematika tantárgyból

2013-ban a pilot felmérés során 89 kiválasztott iskola 2021 diákja írt tesztet az oktatási nyelvből és irodalomból valamint matematikából. Közzétételre került a teszt, a megoldókulcs, és egy részletes jelentés is a tesztelésről [7]. A tesztelésben résztvevő tanulók átlagos eredményessége matematikából 58,4%-os volt. A valós életből származó kontextusú feladatok esetében ez 53,2% volt, míg az iskolai matematikai kontextusú kérdések esetében 63,6%. Témakörönkénti bontásban legeredményesebbnek a *geometria* témakört találták (61,3%), míg a legkevésbé sikeresnek a *kombinatorika*, *valószínűség*, *statisztika* (KVS) témakört (43,4%). Mindezek ellenére az egyik geometriai feladat megoldása volt a legkevésbé sikeres. A megfogalmazott ajánlásokban kiemelik az értő olvasás hiányából adódó, a valós életből

származó feladatok, valamint a diákok logikus gondolkodását fejlesztő feladatok problémakörét.

2017-ben országos tesztelés valósult meg 1481 iskola 45 062 diákjának részvételével. A tesztelés elektronikus környezetben is zajlott. Közzétételre került a teszt, a megoldókulcs, egy sajtóközlemény és egy részletesebb adatokat tartalmazó prezentáció is a tesztelésről [6]. Az érvényes alsó tagozatos oktatási standardoknak és teljesítményi követelményeknek megfelelően az állami oktatási program matematika tárgyának 5 témaköréből származó 30 feladatból álló teszt került megíratásra (ebből 20 nyitott és 10 zárt, feladatválasztós kérdés). A tesztelésben résztvevő tanulók átlagos eredményessége matematikából 64,7%-os volt. A valós életből származó kontextusú feladatok esetében ez 62,1% volt, míg az iskolai matematikai kontextusú kérdések esetében 68,1%. Témakörönkénti bontásban legeredményesebbnek a *számok, változók és számokkal való műveletek* témakört találták (70,3%) míg a legkevésbé sikeresnek a *kombinatorika, valószínűség, statisztika* témakör bizonyult (52,0%).

Az alábbi táblázatban feltüntettük a feladatsorok matematikai tartalma szerinti öt témakört, a feladatok számát a 2013-ban és 2017-ben használt tesztekben és a tanulók átlagos eredményességét.

2. táblázat. A tesztelt tanulók átlagos eredményessége matematikából témakörönkénti bontásban:

Témakör	2013		2017	
	feladatok száma	átlagos eredmény	feladatok száma	átlagos eredmény
Számok, változók, műveletek számokkal	15	59,6%	16	70,3%
Sorozatok, relációk, függvények, táblázatok, diagramok	3	58,8%	3	57,3%
Geometria és mérés	7	61,3%	6	62,6%
Kombinatorika, valószínűségszámítás, statisztika (KVS)	2	43,4%	3	52,0%
Logika, érvelés, bizonyítás	3	54,5%	2	57,4%

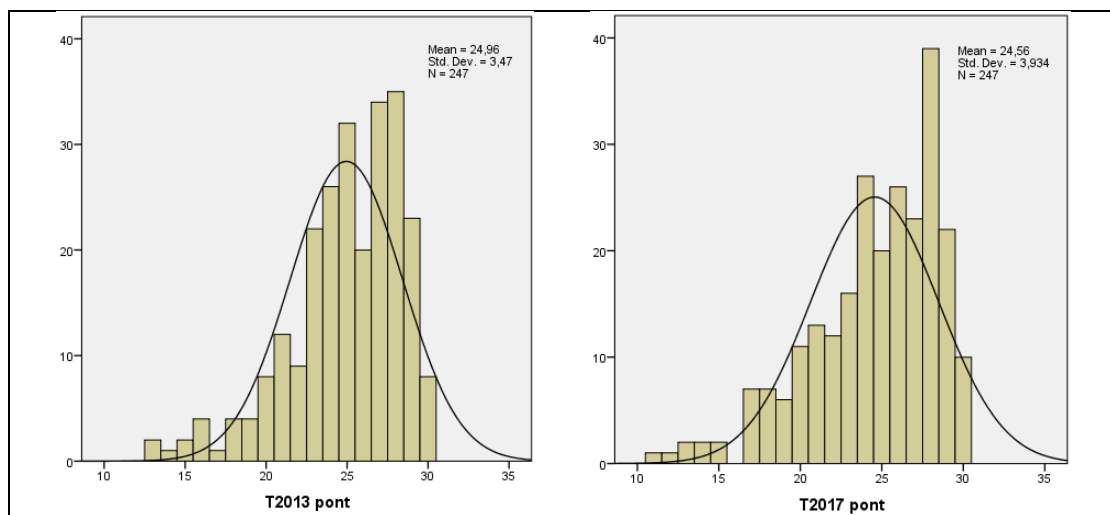
forrás: NUCEM

A két évben elért átlagot (58,4% és 64,7%) és a témakörökben elért átlagokat összehasonlítva egyértelmű különbséget találunk. A 2017-es teszt, melyet a feladatok elemzése alapján igényesebbnek találtunk, jelentősen jobb eredménnyel zárult, mint a 2013-as teszt.

Egyetemi hallgatók körében végzett felmérés eredményeinek kiértékelése

Az országos tesztelés mintájára a Selye János Egyetem Tanárképző Karának Óvodai és elemi pedagógia tanulmányi szakos hallgatói körében is elvégeztük a Tesztelés 5 matematika felmérést a 2018/2019 tanév folyamán. A résztvevő diákok a Tesztelés 5/2013 és Tesztelés 5/2017 matematika teszteket írták meg. A kiértékeléshez 247 hallgató eredményét tudtuk felhasználni, akik mindkét tesztet megírták. A 30 feladat helyes megoldásáért egyaránt 1-1 pont jár, helytelen megoldás esetén pedig 0 pont. Az adatok elemzését különböző szoftvereket használva végeztük: SPSS, RapidMiner Studio, Excel.

A pontszámok eloszlását vizsgálva megközelítőleg azonos gyakorisági adatokat kaptunk a két tesztben, de az eloszlások nem normálisak az elvégzett Kolmogorov-Smirnov próba alapján ($p < 0,01$). Nyilván a pontszámok normalitása nem elvárható, feltételezhető viszont a két tesztben elért pontszámok azonos eloszlása, amennyiben a teszteket közel azonos nehézségi szintűnek tekintjük. Az eloszlások azonosságára alkalmas Friedman-próba eredménye alapján ($N = 247$, $p = 0,332$) elfogadhatjuk, hogy a 2013-as és a 2017-es teszteken elért pontszámok eloszlása azonos (1. ábra).

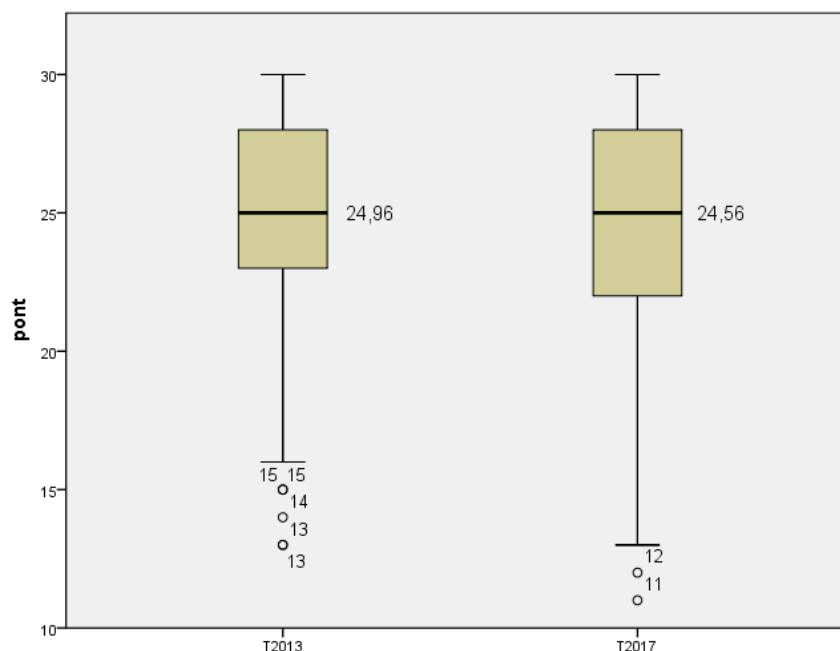


1. ábra: Pontszámok eloszlásának vizsgálata

A két tesztben elért átlagpontszám 24,96 a 2013-as és 24,56 a 2017-es feladatsoron. A maximális 30 ponthoz viszonyítva ez 83,2% ill. 81,9%-os átlagos eredményességet jelent. A pontszámok értékeivel végzett páros t -próba alapján ($t = 1,958$, $df = 246$, $p = 0,051$) nem vethetjük el a két átlag egyenlőségére vonatkozó feltételezésünket. A hallgatóknak a két tesztben elért átlagos eredménye tehát azonosnak tekinthető. Az átlagpontszámok közötti 0,40 pontos különbség ugyan nem szignifikáns, de egyezik a tesztfeladatok elemzése során megállapított gyenge igényességi különbséggel a 2017-es teszt javára.

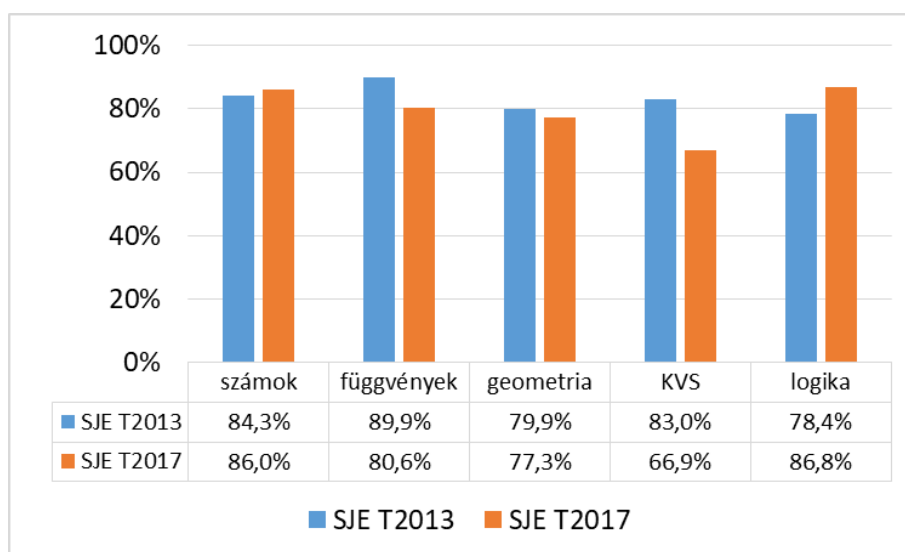
A két tesztben elért pontszámok vizsgálata tehát azt mutatja, hogy az eloszlásuk azonos és a két átlag közötti különbség statisztikailag nem jelentős. Ezen eredményekből arra következtethetünk, hogy a tesztfeladatsorok igényessége a 2013-as és 2017-es évben azonos volt. További részletesebb vizsgálataink viszont ezt már nem támasztják alá.

A pontszámok terjedelmének vizsgálata (2. ábra) azt mutatja, hogy mindkét tesztben a medián érték 25 pont, a felső kvartilis pedig 28. Az adatok alapján a legalább 25 pontot elért hallgatók aránya a 2013-as tesztben 61,5%, a 2017-es tesztben ennél alacsonyabb 56,7%. Az alsó kvartilis értéke 23 pont (T2013) illetve 22 pont (T2017). A 2013-as tesztet 8 hallgató teljesítette maximális pontszámra, a 2017-es tesztet pedig 10 hallgató. A terjedelem és a kvartilisek vizsgálatával már különbségek mutatkoznak a két teszt között. Konkrétan a 25 pont alatt teljesítő hallgatók aránya a 2017-es tesztben nagyobb, ami ismét a 2017-es teszt nagyobb nehézségi szintjére utal.



2. ábra: Pontszámok terjedelmének ábrázolása dobozdiagramokkal

A teszteken elért pontszámok vizsgálata után a tesztfeladatoknak a matematikai tartalma szerinti elemzését végeztük el, összehasonlítva az öt témakörben kapott átlagos eredményességet (3. ábra).



3. ábra: Átlagos eredményesség témakörök szerint

Megállapíthatjuk, hogy az egyes témakörök átlagpontszámai különböznek egymástól, ugyanis az egytényezős varianciaanalízis szerint az átlagok egyenlőségére vonatkozó feltételezést a 2013-as ($F = 10,95$, $p < 0,01$) és a 2017-es teszt ($F = 28,32$, $p < 0,01$) esetében is elvetjük. Vagyis a vizsgált tényező (esetünkben a témakör) összefüggésben áll az elért eredményességgel. A hallgatók pontszámait a matematikai tartalom szerint megadott témakörök alapján nem tekinthetjük homogén sokaságnak. Mivel a témakörökben elért átlagok nem egyenlők, az átlagra vonatkozó páros próbával végezzük az összehasonlítást. Az átlagos eredményességek páros t -próbája alapján (3. táblázat) azt kaptuk, hogy minden egyes témakörben az elért átlagok eltérése szignifikáns.

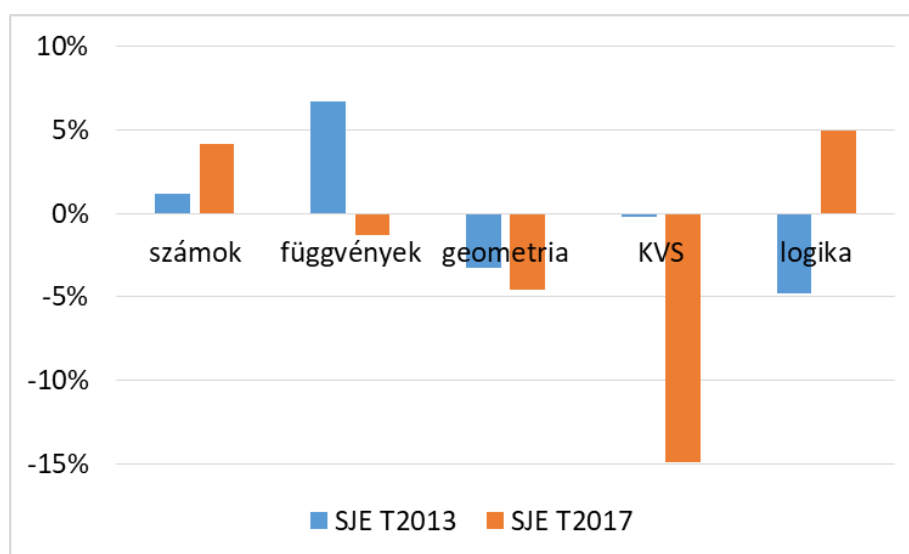
3. táblázat. *Hallgatók eredményességének páros t-próbája témakörönként:*

Témakör	eltérés	t	p-érték
számok	-0,017	-2,115	0,035
függvények	0,093	4,922	0,000
geometria	0,027	2,019	0,045
KVS	0,161	6,586	0,000
logika	-0,084	-4,136	0,000

A 3. táblázatban lévő eltérés negatív előjele azt jelenti, hogy a 2017-es eredmény volt jobb a 2013-as teszteredményhez hasonlítva, vagyis a *számok* és a *logika* témakörökben. A *függvények*, *geometria* és *KVS* témakörök esetében a hallgatók a 2013-as évi tesztet írták meg jobb eredménnyel, ahogy azt a 3. ábra is szemlélteti. A *p*-érték az 5%-os szignifikancia-szint alatt marad, tehát mindegyik témakörben statisztikailag szignifikáns az eltérés az átlagos eredmények között. A tesztek témakörök szerinti részletesebb vizsgálata alapján kijelenthetjük, hogy a két teszt feladatai a hallgatók számára nem voltak azonos nehézségi szintűek, a hallgatók ugyanazon témakörhöz tartozó feladatokat lényeges különbséggel oldották meg a 2013-as és a 2017-es tesztben.

Az egyetemi hallgatók teszteredményeit nyilván nincs értelme összehasonlítani az ötödikes tanulók eredményeivel. Azt viszont megállapíthatjuk, hogy az ötödikesek eredményei az átlag és az egyes témakörök esetében is a 2017-es tesztben jobbak voltak, kivéve a *függvények* témakört (2. táblázat).

Ha összehasonlítjuk a teljes tesztben elért átlagot az egyes témakörök átlagaival, az eltérések alapján megfigyelhetjük, mely témakörökben szerepeltek jobban a hallgatók és melyekben maradtak alul az átlaghoz viszonyítva (4. ábra).



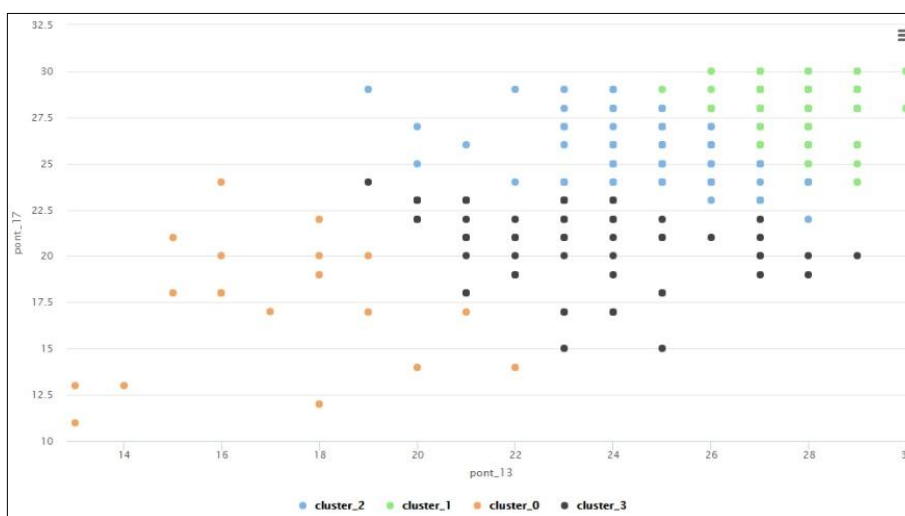
4. ábra: *A témakörökben elért eredmények eltérése az átlagos eredménytől*

Előzőleg megállapítottuk, hogy mindegyik témakör átlagos eredményességében jelentős eltérés mutatkozik a két teszt között. A 4. ábra adatai alapján azt kapjuk, hogy csak a *Számok*, *változók*, *műveletek számokkal* témakörben érték el a hallgatók az adott teszt átlagától magasabb eredményt mindkét esetben. A *Geometria* és *mérés* valamint *Kombinatorika*, *valószínűségszámítás*, *statisztika* témakörben elért eredmények mindkét tesztben átlagon alul szerepeltek. A *Sorozatok*, *relációk*, *függvények*, *táblázatok*, *diagramok* témakör átlaghoz viszonyított eredményei változóak a két tesztben, csakúgy a *Logika*, *érvelés*, *bizonyítás* feladatainak megoldása is.

Hallgatók csoportjainak azonosítása klaszterelemzéssel

A klaszterelemzés többváltozós statisztikai módszer, melynek segítségével a megfigyelt egységeket homogén csoportokba (ún. klaszterekbe) soroljuk. A klasszifikáció különböző algoritmus alapján történhet, mely figyelembe veszi a besorolásnál, hogy ugyanazon klaszterhez tartozó egységek adott tulajdonság szerint hasonlóak legyenek, míg más klaszterek egységeitől különbözzenek. A k -közép klaszterezés az egységek hasonlóságát a köztük lévő távolság alapján határozza meg, minden egységet éppen egy klaszterbe sorol az előre megadott k számú klaszter közül [8]. A klaszterelemzés eredményeként kapott modell megadja minden egység besorolását egy klaszterbe és az adott klaszter középpontját (centroid).

A hallgatóknak a két tesztben elért pontszámai alapján kapott klaszterelemzés pontdiagramja a 247 hallgató 4 klaszterbe való besorolását mutatja (5. ábra).



5. ábra: Klaszterelemzés pontdiagramja a T2013 és T2017 pontszámok alapján

A klaszterelemzés a hallgatókat 4 csoportba sorolta, melyek megoszlása és centroid értéke a 4. táblázatban található.

4. táblázat. A pontszámok centroid értékei és a hallgatók megoszlása

Tényező	klaszter_0	klaszter_1	klaszter_2	klaszter_3
pont_13	17,05	28,02	24,77	23,26
pont_17	17,26	27,81	25,58	20,64
megoszlás	7,7%	34,8%	34,0%	23,5%

A hallgatók 7,7%-a került a legalacsonyabb eredményt elért csoportba, mindkét teszten átlagosan 17 pont körüli értéket értek el. A legjobb eredményt elért hallgatók átlageredménye 28 ponthoz közeli, a teljes létszám 34,8%-át teszik ki. A közepes eredményt elért hallgatókat az elemzés további két csoportba sorolta, melyek megoszlása 34% és 23,5%. A klaszteranalízis alapján az 1-es és 2-es klaszterekbe sorolt hallgatók eredményét tekintjük átlagon felülinek, ők a teljes létszám 68,8%-át teszik ki.

Összefoglalás

Tanulmányukban azzal a felvetéssel foglalkozunk, hogy az 5. évfolyamban használt országos matematika tesztelések feladatsorai az évek során azonos vagy eltérő nehézségűek, figyelembe véve a tanulók eredményességét. A két kiválasztott teszttel lezajlott felmérés adatainak vizsgálata azt mutatja, hogy a pontszámok eloszlása azonos és a két átlag közötti különbség 0,4 pont statisztikailag nem jelentős. Ezen eredményekből tehát arra következtethetünk, hogy a tesztfeladatsorok igényessége, nehézségi szintje a 2013-as és 2017-es évben azonos volt. Az országos szintű átlagos eredményességnövekedés tehát valószínűleg nem annak tudható be, hogy kevésbé igényes tesztekkel mérték a korosztály diákjainak matematikai kompetenciáit. Mind a tesztek elméleti, mind kísérleti összehasonlítása is azt hozta ki, hogy egy kissé, de nem szignifikánsan a 2017-es teszt volt az igényesebb.

A terjedelem és a kvartilisek vizsgálatával viszont már különbségek mutatkoznak a két teszt eredményei között csakúgy, mint a feladatok matematikai tartalmuk szerinti összehasonlításában. A tesztek témakörök szerinti részletesebb vizsgálata alapján megállapítottuk, hogy a két teszt feladatai a hallgatók számára nem voltak azonos nehézségi szintűek, mindegyik témakörben statisztikailag szignifikáns az eltérés az átlagos eredményességek között.

Összehasonlítva a teljes tesztben elért átlagot az egyes témakörök átlagaival láthatjuk, hogy csak a *Számok, változók, műveletek számokkal* témakörben érték el a hallgatók az adott teszt átlagától magasabb eredményt mindkét esetben. Tehát a matematika tananyagának öt fő területe közül legjobban a számtani feladatokban teljesítenek a diákok, nyilván ez okozza a legkevesebb nehézséget számukra, mivel a matematika órákon ezzel foglalkoznak a legtöbbit. A többi négy témakör feladatainak megoldása pedig már a diákok kisebb-nagyobb részének problémát jelent. A felmérés megmutatta, hogy a tanulók a *Geometria és mérés* valamint *Kombinatorika, valószínűségszámítás, statisztika* témakörökben egyértelműen átlagon alul szerepeltek. Ezek a területek az iskolai matematika-oktatásban is gyakran háttérbe szorulnak és a geometriai illetve kombinatorikai feladatok a jellegükből adódóan is nagyobb nehézséget jelentenek a tanulóknak.

Tanulmányunkban az elemzéseket a teszteredmények teljes illetve témakörönkénti összehasonlításával végeztük. További vizsgálatok, a feladatok egyenkénti elemzése szükséges ahhoz, hogy meghatározzuk a diákoknak konkrétan mely feladatok okozták a legtöbb nehézséget, melyek és milyen jellegűek a diákok által leggyakrabban elkövetett hibák.

Köszönetnyilvánítás

A tanulmány a SJE VEGA 1/0663/19 „*A természettudományi és matematikai gondolkodás a középiskolai oktatásban és a szakdidaktikai tartalmak innovációja*” című projekt támogatásával készült.

Príspevok vznikol v rámci projektu VEGA 1/0663/19 na UJS s názvom „*Analýza prírodovedného a matematického vzdelávania na stredných školách a inovácia obsahu odborových didaktík*“.

Irodalomjegyzék

- [1] ŠVP, Primárne vzdelávanie – 1. stupeň ZŠ, Štátny pedagogický ústav, Bratislava, 2015, (online) http://www.statpedu.sk/files/articles/dokumenty/inovovany-statny-vzdelavaci-program/svp_pv_2015.pdf

- [2] Árvainé Libor Ildikó, Juhász Nándor, Szabados Anikó: Mozaik kerettantervrendszer az általános iskolák számára NAT 2003. MATEMATIKA 1-4. évfolyam, MOZAIK KIADÓ, SZEGED, 2004.
- [3] Mozaik kerettantervrendszer az általános iskolák és a gimnáziumok számára. (online) http://www.nefmi.gov.hu/letolt/kozokt/kerettanterv/mk68/MK68_1_07-2.mell-p593-1488-mozaik.pdf
- [4] Matematika ŠVP. (online) Štátny pedagogický ústav, Bratislava. http://www.statpedu.sk/files/articles/dokumenty/inovovany-statny-vzdelavaci-program/matematika_pv_2014.pdf
- [5] NÚCEM. Tesztelés 5 (online) <https://www.nucem.sk/sk/merania/narodne-merania/testovanie-5>
- [6] Alföldyová, Ingrid, Števcinová, Katarína, Timárová, Lívia. Testovanie 5. Výsledky a analýzy. Bratislava 2018. [https://www.nucem.sk/dl/4038/Testovanie%205-2017%20\(Priebeh%2C%20v%C3%BDsledky%20a%20anal%C3%BDzy\).pdf](https://www.nucem.sk/dl/4038/Testovanie%205-2017%20(Priebeh%2C%20v%C3%BDsledky%20a%20anal%C3%BDzy).pdf)
- [7] Alföldyová, Ingrid: Testovanie 5, Priebeh, výsledky a analýzy. Bratislava 2014. https://www.nucem.sk/dl/2915/Spr%C3%A1va_T5-2013_final_18marec2014_OK.pdf
- [8] [Nisbet, R., Elder, J., Miner, G. (2009). Handbook of statistical analysis and data mining applications. Academic Press.

APPLICATION OF CART MODELS IN ESA-BASED FAULT DETECTION AND DIAGNOSIS OF ROTATING ELECTRICAL MACHINES

ADRIENN DINEVA⁴

ABSTRACT

Electrical machines and drive systems play a vital role in various industrial applications. A particularly important requirement is ensuring the machines' availability and their safe operation. The broadened level of modern decentralized automation allows the use of fast real-time Fault Detection and Diagnosis (FDD) techniques by providing sufficient computational resources for high-level decision making based on intelligent information processing. Classification methods are common for fault diagnosis applications. Recently developed variants of Classification and Regression Tree (CART) models enable their application on more complex problems. This paper addresses the applicability of a tree classifier model in the automated misalignment fault feature recognition of rotating electrical machines. The presented method relies on Electrical Signature Analysis (ESA)-based feature extraction. The prediction performance of the CART model approach is validated on measurement dataset acquired on a test bench.

KEYWORDS

decision tree, CART model, classification, Fault Detection and Diagnosis (FDD), predictive modeling, rotating electrical machines and drive systems, Motor Current Signature Analysis (MCSA), Electrical Signature Analysis (ESA)

INTRODUCTION

The rise of electrical machinery diagnostics dates back to the early appearance of electrical devices. Initially, manufacturers and operators of electrical machinery relied on simple methods such as overcurrent, overvoltage, earth fault protection, etc., to ensure reliable operation [1]. At the same time, as the tasks performed by the machines, also the rotating electrical machine and drive systems themselves have become more and more complicated. Today, however many modern solutions for the investigation and prediction of their failures are available. Consequently, recent researches of Fault Detection and Diagnosis (FDD) focuses on the investigation of advanced techniques for the early and automatic detection of machine faults [1]. The main faults in rotating electrical machinery and propulsion systems can be classified in different ways, the present study primarily considers the classification according to [2]: 1) stator errors that occur in the winding (one or more phases); 2) abnormal connection of the stator coil; 3) broken rotor or cracked rotor rings; 4) static and / or dynamic eccentricity 5) bent axis (similar to dynamic eccentricity) resulting in contact between rotor and stator 6) short circuit in rotor winding; 7) bearing and gear failures.

⁴ Dr. Adrienn Dineva, PhD
Institute of Automation
Kálmán Kandó Faculty of Electrical Engineering
Óbuda University
dineva.adrienn@kvk.uni-obuda.hu

Various diagnostic techniques have been developed to detect and recognize the fault signals and fault features of the typical errors mentioned above. These methods for identifying faults can include multiple approaches from different fields of science and technology. The phenomena under investigation can be characterized [2]: (a) by observing electromagnetic fields (e.g. by coils around the motor axes) [3]; (b) temperature measurement; (c) testing in the infrared range; (d) monitoring of radio frequency (RF) radiation; (e) noise and vibration test [4]; (f) chemical tests; (g) acoustic tests; h) Motor Current Signature Analysis; (i) using model - based, intelligent and neural networks techniques. etc. [5-7].

In the presence of misalignment, beside the base load of the system, additional local loads are appear, which can be divided into two sets: which has an impact on the load of the rest of the machine and which only cause additional loads locally. In the case of an axis misalignment a radial load and a torque pulse can be observed. At this time, its impact on the bearings (mostly at the drive side) is the most harmful, and its progress can be monitored by tracking its frequency (typically twice of the speed) and amplitude. Modern industrial FDD applications require fully automated, rapid and accurate identification of such phenomena. Therefore, this study demonstrates the applicability of Classification and Regression Tree (CART) [8] models in the automated misalignmnet fault feature recognition of rotating electrical machines.

ESA-BASED FAULT DETECTION AND DIAGNOSIS OF ROTATING ELECTRICAL MACHINES BY USING TREE CLASSIFIERS

Classification is the core reasoning task in the area of decision making and learning, i.e. it is one of the essential human behaviour [9]. Decision Trees are one of the most popular tools of classification tasks have been known for decades and their recently developed variants (e.g., Random Forest [10]) enable their application on more complex problems. Their internal node represents the feature and the branch represents a decision rule. After, we obtain the reults on the leaf nodes. The highest node of the decision tree is referred to as the root node. Trees learn to partition on the basis of the attribute value. In general, it partitions the tree in recursive manner. This measure gives a rank to each feature or attribute by explaining the given dataset. Best score attribute is selected as a splitting attribute. The attribute selection measure is a heuristic for selecting the splitting criterion that partitions data into the best possible manner. Especially splitting rules are responsible for determining breakpoints for tuples on a certain node [8]. The three main types of attribute selection methods are Information Gain, Gain Ration and Gini Index. Information Gain computes the difference between entropy before split and average entropy after split of the dataset based on given attribute values (for. e.g., ID3 algorithm introduced by Ross Quinlan [9]). An extension to Information Gain known as the Gain Ratio which handles the issue of bias by normalizing the information gain. Gini Index is calculated by subtracting the sum of the squared probabilities of each class from one. Detailed description of the algorithms can found, for instance in [8].

Classical monitoring systems does not fulfill latest criteria, because various types of unbalances (e.g. rotor unbalance due to uneven distribution of rotor mass) can be identified, but with weak sensitivity and important frequency components may present at higher frequencies or be covered by noises [11]. Some techniques rely on the frequency spectrum analysis (Fast Fourier Transform) to detect the increased frequency components, etc. Additionally, because of the difficulties of using fixed standards as limit of vibration, it is desired to apply more precise tools than classical vibration analysis [11-12]. Therefore, the diagnosis is usually performed by analyzing a phase current signals at a steady-state motor operation or during a start-up transient. This method is known as motor current signature analysis (MCSA), which identifies frequencies associated with faults in the frequency domain

or by the time–frequency decomposition of the current signals [13]. Only few researches have addressed the question of automatic fault identification and test methods based on Motor Current Signature Analysis. Typically, previous works have been mainly limited to techniques for processing torque and vibration spectra that compare peaks and attributes to specific errors are different, as different error causes show different peak levels. Due to its online, non-invasive properties and its requirement of only single input source; the MCSA is a cost-effective condition monitoring method [13]. An enhanced method of MCSA in case of multiphase electrical machines is called Electrical Signature Analysis (ESA). The intelligent solutions of Electrical Signature Analysis allow simplifying the fault identification processes because does not require a large amount of sensors that results in remarkable cost reduction and support sensorless technologies [14]. Based on the above briefly summarized advantages, the ESA technique is a great candidate for serving a basis of an automated fault classification solution.

CASE STUDY

For the here presented case study stator phase current signals are collected under various speed and load conditions on a permanent magnet synchronous machine (PMSM) of $P=40$ kW and $n=1500$ 1/min coupled with an inverter driven cage induction machine ($P=30$ kW; $n=985$ 1/min). Both fault free and fault related signal samples of $t=2$ s duration and $f=10000$ Hz sampling rate are recorded by introducing misalignment in the shaft. The test bench can be seen in Fig.1.

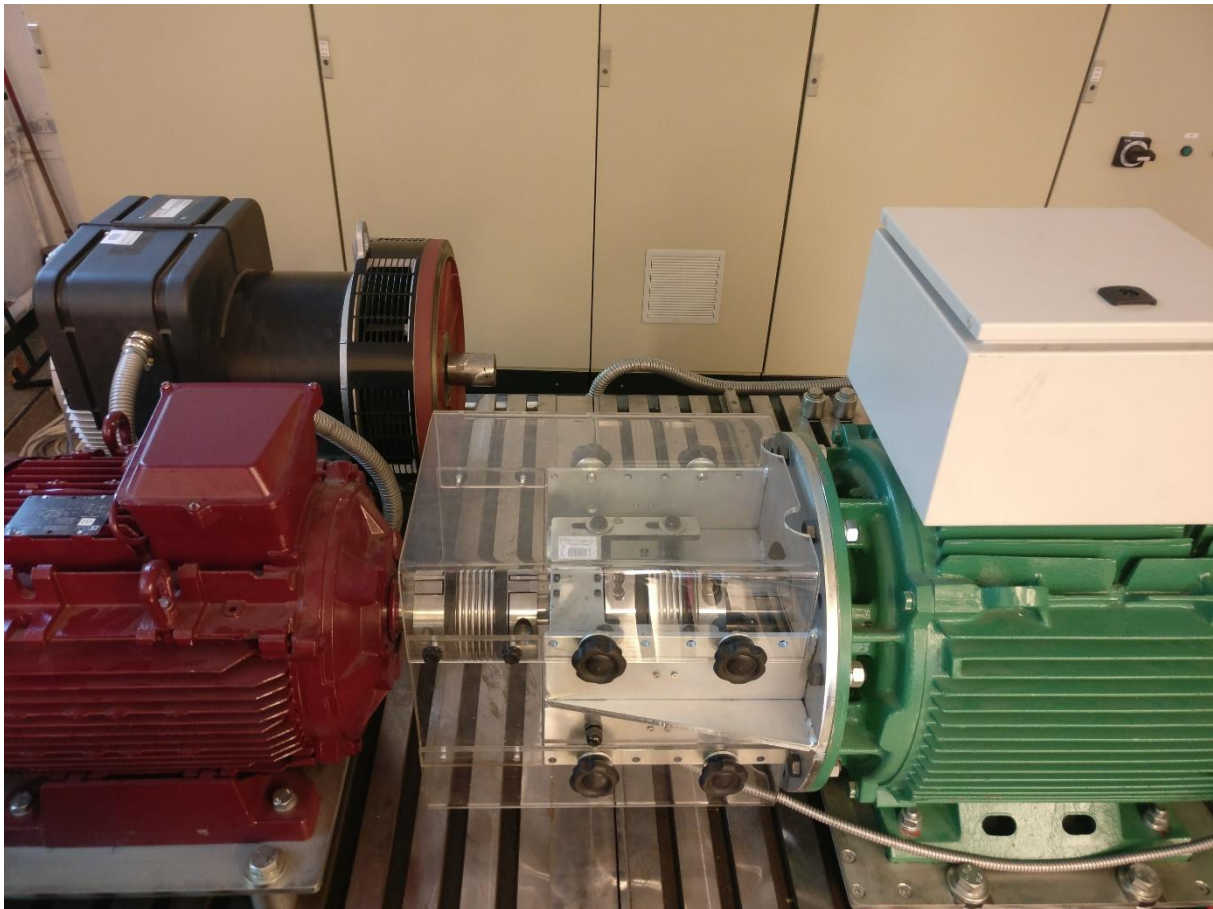


Figure 1. Test bench

After, by injecting additional disturbing noises, a large semi-synthetical database is prepared. During preprocessing the motor current signals, for extracting the fault features a Fast Fourier Transform (FFT) is performed on the samples. Then, the magnitudes of the sideband harmonics and typical fault frequencies [2] are collected in a feature vector. In addition, calculated statistical data such as kurtosis, rms, skewness are also introduced in the feature vectors. However, various further techniques are proposed in the literature for extracting fault-related information from the stator current signals [14-15]. The 'fault free' and 'faulty' labels (Y/N) are binarized. The attributes collected in the feature vector are used for training the tree classifier model. The test sets was set to be 30% of the whole dataset and the training dataset's size was 70% of the entire dataset. A pseudo-random number generator used for randomly sampling and splitting. After fitting the decision tree on the training data, the labels for validation dataset are predicted. Accuracy is used as performance measure. Accuracy of the applied models using various parameters are compared. As a criterion, which defines the function to measure the quality of a split both "gini" criteria for Gini Index and "entropy" for Information Gain are used. The tuning also involved the parameter responsible for the maximum depth of the tree in order to obtain higher precision.

The highest accuracy of 0.9698492462311558 is obtained by setting criterion="entropy" and max_depth=4. The confusion matrix of the prediction is depicted in Fig. 2.

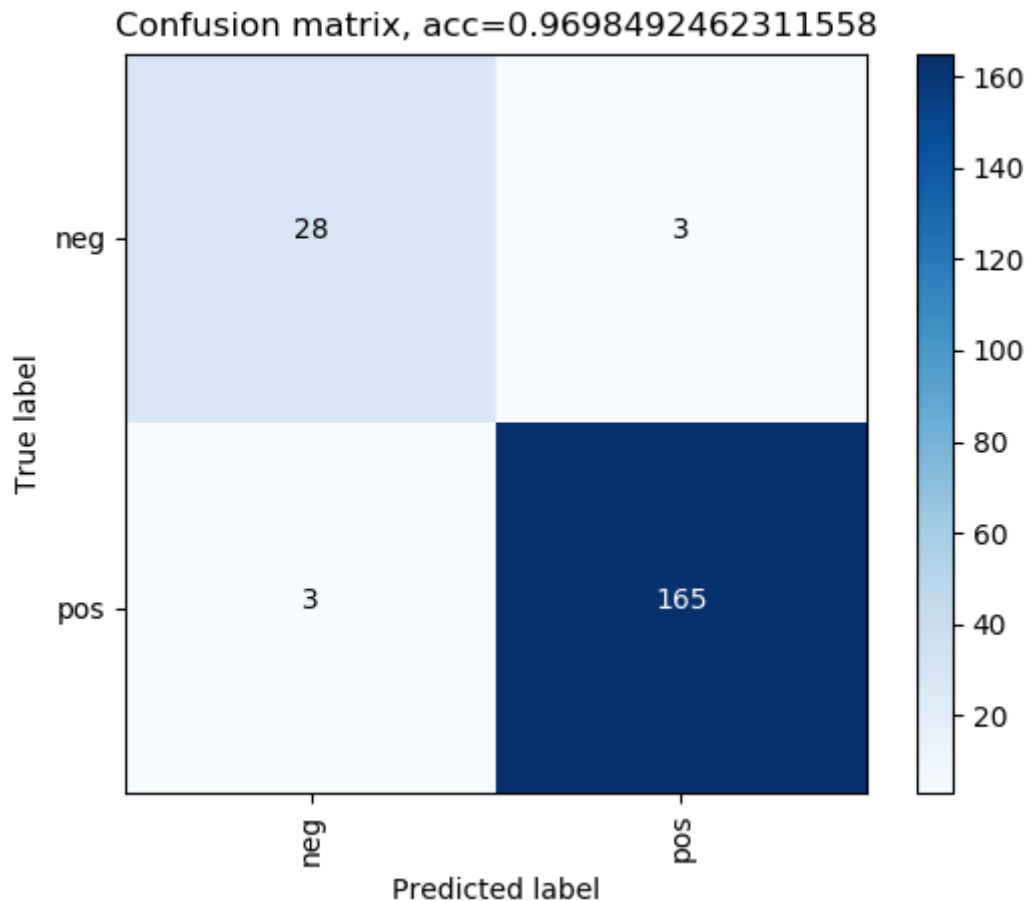


Figure 2. Confusion matrix of the prediction of misalignment fault labels

The investigations are carried out by using Python. The results show that this approach is suitable for online automated fault recognition tasks of rotating electrical machines and drive systems.

CONCLUSIONS

This paper focuses on the applicability of CART approach in the automated FDD solutions of rotating electrical machines. As a conclusion from the presented cases study, the analysis of motor current signatures in combination with the tree classifier is a highly reliable technique for fault detection and prediction in electric drive systems. The obtained high accuracy of the tree classifier model demonstrates that this approach is a powerful tool for online automated diagnosis systems. Further advantages of applying decision trees are include the implicitly performing variable screening or feature selection. In addition, the tree classifiers require relatively little effort for data preparation. Besides, another important advantage is that the nonlinear relationships between parameters do not have impact on the tree's performance. Extended investigations are required to find a more suitable approach for further and more complex fault scenarios, which is the target of future research.

REFERENCES

- [1] Nandi, S. et. al, *Condition Monitoring and Fault Diagnosis of Electrical Motors-A Review*, IEEE Transactions on Energy Conversion, Vol. 20, No.4., December 2005, pp. 719-729, 2005
- [2] Vas, P., *Parameter Estimation, Condition Monitoring, and Diagnosis of Electrical Machines*, Oxford, U.K.: Clarendon, 1993
- [3] Clark, Scott W., Stevens, Daniel, *Induction Motor Rotor Bar Damage Evaluation with Magnetic Field Analysis*, IEEE Transactions on Industry Applications Vol. 52, No. 2, March-April 2016, pp. 1469-1476, 2016
- [4] Paulo Antonio Delgado-Arredondo et- al., *Methodology for Fault Detection in Induction Motors via Sound and Vibration Signals*, Mechanical Systems and Signal Processing 83, pp. 568-589, 2017
- [5] Silva, V.A.D., Pederiva, R, *Fault Detection in Induction Motors based on Artificial Intelligence*, In: Proceedings of the International Conference on Surveillance 7, Institute of Technology of Chartres, France, 2013
- [6] Gangsar, Purushottam, Tiwari, Rajiv, *Taxonomy of Induction-Motor Mechanical-Fault Based on Time-Domain Vibration Signals by Multiclass SVM Classifiers*, Intelligent Industrial Systems, 2016
- [7] Tran, V.T., et al., *Fault Diagnosis of Induction Motor based on Decision Trees and Adaptive Neuro-Fuzzy Inference*, Expert Syst. Appl. 36(2), pp. 1840–1849, 2009
- [8] Ma, X., *Using Classification and Regression trees: A Practical Primer*, Charlotte, N.C.: Information Age Publishing Inc., 2018
- [9] J. R. Quinlan, *Induction of Decision Trees*, Mach. Learn. 1, 1. (March 1986) pp. 81-10, 1986.
- [10] Kumar, R., Giri, V.K., *Feature Selection and Classification of Mechanical Fault of an Induction Motor using Random Forest Classifier*, Perspectives in Science, Vol. 8., September 2016, pp. 334-337, 2016
- [11] Heano, Humberto et al., *Trends in Fault Diagnosis for Electrical Machines*, IEEE Industrial Electronics Magazine, June 2014
- [12] Kral, Christian, Habetler, Thomas G., *Detection of Mechanical Imbalances of Induction Machines Without Spectral Analysis of Time-Domain Signals*, IEEE Trans. on Ind. App., Vol. 40, No. 4, July-Aug., pp. 1101 – 1106, 2004
- [13] W. T. Thomson and R. J. Gilmore: *Motor Current Signature Analysis to Detect Faults in Induction Motor Drives – Fundamentals, Data Interpretation, and Industrial Case*

- Histories*, Proceeding of the Thirty-Second Turbomachinery Symposium, Houston, Texas, Sept., 2003
- [14] D. Shreve, *Motor Current Signature Analysis Theory and Practice*, GE Bently, Commtest, ppt, 6th Annual Meeting, 2013
- [15] Tidriri, K., et al, *A Generic Framework for Decision Fusion in Fault Detection and Diagnosis*, Engineering Applications of Artificial Intelligence, Vol. 71, pp. 73-86, 2018

A KISZOMBORI KÖRTEMPLOM 3D MODELLJE

ŠTEFAN GUBO⁵ – TIBOR LUKIĆ⁶ – IRINGÓ TAMÁS⁷

ABSTRACT

In this paper we deal with 3D building reconstruction for documenting the buildings' architecture and for Cultural Heritage preservation purposes. Using a metric 3D point cloud acquired by a LiDAR scanner and 2D images taken by high resolution full-frame DSLR cameras, we were able to reconstruct a high quality, metric and colored 3D model of the round church of Kiszombor, Hungary. The proposed processing workflow describes the data acquisition tasks and the steps of the data processing.

KEYWORDS

3D model, LiDAR scanner, point cloud alignment, Cultural Heritage

BEVEZETÉS

A műemlékek dokumentálásával és kulturális örökségvédelemmel foglalkozó szakemberek több lehetőség közül is választhatnak, ha épületek, régészeti lelőhelyek vagy egyéb nagyméretű objektumok pontos felmérését szeretnék elvégezni. Sajnos nem létezik olyan eljárás, amely minden esetben és minden körülmények között jól alkalmazható. Az elmúlt évek néhány kulturális örökségvédelmi témájú publikációját (lásd pl. [1], [2], [4], [5], [6], [9]) áttanulmányozva megfigyeltük, hogy a munkacsoportok különböző módszereket és felszereléseket használnak, kezdve az olcsóbb eszközöktől egészen a drága professzionális berendezésekig. Azonban elmondható, hogy a legtöbb esetben fotogrammetriás megoldásokat (3D rekonstrukció), illetve lézer alapú szkennereket használnak.

Mindegyik módszernek megvannak a maga előnyei és hátrányai. A 3D rekonstrukció viszonylag olcsó eszközökkel is kivitelezhető, ráadásul a piacon számos olyan szoftver található (pl. Agisoft PhotoScan, Pix4DMapper, 3DSurvey), amelyek nagyon jó eredményt képesek produkálni. Adatfelvételnél ügyelni kell, hogy megfelelő mértékű átfedés legyen a felvételek között, különben a modell minősége nem lesz megfelelő. A nagy mennyiségű fénykép feldolgozása idő- és hardverigényes.

A 3D szkennerek ára meglehetősen magas. Léteznek olyan szkennerek, amelyek beépített és gyárilag pontosan bekalibrált kamerával rendelkeznek. Ezek képesek minden egyes detektált térbeli ponthoz szín információt is rögzíteni. Sajnos a legtöbb esetben ezek a kamerák csak kis szenzorral rendelkeznek, s az általuk nyújtott szín információ nem felel meg a kulturális örökségvédelemmel foglalkozó szakemberek elvárásainak. E probléma egyik lehetséges megoldása az, ha egy professzionális kamerával készített nagyfelbontású, részletgazdag és színkalibrált képeket illesztünk a szkennerek által rögzített 3D pontfelhőhöz.

Jelen tanulmányban erre mutatunk be egy alkalmazási példát, ahol egy Árpád-kori körtemplom színes és metrikus 3D modelljét készítjük el.

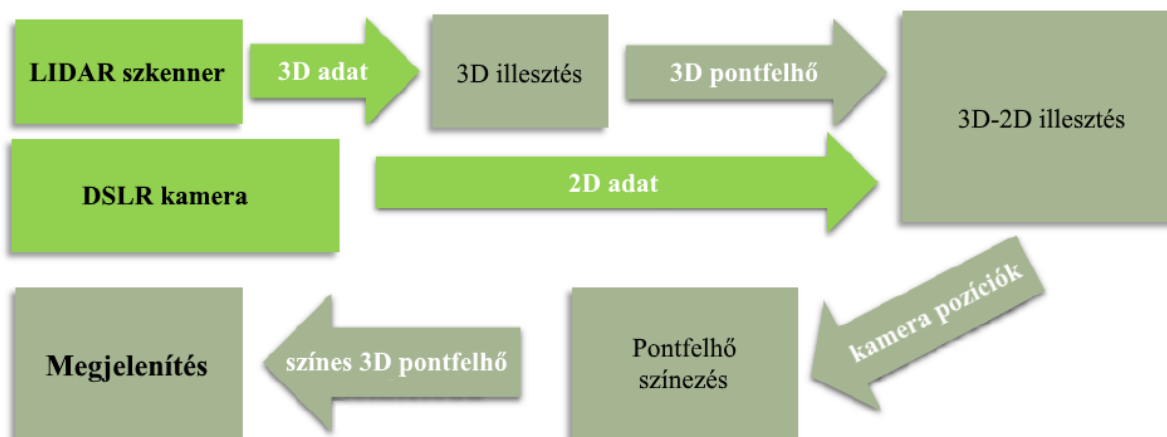
⁵ RNDr. Štefan Gubo, PhD., Matematika és Informatika Tanszék, GTK, Selye János Egyetem, gubos@ujss.sk

⁶ Dr. Tibor Lukity, Műszaki Tudományok Kara, Újvidéki Egyetem, tibor@uns.ac.rs

⁷ Dr. Iringó Tamás, Erdélyi Református Múzeum, Kolozsvár, erdelyireformatusmuzeum@gmail.com

A 3D MODELL ELKÉSZÍTÉSÉNEK MENETE

Ebben a részben a színes 3D modell elkészítésének folyamatát mutatjuk be. Az 1. ábrán a munkamenet folyamatábrája látható (lásd [3]), amelyen zöld szín jelöli az input adatokat. Első lépés természetesen a kiválasztott helyszínen történő adatrögzítés, melynek során egy RIEGL VZ-400 típusú szkennert és nagy felbontású full frame szenzoros DSLR (*Digital Single-Lens Reflex*, magyarul digitális tükörreflexes) kamerákat használtunk. A rögzített adatokat a Selye János Egyetem Intelligens Robotikai Központjában dolgoztuk fel a RIEGL cég szoftvereit (RiSCAN és RiSOLVE) használva.



1. ábra: A modellkészítés munkamenetének folyamatábrája ([3])

Az adatrögzítés helyszíne: a kiszombori körtemplom

Az adatrögzítés helyszíne a magyarországi Kiszombor nagyközség volt, amely Csongrád megyében, a Makói járásban található. A településen a körtemplomról (lásd 2. ábra) gyűjtöttünk adatokat, amely a Római Katolikus Egyházhoz tartozik. A templom külső homlokzatának szkennelését 2019. január 31-én, belső terének felmérését pedig február 1-én végeztük.



2. ábra: A kiszombori körtemplom és a szomszédos neoromán templom

A kiszombori körtemplom a Dél-Alföld azon kevés kora-középkori építészeti emlékei közé tartozik, melyek szinte sértetlenül átvészelték az elmúlt évszázadok viharait. A templom a Kaukázus-vidék keresztény építészetére jellemző vonásokat hordozó, hatkaréjos téglalapítségű rotunda, melyhez hasonló a Felső-Tisza mentén található Karcsán (Borsod-Abaúj-Zemplén Megye, Cigándi Járás) és Gerényben (Horjány, ma Ungvár része), valamint Kolozsmonostoron (ma Kolozsvár része) található. Ez utóbbi kőből épült, s csak az alapjai maradtak meg [8]. Az említett épületek teljesen egyedülálló típust képviselnek, sem a déli, sem a nyugat-európai templomokkal nem rokoníthatók [7].

A kiszombori rotundán a legutóbbi években végzett vizsgálatok alapján elmondható, hogy nincs cáfolhatatlan bizonyíték arra, hogy pontosan mikor épült. A templom első írásos említése egy 1334-ből származó pápai tizedlajstromban található. A szájhagyomány úgy tartotta, hogy a templom eredetileg török mecset volt, valószínűleg ez az oka annak, hogy a török hódoltság idején is megmaradt. A törökök használták is az épületet, mivel az egyik karéj oldalában török írásjeleket találtak [7].

A körtemplom téglából épült, külső átmérője 9 m, teteje kör alakú sátozott. Belül hat karéj található, melyek szabálytalan ívűek. A karéjok felül negyedgömb boltozattal záródnak. A keleti karéj a legnagyobb, itt található a szentély [8]. A boltozatok a középtér felé egy-egy félköríves falsávval nyílnak. A karéjokban a boltozat indításánál vízszintes farkasfogas díszítés fut körbe. A karéjok találkozásánál képződött falpillérek egy-egy téglából rakott féloszlop díszíti.



3. ábra: A kiszombori körtemplom belső tere

A rotundát 1776-ban a nyugati fülke elbontásával barokk stílusú templomhajóval toldották meg. Valószínűleg ekkor keletkeztek a mennyezet barokk freskói. Az 1834-es átalakítás során a rotunda keleti karéjaiba új ablakokat vájtak [7]. A barokk templomhajó helyébe 1910-ben új, neoromán stílusú hajót építettek.

A templom első kutatására 1939-40 között került sor, melynek során a feltárták és restaurálták a vakolatrétegek által takart 14. századi freskókat. Az egyik kép valószínűleg Antiochiai Szent Margitot ábrázolja, aki Mánuel bizánci császár felesége volt, s testvére III. Béla feleségének, Antiochiai Annának. A boltozaton barokk kori freskók találhatók (lásd 4. ábra), melyek Mária mennybemenetelét, a négy evangélistát, valamint Keresztelő Szent Jánost és Szent István királyt ábrázolják [7]. A falképek feltárását kísérő falkutatás során az északi karéjban eredeti, utólagosan befalazott páros ablakokat találtak. Később ezek alapján rekonstruálták a délkeleti és délnyugati karéjok ablakait. A járószint alá leásva mintegy 1,5 m mélyen megtalálták a körtemplom eredeti padlózatát [7].

Az 1975-83 között zajlott munkálatok során a rotundát elválasztották a templomtól, helyreállították az eredeti padlószintet, restaurálták a freskókat, és az épületet – amennyire azt lehetett – eredeti állapotába állították vissza. Az eredeti alapozás feltárása világossá tette, hogy a külső héjazat és a belső karéjok építése egyidejű, továbbá az alapozás technikája teljesen megegyező a karcsai templom alapjáéval, így feltételezhetően egyazon építőműhely alkotásáról van szó [7]. Ezek alapján kijelenthető, hogy a kiszombori körtemplom nem épülhetett a 12. század végénél korábban.



4. ábra: A boltozat barokk kori freskói

Az adatrögzítés folyamata

A 3D adatrögzítésre egy Riegl VZ-400 típusú LiDAR (*Light Detection and Ranging*, magyarul lézer alapú távérzékelés) szkennert használtunk. Az eszköz hasznos hatótávolsága meghaladja a 400 métert, és névleges mélységbeli pontossága 400 méteren is 5 mm alatt van. A szkennер másodpercenként 120.000 mérés végzésére képes, s körbefordulva akár 100-200 millió mérés begyűjtésére is képes. Az eszközt 0.01° horizontális és 0.04° vertikális szögfelbontással használtuk, egy teljes, 360°-os szkennelés kb. 15 percig tartott.

Mivel a szkennер csak az adott pozícióból látható felszínnek rögzítésére képes, a teljes épületfelszín beszkennelese számos szkennepozíciót igényel. Az egyes szkennepozíciók helyét és

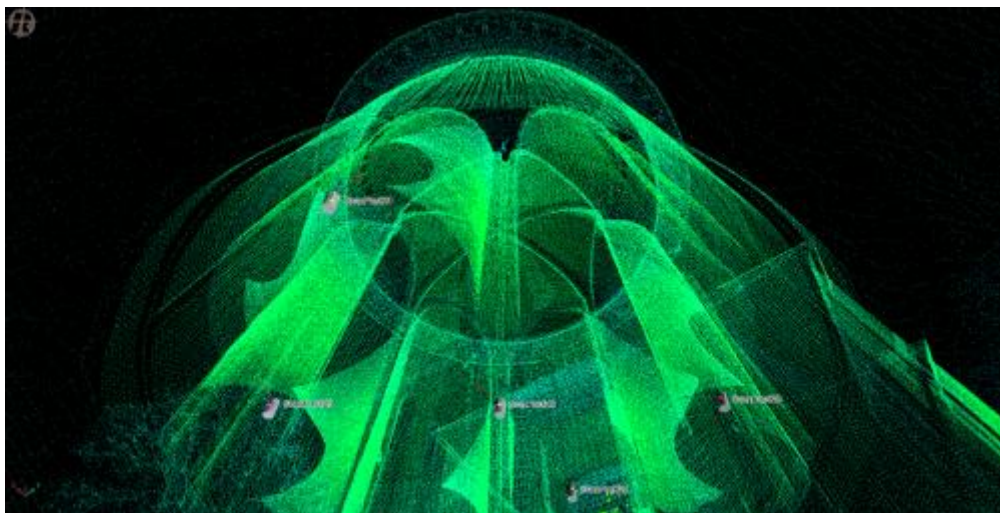
sorrendjét ajánlott előre megtervezni, így biztosítva hogy az épület minden felszíne legalább egy szkenen megjelenjen. A rotunda külső homlokzatáról összesen 18, belső teréről pedig 9 pozícióból végeztünk szkennelést.

A 2D adatrögzítés egy Nikon D810 full frame szenzoros DSLR kamerával és egy 20mm-es rögzített fókusz távolságú objektívvel történt. Ez a kamera egy interfész segítségével közvetlenül a LiDAR szkennelhez csatlakoztatható, s a lézer szkennelés után történő képrögzítést a szkennel saját maga irányítja, a felhasználó által előre megadott beállítások alapján. Az így elkészült képek egyenesen a projektbe mentődnek el. A Nikon kamera belső kalibrációját a RIEGL cég központjában végezték el, az ausztriai Hornban.

Az adatgyűjtésre használt másik kamera egy Canon 5D full frame szenzoros DSLR kamera volt, egy 24-105mm-es fókusz távolságú széleslátószögű objektívvel, valamint egy 70-200mm-es fókusz távolságú teleobjektívvel. A kamera belső kalibrációját a MATLAB programban egy ingyenes kalibrációs toolbox segítségével mindkét objektív esetén a teljes zoom tartományra elvégeztük (10-15 mm-es lépésközökkel). Ehhez elegendő egy sakktáblaszerű kalibrációs mintáról a megfelelő kamera beállítások mellett különböző látószögekből felvételeket készíteni, ezeket a programba beolvasni, majd végigkövetni a kalibráció lépéseit.

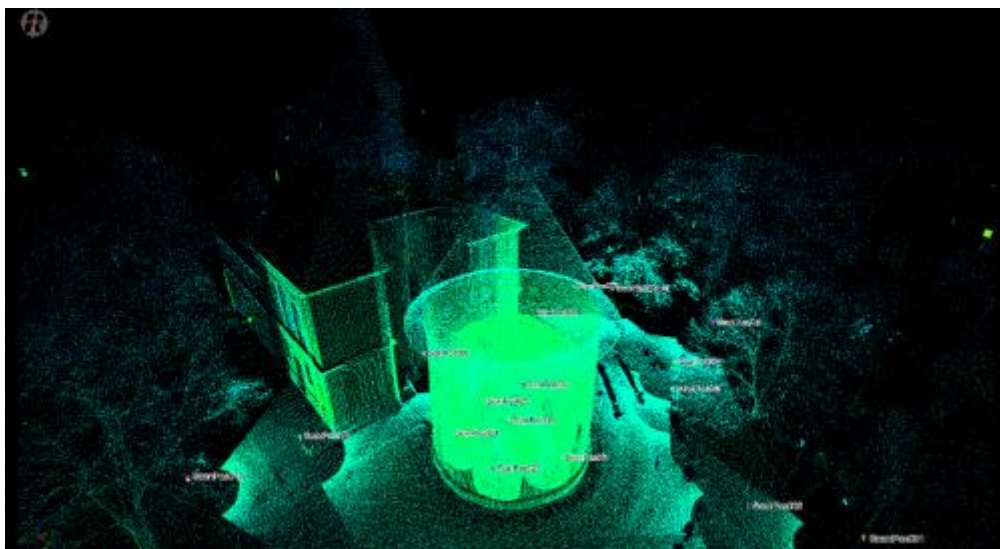
3D illesztés

A 3D adatfeldolgozás első lépése a különböző szkennepozíciókban kapott 3D pontfelhők regisztrálása, azaz egy közös, ún. globális koordináta rendszerbe való hozása. Ehhez a RIEGL cég RiSCAN nevű programját használtuk. Két pontfelhő illesztésekor rögzítjük az egyik koordináta rendszerét, majd a másikat hozzáillesztjük. Ehhez elegendő megadni olyan egymásnak megfelelő pontpárokat, amelyek mindkét adaton megtalálhatók (ajánlott megadni legalább 4-5 ilyen pontpárt). Amennyiben az illesztéssel készen vagyunk, vesszük a következő szkennepozícióban kapott pontfelhőt, s azt regisztráljuk az előző lépésben nyert pontfelhőhöz. A rotunda belső terének összeregisztált 3D pontfelhője az 5. ábrán látható.



5. ábra: A kesztemplom belső terének pontfelhője (alulnézet)

A templom külső homlokzatának felmérésekor GPS alapú regisztrációt használtunk. A GPS adatok alapján a RiSCAN program képes automatikusan is elvégezni az illesztést. Amennyiben ez sikertelennek vagy túlságosan pontatlannak bizonyulna, akkor mindig van lehetőség az egymásnak megfelelő pontpárok manuális kijelölésére. A 3D illesztés utolsó lépése belső tér és a külső homlokzat közös koordináta rendszerbe hozása volt. A végeredmény, a körtemplom összeregisztált 3D pontfelhője a 6. ábrán látható.



6. ábra: A kiszombori körtemplom külső homlokzatának összeregisztrált pontfelhője (oldalnézet)

3D-2D illesztés

Ebben a lépésben az egyes kamaraképeket kell az előző lépésben kapott összeregisztrált 3D pontfelhő koordináta rendszerébe behozni. A Nikon D810 kamerával készült széleslátószögű képek esetében az illesztéssel nem kell foglalkozni, ugyanis minden kép illesztve lesz az adott szkenpozícióban kapott pontfelhőhöz. Persze kisebb illesztési hiba előfordulhat, ez azonban a RiSOLVE program segítségével könnyen kiküszöbölhető a korábbi esettanulmányok (pl. a somorjai református templom) során használt illesztések felhasználásával. A 7. ábrán a körtemplom belső terének egy szkenpozíciójából kapott pontfelhőre illesztett Nikon kamerás képek láthatók.



7. ábra: Az egyik szkenpozícióból nyert pontfelhőre illesztett, Nikon kamerával készült képek

A Canon 5D kamera belső leképezésének paramétereit megadta az általunk elvégzett kalibráció. A külső paraméterek, azaz a globális koordináta rendszerhez képest vett pozíciójának meghatározására a RIEGL cég RiSOLVE programját használtuk. A programban a 3D illesztéshez hasonló módon jelöltünk ki manuálisan egymásnak megfelelő pontpárokat, az egyik pontot a 3D pontfelhőn, a másikat pedig a széleslátószögű 2D képen. Megfelelő

menyiségű pontpár felvételével az illesztési pixelhiba csökkenthető (a 10 pixel alatti értékek már jónak tekinthetők).

A körtemplom belső terének készült kiszínezett pontfelhője a 8. ábrán, a külső homlokzat pontfelhője pedig a 9. ábrán látható.



8. ábra: A kiszombori körtemplom belső terének kiszínezett modellje



9. ábra: A kiszombori körtemplom külső homlokzatának kiszínezett modellje

BEFEJEZÉS

A jelen tanulmányban bemutatott lépések során a kiszombori körtemplom metrikus színes modelljét (pontfelhőjét) állítottunk elő, amelyen akár milliméteres pontosságú méréseket is lehet végezni. A modell előállításához 3D-2D adatfúziót használtunk, hogy a fontos részletekről teleobjektívvel készült képek LiDAR szkennelről kapott 3D pontfelhőre való illesztésével olyan eredmény szülessen, amely az épületdokumentálási és kulturális örökségvédelmi igényeket is kielégíti.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A tanulmány az Európai Regionális Fejlesztési Alap által a kutatásfejlesztési operatív program keretén belül részfinanszírozott, „A Selye János Egyetem kutatást és fejlődést támogató műszaki infrastruktúrájának modernizációja és fejlesztése a nanotechnológia és az intelligens tér területén.” (ITMS 26210120042) c. projekt támogatásával készült.

A tanulmány szerzői köszönettel tartoznak az MTA Domus Hungarica Kuratóriumának, hogy az odaítélt szülőföldi ösztöndíjjal segítette munkájukat és hozzájárult a fentiekben ismertetett kutatási munka sikeres megvalósulásához.

Végezetül a szerzők köszönetüket fejezik ki Varga Attila atyának a kiszombori római katolikus plébánia plébánosának a szívélyes fogadtatásért és az adatrögzítés során nyújtott segítségért.

IRODALOMJEGYZÉK

- [1] APOLLONIO, F. I. – BALLABENI, M. – BERTACCHI, S. – FALLAVOLLITA, F. – FOSCHI, R. – GAIANI, M. *Digital documentation and restoration tools reusing existing imagery: a multipurpose model of the Neptune's Fountain in Bologna*. In *Applied Geomatics* Vol. 10, 2018. pp. 295-316.
- [2] DOMINICI, D. – ALICANDRO, M. – ROSCIANO, E. – MASSIMI, V. *Multiscale documentation and monitoring of L'Aquila historical centre using UAV photogrammetry*. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Vol. XLII-5/W1, 2017. pp. 365-371.
- [3] FRÖHLICH, R. – GUBO, S. – LÉVAI, A. – KATO, Z. *3D-2D data fusion in cultural heritage applications*. In Chanda, B. – Chaudhuri, S. – Chaudhury, S. (szerk.) *Heritage Preservation – A Computational Approach*. Singapore : Springer, 2018. pp. 111-130.
- [4] CHIABRANDO, F. – SPANO, A. – SAMMARTANO, G. – SPANO, A. – TEPPATI LOSÉ, L. *UAV Oblique Photogrammetry and LiDAR Data Acquisition for 3D Documentation of Hercules Fountain*. In *Virtual Archaeology Review*, Vol. 8, No. 16, 2017. pp. 83-96.
- [5] CHIABRANDO, F. – D'ANDRIA, F. – SAMMARTANO, G. – SPANO, A. *UAV photogrammetry for archeological site survey – 3D models at the Hierapolis in Phrygia (Turkey)*. In *Virtual Archaeology Review*, Vol. 9, No. 18, 2018. pp. 28-43.
- [6] MANCUSO, A. – PASQUALI, A. – VERDIANI, G. *The Mausoleum of Giuseppe Tonietti on Elba Island*. In *Studies in Digital Heritage*, Vol. 1, No. 2, 2017. pp. 719-734.
- [7] MAROSVÁRI, A. *A kiszombori rotunda*. Kiszombor : Kiszombor Nagyközség Önkormányzata, 2014. 79 p. ISBN 978-963-08-9554-5.
- [8] SZILÁGYI, A. *A Kárpát-medence Árpád-kori rotundái és centrális templomai*. Budapest : Semmelweis Kiadó, 2009. 307 p. ISBN 978-963-9879-20-1.

- [9] THEMISTOCLEOUS, K. – IOANNIDES, M. – AGAPIOU, A. – HADJIMITSIS, D. G. *The methodology of documenting Cultural Heritage sites using photogrammetry, UAV and 3D printing techniques: the case study of Asinou church in cyprus*. In Proceedings of SPIE – The International Society for Optical Engineering Vol. 9535, 953510, 2015.

A FÖLDRAJZI ELHELYEZKEDÉS HATÁSA A VÁLLALATIRÁNYÍTÁSI RENDSZER HASZNÁLATÁRA

SZABÓNÉ BERTA, O.⁸ – SZABÓ, M⁹

ABSTRAKT

My field of examination was concerned with agriculture. My aim was to map, as precisely as was possible, the relationship of agrarian enterprises and their owners to information technology, innovative information technology methods and ERP systems. My term was the info communications characteristics of Hungarian enterprises using double-book keeping with the help of a questionnaire research was examined. The focus of the survey was the digital penetration and the use of integrated management system of Hungarian agricultural companies. First, a representative basic population was created on the basis of the available databases. Thus, the analysis could be performed on a representative sample and formulate conclusions that can be broadly utilised later on. During the formation of the sample, the data of groups according to geographical position and field of activity and were considered and a basic population was created that is suitable to characterise the entirety of Hungarian agriculture.

KEYWORDS

Information technology, questionnaire, innovation, agriculture, regional results, SPSS method.

BEVEZETÉS

Az „információs társadalom” kifejezés az 1960-as évek elejének japán társadalomtudományában jelent meg először [12]. Jelentős változáson ment át a fogalom értelmezése az elmúlt évtizedek alatt, ami mutatja, hogy a dinamikusan fejlődő társadalmak az információ rohamos fejlődésének, az információgazdálkodásnak és a digitális világ dinamizmusának köszönhetően folyamatos változás alatt állnak. Az információ és az informatika szoros kapcsolata és összefüggése közhellyé vált. Olyan alapvető tényező lett a mai kor társadalmában, a szervezetek életében, amely megkerülhetetlen, olykor komoly vitákat és mély változásokat generál. A gazdasági szereplőknek szükségszerűen rugalmasnak kell lenniük a technológiai változásokkal szemben: elég az ipari forradalom idejére gondolnunk, amikor a modern szövőgépek ellepték a gyárakat. Ellenkező esetben a változásnak ellenálló, rugalmatlan szervezet nem marad fenn a fejlődő és folyamatosan változó, dinamikus gazdasági környezetben. Természetesen igaz ez a mezőgazdaság esetében ugyanúgy, mint más nemzetgazdasági ágazatoknál. 2017 februárjában a PREGA¹⁰ konferencián [13] a plenáris szekció előadói kiemelték, hogy a legfontosabb kitörési pont hazánknál éppen a hatékonyság növelése lehet. Magyarországon is elérte az agráriumot az „informatikai forradalom”, fontosnak tartották felhívni a figyelmet a konferencia előadói arra is, hogy a magyar agrárgazdaságnak is lépést kell tartania a világ mezőgazdaságával. A keletkezett haszonnak pedig nemcsak pénzbelinek, hanem környezeti, társadalmi, sőt erkölcsi haszonnak is kell lennie, mivel az agárszakembernek és az informatikusnak egyaránt együtt kell működni a közös cél érdekében.

⁸ (Dr. Szabóné Dr. Berta Olga, Nyíregyházi Egyetem, GTI, berta.olga@nye.hu)

⁹ Dr. Szabóné Miklós, Nyíregyházi Egyetem, GTI

¹⁰ Precíziós Gazdálkodási és Agrárinformatikai Konferencia

A cikk fő fejezetekből épül fel, a fejezetek címe a kutatás háttere, módszertana, az integrált belső számítógépes rendszer használatának területi alapú összevetése, végül a befejezés. A cikk kialakítása és megírása során alfejezeteket nem alkalmaztam.

A KUTATÁS HÁTTERE, MÓDSZERTANA

A mezőgazdaság világviszonylatban számos kihívással küzd, ilyenek lehetnek a spirális kereslet, a megművelhető mezőgazdasági területek csökkenése, a nemzetközi verseny növekedése, gyors népességnövekedés, vagy éppen a kiszámíthatatlan környezeti hatások [1]. Ezekre a kihívásokra a mezőgazdasági termelékenység javításával, a piaci technikák, illetve technológiák fejlesztésével lehet választ adni. A német mezőgazdasági gazdálkodókat tömörítő szervezet, a Deutscher Bauernverband évente összeállítja helyzetjelentését, melyben áttekintik és összegezik az agrárgazdasági kérdéseket, feladatokat, kihívásokat. Legújabb jelentésükben kiemelik, hogy míg egy gazdálkodó az 1900-as években 4 embert látott el étellel, 1950-ben már 10 főt, napjainkban pedig 135 fő ellátását oldja meg. [14] Ezek a számok is mutatják, mekkora kihívás a mezőgazdaságban az egyre hatékonyabb, ugyanakkor gazdaságos termelés. A tanulmány [14] kiemeli azt a tényt is, hogy az agrárium és az agrárgazdaság vagy agribusiness nem egymással azonos fogalmak. Míg az agrárium néhány százalékát adja csak a GDP-nek, addig az agribusiness a teljes hazai termelés és kereskedelem akár 10-15 százalékát is elérheti! Ezért is fontos, hogy ennek a szektornak a modern, digitalizált világgal való kapcsolatát erősítsük és fejlesszük.

Az erőforrás alapú mezőgazdaságról az információ alapú mezőgazdaságra való áttérés számos lehetőséget rejt magában, amely választ adhat a termelők, a kereskedők, a kutatók, a mezőgazdasági politikával foglalkozók kérdéseire, valamint kielégítheti a felmerülő információs igényeket. Ezeknek a céloknak a megvalósítását szolgálják a szerteágazó külső és belső információs rendszerek.

Vizsgálataimban a kettős könyvvezetésű mezőgazdasági vállalkozásokat vontam be. Azért döntöttem ezek mellett a szervezetek mellett, mert az alapsokaság olyan nagy az agráriumban, hogy ilyen sok gazdálkodó szervezet megkeresésére nem lett volna sem anyagi, sem időbeli lehetőségem. Így célzottan igyekeztem a gazdálkodó szervezeteket megvizsgálni és reprezentatív kutatással az eredményeim tágabb felhasználását biztosítani. Kutatásomban egyszerű, véletlen mintavételi eljárást alkalmazva kérdeztem meg a kettős könyvvezetésű mezőgazdasági vállalkozásokat, kérdőíves felmérés segítségével. A kutatás fő vázát ez a kérdőíves megkérdezés adta. A kérdőív összeállítása során segítséget jelentett egy előzetes, félig strukturált mélyinterjú keretében végzett vizsgálat, amikor felmértem 10 különböző méretű mezőgazdasági vállalkozásnál, hogy milyen főbb kérdésekre érdemes összpontosítanom a téma keretei között. A vizsgált területeket a fő kérdéscsoportok tematikája alapján építettem fel melyek a következők: a vállalkozás és vezetése; az információgazdálkodással kapcsolatos kérdések; a vállalkozás számítógépes rendszerére vonatkozó kérdések, valamint a vállalkozás terveivel, kapcsolatrendszerével, a vezetéssel kapcsolatos kérdéskör.

A minta kialakításánál fő motiváló tényező az volt, hogy „egyszerű véletlen mintavételt használunk homogén, véges elemszámú sokaság esetén, amikor a mintát visszatevés nélkül választjuk ki, minden lehetséges „n” elemű minta kiválasztásának azonos valószínűséget biztosítva”, ami a reprezentativitás előfeltétele [5]. A mintavételhez szükséges adatbázis összeállítása során az Agrárgazdasági Kutató Intézettel (továbbiakban AKI) is felvettem a kapcsolatot, mert egy közzé tett felmérésük eredményében a kettős könyvvezetésű mezőgazdasági vállalkozásokra vonatkozóan egy összesített listát találtam [10], megyei szintre lebontva és összesítve a vállalkozásokat. Tőlük kikért lista lett az alapsokaságot

biztosító adatbázisom. A felmérésem alapjául szolgáló adatsor az AKI¹¹ összesítése alapján készült, a lejegyzett kettős könyvvezetésű vállalkozásainak jegyzéke biztosította, amiben 10648 mezőgazdasági vállalkozás szerepel. Azért ezt választottam, mert így rendelkezésemre állt egy olyan adatbázis, melyben szerepeltek a mezőgazdasági vállalkozások legfontosabb adatai: szervezet neve, címe, telefonszáma, főtevékenységi kódok, valamint éves nettó árbevétele [10a]. A minta kialakítása során a földrajzi és tevékenység szerinti csoportok adatait vettem figyelembe, és állítottam össze egy olyan alapsokaságot, ami alapján a teljes magyarországi mezőgazdaság jellemezhető. A végleges mintanagyság 270 mezőgazdasági vállalkozás lett, amelynek tulajdonosát vagy döntéshozóját kérdeztem meg. A beérkezett kérdőíveket az elemzés megkezdése előtt ellenőriztem és az esetleges hiányosságokat, pontatlanságokat utólagos lekérdezéssel javítottam. A minta feldolgozást és elemzést SPSS és MS Excel programok használatával végeztem. Az Excel programot az eredmények rögzítésénél, alapszámítások végzésénél, és grafikonok készítésénél használtam. SPSS program segítségével végeztem el a statisztikai elemzéseket, melyek közül kiemelt fontosságú volt a különböző eredmények közötti összefüggések vizsgálata.

Az integrált belső számítógépes rendszer használatának területi alapú összevetése

Vizsgálataim kialakítása során feltételeztem, hogy azok a vállalkozások, melyek integrált vállalatirányítási rendszert használnak gyakrabban származnak Magyarország fejlettebb régióiból, vagyis Nyugat-Magyarországról és a Közép-Magyarországi régióból. Ezt a vizsgálatot szükségesnek láttam, mert minden Eurostat¹² [4] által 2015-ben rögzített mutató azt jelzi, hogy területi különbségek vannak Magyarországon Kelet -és Nyugat-Magyarország, illetve a központi régió, Pest megye között. Több kutatás és az Eurostat elemzése is arra engedett következtetni, hogy ezek a különbségek jelen lesznek a hazai régiók között és az információs rendszer használata során is.

1. táblázat: Régiós GDP adatok Magyarországon; 2015

Régiók (NUTS 2006)	GDP millió EUR	GDP millió (vásárlóerő paritáson)	Egy főre jutó GDP	Egy főre jutó GDP vásárlóerő egységen az EU átlagában, EU28=100%	Egy főre jutó GDP vásárlóerő paritáson	Egy főre jutó GDP az EU átlagában EU28=100 %
EU-28	14 714 029	14 714 029	28 900	100	28 900	100
Magyarország	109 674	194 259	11 100	68	19 700	39
Közép-Magyarország	51 356	90 964	17 200	105	30 400	60
Dunántúl	29 542	52 326	10 000	61	17 700	35
Közép-Dunántúl	10 993	19 472	10 400	64	18 300	36
Nyugat-Dunántúl	11 949	21 165	12 100	75	21 500	42
Dél-Dunántúl	6 599	11 688	7 300	42	12 900	25
Alföld és Észak-Magyarország	28 776	50 970	7 400	45	13 100	26
Észak-Magyarország	8 464	14 992	7 300	45	12 900	25
Észak-Alföld	10 397	18 416	7 000	43	12 500	24
Dél-Alföld	9 915	17 562	7 800	48	13 00	27

Forrás: Saját szerkesztés, Eurostat nyomán; 2016.

Az 1. táblázat mutatja az eltéréseket a magyar térségek között. Ez alapján egyedül a Közép-Magyarországi régió tartja az iramot az EU fejlett, nyugati térségeivel. Ennek

¹¹ Agrárgazdasági Kutató Intézet

¹² Eurostat 2015: Regional GDP per capita in 2015: seven capital regions in the ten first places

túlnyomó részben Budapest az oka, mert egyéb mutatókban, ahol részletesen megfigyelik a Közép-Magyarországi régiót, nem ennyire kedvező a térség helyzete. Azonban még ennél is rosszabb teljesítményt nyújt mind az egy főre jutó GDP, mind az egy főre jutó vásárlóerő paritás tekintetében a többi magyarországi régió. A legrosszabb a helyzet az Észak-Alföldi régió esetében, de az EU többi régióját alapul véve a Dunántúli térség sem tartozik a legjobban teljesítő régiók közé.

Ugyan Magyarország területileg nem nagy ország, mégis jelen vannak ezek a különbségek akár a gazdasági, akár társadalmi mutatókat vesszük figyelembe. Lengyel [7] kifejtette, hogy valójában a magyar gazdaság szerkezete nagyon torz és nem is kettős, hanem inkább hármas szerkezet jellemzi. Egyedül a Közép-Magyarországi régió tud valós fejlődést mutatni, amivel a hetedik legdinamikusabb régió az unióban. Ezzel szemben, a fennmaradó hat régióból négy esetében leszakadás jellemző. Az Eurostat adatok is egyértelműen jelzik, hogy hatalmas különbségek vannak az országon belül. Míg a Közép-Magyarországi régió az EU átlagát is meghaladó egy főre jutó vásárlóerő paritással rendelkezik, addig az északi és alföldi régiók alig a harmadát érik el a régiós átlagnak. Rechnitzer [8] szerint a megyékre vetítve még rosszabb a helyzet és Szabolcs-Szatmár-Bereg megye mellett Nógrád megye teljesít a leggyengébben, ha az egy lakosra jutó GDP alakulását figyeljük. Ezek alapján logikus következtetés lenne, hogy területi különbségek is befolyásolják a mezőgazdasági vállalkozások esetén az integrált ügyviteli rendszer használatát.

Kutatásom során ezért területi alapon is törekedtem a reprezentativitásra, így lehetséges volt, hogy a statisztikai vizsgálatot erre a kérdésre is kiterjesszem. A területi jellemzőket is kereszttábla elemzéssel vizsgáltam meg a statisztikai program segítségével. Ahogy a Sajtos - Mitev [9] megfogalmazza, a **kereszttábla elemzés** egy széles körben elterjedt elemzési módszer. Két vagy több nominális vagy ordinális változó között fennálló összefüggést vizsgál, illetve ezeknek mutatja meg a kombinált gyakorisági eloszlását. Kiemelik ugyanakkor: nagy előnyt jelent a kutatások esetében, hogy ez az elemzés viszonylag egyszerű, könnyen értelmezhetőek az eredmények a kutatók és a felhasználók számára egyaránt.

A kereszttábla elemzés során az egymástól független vagy függő változókat keressük. Ebben az esetben a nullhipotézis szerint a változók egymástól való függetlensége a kiinduló pont. Abban az esetben, ha a szignifikancia szint a változók között kisebb, mint 0,05, akkor elvethetjük a nullhipotézist, azaz összefüggés van a két változó között.

Ennél a vizsgálati módszernél a változók közötti kapcsolat iránya nem lényeges, csak maga a kapcsolat megléte számít. Ugyanakkor Huzsvai és Vincze [6] kiemeli, hogy a Cramer-féle asszociációs együttható esetében, ha az érték nulla, akkor a mutatók függetlenek. Amennyiben viszont egyhez közeli értéket vesznek fel, akkor nagyon erős kapcsolat áll fenn közöttük. E tények ismeretében végeztem el az elemzésemet.

Arra voltam kíváncsi, vajon van-e kapcsolat a vállalkozás vállalatirányítási rendszer használati szokásai és a vállalkozás székhelye között. Mivel először területi alapon vizsgáltam meg a kérdést, így összesítettem a válaszadókat és képeztem három fő csoportot: Kelet-Magyarország, Nyugat-Magyarország és Közép-Magyarország kerültek bele az elemzésembbe[11].

Egyik hipotézisemként megfogalmaztam, hogy a vállalkozás területi elhelyezkedése és az integrált informatikai rendszer használat között nincs szoros, kimutatható kapcsolat. Vizsgálataim során kereszttábla elemzést végeztem és az SPSS segítségével elemeztem az adataimat [11].

2. táblázat: Területi összehasonlítás keresztábra elemzéssel

			Milyen típusú számítógépes információs rendszert használ a vállalkozás?		Total
			Használ vállalatirányítási rendszert	Nem használok ilyen rendszert	
Területi megoszlás	Kelet-Magyarország	Count	45	86	131
		% within Területi megoszlás	34,4%	65,6%	100,0%
	Nyugat-Magyarország	Count	43	56	99
		% within Területi megoszlás	43,4%	56,6%	100,0%
	Közép-Magyarország	Count	16	24	40
		% within Területi megoszlás	40,0%	60,0%	100,0%
Total			104	166	270
			38,5%	61,5%	100,0%

Forrás: Saját kutatás, 2017. n=270

A 2. táblázat adataiból látható, hogy minden válaszadót be lehetett sorolni, tehát a válaszadók vizsgálata maradéktalanul elvégezhető volt. Kelet-Magyarországon a válaszadók 34,4%-a mondta, hogy használ valamilyen ügyviteli rendszert, míg Nyugat-Magyarországon 43,4% és Közép-Magyarországon 40% volt az arány.

A területi alapú vizsgálat másik változója volt, hogy nem használ ilyen számítógépes rendszert a válaszadó vállalkozás. Az arányok hasonlóan alakultak: Kelet-Magyarországon a válaszadók 65,6%-ban, Nyugat-Magyarországon 56,6%-ban és Közép-Magyarországon 60%-ban állították, hogy nem használnak semmilyen integrált rendszert a gazdálkodásban. A teljes területi megoszlás átlaga 38,5 %, aki használ és a fennmaradó 61,5%, aki nem használ integrált rendszert.

A keresztábra elemzés következő lépéseként a 3. táblázat már a vizsgálat eredményét (Chi négyzet próba) mutatja, melyből világosan kiolvasható, hogy a terület és az integrált rendszer használata között az összefüggés nem szignifikáns.

3. táblázat: Chi-négyzet próba a területi elhelyezkedés függvényében

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	2,008 ^a	2	,366
Likelihood Ratio	2,008	2	,366
Linear-by-Linear Association	1,098	1	,295
N of Valid Cases	270		

a. 0 cells (0,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 15,41.

Forrás: Saját kutatás, 2017; n=270

A 3. táblázatban szereplő Pearson féle Chi négyzet próba eredménye 0,366, ami meghaladja a 5%-os maximális szignifikancia szintet. Az elemzés további eredményét a 4. táblázatban láthatjuk.

4. táblázat Területi elhelyezkedés Chi-négyzet próbája

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	1,480 ^a	2	,477
Likelihood Ratio	1,472	2	,479
Linear-by-Linear Association	,513	1	,474
N of Valid Cases	270		

. 0 cells (0,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 13,19.

Forrás: Saját kutatás, 2017; n=270

A 4. táblázatban látható, hogy a khi-négyzet próba eredménye, a Pearson féle Chi-értékének szignifikancia szintje 0,477, ami nagyobb, mint 5 %-os szignifikancia szint., Ahogy a szakirodalom is fogalmaz [9], ebben az esetben ez a két változó függetlenségének elfogadását jelenti, vagyis elfogadjuk a nullhipotézist, ami a két változó függetlenségét feltételezi. 95%-os biztonsággal kijelenthetjük, hogy a két változó, vagyis a tényezők között semmilyen kapcsolat nem mutatható ki, független a rendszerhasználat a vállalkozás területi elhelyezkedésétől.

5. táblázat: Területi elhelyezkedés Symmetric Measures vizsgálata

		Value	Approx. Sig.
Nominal by Nominal	Phi	,074	,477
	Cramer's V	,074	,477
	Contingency Coefficient	,074	,477
N of Valid Cases		270	

Forrás: Saját kutatás, 2017; n=270

Az elemzések eredményeként tehát megállapítottam, hogy a Phi és a Cramer's V alapján 0,074 a value érték, ami 0-1 között ad értékelhető eredményt. Ennek megfelelően a kapcsolat iránya alapján pozitív és nem szignifikáns, hiszen a szignifikancia szint mind a Phi, mind a Cramer's V együttható esetében 0,477 (5. táblázat). Így kijelenthető, hogy nagyon gyenge, nullához közeli kapcsolat van a változók között, ami szintén megerősíti az előző eredményemet [11].

Ezen adatok birtokában és a következtetéseknek megfelelően megvizsgáltam ezt az aspektusát is a vállalkozások információs rendszer használatának. Így különösen figyelemre méltó, hogy nem találtam ilyen jellegű kapcsolatot a keresztábra elemzés során a mintában.

A kapott eredmények alapján kijelenthető, hogy a nullhipotézis beigazolódott, vagyis a Khi négyzet próba eredménye alapján nincs befolyása az integrált vállalatirányítási rendszer használatára annak, hogy területileg hol helyezkedik el a vállalkozás.

BEFEJEZÉS

Kutatásom során több tényezőt vizsgáltam, elemzéseimet az SPSS segítségével végeztem el. Ugyanakkor kiemelten fontosnak vélem, hogy bár a statisztikai vizsgálat nem mutatott szignifikáns eltérést a vállalkozások integrált vállalatirányítási rendszer használata és a tevékenységük területi elhelyezkedése között, de az úgynevezett „hard” tényezőkön túl megjelennek „soft” tényezők is, melyek befolyással bírnak egy vállalkozás életére. Ahogy Csath [3] 2018-as tanulmányában megállapítja: vannak jellemző regionális kihívások, amelyeket meg kell oldani: például az elektronikus ügyintézéshez, „e-kormányzáshoz” való hozzáférés területi különbségei tekintetében. Ez egyértelműen az üzleti környezet versenyképességet gátló tényezőjének tekinthető. A regionális problémáknál és az „e-kormányzás” kapcsán is felhívja a figyelmet a nemzetközi elemzések eredményeire is, amelyek szerint „hardverre”, azaz technikára sokat költünk, viszont „szoftverre”, azaz tudásra és készségfejlesztésre már nem.

Ez pedig jelentősen rontja a termelékenység növelésének esélyeit, a versenyképesség javításának lehetőségeit is nem csak az agrárium, de az egész gazdaság tekintetében.

IRODALOMJEGYZÉK

- [1] Balcombe, K. and Tiffin; R. (2010): The Determinants of Technology Adoption by UK Farmers using Bayesian Model Averaging. The Cases of Organic Production and Computer Usage Letöltés: 2012.12.18. http://mpa.ub.uni-muenchen.de/25193/1/MPRA_paper_25193.pdf
- [2] Berta Olga (2018): Információs technológiák használata a magyar mezőgazdasági vállalkozások menedzsmentjében, avagy egy digitális agrárgazdasági kutatás eredményei; Gazdálkodás 62. 4. pp. 337-352.
- [3] Csath, M., Nagy, B., Taksás, B., Vinogradov, Sz., Györpál, T. (2018): Jelentés az állam versenyképességet javító, vállalkozóbarátabb üzleti környezet megteremtését célzó, szükséges és lehetséges feladatait vizsgáló kutatásról; 2018. évi 4. szám, Államtudományi Műhelytanulmányok, ISSN 2498-5627, Letöltés: 2018.03.15.
- [4] Eurostat 2015: Regional GDP per capita in 2015: seven capital regions in the ten first places
- [5] Hunyadi L. - Vita L. (2008): Statisztika I-II; p.45.; Aula Kiadó Kft., Budapesti Corvinus Egyetem; ISBN:9789639698239
- [6] Huzsvai L. – Vincze Sz.: SPSS-könyv; Seneca Books; ISBN: 978-963-08-5666-9; 2012
- [7] Lengyel I. (2013): A gazdasági növekedés térbeli korlátai Magyarországon; MKT 51. Vándorgyűlés; 2013.09.27.
- [8] Rechnitzer J.: A területi gazdasági szerkezet változásának irányai; MKT 51. Vándorgyűlés; 2013.09.27.
- [9] Sajtos, L. - Mitev, A. (2007): SPSS kutatási és adatelemzési kézikönyv; Alinea Kiadó, Budapest; ISBN:978-963-9659-08-7
- [10] Székelyné Raál É.: Kettős könyvvitelt vezető mezőgazdasági, vad-, erdőgazdálkodási és halászati szervezetek név- és címjegyzéke; Budapest, AKI 2010. <https://www.aki.gov.hu/publikaciok/> Letöltés: 2011.05.26.
- [11] Szabóné Berta Olga (2019): Információs és infokommunikációs technológiák használatának összefüggései az agrárgazdaságban; PhD; <https://dea.lib.unideb.hu/dea/handle/2437/268222>
- [12] Z. Karvalics L. (2007): Az információs társadalom; Gondolat – Új Mandátum Budapest; ISBN 978 963 693 061 5

Internetes források:

- [1] Internet 1:
http://elalmiszer.hu/cikk/magyarorszagon_docog_az_agrarium_digitalis_atalakitasa;
2017.02.22. Prega Konferencia összefoglaló; Letöltés 2017.12.20.
- [2] Internet 2: <http://www.bauernverband.de> Letöltés: 2018.01.05.

Információs technológiák használata a magyar mezőgazdasági vállalkozások menedzsmentjében, avagy egy digitális agrárgazdasági kutatás eredményei; Gazdálkodás 62. 4. pp. 337-352.

MOŽNOSTI VYUŽITIA ARGOS3D - P100 V NAVIGÁCII MOBILNÝCH PROSTRIEDKOV

ONDREJ TAKÁČ¹³

ABSTRACT

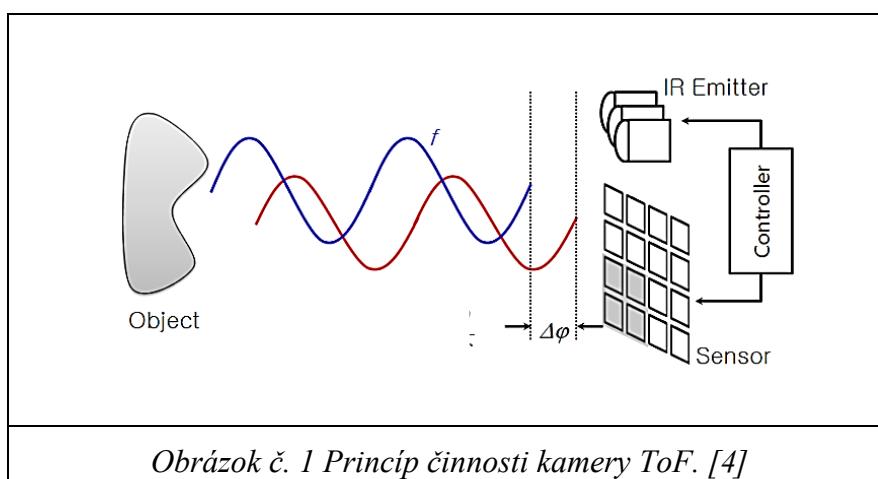
At present, we are experiencing a large boom of various automation and robotic devices, which also brings some problems. One of the problems is the navigation solution of these resources. Navigation plays a key role in many systems, especially in autonomous systems. We cannot claim that only one navigation method is sufficient to achieve accurate navigation and positioning of mobile devices. The use of several methods increases the accuracy of navigation as well as the accuracy of determining the current position in the selected coordinate system. In our paper we will focus on modelling of supported navigation using optical methods, where we will use 3D ToF camera from Bluetechnix.

KEYWORDS

Navigation, modeling, ToF, robotics, camera.

Prehľad o súčasnom stave riešenej problematiky

Time of Flight 3D kamery vytvárajú obraz, na ktorom každý pixel predstavuje vzdialenosť k objektu pred kamerou – vytvárajú teda akúsi hĺbkovú mapu. Sú vybavené vlastným zdrojom svetla blízkeho infračerveným vlnovým dĺžkam. Kamera meria čas, ktorý uplynie medzi vyslaním svetelného lúča až k jeho detekcii odrazeného od objektov. Ten sa zvyčajne vyhodnocuje pomocou fázového posuvu. Veľkou výhodou kamery je, že nie je treba pohyb ani kamery ani zdroja svetelného lúča, ako je tomu u iných metódach. Princíp činnosti ilustruje obrázok č. 1.



Červená farba predstavuje infračervenú vlnu vyžarovanú kamerou. Modrá vlna predstavuje odrazenú vlnu. Rozdiel $d\phi$ je vlastne nositeľom informácie o vzdialenosti objektov snímaný pixelovou maticou snímača. [1][2][3][4]

¹³ Ing. Ondrej Takáč, PhD., Katedra matematiky a informatiky, Ekonomická fakulta, Univerzita J. Selyeho, Bratislavská cesta 3322, 945 01 Komárno. email: takaco@ujss.sk

Argos3D – P100

Argos 3D – 100 je hĺbková ToF kamera vybavená čipom PMD PhotonICs® 19k-S3 Time of Flight a vyvinula ju spoločnosťou Bluetechnik. Pomocou aktívneho IR osvetlenia je senzor schopný zachytávať 3D a 2D informácie s rozlíšením 160 x 120 pixelov s rýchlosťou až 160 snímok za sekundu (*fps*) nezávisle od okolitého svetla. To umožňuje získanie 2D šedo-tónového obrazu v ktorom sú vzdialenosti reprezentované farbou jednotlivých pixelov. Nižšie uvádzame podrobnejšie parametre Argos3D – P100 [3]:

Technológia	PMD ToF
Rozlíšenie	160 x 120 pixelov
FPS	160 snímok/s
Dosah	10 cm – viac než 300 cm
Napájanie	5V, 2,6A
Pracovná teplota	0 – 70°C
Rozmery	75 x 75 x 26 cm
Zorný uhol	90°
USB 2.0	1x

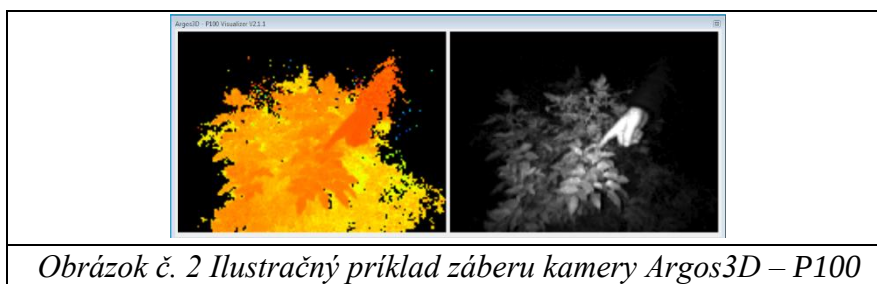
METÓDY A POSTUPY

Argos3D – P100 predstavuje vhodný nástroj na modelovanie aj riešenie navigačných problémov. Je dostatočne výkonný najmä vzhľadom na počet snímok za sekundu, je aj dostatočne presný ale hlavne vhodný aj na experimentálne účely kvôli svojej jednoduchosti. Predpokladáme, že kamera Argos3D – P100 je umiestnená na mobilnom robotickom zariadení. Získané obrazové dáta sa teda dajú využiť jednak na určenie prekážok v dráhe mobilného zariadenia, na odhad vzdialenosti k tejto prekážke a v sekundárnom prípade aj na odhad prejdenej vzdialenosti ako aj na odhad rýchlosti napr. mobilného robota.

Takéto sekundárne dáta môžeme využiť najmä v autonómnych systémoch, kde môžu výrazne napomôcť k spresneniu navigácie. S určitosťou síce môžeme tvrdiť že odhad vzdialenosti bude zaťažený chybou merania a spracovania, ale táto chyba sa nebude akumulovať každým následným meraním ale presne naopak, zostane v prijateľných hraniciach určených takúto metódou.

Merania pri konkrétnych podmienkach

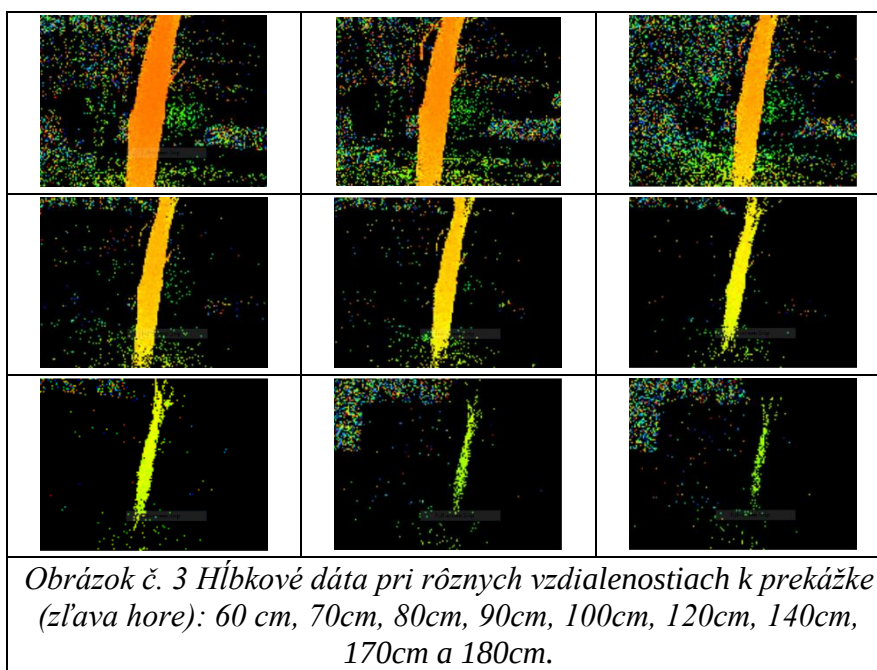
Na obrázku č. 2 vidíme výstupný obraz zložený z dvoch častí. V pravej časti vidíme šedo-tónový 2D obraz a v ľavej časti farebný hĺbkový obraz, kde jednotlivé farby predstavujú hĺbku v snímanom priestore. Žlté až oranžové odtiene reprezentujú menšie hĺbky, zelené a modré odtiene väčšie.



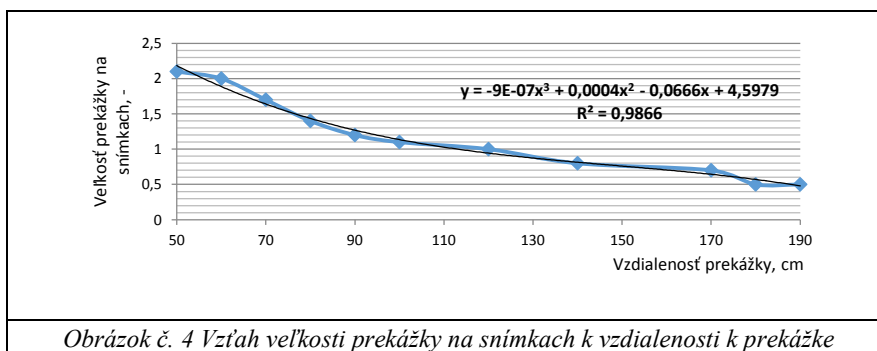
Na odhad vzdialenosti prekážok sa môžeme spoľahnúť na údaje výrobcu, ale najvhodnejšie je previesť vlastnú kalibráciu v konkrétnych svetelných podmienkach (vplyv IR žiarenia, zdroje svetla rôznych vlnových dĺžok, ...).

V prvom rade musíme stanoviť minimálny rozmer detekovateľnej prekážky touto kamerou. My sme si kvôli presnosti nezvolili bodovú prekážku ale priamkovú. Za týmto cieľom sme vykonali merania, ktoré sme následne vyhodnotili. Tie sme realizovali pri osvetlení cca 5500 lx pri rovnomerných svetelných podmienkach v exteriéry. Priemer snímanej prekážky vo forme vertikálneho valca bol 18 cm.

Následne sme vykonali merania aj voči tzv. „nekonečnej“ stene, teda takej stene, ktorej rozmery prevyšovali záber kamery. To vieme využiť napr. pri orientácii v labyrinte. Tieto merania tvorili základ ďalšieho využitia výsledkov, ako to uvádzame v nasledovnom texte.



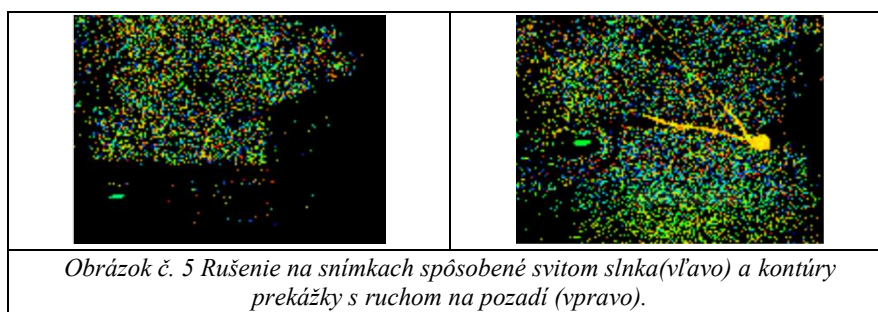
Na základe získaných výsledkov sme mohli vysloviť záver, že prekážka o priemere 18 cm je spoľahlivo detekovateľná zo vzdialenosti 170 cm.



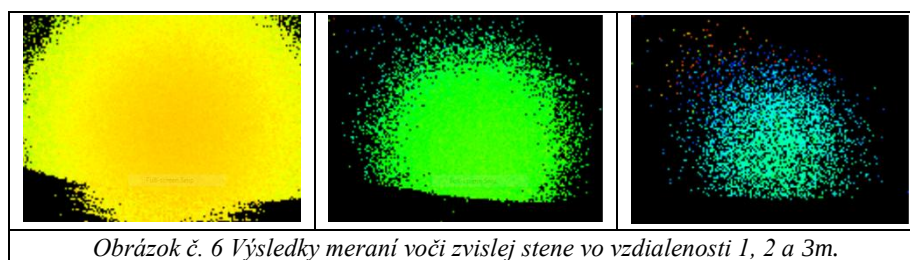
Využitie výsledkov práce

Pri pohľade na zábery je zrejmé, že pokiaľ sa v hĺbkových záberoch objaví istý farebný odtieň (zelený), prekážka pred nami je už dostatočne blízko na zásah do riadenia (zastavenie, obídenie, ...). Na základe našich skúseností môžeme tvrdiť, že v skutočnosti sa

nemôžeme spoliehať len na výskyt farebných pixelov ale musíme zobrať do úvahy aj hĺbkové spojité oblasti ktoré prekážku reprezentujú. Dôvodom je prítomnosť rušenia v snímkach. Ako príklad uvádzame príklad na obrázku č. 5, kde je veľmi citelný vplyv slnečného žiarenia.



Dané nepresnosti, (napr. v edukačných prípadoch), neprezentujeme ako nedostatok metódy a nevhodnosť jeho použitia, ale ako možnosti jeho využitia v súvislosti s inými navigačnými metódami, ktoré ako celok umožnia presnú navigáciu. Na skĺbenie viacerých navigačných metód sa otvára možnosť širokého uplatnenia inteligentných a fuzzy prístupov, čo ide ruka v ruku so súčasnou technickou vyspelosťou a modernými aplikáciami v tejto oblasti. Aj touto cestou môžeme spojiť nielen edukačnú oblasť s praxou ale aj s vedeckovýskumným napredovaním.



V rámci meraní sme vykonali aj merania voči stene, ktorej rozmery prevyšovali záber kamery. Tieto vidíme na obrázku č. 6 vyššie.

ZÁVER

Vyššie spomínané výsledky sme získali len pre dva typy prekážok, a to prekážku o konkrétnych rozmeroch v tvare valca a prekážku k „nekonečnej“ stene. Na to, aby sme metódu mohli aplikovať v praxi, by sme museli vykonať viac testov s viacerými prekážkami pri rôznych svetelných podmienkach. Tak by sa nám podarilo vytvoriť taký navigačný model a postup, kde vstupnou premennou by bol obraz a výstupnou informáciou by bola prekážka, vzdialenosť k prekážke a z opakujúcej sa meniacej vzdialenosti k prekážke aj rýchlosť približovania sa k prekážke. Ako je vidieť už na obrázku č. 2, metóda je dobre použiteľná aj na amorfné prekážky, potom ale dôležitú úlohu zohráva vzdialenosť najbližších a najvzdialenejších častí prekážky a ich čiastková veľkosť.

Článok vznikol za pomoci projektu ITMS – 26210120042.

POUŽITÉ LITERÁRNE ZDROJE:

- [1] FOIX, S. - ALENY`A, G. – TORRAS, C. *Lock-in Time-of-Flight (ToF) Cameras: A Survey*. In *IEEE SENSORS JOURNAL*, VOL. 11, NO. 3, MARCH 2011. ISBN 04-4451-589-5. [on-line] (<https://core.ac.uk/download/pdf/41765475.pdf>).
- [2] HE, Y. – LIANG, B. – ZOU, Y. – HE, J. – YANG, J: Depth Errors Analysis and Correction for Time-of-Flight (ToF) Cameras. In *Sensors 2017*, 17, 92; doi:10.3390/s17010092. 2017. [on-line] (www.mdpi.com/journal/sensors).
- [3] ARGOS3D – P100 TIME-OF-FLIGHT DEPTH SENSOR. Uživatelská příručka. [on-line] (http://datasheets.bluetech-nix.at/goto/Argos/3D/P/100/Argos3D_P100_OV.pdf)
- [4] HANSARD,M - LEE, S. - CHOI, O – HORAUD, R. Time of Flight Cameras: Principles, Methods, and Applications. Springer Briefs in Computer Science. 2012. SBN 978-1-4471-4658-2. [on-line] (<https://hal.inria.fr/hal-00725654/PDF/TOF.pdf>).

BUILDING A SMART REFRIGERATOR USING AFFORDABLE SMART DEVICES

BALÁZS TUSOR¹⁴ – ŠTEFAN GUBÓ¹⁵ – TIBOR KMEŤ¹⁶ – JÁNOS T. TÓTH¹⁷ –
JÓZSEF BUKOR¹⁸ – LADISLAV VÉGH¹⁹ – ONDREJ TAKÁČ²⁰

ABSTRACT

In the past decade, smart home applications have become accessible for the general public as well, bringing various smart devices into many aspects of our homes, such as security, entertainment, temperature management, etc. While many of these devices are in the affordable range of middle-class families, smart fridges are still very expensive. In this paper, an affordable solution is described that is being under development in the Intelligent Space and Robotics Laboratory of J. Selye University. The goal is to implement a smart fridge system by using affordable and easily accessible parts, like single board computers. The system is designed to be a decision supporting system that keeps tab on the content of the fridge and the prices that the frequently owned items have in local supermarkets, and advises the users with their next shopping in order to help them save money.

KEYWORDS

Smart homes; Smart fridge; augmented smart fridge; iSpace; intelligent space; intelligent systems; decision supporting system; image processing; object detection

INTRODUCTION

Many middle-class households have smart home applications nowadays, such as smart televisions, environmental (temperature, lighting etc.) control or even virtual assistants (e.g. Amazon Alexa, Microsoft Cortana, Google Assistant [1] etc.).

The idea of smart refrigerators is that they can keep tab on what items are stored in them, provide the users with ideas on what recipes can be cooked with the available items (promoting a healthier diet [2][3][4]), warn the user if any of the items are near their expiration date or if the fridge door has not been closed properly, etc. Many models are in the market already available, but they are still very expensive (costing thousands of euros) compared to regular models and require a repair service to fix them if their hardware or software malfunctions.

Another way of acquiring a smart refrigerator is upgrading an existing, “non-smart” model with affordable devices that can provide the same services as a smart fridge can. There have been many initiatives exploring this approach, using the ubiquitous computing paradigm [5][6][7], applying microcontrollers or different Raspberry Pi single board computers [8].

the goal is to augment older models without making drastic changes in the fridge (i.e. ones that do not need an expert to carry out), we have chosen the Intelligent Space (iSpace [9])

¹⁴ Balázs Tusor, PhD., Department of Mathematics and Informatics, J. Selye University, tusorb@ujs.sk

¹⁵ Štefan Gubó, Department of Mathematics and Informatics, J. Selye University, gubos@ujs.sk

¹⁶ Tibor Kmeť, CSc., Department of Mathematics and Informatics, J. Selye University, kmett@ujs.sk

¹⁷ János T. Tóth, PhD., Department of Mathematics and Informatics, J. Selye University, tothj@ujs.sk

¹⁸ József Bukor, PhD., Department of Mathematics and Informatics, J. Selye University, bukorj@ujs.sk

¹⁹ Ladislav Végh, PhD., Department of Mathematics and Informatics, J. Selye University, veghl@ujs.sk

²⁰ Ondrej Takáč, PhD., Department of Mathematics and Informatics, J. Selye University, takaco@ujs.sk

framework to implement the system. In the iSpace, the ambient intelligence in an area is realized through the cooperation of a set of Distributed Intelligent Networked Devices (DINDs). SBCs are perfect for such applications.

In this paper, an iSpace-based fridge augmentation system is presented that uses easily affordable and accessible devices to achieve the functionalities of smart fridges. While dietary counseling and waste reduction is the priority of many other researches in this field, our system aims to provide a decision supporting system regarding budgeting and home economics regarding consumable items.

THE ARCHITECTURE OF THE AUGMENTED SMART FRIDGE

Figure 1. shows the structure of the iSpace-based smart fridge architecture. It centers around a so-called *Smart Fridge Agent* (SFA), which is dedicated element in the system. It maintains the database of items, reads expiration dates through the expiration date scanner, processes barcode information from barcode scanners, receives information from the contents of the fridge from the *Image Processing Unit*, processes queries and commands from the users through the appropriate channel (e.g. a smart phone application, a touch display, etc.) and provides them with information directly, or through *Display Agents* (DA) that control displays. The SFA unit also regularly looks for price information on the Internet regarding items that the users often have in the fridge.

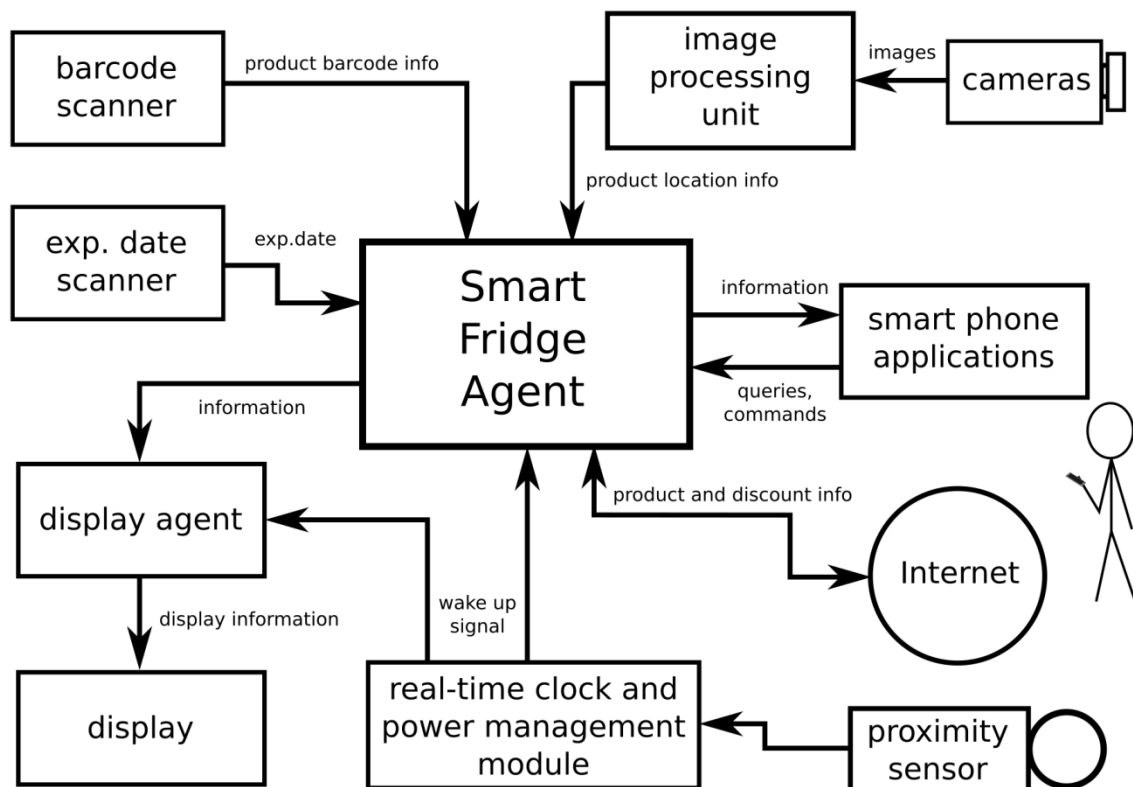


Fig. 1. The architecture of the augmented smart fridge system.

Considering that these services do not require constant operation, the SFA by default is put in sleep mode, from which a real-time clock and power management (RTCPM) unit wakes it up in given time periods, and when a proximity sensor senses a user approaching.

When the proximity sensor is triggered, then the RTCPM unit sends a wake-up call to the SFA. The addition of a new item to the contents of the fridge is done by first signaling this intent to the SFA (e.g. through a smart phone application), then scanning the barcode with the barcode scanner. If Internet connection is available, then the SFA checks the barcode online in a trusted database and registers the item in its own database. If this functionality is unavailable, then the user provides the parameters of the item through a simple menu system. This is followed by inputting the expiration date, either through a dedicated expiration date scanner, or an image processing unit (or manually by the user). The SFA registers all this information.

One service that most smart refrigerators provide is imagery of the inside of the fridge. This can be done by placing a waterproof IP camera with its own power source into the fridge, though the practical implementation may not be as feasible as one might think, not only because it would still require charging (the battery life of such a camera can vary greatly depending on the frequency of usage and the type of the battery, from 48 hours to a couple of months), but also its practicality: many household fridges are jam-packed to the level that makes it impossible for one or two cameras to have a clear visual to items that are inside. So while in theory it would be beneficial to have information about the exact location of items inside, it is very complicated (if even possible) to implement a system that can ‘see’ where each item is. On the other hand, one camera could be used to observe the hand of the users as they take items out or put items into the fridge, so visual information about changes in the contents of the fridge is achievable, and the camera do not need to be inside either.

Frequently seen items are marked as such, and if the system experiences the lack of such item, it signals this fact towards the users, who in turn can either confirm it, or delete the item from the list of *frequent items*. The system looks out for discounted prices for frequent items online on trusted websites and compile a shopping list for the user accordingly (taking distance into account too, as the user would not be likely to go to the other side of their country if have other choice in the matter).

The system issues warnings to users if the fridge door is left open or even slightly ajar (which can be detected with various cheap devices, e.g. magnetic sensors), or if a stored item is nearing or past its expiration date. Furthermore, if users take out an item but forget to put it back (e.g. ketchup), then the system should issue a warning about it.

The databases used of the system can be seen in Figure 2. The data is separated into two databases (both stored in the SFA): a *general database* (Fig. 2.) that stores general information about all known consumable items (that requires a cold storage) sold by supermarkets and convenience stores that are large enough to have an online presence; and a *containment database* that lists the items that are physically in the fridge.

General item information is stored in the general database (Fig. 2. right), which includes the names, type, regularity (frequentness) and nutritional data of the items, along with their best known current price and the store they can be bought at that price. In the figure, data (schemas) are marked by rounded boxes, while indices are marked with sharp boxes (ensuring quick searches through the database). The general products are indexed by their names, while the names are also indexed by type. There is also a smaller database for just the (nearby) shops that sell the given items, which is

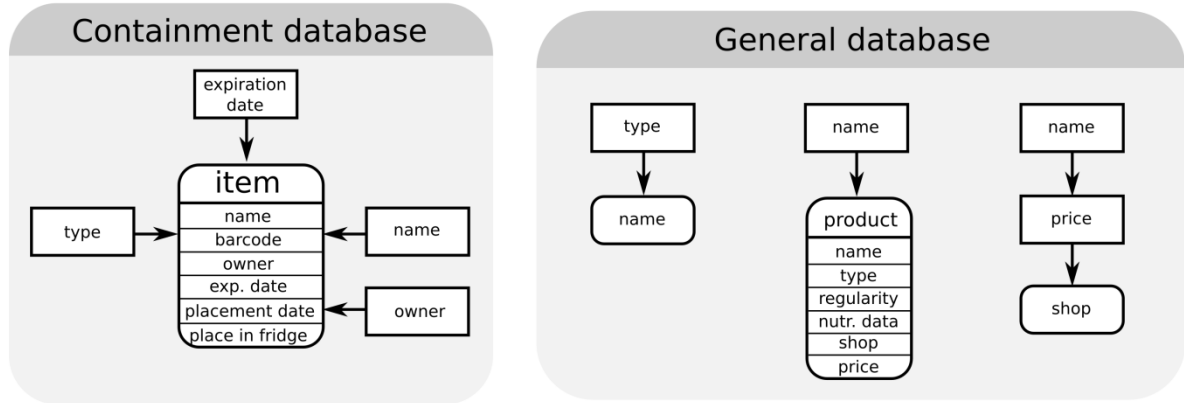


Fig. 2. The indexed data structures used to store what items are in the fridge (left) and the general information about products (right).

indexed by name, then price (so for any given item it can be quickly found out which store sells them on the best price).

Information about particular items in the fridge are stored in the containment database (Fig. 2. left): their name, barcode, owner (ideally, it is known who put them in there), expiration data, placement date (which is significant if the expiration date of the item significantly changes after opening its package) and optionally its place in the fridge (if that information can be acquired at all). The data is indexed by name, type, owner and expiration date. The latter is particularly important: using a ‘window’ on the indexing, it can be easily seen which items are near or past their expiration date. Remark: since the item data entries are stored in lists, their primary keys that uniquely identify each entry are their order number, which is not needed to be explicitly stored.

This indexing can easily be done through Lookup Tables or structures that use Lookup Tables, such as Sequential Fuzzy Indexing Tables (SFIT, [10]) that provide a very fast operation. The SFIT architecture can handle both constant (numerical values) and variable length (text) input data [11]. It had been applied successfully to store nutritional data in previous researches [[12]][[13]] where the SFIT is applied as an indexed storage for both nutritional data (of 34 different nutrients) and as a dictionary. Although the number of entries in the containment database (i.e. the items in the fridge) is usually manageable (as they are restricted by the volume on space in the fridge), the number of entries in the general database (all known food items offered by stores) is much higher (approx. 39000 different products [14]), thus the application of indexing is important.

HARDWARE IMPLEMENTATION

The implementation of the system is currently underway in the Intelligent Space and Robotics Laboratory of J. Selye university, both the display agent and the smart fridge agent units are realized using Raspberry Pi (RPI) single board computers (the former with RPI Zero W (Fig. 3., left) and the latter with RPI 3B+ (Fig. 3., right)). The RPI has been chosen because there is a wide variety of cheap extensions in the market, from uninterruptable power supply and management units to sensors (including temperature, proximity, accelerometers, gyroscopes, magnetic door sensors etc.). The RPI Zero W is perfect to control e-ink screens for very low amounts of electric power. The disadvantage of the RPI 3B+ and Zero W models, however, is their relatively low computational abilities, which makes image processing and machine learning tasks (e.g.

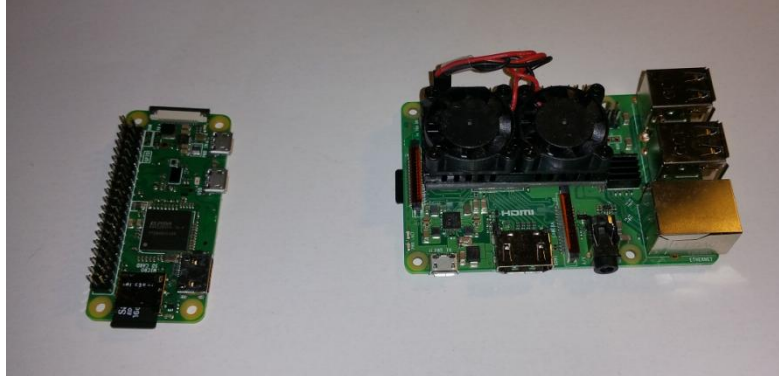


Fig. 3. Raspberry Pi Zero W (left) and Raspberry Pi 3 B+ models (with cooling fans, right).

recognizing the user taking out an item from the fridge) very slow. In order to outsource these tasks, Tensor Processing Units (TPUs [15]) are considered in the project along with a Coral Edge Dev Board [16] to control image processing operations.

The system is still in the early stages of its development. According to our plans, the end results will be bundles (pre-assembled kits, Table 1.). The system will only require minimal installation efforts from the end-user, just placing the modules on or around the fridge and plug in the cables. The software will come pre-installed on the microSD-card that the Raspberry PI 3B+ computer runs on (with online updates available), so only a few registration steps are needed from the user (e.g. providing username and an email address for gathering promotional messages from stores regarding sales).

The basic bundle has the Raspberry PI 3B+ SBC (as the SFA unit) with its accessories, a proximity sensor, a magnetic door sensor and a RTCPM extension that provides the basic Smart Fridge functionality (keeping tab on items, discount watching online, door status report, etc.), though without any image processing functions or direct user interaction (a smart phone application is used to communicate with the system instead). The material cost of the basic bundle is about 135 Euros.

Furthermore, there are plans for extension bundles planned that add more functionality: the scanner bundle would add barcode and expiration date scanning functions to the basic bundle (for an additional material cost of 100 Euros), and two kinds of displays: a touchscreen directly attached to the SFA (+70 Euros) for a direct user-machine interaction, and a dedicated display agent extension (RPI Zero W + accessories) with an e-Ink display (+110 Euros). The advantage of the latter is that the display only needs power to change the displayed content, but can retain the image afterwards even without any power, so the system can issue warnings that the household can read (not just the user with the smart phone application).

Finally, the Image Processing Unit extension can provide object recognition (using Tensorflow [17] with MobileNets [18] neural networks), which includes a camera module, a Coral Edge Dev Board and a Coral Edge USB Accelerator, with the additional material cost of about 300 Euros.

Remark: there are alternative future plans as well that involve investigating the machine learning capabilities of newer SBC models, e.g. the *Raspberry PI 4*, in order to incorporate image processing in the basic bundle with only minimal additional costs (as of august 2019, the 4 GB version of RPI 4 only costs 20 Euros more than the RPI 3B+) using a built-in camera (+30 Euros), thus the Basic bundle would have image processing included for ~185 Euros.

Compared to other smart fridge solutions that use RPI models to achieve similar functionalities (such as [6] that uses Raspberry PI 2B models and Google Firebase [19] as an online cloud database), the main novelty of our approach is, apart from the wake-on-demand

function (saving on electricity cost and improving the longevity of the hardware) is the discount watcher functionality.

According to the Slovak Statistics Office, in 2017 the average Slovak household spent 833 Euros [20] on food and non-alcoholic beverages per person which means that the average grocery expenditure for a family of four was about 64 Euros per week. Many large grocery stores (e.g. Tesco, Aldi, etc.) usually have discounts ranging from 10% to 40% on basic household items (conservative estimate), which means that the average household with a family of four can potentially save up at ~6.4 to 25.6 Euros on groceries each week. If the basic bundle with RPI 4 is calculated to be ~250 euros (including VAT, packaging etc.), then the augmented Smart Fridge system can potentially bring back its initial cost in about 1 year and 3 months, not counting other services it provides, like the benefits from reduced food waste (due to expiration date warnings).

Table 1. Material cost projections of the system based on used parts

Bundle		Functionality	Material cost (Euros)
Basic	• Raspberry PI 3B+ • Accessories (3D printed case, cables, power adaptor, microSD card, uninterruptable power supply) • Proximity sensor • Magnetic door sensor • RT clock and power management unit	• Basic Smart Fridge functions • Discount watcher function • Door status sensor • Indirect user interaction (smart phone app) ◦ Manual information input • Power saving (wake-on-demand)	~135
Scanner	• Exp. Date scanner	• Scanning barcodes and expiration dates	+100
Display #1	• 7" Touchscreen + case	• Direct user interaction	+70
Display #2	• 7" e-Ink screen + display agent (RPI Zero W)	• Low-energy cost persistent information display	+120
Image processing	• 1 IP camera • Coral Edge Dev Board • Coral Edge USB Accelerator	• Object recognition	+300
Basic PI 4	• Raspberry PI 4 • Accessories (3D printed case, cables, power adaptor, microSD card, uninterruptable power supply) • Proximity sensor • Magnetic door sensor • RTCPM unit • RPI Camera unit	• Basic Smart Fridge functions • Discount watcher function • Door status sensor • Indirect user interaction (smart phone app) ◦ Manual information input • Power saving (wake-on-demand) • Image processing	~185

CONCLUSIONS

In this paper, a refrigerator augmentation system is proposed in the framework of the Intelligent Space in order to implement smart fridge services in an affordable price range. The main focus of this project is a decision supporting system that can aid household economics by informing users about discounts on items that they frequently shop for.

The augmentation is done through installing single board computers on the fridge: a Raspberry PI Zero W unit with output devices such as e-ink screens, a Coral Edge Dev Board with a TPU to handle more complicated computations such as image processing, and an Raspberry PI 3B+ that stores the information in the system and handles human-computer interaction, as well as gathers price information of frequently seen items on the Internet.

The implementation of the described functions is currently underway in the Intelligent Space and Robotics Laboratory of J. Selye University, the planned image processing functionalities are being realized and tested. Further development directions of the system involve modeling the personal tastes of the user using information extracted from frequent items. If the taste of the user is taken into account, then the system can also recommend items of the same type and quality that the user would also enjoy, as a cheaper or healthier alternative to currently consumed items. The database schema will also be extended to include recommended dishes that were calculated based on the available items and the personal tastes of the user, as well as a separate list of the favorite items.

ACKNOWLEDGEMENT

The publication was prepared with the financial support of Pallas Athéné Domus Educationis Foundation, project number: PADE-0117-5.

REFERENCES

- [1] LÓPEZ G., QUESADA, L., GUERRERO L.A.: Alexa vs. Siri vs. Cortana vs. Google Assistant: A Comparison of Speech-Based Natural User Interfaces, In: Nunes I. (eds) *Advances in Human Factors and Systems Interaction*, AHFE 2017, *Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol 592. Springer, Cham, pp. 241-250, 2018.
- [2] SHADANGI, V., JAIN, N., Medical Internet Refrigerator, In: *Int. conf. on Control, Instrumentation, Communicational Technologies*, pp. 363-366, 2015.
- [3] PESCOSOLIDO, L., BERTA, R., SCALISE, L., REVEL, G.M., DE GLORIA, A., ORLANDI, G., An IoT-Inspired Cloud-based Web Service Architecture for e-Health Applications, In: *IEEE Int. Smart Cities Conference*, pp. 1-4, 2016.
- [4] LUO, S., JIN, J.S., LI, J., A Smart Fridge with an Ability to Enhance Health and Enable Better Nutrition, In: *International Journal of Multimedia and Ubiquitous Engineering*, pp. 69-76, (2009).
- [5] ROUILLARD, J., The Pervasive Fridge. A Smart Computer System Against Uneaten Food Loss, In: *7th International Conf. on Systems*, pp. 135-140 2012.
- [6] WU., H.-H., CHUANG, Y.-T., Low-Cost Smart Refrigerator, In: *1st International Conference on Edge Computing*, pp. 228-231, 2017.
- [7] EDWARD, M., KARYONO, K., MEIDIA, H., Smart Fridge Design using NodeMCU and Home Server based on Raspberry Pi 3, In: *4th Int. Conf. on New Media Studies*, pp.1-4, 2017.
- [8] GAY, W. W., *Raspberry Pi Hardware Reference*, 2014. DOI:10.1007/978-1-4842-0799-4.
- [9] HASHIMOTO, H., Intelligent space: Interaction and intelligence, In: *Artificial Life and Robotics*, vol.7, no.3, pp. 79-85, Sep., 2003.
- [10] VÁRKONYI-KÓCZY, A.R., TUSOR, B., AND TÓTH, J.T., A Multi-Attribute Classification Method to Solve the Problem of Dimensionality, In: *Advances in Intelligent Systems and Computing*; (519), Springer, Heidelberg, pp. 403-410, 2017.
- [11] TUSOR, B., VÁRKONYI-KÓCZY, A.R. AND TÓTH, J.T., A Fuzzy Data Structure for Variable Length Data and Missing Value Classification, In: *Recent Advances in Technology*

Research and Education, ser. *Advances in Intelligent Systems and Computing* (660), Springer, Heidelberg, pp. 297-304, 2017)

- [12] TUSOR, B., SIMON-NAGY, G., VÁRKONYI-KÓCZY, A.R., AND TÓTH, J.T.: Personalized Dietary Assistant - An Intelligent Space Application. In: 21st IEEE International Conference on Intelligent Engineering Systems (INES 2017), pp. 27-32, (2017).
- [13] TUSOR, B., VÁRKONYI-KÓCZY, A.R., BUKOR, J.: An ISpace-based Dietary Advisor. In: 2018 IEEE International Symposium on Medical Measurements and Applications (MeMeA), pp.1-6, (2018).
- [14] Food Marketing Institute: Supermarket Facts. www.fmi.org.
- [15] CASS, S.: Taking AI to the edge: Google's TPU now comes in a maker-friendly package. In: IEEE Spectrum, vol. 56, no. 5, pp. 16-17, (May 2019).
- [16] HAWKS, B.; JASAL, P., WANG, M., NORD, B.: Real-Time Machine Learning Inferencing with Edge Computing Devices from Google and Intel. 52nd Fermilab Users Organization Annual Meeting (2019).
- [17] DEAN, J., MONGA, R.; et al.: TensorFlow: Large-scale machine learning on heterogeneous systems. TensorFlow.org. Google Research. Retrieved: November 10 (2015).
- [18] HOWARD, A.G., ZHU, M., CHEN, B., KALENICHENKO, D., WANG, W., WEYAND, T., ANDREETTO, M., ADAM, H.: MobileNets: Efficient Convolutional Neural Networks for Mobile Vision Applications. arXiv:1704.04861 [cs.CV].
- [19] LEHENBAUER, M.: Developers, Meet Firebase! *Firebase, Inc.* (Retrieved June 11, 2014).
- [20] BALLEK, A. et. al.: Statistical Yearbook of the Slovak Republic 2018. *Statistical Office of the Slovak Republic, VEDA, Publishing House of the Slovak Academy of Sciences*, p. 687. (2018).

METÓDY NA URČENIE K-INDEXOV Z MERANÍ NA GEOMAGNETICKOM OBSERVATÓRIU PRE ŠTÚDIUM KOZMICKÉHO POČASIA A KLÍMY METHODS TO DETERMINE K-INDICES FROM THE MEASUREMENTS AT THE GEOMAGNETIC OBSERVATORY FOR STUDYING SPACE WEATHER AND CLIMATE

MAGDALÉNA VÁCZYOVÁ²¹, FRIDRICH VALACH

ABSTRAKT

Space weather today, in the cosmic era, is getting more and more at the foreground of scientific research. In this article, we would like to give a brief overview of the methods of determining the space weather from measurements at geomagnetic observatories. We have analyzed the most recognized method, FMI, and method IM developed at the Geomagnetic Observatory Hurbanovo. We focused on determining K-indices for high geomagnetic activity, namely $K \geq 5$. The results show that even if the same $K=9$ limit is used in both of the methods, the IM method gives higher K-indices. This leads to consequences in space climatology, the branch of research which requires long and homogeneous data series.

KEÚČOVÉ SLOVÁ

Space weather, geomagnetic activity, K indices, geomagnetic observatory

ÚVOD

V poslednom desaťročí sa vo vedeckej komunite dynamicky rozvíja nová sofistikovaná výskumná disciplína, ktorej začiatky môžeme datovať do 50-tych rokov minulého storočia, a ktorá skúma kozmické počasie a kozmickú klímu.

Kozmické počasie je súčasťou kozmickej fyziky a aeronómie, ktorá sa zaoberá javmi, zahŕňajúcimi okolitú plazmu, magnetické polia, žiarenie a prúdenie častíc v priestore. Zaoberá sa tiež spôsobom, akým môžu tieto javy ovplyvniť technické zariadenia. Okrem slnečného žiarenia môžu byť aj iné zdroje, ako napríklad galaktické kozmické lúče, považované za kozmické počasie, pretože tiež menia podmienky vesmírneho prostredia v blízkosti Zeme. Celkove sa kozmické počasie vzťahuje na environmentálne podmienky v magnetosfére Zeme, ionosfére a termosfére v dôsledku Slnka a slnečného vetra. Tieto environmentálne faktory môžu ovplyvniť fungovanie a spoľahlivosť vesmírnych aj pozemných systémov, alebo ohroziť majetok či ľudské zdravie.

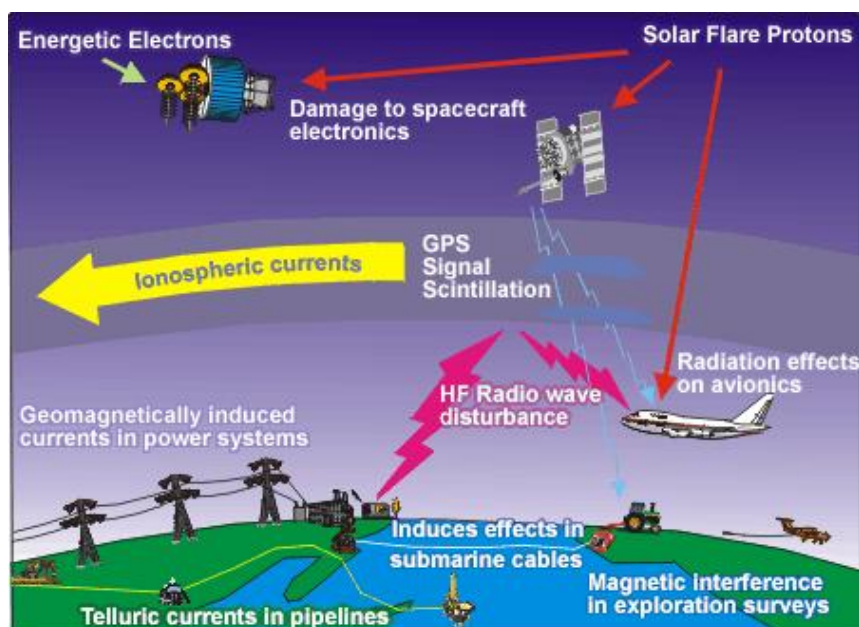
KOZMICKÉ POČASIE A JEHO PREJAVY

Slnko vyžaruje energiu vo forme elektromagnetického žiarenia (rádiové vlny, infračervené žiarenie, svetlo, ultrafialové žiarenie, röntgenové žiarenie), a tiež vo forme energetických elektricky nabitých častíc. Tento časticový transfér energie sa deje napríklad prostredníctvom ejekcií koronálnej hmoty (CME) a plazmových prúdov. Častice sa pohybujú

²¹ RNDr. Magdaléna Váczyová, PhD., ÚVZ SAV Geomagnetické observatórium, Komárňanská 108, Hurbanovo, magdi@geomag.sk

od slnečného povrchu smerom von ako slnečný vietor a nesú so sebou časti magnetického poľa Slnka. Elektromagnetické žiarenie putuje rýchlosťou svetla a trvá približne 8 minút, kým sa presunie zo Slnka na Zem, zatiaľ čo nabité častice sa pohybujú pomalšie; trvá od niekoľkých hodín až po niekoľko dní, kým sa presunú zo Slnka na Zem. Žiarenie a častice interagujú so zemským magnetickým poľom a vonkajšou atmosférou komplexným spôsobom. Dôsledkom sú nahromadené koncentrácie energetických častíc a toky elektrických prúdov v oblastiach vonkajšej atmosféry a za hranicami atmosféry (magnetosféra a ionosféra). Výsledkom môžu byť geomagnetické variácie a polárna žiara.

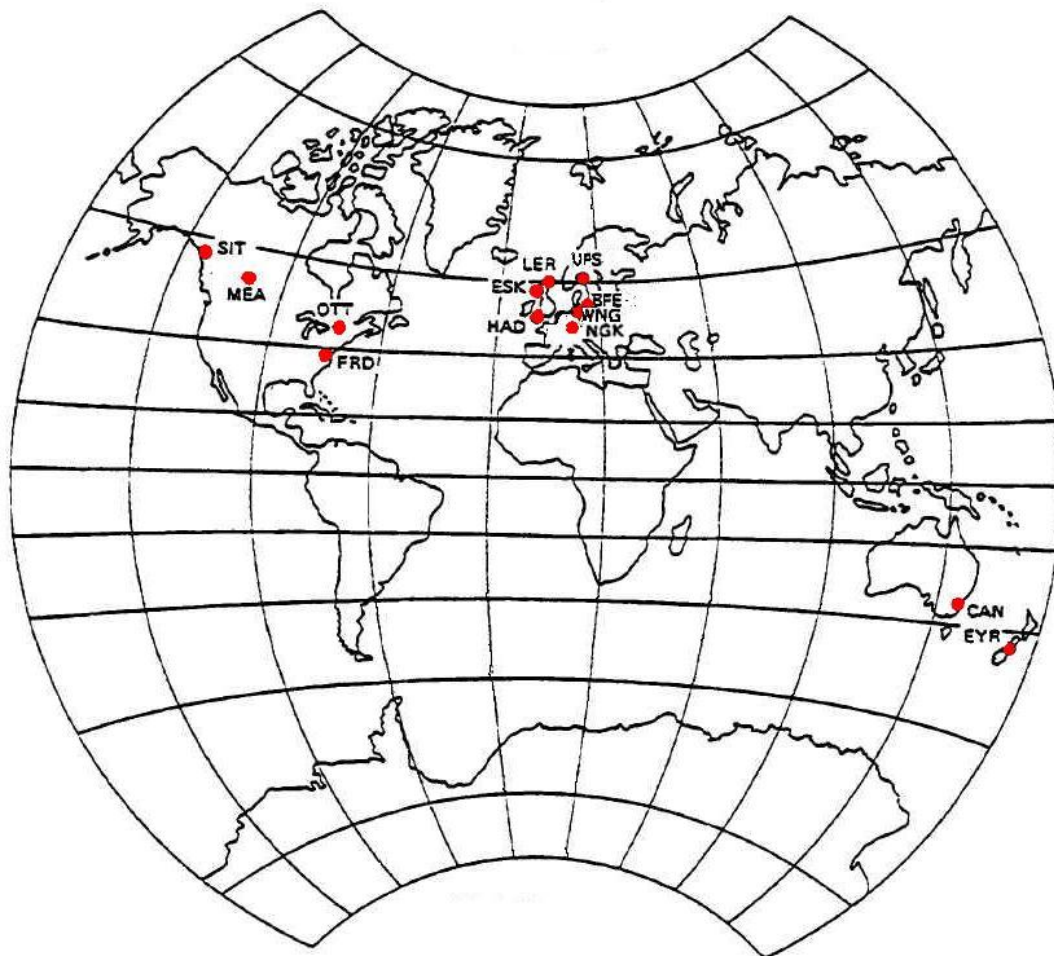
V dnešnom hospodárstve je množstvo odvetví potenciálne ovplyvnených kozmickým počasím. Tieto oblasti zahŕňujú vesmírne telekomunikácie, transmisu televízneho a rozhlasového vysielania, meteorologické družicové služby a družicovú navigáciu. Vplyvy kozmického počasia je dôležité uvažovať aj pri distribúcii energie a pozemnej komunikácii, a to najmä vo vysokých zemepisných šírkach. Zvýšené žiarenie v dôsledku kozmického počasia môže viesť k zvýšeným zdravotným rizikám pre posádky astronautov, ktorí sa zúčastňujú na vesmírnych misiách. Hrozby existujú aj pre letecký sektor, pretože vo veľkých letových výškach môže počas intenzívnych udalostí v kozmickom počasí dôjsť k poškodeniu elektroniky lietadiel a k zvýšeniu dávky žiarenia pre posádky lietadiel a cestujúcich.



Obr. 1 Účinky kozmického počasia na pozemské technológie
(<https://spaceweather.gc.ca/tech/se-en.php>)

Energetické častice vyvrhnuté zo Slnka pôsobia na magnetické pole Zeme, ktoré vytvára magnetické poruchy a zvýšenú ionizáciu v ionosfére (100 až 1000 km nad zemou). Častice s vysokou energiou ovplyvňujú satelity, spôsobujú ich chybnú prevádzku alebo poškodenie ich zariadení, čo môže v niektorých prípadoch až vyradiť satelit z prevádzky. Rádiové vlny používané na satelitnú komunikáciu alebo navigáciu GPS sú ovplyvnené zvýšenou ionizáciou, čím sa narušuje spoľahlivosť komunikačných alebo navigačných systémov. Magnetické rušenie priamo ovplyvňuje operácie, ktoré využívajú magnetické pole, ako sú magnetické pozorovania, smerové vŕtanie alebo použitie kompasu. Indukuje elektrické prúdy v dlhých vodičoch, akými sú elektrické vedenia a potrubia; dôsledkom sú výpadky elektrického rozvodného systému a korózia potrubí (obr. 1).

Vypracovanie metód pre určenie kozmického počasia je životne dôležité pri riešení bezpečnosti astronautov a pre zabezpečenie bezproblémového chodu prístrojového vybavenia na palubách kozmických lodí [1].



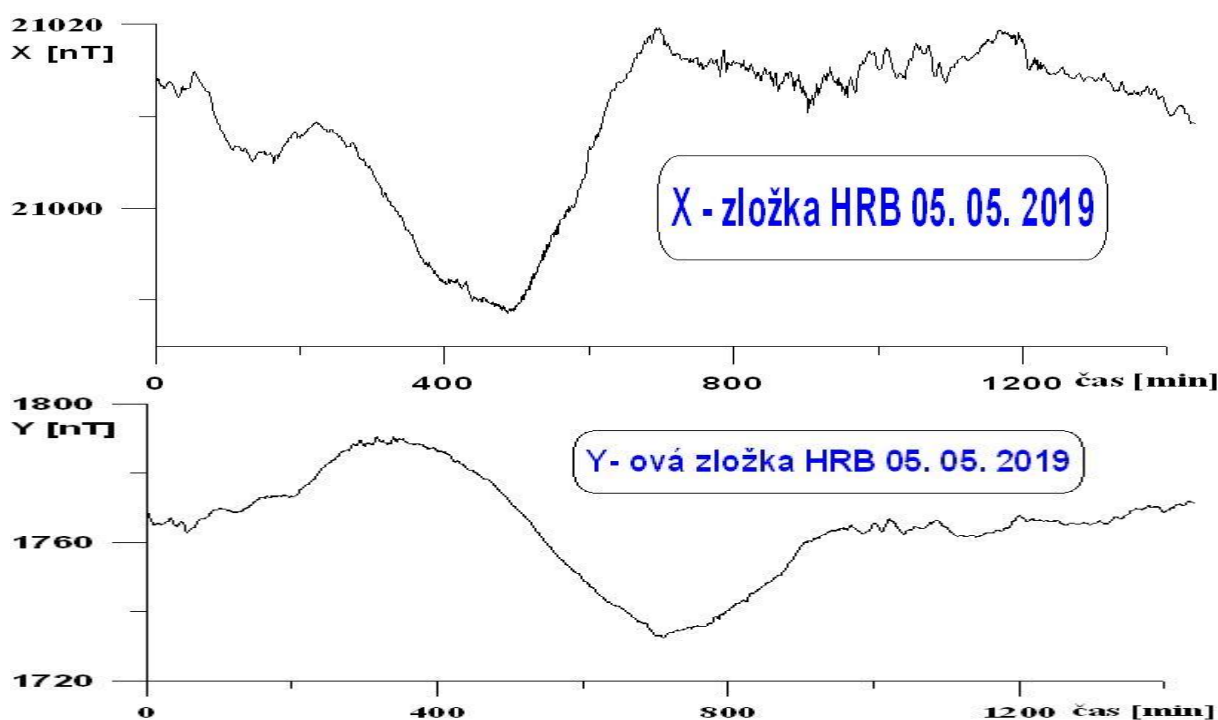
Obr. 2 Subaurorálne Kp observatória

Časť prejavov kozmického počasia môžeme určiť meraním geomagnetického poľa na geomagnetických observatóriách. Tento prejav sa nazýva geoeфекtívnosť a môže sa kvantifikovať. Najznámejšiu kvantifikáciu zaviedli Bartels et al. [2] v roku 1938. Magnetické poruchy zatriedili do desaťstupňovej logaritmickej stupnice (od 0 po 9) a definované číselné hodnoty nazvali K indexami. Na jednotlivých observatóriách sa určujú lokálne K-indexy, ktoré za 24 hodín predstavujú 8 hodnôt. Pred vyhodnotením aktivity sa pokojná variácia zo Slnka eliminuje zo zaznamenatej variácie geomagnetického poľa. Maximálnej amplitúde poruchy v rámci trojhodinového intervalu sa priradí príslušný K-index. Vyhodnocujú sa nezávisle dva elementy magnetického poľa a väčšia z tak stanovených dvoch hodnôt K-indexu sa berie za smerodajnú. Planetárne magnetické poruchy zasahujú Zem globálne, t. j. prejavujú sa všade v rovnakom čase, ale na rôznych zemepisných šírkach majú rôznu intenzitu. Preto sú pre jednotlivé observatória je v závislosti na zemepisnej šírke určené prahové hodnoty amplitúdy pre K=9, z ktorej sú odvodené rozdiely amplitúd pre ostatné K-indexy. Všeobecne akceptované slovné označenie pre klasifikáciu geomagnetickej aktivity dáva zmysel významu K-indexov: ak K-index má hodnotu 0, 1 alebo 2, magnetické pole je pokojné; pri hodnotách 3, 4 a 5 je pole mierne porušené. Pri väčších hodnotách K-indexu (6-9) hovoríme o silnej magnetickej porušenosti, o magnetických búrkach, ktoré môžu byť nebezpečné [3].

Pre charakteristiku celosvetovej porušnosti geomagnetického poľa sa používa globálny Kp index, ktorý sa získa ako stredná hodnota K-indexu, určená z dvoch zložiek horizontálneho poľa pozorovaných na 13 vybraných subaurorálnych observatóriách (obr. 2).

V našom príspevku prezentujeme naše skúsenosti s metódou na vyhodnocovanie geomagnetickej aktivity, ktorú sme vyvinuli a otestovali na našom pracovisku. Výsledky našej metódy porovnáme s uznávanou štandardnou metódou a pomenujeme istú výhodu našej metódy pri výskume dlhodobých trendov geomagnetickej aktivity.

VÝPOČET K INDEXOV



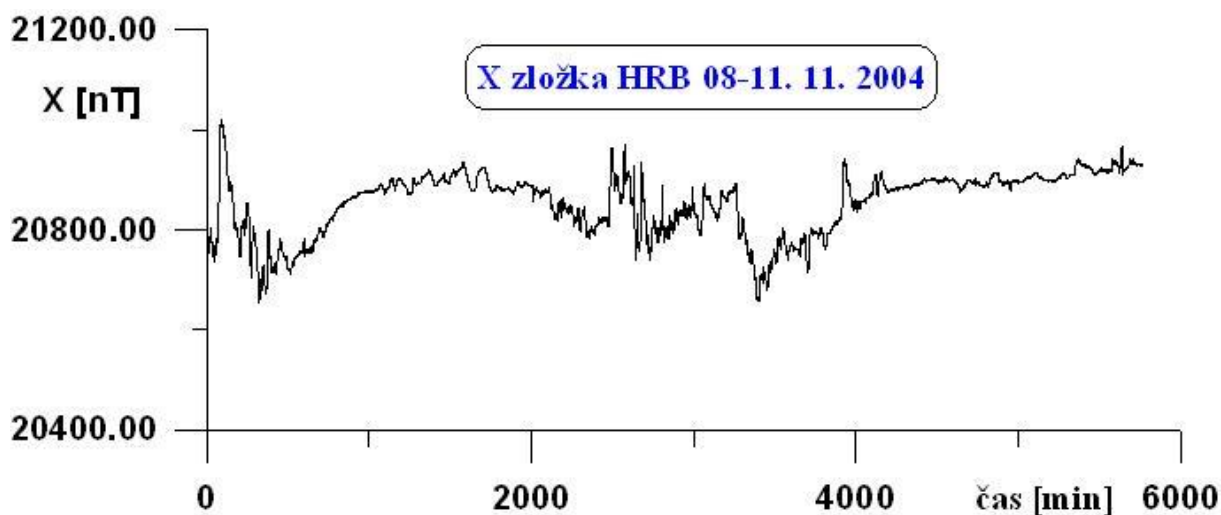
Obr.3 Magnetogramy zložiek geomagnetického poľa X a Y - pokojná denná variácia

Pôvodná definícia K indexov [1] vyžaduje manuálne určenie hodnoty K z analógových magnetogramov pomocou Mayaudových pravidiel [7, 8]. Otázka, ako odvodiť geomagnetické indexy z digitálnych údajov, vznikla na konci sedemdesiatych rokov, kedy sa začala digitálna registrácia zložiek magnetického poľa Zeme na geomagnetických observatóriách. V rámci medzinárodného porovnania, organizovaného pracovnou skupinou IAGA s názvom „Geomagnetické indexy“ [9], [10], sa starostlivo vyhodnotili rôzne vtedy existujúce algoritmy, umožňujúce počítačovú deriváciu K indexov.

Testovanie uskutočnili Menvielle a kol. [3]. V ich rozsiahlej štúdii ručne určené K indexy boli porovnané s počítačom vypočítanými K indexami. Algoritmy na výpočet K indexov odhadujú odchýlky pokojnej dennej variácie SR od skutočne nameraných hodnôt z magnetogramov (obr. 3 a 4). Geomagnetické poruchy, z ktorých sa počítajú indexy K, sú odvodené ako rozdiel medzi pozorovanými variáciami a počítačom odhadnutými SR.

Na výpočet K-indexov boli k dispozícii boli štyri počítačové algoritmy:

1. FMI (Finnish Meteorological Institute) [11]
2. Adaptívna vyhladzovacia metóda (AS) [4]
3. USGS metóda (US Geological Survey) [5]
4. Metóda nelineárneho vyhladzovania [12]



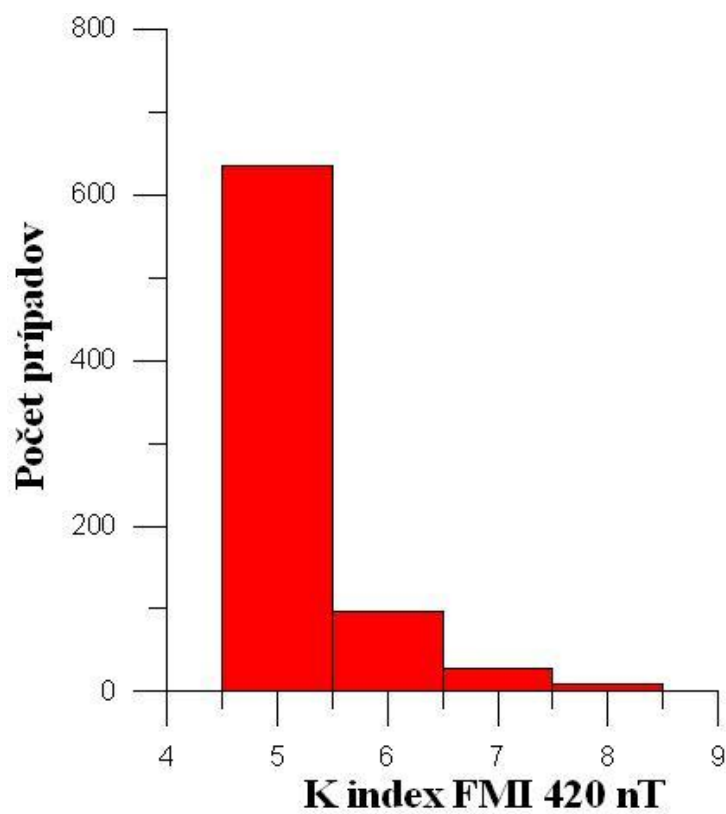
Obr.4 Magnetogram – porušený deň

Menvielle a kol. ukázali, že iba dve metódy (FMI and AS) poskytli také K indexy, ktoré boli v dobrej zhode s ručne určenými K indexami. Ich kľúčová myšlienka zo záverov, ktoré publikovali v porovnávacej štúdii [3], hovorí: „Nemožno očakávať, že získame také presné K indexy pomocou digitálnych metód, aké určujú špecialisti ručnou metódou. Ale takýchto špecialistov je stále menej, takže na niektorých observatóriách sa počítačovou metódou môžu získať presnejšie hodnoty, ako by sa získali klasickou metódou.“

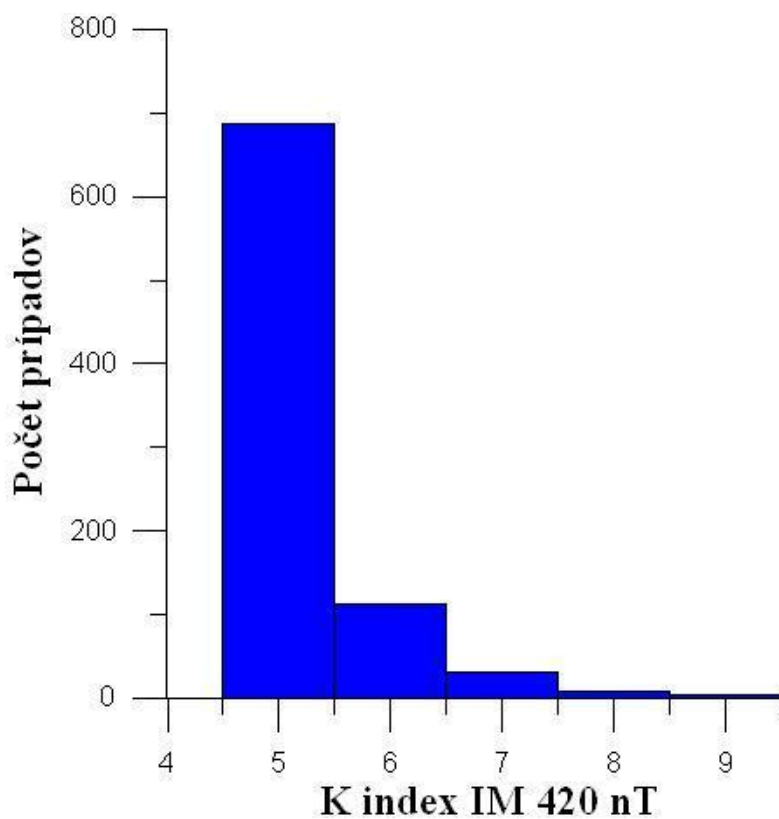
Ďalšiu metódu (nazvanú IM – interactive method), ktorá spája klasickú metódu určenia K indexov s digitálnou metódou, vypracovali Valach a kol. [13] na Geomagnetickom observatóriu ÚVZ SAV v Hurbanove. Metóda bola testovaná na základe údajov z geomagnetického observatória Kakioka (Japonsko), kde na vyhodnocovanie K indexov používajú popri počítačovej metóde naďalej aj ručnú metódu. Z dosiahnutých výsledkov, ktoré boli zvlášť porovnávané pre hodnoty $K < 5$ a $K \Rightarrow 5$, vyplynulo, že metóda IM dáva pre určenie veľkých K indexov lepšiu zhodu s ručne určenými indexami. Išlo o povzbudivý výsledok, pretože z hľadiska predpovede kozmického počasia sú javy s vysokými indexami, ktoré charakterizujú vysokú geomagnetickú aktivitu, obzvlášť dôležité.

POROVNANIE K-INDEXOV URČENÝCH METÓDAMI FMI A IM

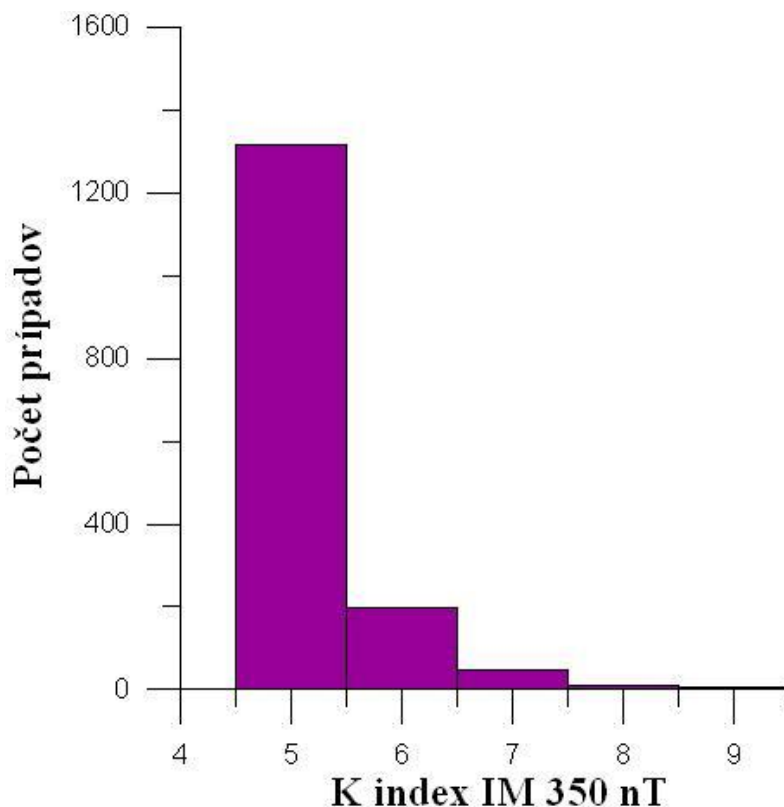
V tomto príspevku prezentujeme naše skúsenosti s metódou na vyhodnocovanie geomagnetickej aktivity, ktorú sme vyvinuli a otestovali na našom pracovisku [13]. Výsledky našej metódy sme porovnávali s metódou FMI na základe údajov z Geomagnetického observatória ÚVZ SAV v Hurbanove pre obdobie 1997-2014. Na obrázkoch 5 a 6 sú znázornené početnosti K indexov, ktoré mali hodnoty vyššie ako 4. Prahová hodnota K-indexu pre geomagnetické observatórium v Hurbanove do roku 2015 bola $K_9 = 350$ nT, keď medzinárodná organizácia ISGI (International Service of Geomagnetic Indices) určila novú hodnotu $K_9 = 420$ nT na základe zmien geomagnetických súradníc. Takáto skoková zmena prahovej hodnoty do istej miery narúša homogenitu pozorovaných dát, pretože pre $K_9 = 350$ nT dostaneme takmer dvakrát toľko hodnôt s veľkými K indexami (t. j. $K=5$ a viac) ako pre $K_9 = 420$ nT (porovnaj obr. 6 a 7).



Obr.5 Početnosť K indexov vypočítaných metódou FMI pri $K_9 = 420$ nT



Obr.6 Početnosť K indexov vypočítaných metódou IM pri $K_9 = 420$ nT



Obr.7 Početnosť K indexov vypočítaných metódou IM pri $K_9 = 350 \text{ nT}$

Z rozdielov medzi jednotlivými vypočítanými hodnotami K indexov metódou IM a FMI, sme vypočítali, ako veľmi závisí stanovená úroveň geomagnetickej aktivity na použitej metóde:

$$\frac{\sum \text{rozdiel}(K_{IM} - K_{FMI}) * \text{počet prípadov}}{\text{počet všetkých prípadov}}$$

Pritom sumáciu sme vykonali pre K indexy od 5 po 9. Výsledkom bola číselná hodnota 0,122. Naša metóda oproti metóde FMI pre hodnoty $K \Rightarrow 5$ dáva vo viacerých prípadoch väčšie hodnoty a v priemere naša metóda ohodnocuje geomagnetickú aktivitu vyššie ako metóda FMI. Inými slovami, metóda FMI mierne podhodnocuje úroveň geomagnetickej aktivity. Pritom sme v oboch prípadoch, teda pri použití metód FMI aj IM použili rovnakú prahovú hodnotu pre index $K=9$.

DISKUSIA A ZÁVER

V predloženej štúdii sme porovnávali výsledky počítačovej metódy FMI na určovanie indexov geomagnetickej aktivity, tzv. K-indexov, s výsledkami našej vlastnej interaktívnej metódy IM. Naším úmyslom pri vytvorení metódy IM, publikovanej v práci [13], bolo priblížiť sa v najväčšej možnej miere k autentickému výsledkom. Myslia sa tým také K-indexy, aké v klasických časoch analógovej registrácie geomagnetického poľa dokázali ručne produkovať vyškolení a skúsení pozorovatelia. Výsledky predchádzajúcich testov, ktoré sme vykonali na údajoch z nášho observatória (Hurbanovo) a z dvoch zahraničných observatórií (Kakioka a Budkov) ukázali, že pre značne porušené geomagnetické pole (konkrétne pre K-indexy 5 a viac) metóda IM dáva autentickjšie výsledky ako iné uznávané počítačové metódy.

V štúdiu, ktorú prezentujeme, sme použili dlhšie testovacie obdobie pre dáta z observatória Hurbanovo, ako boli použité v prácach [13] a [14]. Ukázali sme, že rozdiel medzi K indexmi, ktoré pre vysokú geomagnetickú aktivitu stanovili metódy FMI a IM sa v priemere líšili o 0,122. Pre korektnosť musíme povedať, že K-indexy nie sú spojitou veličinou a majú skôr popisný charakter. Preto takáto kvantifikácia rozdielu nehovorí nič viac ako to, že jedna z metód (konkrétne IM) produkuje v priemere vyššie K-indexy ako druhá (konkrétne FMI). Pritom na základe testov v prácach [13] a [14] môžeme pre vysokú geomagnetickú aktivitu ($K = 5$ a viac) za autentickéjšie považovať indexy určené našou metódou. Takto teda táto naša štúdia naznačuje, že pre veľké K-indexy metóda FMI mierne podhodnocuje úroveň geomagnetickej aktivity.

Praktickým dôsledkom tohto zistenia je, že ak chceme študovať dlhodobější trendy v geomagnetickej aktivite, teda ak nás namiesto krátkodobého kozmického počasia zaujíma jeho dlhodobější trend (príslušné odvetvie výskumu sa nazýva kozmická klimatológia), mali by sme kvôli homogenite časových radov uprednostniť našu metódu IM pred počítačovou metódou FMI.

Ďalším zistením, ktoré však bolo ľahko predvídateľné, je, že zmena limitu pre $K=9$ z hodnoty 350 nT na 420 nT vedie k veľkej zmene produkovaných K-indexov. Preto pri potrebe homogénneho časového radu treba použiť limitnú hodnotu 350 nT, keďže ju používali aj pozorovatelia v ére analógových záznamov. Napriek tomuto opatreniu si však interpretácia výsledkov dlhodobých časových radov vyžaduje opatrnosť: K-indexy môžu vykazovať pomalý trend, ktorý je spôsobený tým, že geomagnetická šírka observatória sa v čase pomaly mení, čo časom môže viesť k potrebe prehodnocovať limit pre $K=9$. Pritom najlepšie by bolo toto prispôbovanie vykonávať spojitě, a nie skokovo.

POĎAKOVANIE

Táto práca bola podporovaná grantom VEGA 2/0002/17.

LITERATÚRA:

- [1] Valdés, O.I., Lawrence, G., Reid, S. *Space weather risk for space operations and how these risk will be addressed in the ESA SSA programme*. In.: SpaceObs Conference, 2012, <http://dx.doi.org/10.2514/6.2012-1293724>.
- [2] Bartels, J., Heck, N.H., Johnston, H.F. *The three-hour range index measuring geomagnetic activity*. Geophys. Res., 1939, 44, 411–454.
- [3] Menvielle, M., Papitashvili, N., Hakkinen L., Sucksdorff C. *Computer production of K indices: review and comparison of methods*. Geophys. J. Int., 1995, 123, 866–886.
- [4] Nowozynski, K., Ernst, T., Jankowski, J. *Adaptive smoothing method for computer derivation of K-indices*. Geophys. J. Int., 1991, 104, 85–93.
- [5] Wilson, L. R. *An evaluation of digitally derived K-indices*. J. Geomagn. Geoelectr., 1987, 39(2), 97–109.
- [6] Hopgood, P.A. *On the computer generation of geomagnetic K-indices from digital data*. J. Geomagn. Geoelectr., 1986, 38(9), 861–871.
- [7] Mayaud, P.N. *Atlas of K-indices*. 1967, Part 1, in IAGA Bull. N021, IUGG Publ. Office, Paris.
- [8] Mayaud, P.N. *Derivation, meaning and use of geomagnetic indices*. Geophys. Monogr., 1980, 22, AGU, Washington DC.
- [9] Coles, R., Menvielle, M. *Some thoughts concerning new digital magnetic indices*. Geophysical Transactions, 1991, 36, 303–312.

- [10] Menvielle, M., Papitashvili, N., Häkkinen, L., Sucksdorff, C. *Computer production of K indices: review and comparison of methods*. Geophys. J. Int. 1995, 123, 866–886.
- [11] Sucksdorff, C., Pirjola, R., Häkkinen, L. *Computer production of K-indices based on linear elimination*. Geophys. Trans. 1991, 36(3–4), 335–345. [12]
- [12] Hattingh, M., Loubser, L., Nagtegaal, D. *Computer K-index estimation by a new linear-phase, robust, non-linear smoothing method*. Geophys. J. Int., 1989, 99, 533–547.
- [13] Valach, F., Váczyová, M., Revallo, M. *Producing K indices by interactive method based on the traditional hand-scaling methodology – preliminary results*. J. of Atmospheric and Solar-terrestrial Physics, 2016, 37, 10–16.
- [14] Valach, F., Hejda, P., Revallo, M., Bochníček, J., Váczyová, M. *Testing the interactive computer method (IM) for producing K indices with the data of the Hurbanovo and Budkov magnetic observatories*. In Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics, 2016, vol. 147, no. 1, p. 90–97.

VÝSLEDKY MAGNETICKÝCH MERANÍ NA ŠIESTICH STANOVIŠTIACH NA ÚZEMÍ SLOVENSKA V EPOCHE 2018,5

RESULTS OF THE MAGNETIC MEASUREMENTS AT SIX OBSERVATION POINTS IN SLOVAKIA FOR THE 2018.5 EPOCH

Fridrich VALACH²², Magdaléna VÁCZYOVÁ

ABSTRAKT

In 2018, the geomagnetic field was measured at six observation points in Slovakia and the results were reduced to the epoch 2018.5. The reduction procedure was carried out utilising the data of the Hurbanovo Geomagnetic Observatory. The information about the geomagnetic elements D , I , and F (declination, inclination, and total field, respectively) is as follows: D ranges from almost 4.5° to more than $5,75^\circ$; the values of I lie between ca $64,25^\circ$ and almost 66° ; and the values of F extends in the interval between 48700 nT and 49400 nT.

ÚVOD

Je známym faktom, že geomagnetické pole na zemskom povrchu neustále mení svoju veľkosť aj smer. Tento fakt musíme brať do úvahy napríklad vtedy, keď chceme využívať informácie o magnetickom poli na určovanie svetových strán magnetickým kompasom, alebo keď spracúvame údaje pri vyhľadávaní nerastných surovín magnetometrickými metódami. Mapy rozloženia elementov geomagnetického poľa, akými sú deklinácia (D), inklinácia (I) a totálna intenzita (F), majú kvôli týmto časovým zmenám len obmedzenú platnosť. Musia byť preto v istých pravidelných intervaloch aktualizované.

Posledné detailné mapovanie geomagnetického poľa na Slovensku bolo zrealizované pre epochu 2007,5 [1]. Spolu 131 meracích stanovišť bolo rovnomerne rozmiestnených po celom území krajiny a na každom bode boli zmerané tri elementy, D , I a F , ktoré charakterizovali vektor poľa v daných miestach. Odvtedy bola informácia o zmenách magnetického poľa pravidelne, s dvojročnou periodicitou, zisťovaná terénnymi meraniami na obmedzenom počte meracích bodov.

Tento článok referuje o poslednom meraní rozloženia geomagnetického poľa na území Slovenska, ktoré bolo uskutočnené na šiestich pozorovacích stanovištiach a redukované na epochu 2018,5. Ukázané sú konkrétne hodnoty pre jednotlivé stanovišťa a prezentovaný je vyrovnaný (lineárny) model rozloženia elementov poľa pre územie celej krajiny.

METODIKA MERANIA A SPRACOVANIA VÝSLEDKOV

Merania boli vykonané štandardným postupom, ktorý je podrobne popísaný v práci (Newitt a kol., 1996). Bol to postup, pri ktorom sme kombinovali protónový precesný magnetometer (meranie elementu F) a deklino-inklinometer (elementy D a I). Použitý protónový magnetometer PMG 1 má najmenší dielik stupnice veľkosti 0,1 nT a deklarovanú presnosť jedného merania 1 nT. Deklino-inklinometrom, ktorý sme použili, bol

22 Mgr. Fridrich Valach, PhD., Geomagnetické observatórium ÚVZ SAV, Komárňanská 108, Hurbanovo, fridrich@geomag.sk

odmagnetizovaný teodolit typu Zeiss Theo 015B vybavený ferosondovým magnetometrom Elsec 810. Delenie stupnice teodolitu je 6 uhlových sekúnd.

Na určenie deklinácie bolo pre každé stanovište potrebné poznať aj azimut pozemného cieľa, na ktorý sa pri meraní deklinácie zameriava merací prístroj. Azimuty pozemných cieľov sme zisťovali pozorovaním presnej polohy Slnka, k čomu sme používali teodolit Zeiss Theo 010. Najmenší dielik stupnice tohto teodolitu bol 1/10000 grádu (1 centicentigrád).

Hodnoty elementov D , I a F , ktoré boli zistené na stanovištiach, boli následne za pomoci údajov z geomagnetického observatória Hurbanovo redukované na epochu 2018,5 použitím vzťahu

$$E_{\text{stanovište}; 2018,5} = E_{\text{stanovište}; t} - (E_{\text{Hurbanovo}; t} - E_{\text{Hurbanovo}; 2018,5}). \quad (1)$$

V tomto vzťahu $E_{\text{stanovište}; 2018,5}$ je hodnota elementu D , I alebo F pre epochu 2018,5; $E_{\text{Hurbanovo}; 2018,5}$ je hodnota elementu pre epochu 2018,5 pre observatórium Hurbanovo; $E_{\text{stanovište}; t}$ je hodnota elementu na meracom stanovišti v čase merania t ; $E_{\text{Hurbanovo}; t}$ udáva, akú veľkosť mal v čase merania element v záznamoch observatória Hurbanovo.

Výsledky boli nakoniec graficky spracované do podoby vyrovnaných izolínií, t. j. čiar spájajúcich rovnaké hodnoty elementov na zobrazenom území.

VÝSLEDKY

Hodnoty deklinácie, inklinácie a totálneho poľa aj s udaním chýb merania pre šesť pozorovacích stanovišť zobrazuje tabuľka 1 a grafické zobrazenie vyrovnaných izolínií je ukázané v obrázku 1.

Tab. 1 Hodnoty geomagnetických elementov zmerané v epoche 2018.5 na šiestich pozorovacích stanovištiach

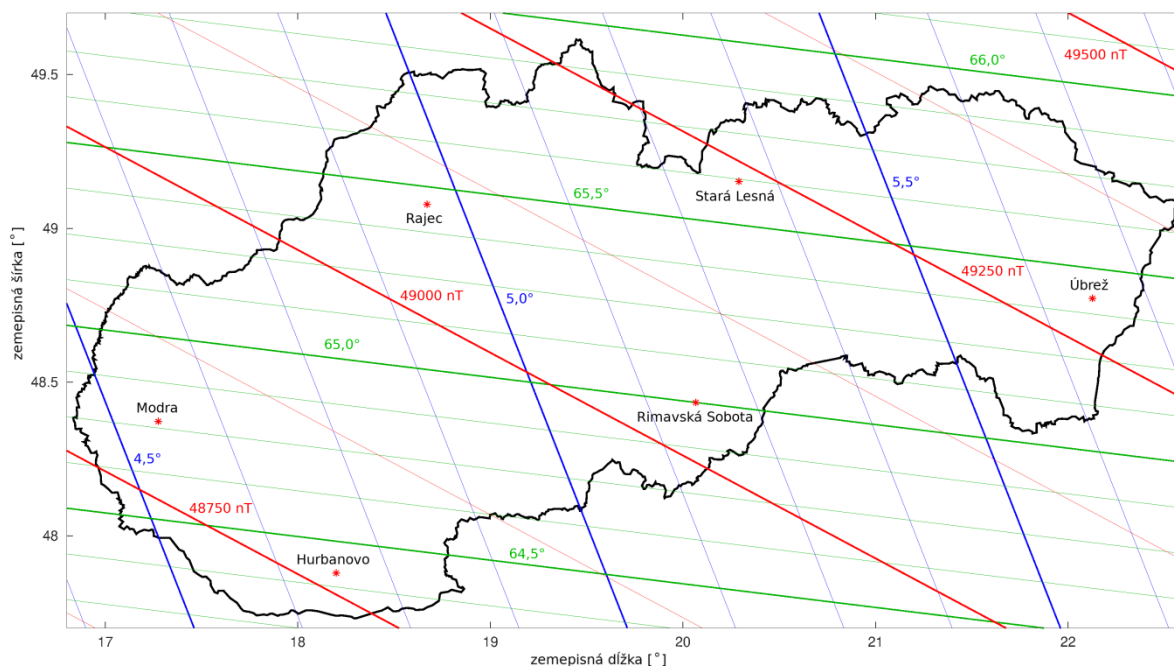
Pozorovacie stanovište	Deklinácia	Inklinácia	Totálne pole [nT]
Rajec	$4^{\circ} 58,0' \pm 1,4'$	$65^{\circ} 26,6' \pm 0,3'$	$49\,091,8 \pm 3,2$
Úbrež	$5^{\circ} 39,9' \pm 0,3'$	$65^{\circ} 24,4' \pm 1,0'$	$49\,266,6 \pm 2,0$
Stará Lesná	$5^{\circ} 21,4' \pm 2,4'$	$65^{\circ} 37,2' \pm 0,4'$	$49\,229,9 \pm 0,9$
Rimavská Sobota	$5^{\circ} 10,7' \pm 0,5'$	$65^{\circ} 01,7' \pm 0,2'$	$49\,095,3 \pm 2,6$
Modra	$4^{\circ} 30,9' \pm 0,4'$	$64^{\circ} 46,5' \pm 0,2'$	$48\,801,1 \pm 1,6$
Hurbanovo	$4^{\circ} 43,2' \pm 0,1'$	$64^{\circ} 23,9' \pm 0,1'$	$48\,751,8 \pm 0,1$

DISKUSIA A ZÁVER

Získané výsledky ukazujú, že na celom území Slovenska je deklinácia východná, teda magnetický kompas vykazuje odchýlku od zemepisného severu smerom na východ. Na juhozápade Slovenska je táto odchýlka takmer $4,5^{\circ}$, na severovýchode krajiny odchýlka od severu prevyšuje $5,75^{\circ}$.

Smer vektora magnetického poľa nie je vodorovný, ale je od vodorovnej roviny sklonený smerom dolu pod uhlom cca $64,25^{\circ}$ na juhu územia a takmer 66° na severe územia. Veľkosť geomagnetického poľa je v súčasnosti na Slovensku v rozsahu od 48700 nT na juhozápade po 49400 nT na severovýchode krajiny.

Z porovnania elementov D , I a F pre epochu 2018,5 s meraniami v epoche 2014,5 [3] vyplýva, že za posledné štyri roky nastal nárast všetkých týchto elementov. Preto je sledovanie zmien geomagnetického poľa potrebné vykonávať aj naďalej. Aj keď je možné pripustiť, že vzhľadom na pomerne malú rozlohu Slovenska nemusia byť merania opakované na celom území, musí sa naďalej pokračovať aspoň v nepretržitej registrácii geomagnetického poľa na geomagnetickom observatóriu v Hurbanove.



Obr. 1 Zobrazenie rozloženia elementov geomagnetického poľa D (modré čiary), I (zelené čiary) a F (červené čiary) na území Slovenska v epoche 2018,5. Naznačené sú aj polohy pozorovacích stanovišť.

POĎAKOVANIE

Táto práca bola podporená grantom VEGA 2/0002/17.

LITERATÚRA:

- [1] Dolinský, P., Valach, F., Váczyová, M., Hvoždara, M. *Geomagnetic ground survey in Slovakia for the 2007.5 epoch*. Contributions to Geophysics and Geodesy, 2009, 39, 3, 255-272.
- [2] Newitt, L. R., Barton, C. E., Bitterly, J. *Guide for magnetic repeat station surveys*. IAGA, 1996, Warsaw, Poland.
- [3] Valach, F., Váczyová, M., Šoltis, T., Vajkai, M. *Report on the magnetic survey in Slovakia for the 2014.5 epoch*. Contributions to Geophysics and Geodesy, 2016, 46, 1, 51-60.

AZ ELSŐS INFORMATIKA SZAKOS HALLGATÓK PROGRAMOZÓI TAPASZTALATAINAK ÉS INFORMATIKAI GONDOLKODÁSÁNAK FELMÉRÉSE

LADISLAV VÉGH²³, ŠTEFAN GUBO²⁴, ONDREJ TAKÁČ²⁵

ABSTRACT

The first-year undergraduate computer science students have different experiences in computer programming. Some of them already learned developing applications in different programming languages, while others do not have any experiences of computer programming. The goal of this article was to survey the programming experiences of first-year undergraduate computer science students, furthermore to measure the algorithmic and logical thinking of these students. First, we briefly summarize what computational thinking is, and overview the levels of algorithmic thinking. Next, we describe our survey. The test that we used contains two questions about students' prior experiences of programming and sixteen assignments that are related to algorithmic thinking, logical thinking, and problem-solving skills. In the main part of the article, we summarize the results and draw some conclusions.

KEYWORDS

programming experiences, computational thinking, algorithmic thinking, logical thinking, problem-solving skills

BEVEZETŐ

Az első informatika szakos egyetemi hallgatók különböző középiskolákból jönnek, különböző informatikai tudással, programozói tapasztalatokkal kezdik meg egyetemi tanulmányaikat. Vannak, akik a középiskolai tanulmányaik alatt már programoztak, sokféle alkalmazást fejlesztettek, mások viszont nem rendelkeznek semmilyen programozói, fejlesztői tapasztalatokkal. A jelent tanulmány célja, hogy felmérjük a Selye János Egyetem első informatika szakos hallgatóinak programozói tapasztalataikat és informatikai gondolkodásukat, különösképpen az algoritmikus gondolkodásra fókuszálva. Annak ellenére, hogy az informatika szakos hallgatók az első évfolyamban a programozást teljesen az alapoktól kezdik, a felmérés hasznos információkkal szolgálhat nekünk, tanároknak arról, mire érdemes fókuszálnunk a programozás és az egyéb informatikai tantárgyak oktatása során az első évfolyamban.

INFORMATIKAI GONDOLKODÁS

Az informatikai gondolkodást (computational thinking) először Wing definiálta 2006-ban [1], melyet 2010-ben újragondolt. A jelenleg elterjedt definíció szerint az informatikai gondolkodás egy olyan mentális folyamat, amely a problémák és azok megoldásainak

²³ PaedDr. Ladislav Végh, PhD., Selye János Egyetem, Gazdaságtudományi Kar, Matematika és Informatika Tanszék, Bratislavská cesta 3322, 94501 Komárno, Szlovákia, e-mail: veghl@ujs.sk

²⁴ RNDr. Štefan Gubo, PhD., Selye János Egyetem, Gazdaságtudományi Kar, Matematika és Informatika Tanszék, Bratislavská cesta 3322, 94501 Komárno, Szlovákia, e-mail: gubos@ujs.sk

²⁵ Ing. Ondrej Takáč, PhD., Selye János Egyetem, Gazdaságtudományi Kar, Matematika és Informatika Tanszék, Bratislavská cesta 3322, 94501 Komárno, Szlovákia, e-mail: takaco@ujs.sk

megfogalmazásában vesz részt oly módon, hogy a megoldások olyan formában legyenek ábrázolva, amelyet egy információ-feldolgozó ügynök hatékonyan végre tud hajtani [2].

Barr és Stephenson [3] szerint az informatikai gondolkodás az alábbi kilenc témakört tartalmazza: adatgyűjtés, adatanalízis, adat reprezentálás, probléma felbontása részproblémákra, absztrakció, algoritmusok és eljárások, automatizálás, párhuzamosítás és szimuláció.

Weintrop és társai [4] az informatikai gondolkodást négy készségbe csoportosították: adatokkal és információkkal való munka (adatgyűjtés, adatlétrehozás, adatmanipulálás, adatanalízis, adat-vizualizáció), modellezés és szimuláció (információs modellek használata, megértése, létrehozása, továbbfejlesztése), informatikai problémák megoldása (egy probléma megoldására megfelelő informatikai eszközök kiválasztása, problémamegoldó stratégiák használata, különböző megközelítések és megoldások összehasonlítása, programozás, hibakeresés) és rendszer menedzselés (a rendszer mint egy egység vizsgálata, a rendszeren belüli kapcsolatok megértése, szintekben való gondolkodás, rendszerek vizualizálása, a rendszer komplexitásának definiálása, megértése és menedzselése).

Bár Wing [1, 2], Barr és Stephenson [3], Weintrop és társai [4] és más kutatók definíciói [5, 6, 7] nem egységesek, bizonyos területek a többségükben egyaránt megtalálható. Ilyen a logikus gondolkodás, a problémamegoldás, az algoritmikus gondolkodás, az elemzés, rendszertervezés, általánosítás és az absztrakció képessége, amelyek segítségével megoldhatók komplex problémák [8].

A jelen tanulmány felmérésében mi ezek közül mindenekelőtt az algoritmikus és logikus gondolkodásra fókuszáltunk.

ALGORITMIKUS GONDOLKODÁS

Ahhoz, hogy valakiből jó programozó legyen, nagyon fontos, hogy az adott programozási nyelv és fejlesztőkörnyezet elsajátítása mellett megfelelő szintű algoritmikus gondolkodással rendelkezzen. Az algoritmikus gondolkodás egyre magasabb szintjeinek elsajátítása csak rengeteg gyakorlással, egyszerűbbektől a nehezebb feladatokig haladva, azok megoldásával lehetséges.

Az algoritmikus gondolkodás szintjei Zsakó és Szlávi [9] alapján:

1. algoritmus felismerése, megértése,
2. algoritmus végrehajtása,
3. algoritmus elemzése,
4. algoritmus alkotása,
5. algoritmus megvalósítása,
6. algoritmus módosítása, átalakítása,
7. komplex algoritmus tervezése.

Az általunk elvégzett felmérés feladatlapjába mindenekelőtt olyan feladatokat igyekeztünk beiktatni, melyek az első négy szinttel kapcsolatosak. Ötödik szintű feladatok megoldásához már valamilyen programozási nyelv ismerete szükséges, azonban az elsős informatika szakos hallgatók közül sokuk még nem rendelkezik ilyen tudással a tanulmányaik megkezdésekor.

FELMÉRÉS AZ ELSŐS INFORMATIKA SZAKOS HALLGATÓK KÖRÉBEN

Az általunk elvégzett felmérésben egyrészt kíváncsiak voltunk arra, hogy az elsős informatika szakos hallgatók közül mennyinek van már valamilyen programozási tapasztalata és milyen programozási nyelvet használtak, másrészt mennyire képesek algoritmikus és logikus gondolkodással kapcsolatos feladatokat megoldani.

A feladatlap két kérdést („Programoztál-e már valamilyen programozási nyelven?”, „Ha igen, milyen programozási nyelven/nyelveken?”) és tizenhat feladatot tartalmazott. Mindegyik feladatnál ügyeltünk arra, hogy a megértésükhöz és a megoldásukhoz ne legyen szükség semmilyen programozási nyelv ismeretére sem. A feladatok között találhatók algoritmusok végrehajtásával (három robot, hatszög, keresztek rajzolása, katicarobot, repülő, színes falak, labirintus), elemzésével (sorban állás, színes takarók, vízililiomok) és alkotásával (átkelés a folyón, mérlegelés, rabok) kapcsolatosak, továbbá problémamegoldással (közösségi oldal) és logikus gondolkodással (lovagok és lókötők, kódfejtés) kapcsolatos feladatok. A tizenhat feladat megtalálható a tanulmány mellékletében.

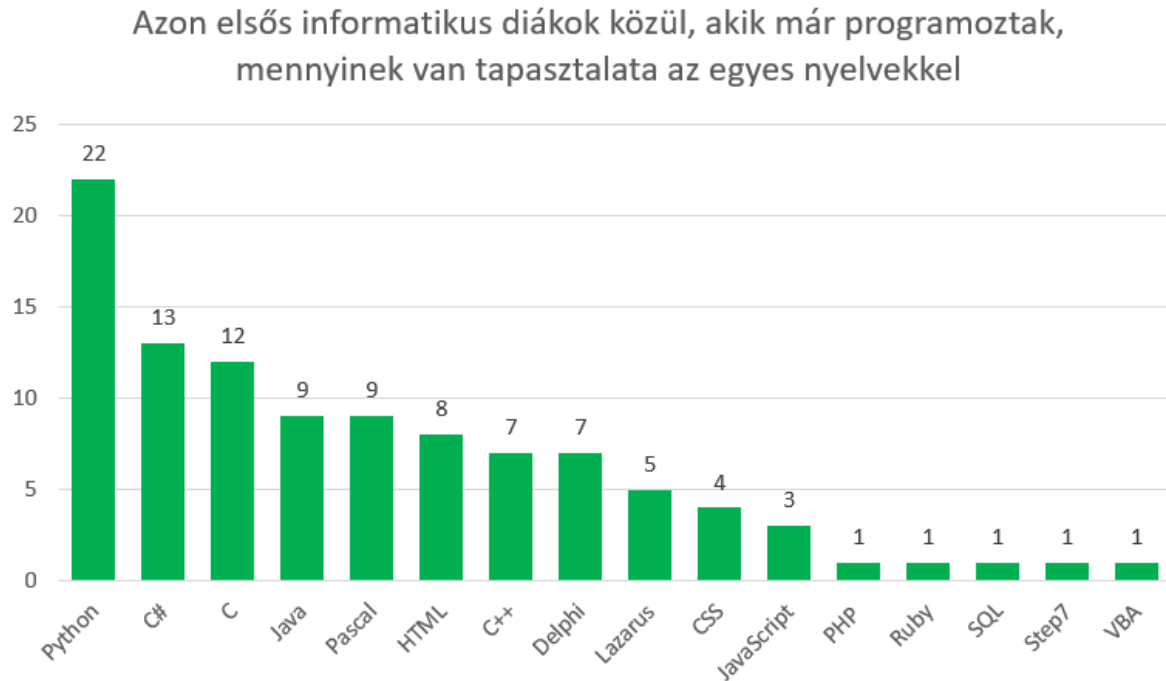
A felmérésben összesen 96 elsős informatika szakos hallgató vett részt (75 alkalmazott informatika szakos és 21 tanári informatika szakos hallgató). A felmérés a 2019/2020-as akadémia év őszi szemeszterének kezdetén valósult meg, mielőtt a hallgatók megismerkedtek volna bármilyen programozási nyelvvel. A feladatok megoldására maximum 60 perc állt a diákok rendelkezésére.

A felmérés kiértékeléséből kiderült, hogy az elsős informatika szakos hallgatók 58%-a már programozott valamilyen nyelven, 42%-a pedig még nem programozott semmilyen nyelven sem a tanulmányaik megkezdése előtt (1. ábra).



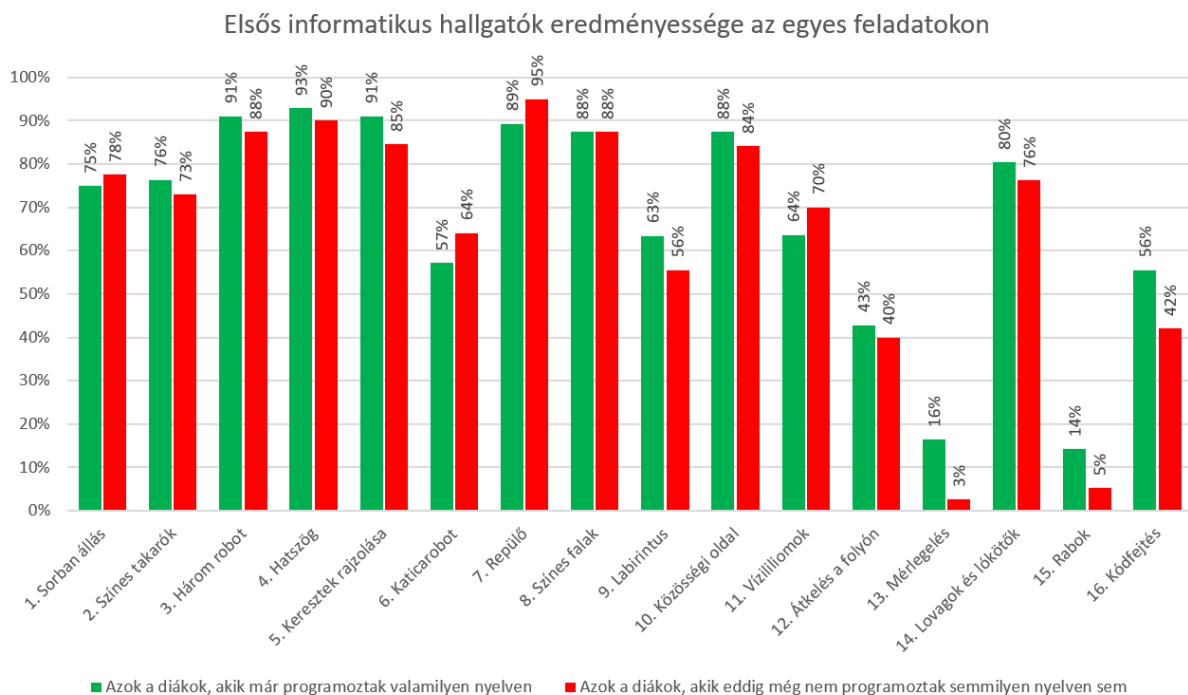
1. ábra: Elsős informatika szakos hallgatók programozási tapasztalataik

A 2. ábrán látható, hogy azon hallgatók, akik már programoztak valamilyen nyelven, milyen programozási nyelveket használtak. Láthatjuk, hogy a diákok körében a legelterjedtebb a Python programozási nyelv, ezt követik a C#, C, Java és Pascal programozási nyelvek.



2. ábra: Elsős informatika szakos hallgatók programozási nyelvekkel kapcsolatos tapasztalataik

A 3. ábra szemlélteti a hallgatók eredményeinek átlagait az egyes feladatokon. A grafikonon külön szemléltettük azon hallgatók eredményességeit, akik már tanultak programozni (zöld színnel), ill. azon hallgatók eredményességeit, akiknek nincs semmilyen programozással kapcsolatos tapasztalatuk (piros színnel).



3. ábra: Elsős informatika szakos hallgatók eredményessége az egyes feladatokon

Látható, hogy a két csoport között nincs jelentős különbség. Azt is észrevehetjük, hogy a hallgatók a leggyengébb eredményeket az algoritmusok alkotásával kapcsolatos feladatok megoldásánál érték el (átkelés a folyón, mérlegelés, rabok). Ez valamennyire várható is volt, hiszen a többi algoritmikus gondolkodást felmérő feladatokhoz viszonyítva ezek a legmagasabb szintűek.

BEFEJEZÉS

A cikkünkben egyrészt a tanulmányaikat megkezdő elsős informatika szakos hallgatók programozói tapasztalataira voltunk kíváncsiak, másrészt tizenhat feladat segítségével felmértük a hallgatók algoritmikus és logikus gondolkodását. A felmérésből kiderült, hogy annak ellenére, hogy sok informatika szakos hallgatónak nincs programozói tapasztalata az egyetemi tanulmányaik megkezdésekor, az algoritmikus és logikus gondolkodást felmérő teszteken megközelítőleg hasonló eredményeket értek el, mint azok, akik már programoztak valamilyen programozási nyelven. A diákok a leggyengébb eredményeket az algoritmusok alkotásával kapcsolatos feladatokon érték el. Úgy gondoljuk, hogy megfelelő gyakorlással, sok probléma megoldásával a diákok algoritmikus gondolkodása fejleszthető, aminek következtében a diákok ilyen típusú feladatokat is jobb eredményességgel lesznek képesek megoldani a jövőben.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A tanulmány a VEGA 1/0663/19 „Analýza prírodovedného a matematického vzdelávania na stredných školách a inovácia obsahu odborových didaktík” projekt támogatásával készült.

IRODALOMJEGYZÉK

- [1] WING, Jeannette M.: Computational Thinking. In: *Communication of the ACM*. Volume 49, Number 3, 2006. pp. 33–35.
- [2] WING, Jeannette M.: Research Notebook: Computational Thinking - What and Why? In: *The Link*. Pittsburgh, PA: Carneige Mellon University, 2010. <https://www.cs.cmu.edu/link/research-notebook-computational-thinking-what-and-why>
- [3] BARR, Valerie, STEPHENSON, Chris: Bringing computational thinking to K-12: what is Involved and what is the role of the computer science education community? In: *ACM Inroads*. Volume 2, Number 1, 2011. pp. 48–54.
- [4] WEINTROP, David, BEHESHTI, Elham, HORN, Michael S., ORTON, Kai, JONA, Kemi, TROUILLE, L., WILENSKY, Uri: Defining Computational Thinking for Mathematics and Science Classrooms. In: *Journal of Science Education and Technology*. Number 25, 2016. pp. 127–147.
- [5] TSUKAMOTO, Hidekuni, OOMORI, Yasumasa, NAGUMO, Hideo, TAKEMURA, Yasuhiro, MONDEN, Akito, MATSUMOTO, Ken-ichi: Evaluating Algorithmic Thinking Ability of Primary Schoolchildren Who Learn Computer Programming. In: *2017 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*. Indianapolis, IN, USA : IEEE, 2017. ISBN 978-1-5090-5920-1.
- [6] BATI, Kaan: Computational Thinking Test (CTT) for Middle School Students. In: *Mediterranean Journal of Educational Research*. Volume 12, Issue 23. Canakkale, Turkey : Pen Academic Publishing, 2018. pp. 89–101. ISSN 1309-0682.
- [7] *Computational thinking*. <https://community.computingatschool.org.uk/files/8221/original.pdf>
- [8] PLUHÁR, Zsuzsa, TORMA, Hajnalka, TÖRLEY, Gábor: Hallgatói teljesítményértékelés az algoritmikus gondolkodás tükrében. In: *InfoDidact 2018*. Budapest, Hungary :

- [9] ZSAKÓ, László, SZLÁVI, Péter: Informatikai kompetenciák: Algoritmikus gondolkodás. In: *InfoDidakt 2010*. Szombathely, Hungary, 2010. https://people.inf.elte.hu/szlavi/InfoDidact10/Manuscripts/ZsL_SzP.pdf

MELLÉKLET

1. Sorban állás

Három állat sorban áll egymás mellett, a legmagasabbtól a legalacsonyabbig. Mindig csak szomszédos állatok helyét cserélhetjük fel (pl. kezdetben a zsiráf felcserélhető az elefánttal; de a zsiráf az oroszlánnal nem, mivel ezek nincsenek közvetlenül egymás mellett). Ahhoz, hogy az állatok sorrendje ellentétes legyen, legalább 3 szomszédos csere szükséges.



Mennyi szomszédos cserét szükséges elvégeznünk abban az esetben, ha négy állat sorrendjét szeretnénk az ellentétesre változtatni?

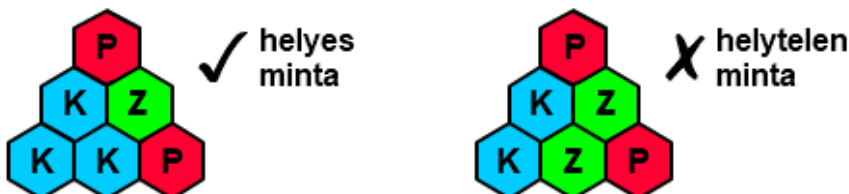


- a) 4 b) 5 c) 6 d) 7 e) 8

2. Színes takarók

A mesebeli informatikus pók piros, kék és zöld hatszögekből felépülő háromszög alakú színes takarókat sző. A takaró mintájában egy hatszög és az alatta levő két hatszög vagy egyforma színűek (pl. mindhárom piros) vagy mindhárom különböző színű (egyik piros, másik kék, harmadik zöld).

Például:



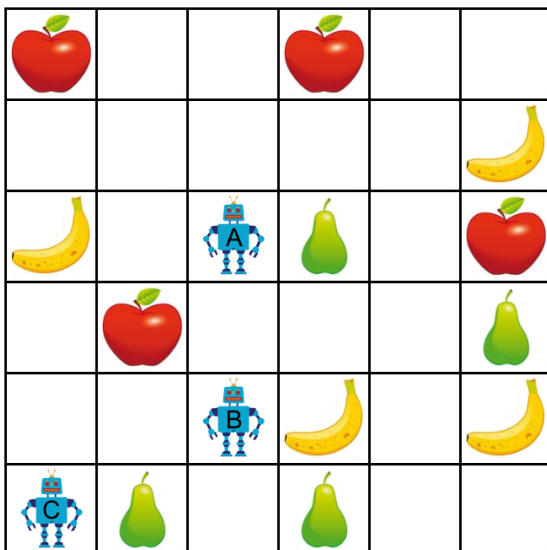
Ezen szabályokat figyelembe véve dönts el, hogy az alábbi takaróban hány darab kék színű hatszög van, ha csak a legelső sor színeit ismerjük:



- a) 1 b) 3 c) 5 d) 8 e) 9

3. Három robot

A raktárban három robot (A, B, C) dolgozik, melyek csak egyidejűleg és csak egy irányba képesek mozogni. A robotok követik az irányító utasításait és a raktár padlóján lévő gyümölcsöket gyűjtenek. Például, az $\uparrow\uparrow\rightarrow$ utasítássor hatására az A jelzésű robot almát, a B jelzésű robot körtét, a C jelzésű robot szintén almát vesz fel.

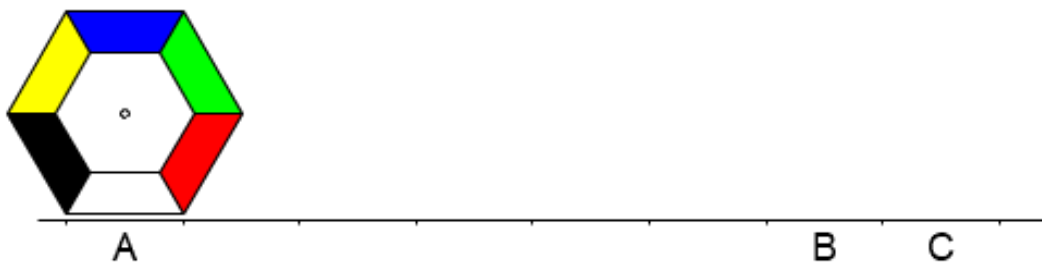


Milyen utasítássort kell adnunk a robotoknak, hogy azok pontosan egy almát, banánt és körtét vegyenek fel?

- a) $\uparrow\rightarrow\rightarrow\rightarrow$ b) $\uparrow\rightarrow\rightarrow\downarrow\rightarrow$ c) $\uparrow\uparrow\downarrow\rightarrow\uparrow$ d) $\uparrow\rightarrow\rightarrow\downarrow\leftarrow$ e) $\rightarrow\uparrow\rightarrow\downarrow$

4. Hatszög

Van egy hatszögű objektumunk, amely fehér, piros, zöld, kék, sárga és fekete színekből áll. Az objektum eggyel jobbra csúsztatását a $\longrightarrow$ jelöli, eggyel jobbra átforgatását a $\curvearrowright$ jelöli.

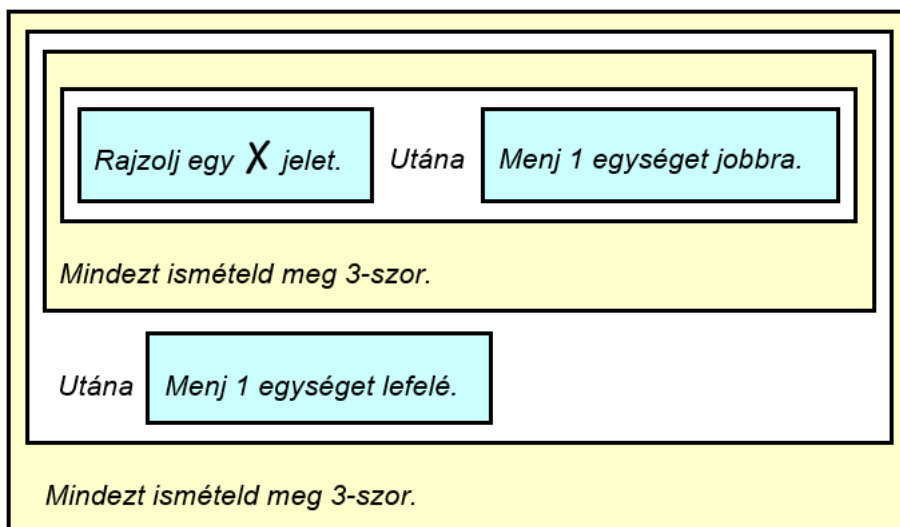


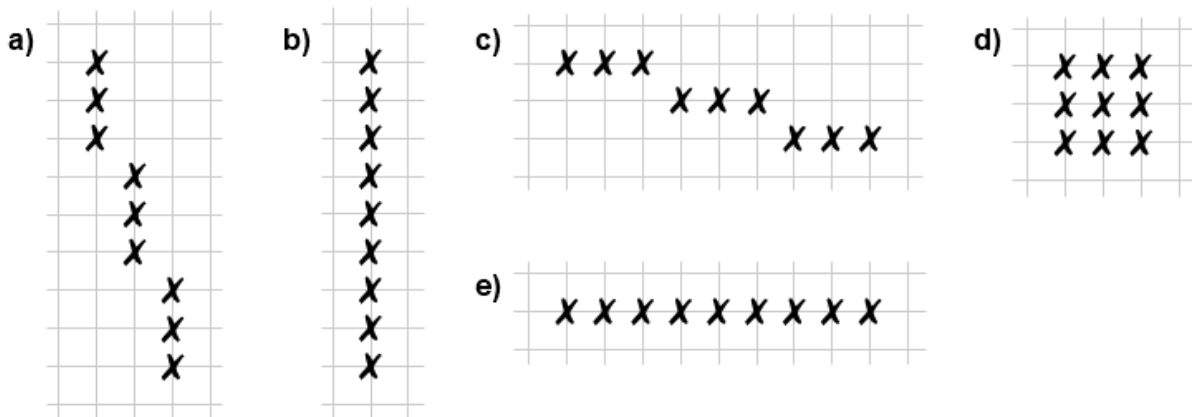
Melyik utasítássor hatására fogja az objektum a B és a C mezőket úgy érinteni, hogy mindkét mezőn az objektum zöld színű oldala lesz alul?

- a) → ↗ → ↗ → ↗ → ↗ → ↗ → ↗ → ↗
- b) → → → → ↗ → → → ↗ → ↗
- c) ↗ → → → ↗ → → → ↗ → ↗
- d) → ↗ → → → ↗ → → → ↗ → ↗
- e) ↗ → ↗ → ↗ → ↗ → ↗ → ↗ → ↗

5. Keresztek rajzolása

Dönts el, hogy az alábbi utasítássor hatására milyen ábra lesz kirajzolva?

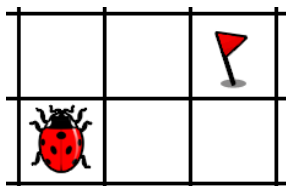




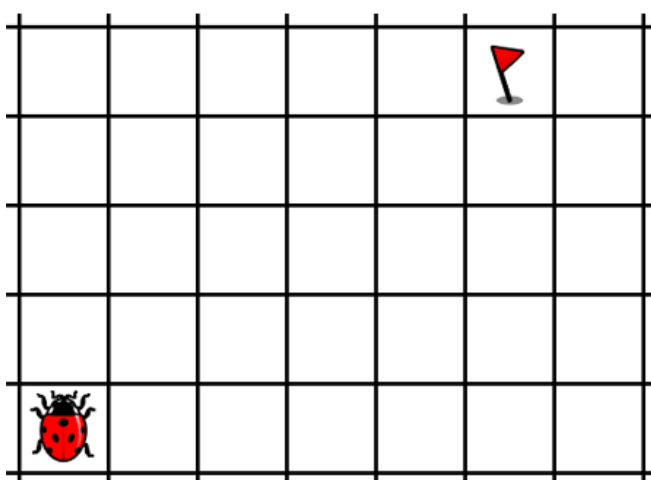
6. Katicarobot

Egy katicarobot három alapszerepet tud elvégezni: a utasítás hatására egy lépést megy előre, a utasítás hatására jobbra fordul 90 fokot, és a utasítás hatására balra fordul 90 fokot.

Pl. a utasítássor hatására a katica az alábbi táblán eljut a piros zászlóval megjelölt célhoz.



Ezekon kívül a katica meg tud ismételni bármilyen műveletsort többször is. Az alábbi táblán melyik műveletsor segítségével éri el a katica a célt?



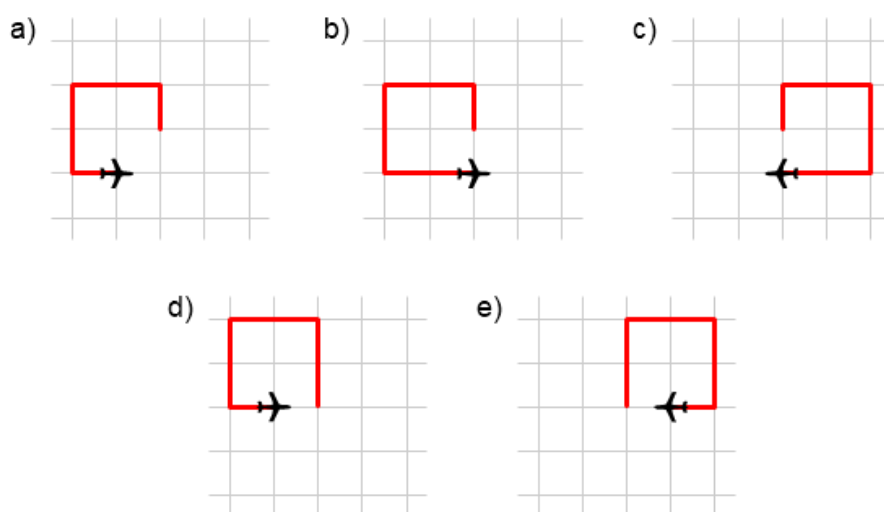
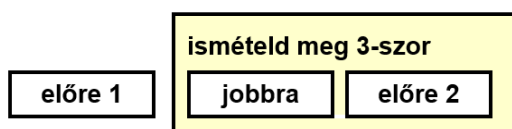
- a)
 ismételd meg 4-szer
- b)
 ismételd meg 3-szor
- c)
 ismételd meg 2-szer
- d)
 ismételd meg 3-szor
- e)
 ismételd meg 2-szer

7. Repülő

A repülőgép a következő utasításokra képes:

- **előre N** – előre repül N egységet
- **jobbra** – jobbra fordul 90 fokot
- **balra** – balra fordul 90 fokot

Ezeken kívül meg tud ismételni bármilyen utasítássort többször is. A következő utasítássor hatására milyen utat fog leírni a repülőgép?



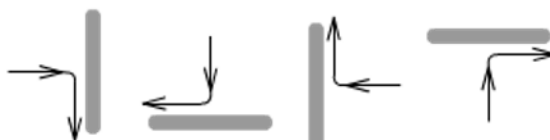
8. Színes falak

A robot a fekete ponttal megjelölt helyről, a nyíllal megadott irányba kezd el mozogni és az alábbi utasításokat hajtja végre mindaddig, amíg nem éri el a sárga keretet.

Menj előre, és ha falnak ütközöl (a falak piros, zöld és kék vastag vonalakkal vannak jelölve), az alábbi szabályok szerint fordulj:

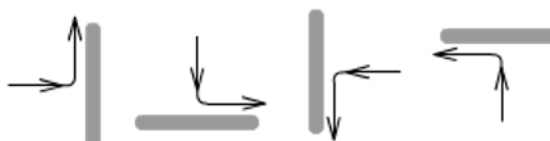
Ha a fal színe **piros**, akkor:

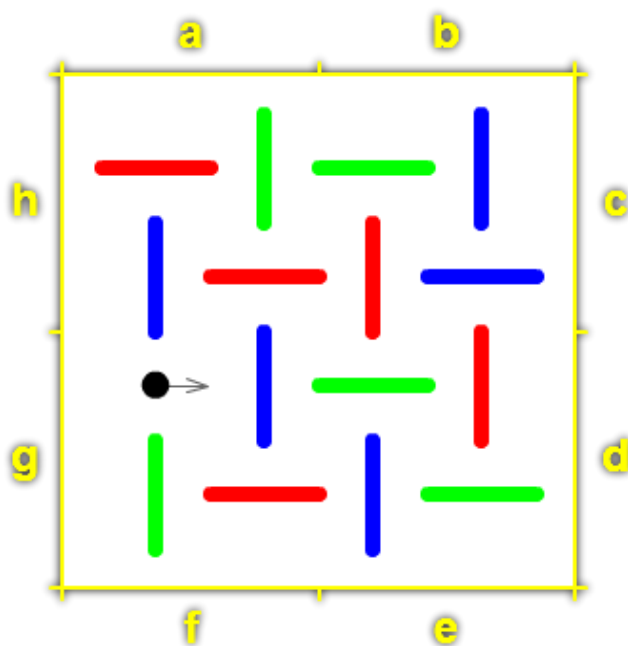
Fordulj jobbra 90 fokot (ahogy a jobb oldali ábrákon látható).



Egyébként:

Fordulj balra 90 fokot (ahogy a jobb oldali ábrákon látható).





Döntsd el, hogy a robot a sárga keretet melyik részén éri el!

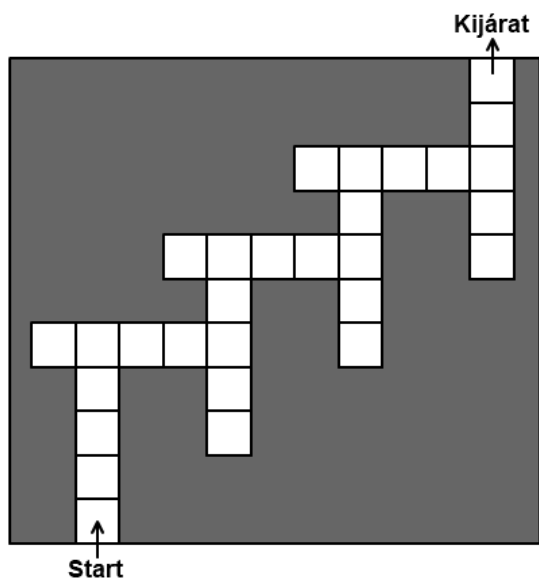
- a) b) c) d) e) f) g) h)

9. Labirintus

Egy robot két utasítást tud végrehajtani:

- **menj** – a robot előre megy egészen addig, amíg falba nem ütközik. Ha a robot az utasítás előtt fal felé néz és nem tud lépést tenni, akkor nem csinál semmit.
- **fordulj** – a robot 90 fokkal jobbra fordul.

A robot a ábrán látható labirintus elején áll és felfelé néz. A robot úgy van beprogramozva, hogy a **menj** és a **fordulj** utasításokat felváltva hajtja végre. Tehát először **menj**, utána **fordulj**, majd ismét **menj**, **fordulj**, **menj**, **fordulj**, stb. mindaddig, amíg ki nem jut a labirintusból.

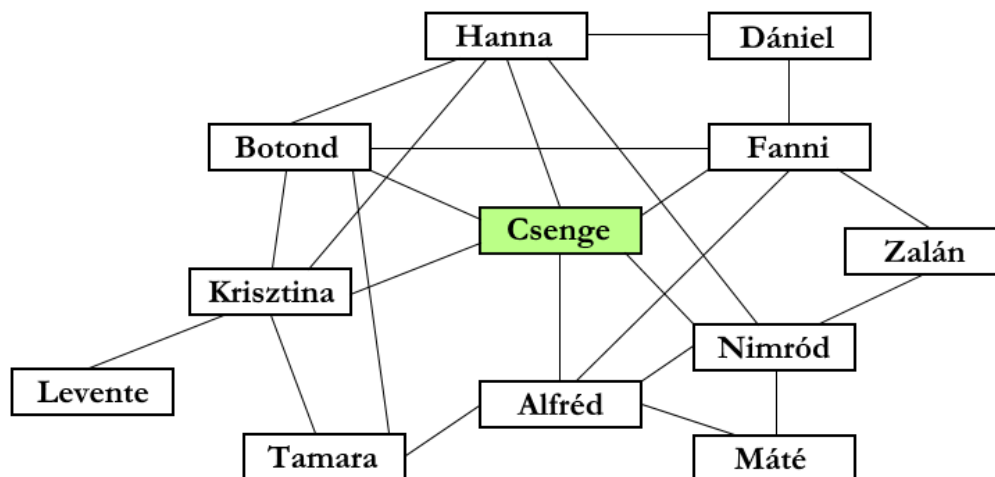


A robot hányszor hajt végre **menj** utasítást? A **menj** utasítást akkor is számolni kell, ha a robot a fal felé van fordulva és ezért nem tesz semmilyen lépést.

- a) 10 b) 11 c) 12 d) 13 e) 14

10. Közösségi oldal

Csenge és barátai egy közösségi oldalra regisztráltak. Az egyes ismeretségeket az alábbi ábra szemlélteti, a vonal azt jelenti, hogy a két ember ismeri egymást (pl. Nimród ismerőse Csengének, Tamara viszont nem).



A közösségi oldal az alábbi módon működik:

- ha az oldalon valaki megoszt egy fényképet valamelyik ismerőisével, akkor annak ismerősei is látják a fényképet.

Csenge feltöltött egy fényképet. Kikkel oszthatja meg Csenge a fényképet, ha nem szeretné, hogy Alfréd lássa azt?

- a) Hanna, Krisztina, Fanni
b) Hanna, Krisztina, Nimród
c) Botond, Krisztina, Alfréd
d) Botond, Nimród, Fanni
e) Botond, Hanna, Krisztina

11. Vízililiomok

A vízililiomok száma 24 óránként megduplázódik. Nyár elején, a tavon egy vízililiom van. Összesen 60 nap kell ahhoz, hogy a tó felszínét teljesen ellepjék a növények. Hányadik napon lesz a tó felszíne félig beborítva?

- a) a 30. napon, mert 30 a 60-nak a fele
b) a 30. napon, mert további 30 nap kell a tó másik felének beborításához
c) a 31. napon, mert 30 a 60-nak a fele, és az első napon 1 vízililiom már van a tavon
d) az 59. napon, mert egy nap alatt duplázódik meg a vízililiomok száma
e) az 59. napon, mert az első napon 1 vízililiom volt a tavon, és $59+1=60$

12. Átkelés a folyón

Tíz katonából álló szakasz érkezik egy folyóhoz, amin át kell kelniük. A folyó mély és a közelben nincsen híd. A folyóparton van két fiú egy csónakkal. A csónak azonban olyan kicsi, hogy abban vagy csak egy katona fér el, vagy a két fiú (mindenki tud evezni, a fiúk közül bármelyik egymaga is átkelhet).



Legkevesebb hányszor kell a csónaknak átkelnie a folyón ahhoz, hogy az összes katona átjusson a túloldalra, és a fiúk a csónakkal együtt a kiindulási parton legyenek?

- a) 10 b) 30 c) 40 d) 60 e) 70

13. Mérlegelés

Egy dobozban kilenc darab, külsőre teljesen egyforma biliárdgolyó van. Azonban az egyik biliárdgolyó egy kicsit nehezebb, mint a többi nyolc. Van egy kéttányéros, egyenlő karú mérlegünk, melynek tányérjaiba egyszerre több biliárdgolyót is tehetünk. Legkevesebb hány mérést kell elvégeznünk ahhoz, hogy egyértelműen megállapítsuk, melyik az a biliárdgolyó, amely nehezebb, mint a többi?



- a) 1 b) 2 c) 3 d) 4 e) 5

14. Lovagok és lókötők

Egy sziget összes lakója vagy lovag, vagy lókötő. A lovagok mindig igazat mondanak, míg a lókötők mindig hazudnak. Amikor találkoztunk a sziget három lakójával (A, B és C), akkor A és B a következőket állították:

A: „Mindnyájan lókötők vagyunk.”

B: „Pontosan egy lovag van köztünk.”

A, B és C közül ki volt lovag és ki volt lókötő?

- a) A lovag, B lovag, C lókötő
- b) A lovag, B lókötő, C lovag
- c) A lókötő, B lovag, C lókötő
- d) A lókötő, B lókötő, C lovag
- e) A lókötő, B lókötő, C lókötő

15. Rabok

Négy rab (A, B, C, D) elhatározza, hogy megszöknek a börtönből. Ehhez egy sötét alagúton kell átjutniuk. A rabok különböző idő alatt képesek átkelni az alagúton: az A rab 1 perc alatt, a B rab 2 perc alatt, a C rab 5 perc alatt, a D rab pedig 8 perc alatt. A raboknak csak egyetlen zseblámpájuk van, és ennek a fényénél egyszerre csak maximum ketten kelhetnek át az alagúton (ha ketten mennek, természetesen a lassabb sebességgel haladnak mind a ketten). Hány perc alatt tudnak a leggyorsabban átjutni az alagúton?

- a) 14 b) 15 c) 16 d) 17 e) 18

16. Kódfejtés

Fejtsd meg a három számjegyből álló kódot:



A kód megfejtéséhez öt segítséged van:

7	9	3
---	---	---

Egy számjegy helyes és a megfelelő helyen van.

7	2	5
---	---	---

Egy számjegy helyes, de nincs a megfelelő helyen.

3	1	7
---	---	---

Két számjegy helyes, de nincsenek a megfelelő helyeken.

8	4	9
---	---	---

Egyik számjegy sem helyes.

8	9	1
---	---	---

Egy számjegy helyes, de nincs a megfelelő helyen.

ERP RENDSZEREK VS. IPAR 4.0

Zoltán ZÖRÖG²⁶

ABSTRACT

Initially, companies used a variety of software to manage their business processes, resulting in so-called island-like solutions. With the advancement of the IT profession, developers, companies, development systems and database managers systems that have already integrated most enterprise functions have necessarily emerged. These systems already include the modules needed to capture data from a variety of economic processes. Multiple data capture is a thing of the past. In recent decades, the continuous development of ERP systems has led to a proliferation of them. Nowadays, however, it seems that in some cases the bureaucratic solutions used in corporate governance systems are being overwritten by the solutions of projects named Industry 4.0.

KEYWORDS

Information management, Erp system, Industry 4.0

BEVEZETŐ

Napjaink információs társadalmában nincs még egy olyan ágazat, amelyik gyorsabban fejlődne, mint az információ technológia. Az információ évek óta központi szerepet tölt be nem csak a vállalatok, hanem az egyén életében is. Az informatika fejlődésével ráadásul lehetőség nyílik a hatalmas információtömeg nyilvántartására, elemzésére, és ezek eredményeként a különböző helyzetek megoldására, döntések támogatására. A legegyszerűbb eszközeink értesítenek, figyelmeztetnek bennünket a beljük táplált információk alapján.

Egyre gyorsuló ütemben fejlődő korunkban mindinkább előtérbe kerül tehát az információ, az információáramlás, információszolgáltatás. A gazdasági életben azok a vállalatok kerülnek előnyös helyzetbe, amelyek minél gyorsabban jutnak a döntésekhez szükséges legfontosabb információkhoz. Napjainkban az elektronikus adatfeldolgozás elterjedésével nem az információk megszerzése jelenti a legfőbb problémát egy vezető számára, hanem azoknak az információknak az előállítása, amelyekre az adott szituációban szükség van a tervező-, elemző- koordináló tevékenység elvégzéséhez, valamint az ezekkel összhangban lévő döntés meghozatalához.

A gyors gazdasági döntéseinek meghozatalához egyre több vállalat használ ERP rendszert, amelyek a hatékonyságukkal, az üzleti folyamatok gyorsításával bizonyították fontosságukat.

Vállalati viszonylatban ezek a vállalatirányítási rendszerek hivatottak a gazdasági folyamatok mentén keletkező adatok tárolására, feldolgozására, majd a megfelelő pillanatban, a szükséges formában való közlésre. Ezen rendszerek működtetése, fejlesztése során jutott el a gazdasági informatika arra a szintre, hogy elképzelhetünk egy olyan világot, ahol ezek a folyamatok szinte teljesen automatikusan mennek végbe.

Az Ipar 4.0 azonban ezen jóval túlmutat. Ebben az elképzelt világban a gépek nem csak intelligensek, hanem zseniálisak is. Ahol a gépek, berendezések kommunikálnak egymással, aminek eredményeként növelik vagy csökkentik a teljesítményüket, biztosítják a vállalat működéséhez szükséges erőforrásokat.

²⁶ Dr. Zörög Zoltán, Eszterházy Károly Egyetem Gyöngyösi Károly Róbert Campus, zorog.zoltan@uni-eszterhazy.hu

Tanulmányomban ezt a folyamatot, a fejlődés egyre gyorsuló ütemét, az Ipar 4.0 koncepció vállalatokra gyakorolt hatását fogom bemutatni.

IRODALMI ÁTTEKINTÉS

Az információ a társadalmi élet minden területén egyre nagyobb szerepet tölt be. Megjelenik az oktatásban, a közigazgatásban, a kutatásban és fejlesztésben, a szórakoztatásban, és végül, de nem utolsósorban, a gazdasági életben, termelésben és szolgáltatásokban egyaránt. Az információt, mint erőforrást létrehozzák, közlik, használják, karbantartják, visszakeresik, majd újra használják, újra csomagolják, újra közlik, rendelkezésre bocsátják (Chikán, 2003). Raffai (2006) szintén kiemeli az információ erőforrás jellegét és azt, hogy az információt a többi erőforráshoz hasonlóan kell előállítani, beszerezni, felhasználni.

Michelberger (2002) szerint „az információs rendszer fő összetevői az ember – mint döntés-előkészítő és döntéshozó –, a külső és belső információ, valamint a külső és belső hardver, szoftver elemek és szervezeti megoldások.”

Az információval való gazdálkodás fontos szereplői az integrált vállalatirányítási rendszerek (ERP – Enterprise Resource Planning), melyek használatának fontos hatása, hogy támogatják a vállalati erőforrás tervezést, a belső vállalati folyamatok nyomon követését. Ezt oly módon érik el, hogy megszüntetik a korábbi „szigetszerű” szoftverhasználatot és egyetlen integrált rendszerként fedik le a teljes vállalati struktúrát. Vagyis az információs rendszerek fejlődése napjainkban az integrációban nyilvánul meg: a szigetszerűen működő rendszerek a vezetői igényeknek megfelelően integrálódnak (Gulyás, 2008). Az integráció az információs folyamatok optimális szervezését, a vállalaton belüli és a vállalathoz kapcsolódó, de azon kívüli folyamatok integrációját, koordinációját is jelenti (Hetyei, 2009). Ennek eredményeként egyrészt horizontálisan biztosítanak információt valamennyi szervezeti egység, másrészt vertikálisan valamennyi vezetői szint számára. Berde (2003) és szerző társai fontos vezetői tevékenységként tüntetik fel a kommunikációt, a tervezést, a döntést, a szervezést és az ellenőrzést mellett az információk begyűjtését, felhasználását, amelyek birtokában, a gyakorlatban az elegendően jó, vagyis a kielégítő döntési változatok megvalósítására törekednek.

A szervezet és az információs rendszer kölcsönhatásban áll egymással, mindkettő befolyással van a másik működésére (Laudon, 1993). Liebner (2006) szerint megszűnni látszanak a határok a hagyományos szervezeti egységek, osztályok közti kommunikációban.

Az integrált vállalatirányítási információs rendszerek moduláris felépítésűek, így az egyes részterületeket lefedő szoftvercsomagok elkülöníthetők különböző modulokra, komponensekre. Véleményem szerint az ERP rendszerek a moduláris felépítésük miatt ugyan képesek lefedni a teljes vállalati struktúrát, viszont ezt nem használja ki minden integrált rendszert használó vállalat.

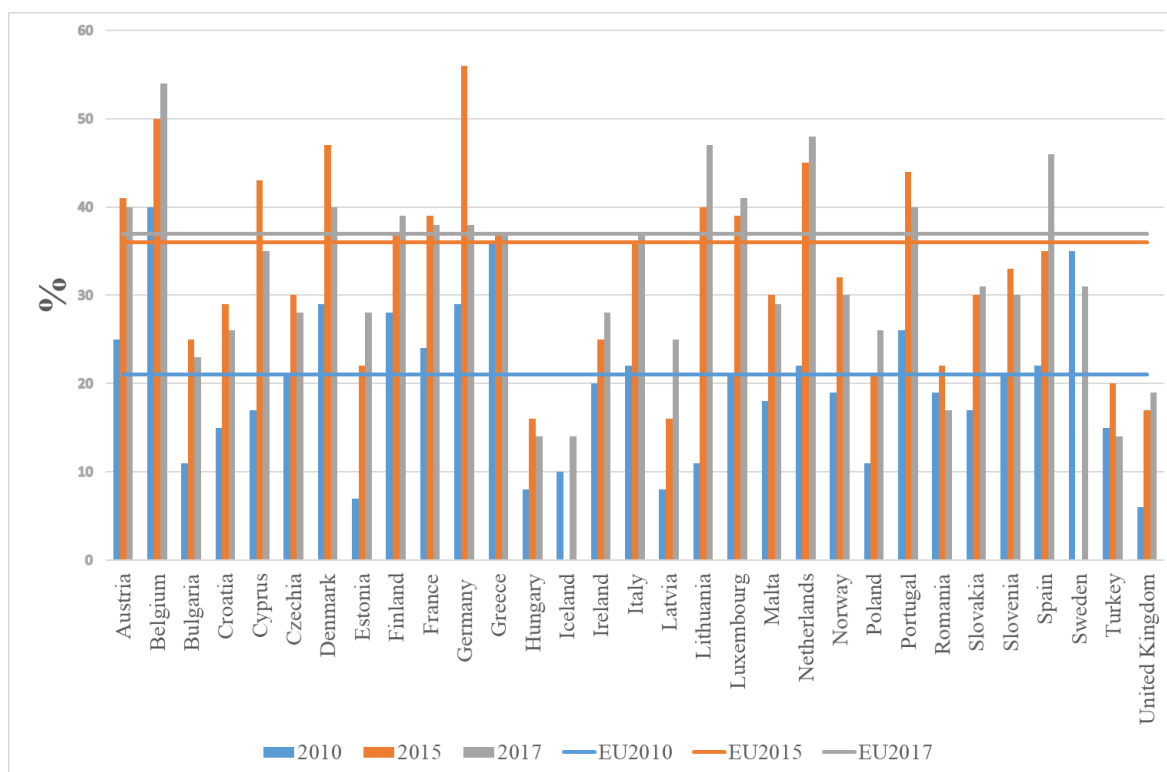
Az ERP rendszerek használatának eredményét Hayes et al. (2001), Hunton (2003) és Herdon et al. (2006) foglalta össze, amely szerint a tőkepiacon értékesebbek azok a cégek, amelyek integrált rendszert használnak. Ezen kívül a pénzügyi elemzők nagymértékben növelték annak a vállalatnak a nyereség-előrejelzését, amely bejelentette az integrált rendszer használatát.

Az ERP rendszer csupán egy eszköz arra, hogy a vállalkozás működése biztosított legyen. A bevezetés nem old meg szervezeti problémákat, célja sokkal inkább egy egységes informatikai rendszer kialakítása. Segítségével megszűnik a többszörös adattárolás,

automatizálásra kerül az adatok továbbítása. A központi rendszerhez alrendszerek kapcsolódhatnak. A szinergia hatás eredményeként a teljes rendszer hatékonyabban működik, mint a részegységek külön-külön. „Egy olyan rendszerről van tehát szó, amely külső és belső forrásokból képes adatokat konvertálni információkká, képes kommunikálni, azaz: közvetíteni funkcionális döntési pontokat, ahol időhöz kötött, hatásos, felelős döntéseket kell hozniuk – tervezési, irányítási és ellenőrzési célra.” (Lucey, 1989).

ERP-T HASZNÁLÓ VÁLLALATOK AZ EURÓPAI UNIÓBAN

Az ERP rendszerek használatának alapjait a hatvanas években helyezték le. Ebben az időben elsősorban a készletkezelés volt előtérben. A vállalatok döntése alapján kezdtek el a számítógépes rendszerek használatát. Az információs technológiák fejlődésnek hatására a készletkezelés, a gyártási anyagszükséglet tervezés (MRP), illetve a termelési erőforrás-tervezés (MRP II) átkerült a számítógépekre. Az 1990-es években a vállalatok elkezdtek használni a vállalati erőforrás-tervező rendszereket, így az MRP és MRP II rendszerek kombinációjaként létrejövő ERP rendszerek egyre inkább elterjedtek. Napjaink gyors gazdasági döntéseinek meghozatalához egyre több vállalat használ ERP rendszert, amelyek a hatékonyságukkal, az üzleti folyamatok gyorsításával bizonyították fontosságukat. Az 1. ábra az ERP rendszerek elterjedtségének változását mutatja Európában.



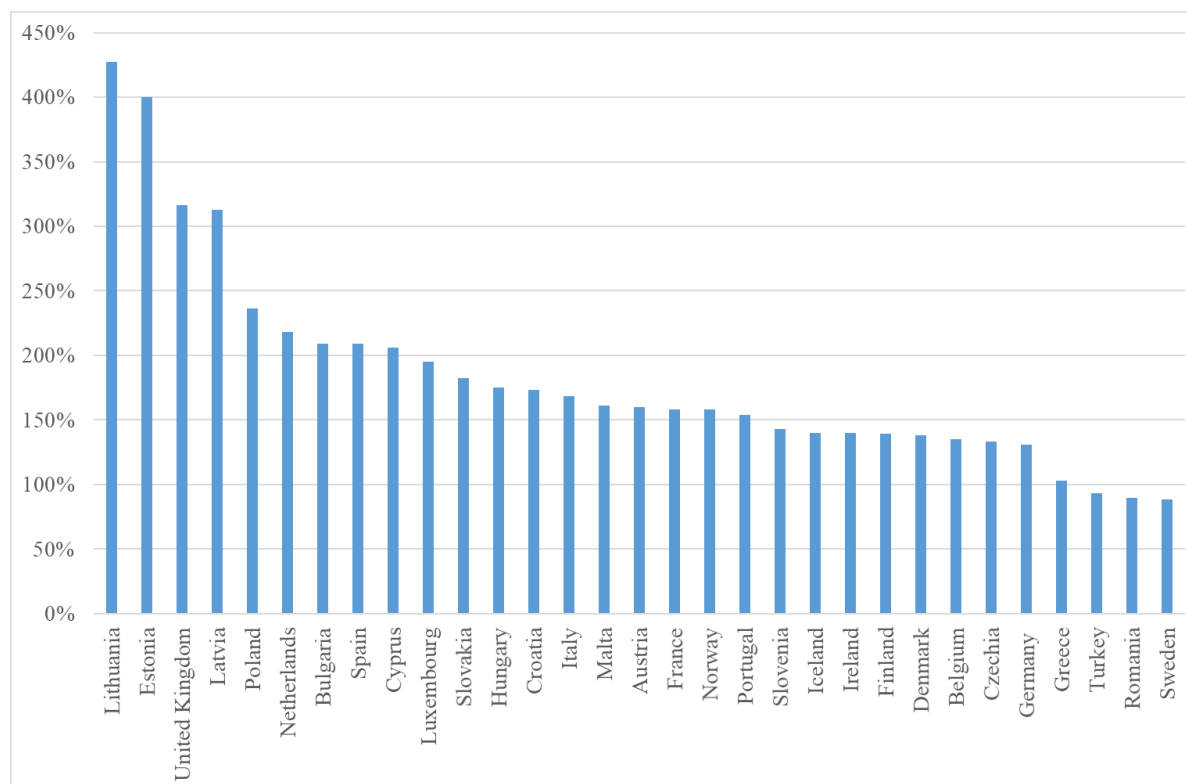
1. ábra ERP rendszert használó vállalatok arányának változása az Európai Unióban

Forrás: EUROSTAT adatok alapján saját szerkesztés

Az ábra adatai alapján több országnál is felfedezhető az a jelentős mértékű változás, ami hét év alatt végbement. Az EU országainak jórésze az uniós átlag alatti értékeket produkál a vizsgált években, sőt jelentősen elmaradnak attól. Sajnálatos módon Magyarország is a jelentős lemaradók közt található. Mondható ez annak ellenére, hogy az elmúlt években volt lehetősége a vállalatoknak pályázati forrásokat igénybe venni az informatikai infrastruktúrájuk fejlesztésére. Ez azonban nem köszön vissza a fenti ábrán. Ezen kívül az is

kitűnik, hogy Magyarországnak nem csak a fejlett országoktól van lemaradása, hanem a környező országoktól is. Csupán Lettországon és az Egyesült Királyságon figyelhető meg hasonló arányú ERP használat.

A fejlődés már az előző ábrán is megfigyelhető volt, a 2. ábra ennek a fejlődésnek a mértékét mutatja be.

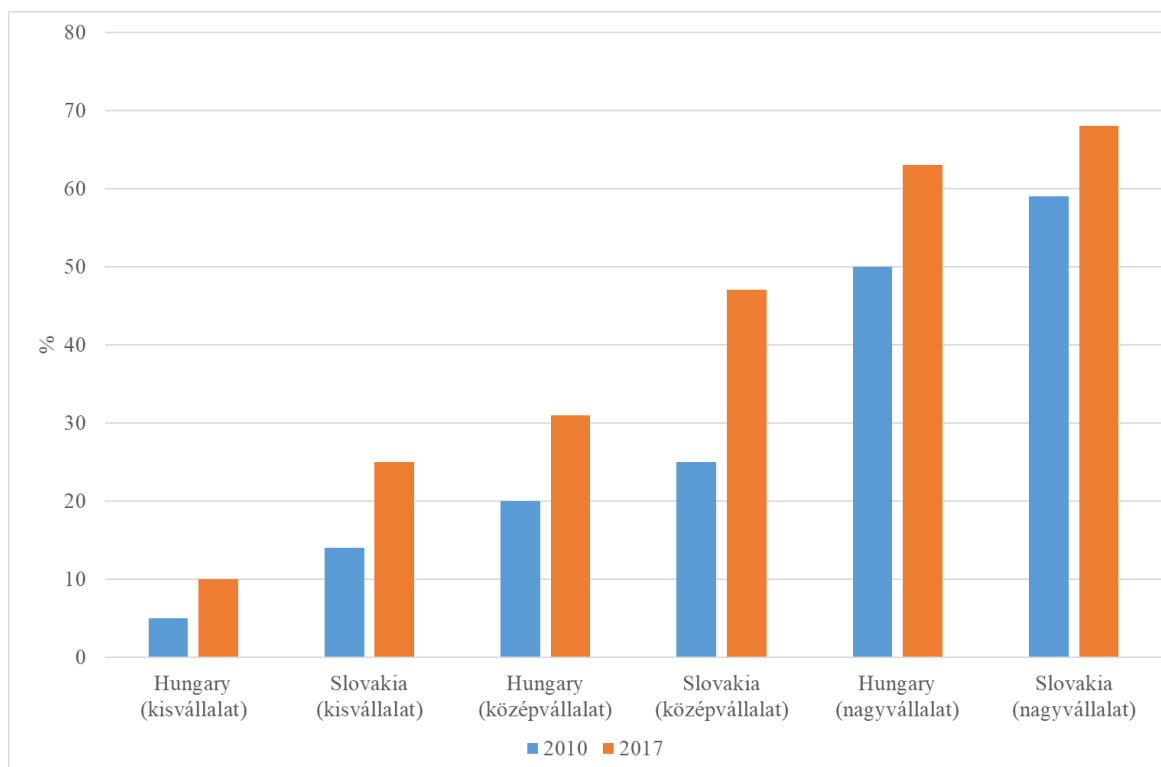


2. ábra Az ERP használat arányainak változása 2017-re az EU-ban
(2010-es adatok 100%)

Forrás: EUROSTAT adatok alapján saját szerkesztés

Az ábra adatai okot adhatnak némi optimizmusra, hiszen a magyarországi és a szlovák változás mértéke alapján az élvonalba helyezte az két országot. Egyes környező országokban bár jelentősebb arányú az ERP-használat, viszont a vizsgált években nem értek el jelentős mértékű növekedést. Érdekesnek mondható, hogy Litvániában annak ellenére volt a legjelentősebb az ERP-t használó vállalatok arányának a növekedése, hogy eleve jelentős arányban használják a vállalatok ezeket a rendszereket. Észtország és az Egyesült Királyság esetében viszont az tapasztalható, hogy meglehetősen alacsony használati arányról indulva érték el jelentős növekedést.

Napjainkban elmondható, hogy a vállalatok mégiscsak felismerték az elektronikus adatfeldolgozásban rejlő lehetőségeket. Integrált rendszereket már nem csak nagyvállalatok használnak, hanem elérhetővé váltak a közepes és kisvállalatok számára is. A 3. ábra azt mutatja be, hogy a különböző méretkategóriába tartozó vállalatok esetén milyen mértékben terjedt el az integrált rendszerek használata.



3. ábra ERP rendszert használó vállalatok aránya méretkategóriánként

Forrás: EUROSTAT adatok alapján saját szerkesztés

A legjelentősebb változás a kisvállalatok esetében figyelhető meg. Ebben a méretkategóriában az ERP rendszert használó vállalatok aránya megduplázódott. A legkisebb mértékű változást a nagyvállalatok produkálták. Az EU átlagot (kisvállalat 16 illetve 28%, középvállalat 41 illetve 57%, nagyvállalat 65 illetve 76%) Szlovákia adatai közelítik meg jobban. Az eltérés a 2017-es kisvállalati adatok esetében a legkisebb.

A növekedés okát abban látom, hogy a pályázati lehetőségek bővülésével a vállalkozások már nem csupán a „számítógép parkjuk” fejlesztését helyezik előtérbe, hanem felismerték, hogy az ERP használatával csökkenti hibalehetőségeket, valamint plusz adminisztrációs erőforrásokat szabadítanak fel. Olyan vállalkozások esetében, ahol több részleg van, illetve raktárkészletek nyilvántartása is megvalósul, egyre inkább elengedhetetlen az integrált rendszer alkalmazása. A rögzítésre váró adatok mennyiségének növekedése, valamint a manuális adatbevitel hibalehetősége túlságosan magas ahhoz, hogy a versenyképesség megmaradjon jelen gazdasági helyzetben az ERP használata nélkül.

IPARI FORRADALMAKTÓL AZ IPAR 4.0-IG

Az emberi társadalomban folyamatos igényként jelentkezett, hogy az életminőség javítása. Az ipar próbál lépést tartani az elvárásokkal, ami újabb és újabb ipari forradalmakhoz vezetett. A gazdaságtörténet áttekintésével világossá válik, hogy a kommunikáció, az energiahasznosítás és a mobilitás fejlődése egybe esik az életminőség javulásával, illetve az üzleti modellek változásával (Holodny, 2017)

Az angliából kiinduló **első ipari forradalom** a nagyobb távolságok legyőzésével (gőzhajtású motorok), a kommunikáció felgyorsulásával (postai küldemények gyorsabb továbbítása), megháromszorozta az 1 főre jutó GDP-t (Allen, 2011).

A **második ipari forradalom**hoz a tömeggyártás és az elektromosság elterjedése kötődik. A lakosság számának és a fogyasztói igények növekedése a jellemző ebben az

időszakban. A két tényező a termelés volumenének a növelését tette szükségessé. Olyan gyártósortok jöttek létre, amelyek képesek voltak olcsón, nagy tömegben előállítani a tömegek igényeit kielégítő termékeket. A gépek megjelenésével a munkaszervezés forradalmasítására is szükség volt. Az elektromos áram háztartásokban való megjelenése tovább javította az életminőséget, fejlesztette a ráépülő technológiákat (pl. telefon a kommunikációt) (Mokyr, 1998).

A **harmadik ipari forradalom** jellemzően az információ technológia fejlődését jelenti. Az információ továbbítása hihetetlenül felgyorsult. A 20. század derekán a vállalati beruházások 7 százalékát tették ki az IT-beruházások. A 80-as évekre ez 30-40 százalék körül mozgott. Bizonyos termelési folyamatok automatizálását elősegítette a számítógépek tudásának fejlődése és az árak csökkenése. Az információ technológia térnyerése és a robotok megjelenése majd terjedése jó alapot szolgáltatott a következő ipari forradalom számára (Greenwood, 1999).

Több tanulmány igazolja, hogy a **negyedik ipari forradalom** napjait éljük. A korábbi években működtetett termelési rendszerek már nem tarthatóak fenn sokáig a következők miatt:

- a) tartós környezeti károkat okoztak,
- b) túl sok nem megújuló energiaforrást használtak,
- c) öregedő társadalmak, munkaerőhiány (Wang et al., 2016a.)

Az automatizáció és a robotok használata régóta létezik, viszont ezek működésének összehangolása, hálózatba kötése a világháló segítségével forradalmasíthatja a folyamatok szervezését. Holodny 2017 nem is negyedik ipari forradalomról ír, sokkal inkább a harmadik kiterjesztéséről.

A negyedik ipari forradalom alapját a digitalizáció és az adatok egyre gyorsabb, illetve egyre szélesebb körű felhasználása képezi. A számítógép napjainkra csupán egy kötelezően felhasznált eszköz. Versenyelőnyt az jelent a vállalatok számára, hogy a rendelkezésükre álló infokommunikációs eszközöket, eljárásokat milyen mértékben képesek használni. Az IKT fejlődése megteremti az emberek, gépek és vállalatok folyamatos összeköttetésben lévő hálózatát. Az értékteremtő folyamatok adatainak folyamatos megosztásával lehetővé válik a versenyképes, a vevő számára teljesen testreszabott termék előállítása. Napjainkban a különböző gépek, rendszerek - akár maguk a termékek is – ontják magukból az adatokat. Ezek tárolása, feldolgozása, értelmezése hatalmas kihívás. A versenyelőny forrása tehát nem csupán az összehangolt, vagy éppen teljesen új alapokra helyezett termelés, hanem a termékek digitális szolgáltatásokkal való körbeágyazása, valamint, hogy egy-egy adott vállalat hogyan szűr le a keletkező adatokból releváns információt a döntéshozatal támogatásához.

Angela Merkel német kancellár asszony tömören fogalmazza meg a negyedik ipari forradalmat: „Gyorsan kell cselekedjünk, hogy kihasználjuk az online világ és az ipari termelés világának összeolvadását. Németországban mi ezt **Ipar 4.0**-nak hívjuk.” (Merkel, idézi Digital Transformation Monitor, EC, 2017).

Összességében elmondható, hogy az ipari forradalmaknak nem csupán gazdasági, hanem társadalmi hatásai is voltak. Mokyr 1985 az ipari forradalmaknak három lépcsőfokát határozta meg:

- I. lépcsőfok: A gazdaság egy ágazatában gyors fejlődés megy végbe (ez zajlott az elmúlt években).
- II. lépcsőfok: Ez az ágazat dinamikusabban növekszik, mint a gazdaság többi része, ezzel megváltoztatva a gazdaság szerkezetének arányait (kezdődőben van).
- III. lépcsőfok: A fejlődés hatással van a gazdaság többi ágazatára.

Az Ipar 4.0

Az ipar 4.0 jelenségét a digitalizálódó világ új fejezétéként emlegetik. A fogalmat Németországban kezdték használni utalva az elektronikai összeköttetések nyújtotta lehetőségekre, amelyek rendszereinket újból felülírják, radikálisan átrendezik és magasabb minőségi szintre emelik. A szakértők a termelési hatékonyság újabb robbanásszerű növekedését várják, amely kulcsfogalmi között már az országméretű versenyképesség-növelés és a fenntartható gazdasági fejlődés áll (Kagermann et al, 2016).

A program a feldolgozóipar, és IKT szolgáltatási szektor intelligens eszközökre épülő digitalizációs átalakítását kívánja támogatni. Mintegy 20 vállalkozás – elsősorban kis- és közép vállalkozás – támogatásával járul hozzá a versenyképesség javításához.

A forradalom kibontakozásával kapcsolatosan kilenc technológia fejlődését ismeri a nemzetközi szakirodalom:

1. Big Data-analitika,
2. autonóm gépek, robotok,
3. szimulációk,
4. horizontális és vertikális rendszerek integrálása,
5. a dolgok ipari internete (IoT),
6. kiberbiztonság,
7. felhőtechnológia;
8. additív gyártás és
9. kiterjesztett valóság (Rüßmann et al, 2015).

Az Ipar 4.0 program keretében az alábbi területeken valósul meg a fejlesztések támogatása, együttműködések és hálózatok kialakítása:

- a) Gyártáshoz kapcsolódó belső logisztikai folyamatok automatizálása, horizontális, és vertikális rendszerintegráció
 - Szilárd/folyékony nyersanyagok, alkatrészek, részegységek beléptetése, átvétele (komplett betárolás automatizálása, és készletnyilvántartás; nyersanyag/anyag tárolás felügyelete), a nyersanyagok, alkatrészek, részegységek gyártásba vitel előtti előkészítése
 - Gyártóeszközök szenzorokkal történő felszerelése, intelligens kiberfizikai rendszerek és hálózatok kialakítása, a gyártó, feldolgozó, és segéd alrendszerek automatizálása, csatlakoztatása termelés irányító rendszerhez, folyamatkövető rendszerek, vállalati monitoring és adat archiváló rendszerek kialakítása
 - Intelligens energiafelhasználás, energia management és energiaoptimalizálás
 - Gyártás biztonságtechnikája, és környezetvédelmi rendszer működtetésének automatizálása
 - Késztermék kezelése (kiszárazás komplett automatizálása (folyadék/szilárd) ezek nyilvántartása; csomagolás; késztermék letárolás automatizálása, nyilvántartása; készterméktárolás felügyelete)
 - Kiléptetés, elszállítás automatizálása, termék recycling folyamat kialakítása (anyag kiléptetés, nyilvántartás; késztermék követési, nyilvántartási kötelezettség esetén a késztermék nyomon követése)
- b) Felhő alapú technológiák továbbfejlesztése, felhasználása a gyártási, és logisztikai folyamatokban
 - kiterjesztett valóság alkalmazása karbantartásban, távoli segítségnyújtásban, (hiba-okelemzés gépi tanulási módszerekkel, prediktív karbantartás)
 - gyors prototípus előállítás, vevők bevonása a prototipizálásba, egyidejű tervezés, és gyártás vizualizáció MES - Manufacturing Execution System

- ellátási lánc kollaboráció (termelési tervek, készletadatok megosztása révén), ellátási lánc-, készlet- és termelésstervezés optimalizálás, a piaci igények kielégítéséhez szükséges optimális készlet-, beszerzési és termelési tervek készítése (termelési- és erőforrás adatok valós idejű gyűjtése és megjelenítése)
- c) Intelligens mechatronikai rendszerek (autonóm robotok; autonóm járművek (AGV) kialakítása, rendszerbe állítása a gyártás és logisztika területén
 - robotokkal támogatott gyártás, kollaboratív robotok
 - kis sorozatú és egyedi gyártást támogató megoldások
 - korszerű raktár- és gyártáslogisztikai megoldások
- d) Additív gyártási technológiák alkalmazása, továbbfejlesztése
 - kis sorozatú és egyedi gyártást támogató megoldások
- e) Az Ipar 4.0 Nemzeti Technológiai Platform munkacsoportja által kidolgozott koncepció alapján megvalósuló projektek.

AZ ERP RENDSZEREK ÉS AZ IPAR 4.0 KAPCSOLATA

Egyre gyakrabban lehet olvasni az integrált rendszereket fejlesztő, szállító cégek ajánlásaiban, hogy az adott rendszer megfelel az Ipar 4.0 által támasztott kihívásoknak. Amennyiben kicsit is logikusan gondolkodunk, ez a megfogalmazás egy félreértés. Azt nem lehet tudni, hogyan fognak kinézni a jövő ERP rendszerei, de nagy valószínűséggel nem fognak hasonlítani a jelenlegiekhez. Ezt a megállapítást két alapelv támasztja alá:

1. A vevő szempontjából nem értékteremtő folyamatok feleslegessé fognak válni.
2. Az ERP rendszerekben az informatikusok megfeszített munkával központosították a rendszerezték az üzleti folyamatokat, illetve a vezérlésükhöz szükséges adatokat. Az Ipar 4.0 alkalmazásával a termelés az egymással kommunikáló okos berendezések lévén történik, amelynek alapját a Machine to Machine (M2) kapcsolat, illetve az IoT (Internet of Things) adja. Ennek az az eredménye, hogy az ERP rendszerek központosított vezérlését az Ipar 4.0 decentralizált megoldása váltja fel. Kulcsszerepet kapnak az egymással kapcsolatot tartó gyártóeszközök és intelligens termékek.

Mindezekből az következik, hogy az ERP rendszerek által vezetett, rugalmatlannak tekinthető gazdasági nyilvántartások a jelenlegi formájukban el fognak tűnni. Ezeket a rendszereket jellemzően termelő tevékenységet folytató cégek használják. Ennek megfelelően a különböző gazdasági folyamatokat az intelligens gépek berendezések, illetve az ügyfelek, a megrendelők indítják.

Képzeliük el, hogyan is fog egy vállalatirányítási rendszer működni egy autógyárban? Mit várhatunk az Ipar 4.0-tól?

- A vevők megrendelik a legkülönbözőbb paramétereknek megfelelő terméket.
- Az adatokat a rendelésnyilvántartás rögzíti, és elkészíti az e-számlát, amit kiküld. Természetesen ellenőrzi, hogy megtörtént e esetlegesen a számla kiegyenlítése, vagy az előleg kifizetése. Amennyiben nem, akkor levezényli a megoldáshoz vezető folyamatot.
- A vevői megrendelések adatai és a raktárkészlet alapján összeállítja a leggyártandó termékek optimális sorrendjét, illetve gondoskodik a hiányzó alapanyagok, alkatrészek megrendeléséről.
- Folyamatosan ellenőrzi a minőséget, és amennyiben az nem megfelelő, akkor elindít egy szerviz funkciót, a gyártósor pedig előveszi a következő terméket.
- A gyártósorról lekerülő autó az útvonaltervező segítségével elgurul a megadott címre, megáll a kapu előtt, ha szükséges parkolót foglal.
- Amint a vevő megközelíti az autót a nála található személyazonosító kártya adatai alapján (durvább esetben a testébe beépített chip segítségével) beazonosítja, kinyitja az

ajtót, beállítja az ülést. A tükröket, kormányt nem, mivel azzal nem rendelkezik, hiszen a sebességváltóba épített szenzor figyeli az utat, megválasztja az optimális sebességet.

Abban is biztosak lehetünk, hogy a könyvelési modul is gyökeres változásokon fog keresztül menni. Az évszázadok óta alkalmazott, kettős könyvelés a múlté. Hiszen a könyvelési adatok egy zárt rendszerben, emberi beavatkozástól mentesen lesznek tárolva. Elfelejtethetjük a tartozik-követel fogalmat, a számlatüköröt a számlaosztályokat, a naplókat. Ez első lépéseket megettük ahhoz, hogy az adóhatóság értesüljön valamennyi bevételünkről, a kiadások sincsenek látótávolságon kívül.

Az Ipar 4.0 megjelenése a gyakorlatban

Az Ipar 4.0 a **termelésben fejti ki legnagyobb hatását**, a cégek változatos módszereket, eljárásokat alkalmaznak. Ezeket a megoldásokat már jelenleg is kategóriákba sorolhatjuk. Az *első* kategória, amikor egy *gépbe építenek be szenzorokat*, érzékelőket a termelési folyamat megfigyelésére és az eltérések jelzésére. Több vállalatnál a gyártó gépekbe épített szenzor jelzi, ha a szerszám hamarosan csereérett lesz és ezért az új szerszámot a dolgozónak elő kell készítenie. Azt is jelzi, ha valami miatt megáll a gyártás. Ebben az esetben mobiltelefonra küld értesítést a gépkezelőnek, hogy beavatkozást igényel. A dolgozó a gépre szerelt monitoron látja a gép addigi teljesítményét, valamint az érzékelt problémát. Amennyiben tudja a megoldást helyreállítja a termelés menetét. Amennyiben nem tudja megoldani a problémát, értesíti a felettesét.

A termelési folyamatok digitalizálásának *második szintje amikor a gépek összefüggő hálózatot alkotnak*, egy könnyen átváltható, rugalmas gyártási rendszereként működve. Jellemzően multinacionális vállalatok esetében használható hatékonyan, amikor is a nemzetköz vállalatcsoportjának egy tagja gyorsan hálózatba kapcsolható, rugalmasan konfigurálható gépsorokkal dolgozik. Ha a termék úgy kívánja, a gyártósorba új gépet illesztenek be. A gép felcsatlakozik a hálózatra is egyúttal, és ennek révén – anélkül hogy a gépet újraprogramoznák – a gyors adatátvitelnek köszönhetően máris fut rajta a termelési program és folytatódhat a gyártás. A néhány évvel ezelőtt megjelent Plug&Play technológia mintájára ezt Plug&Produce rendszernek hívják.

A *harmadik* szinten a termelés kiterjesztett értelemben vett támogatása valósul meg különböző megoldásokkal. Az egyik ilyen lehet például a minőségbiztosítás segítése egy ún. ActiveGlass használatával. A gyártásban ugyanis vannak lépések, amelyet meghatározott sorrendben kell végrehajtani. Erre korábban ellenőrző listákat használtak, most a szemüveget. A listákat számítógépen hozzák létre és azt kapcsolják össze a szemüveggel. A munka elkezdésekor egy video segítségével mutatják a viselőjének, melyik munkafázis mikor és hogyan következik, aki rápillantva egy QR kódra, biccentéssel vagy gombnyomással jelezi, hogy a feladatot végrehajtotta. Eközben mindkét keze szabad a munkavégzéshez. A szemüveg használatával, a minőség-ellenőrzés ideje felére, a hibaarány pedig jelentős mértékben csökkent.

A termelésbe épített megoldások előnye nem csupán abban rejlik, hogy mindenről elérhető az adat azonnal, hanem az is, hogy a beavatkozási folyamata is kidolgozható előre, és a rendelkezésre álló információk révén a döntéshozatal folyamata és az állásidő rövidül.

Az adatok elemzése, mint kritikus pont

A termelés mellett az Ipar 4.0 megjelenése egyre több vállalatnál tapasztalható, ugyanis ha nem is a teljes termelési rendszerüket, de egyesek, kritikusnak mondható gépeiket, berendezéseiket felszerelik szenzorokkal, szkennerekkel, kamerákkal azért, hogy minél

teljesebb képet kapjanak az ott zajló folyamatokról és begyűjthessék az adatokat. A legtöbb esetben ezeket az adatokat helyi szinten tárolják, de megjelent a vállalati csoportszintű felhő, illetve a külső felhőszolgáltató is. Az elemzéshez használt szoftvereket, az információkat pl. ERP rendszerbe közvetítő interfészeket, azokat a felhasználó számára megjelentő platformok szoftvereit, applikációit a vállalatok maguk fejlesztik, esetleg tanácsadó cég bevonásával.

Az adatelemzés eredményeképpen előálló információt döntéshozatalban kell felhasználni. Ez nem csak az emberi, de autonóm robotok döntéseit is támogathatja, ami egy újabb példája a mindent mindennel összekacsoló elektronikus hálózat előnyeinek.

ÖSSZEFOGLALÁS

Az ipar egy új technológiai korszakváltásba lépett, melynek hatásait már most is érzékelhetjük. Az internet-gazdaság teljesen átalakítja a gyártási, és logisztikai rendszereket. A megoldandó elméleti és gyakorlati problémák sokoldalúak, ezért elengedhetetlen a hazai egyetemi és kutatóintézeti szféra, az iparvállalatok együttműködése, és a nemzetközi kooperáció. A Platform tagjai tevékenységük során támogatják a hazai startup és KKV ökoszisztéma információhoz jutását, felkészítését, a lehetőségek bemutatását, a folyamathoz való csatlakozását, de ugyanúgy elősegítik a gyakorlatorientált, a vállalkozások igényeihez kapcsolódó képzések fejlesztését, az oktatási rendszerek folyamatokhoz illesztését.

Európában kiemelkedő jelentőségű a logisztikai szektor. Magyarország GDP-jének 7%-át teszi ki, a termék árának 10-15%-a szállítási és raktározási költség. Hatékonyabb logisztikai, termelési folyamatokkal a költségek csökkenthetők. Új technológiák és folyamatok bevezetésével Európa versenyképes maradhat a távol-keleti országokkal.

Természetesen az új technológiákhoz megfelelő infrastruktúrára, az üzemeltetéshez pedig a szükséges kompetenciákkal rendelkező emberi erőforrásra van szükség. Az információk gyors továbbításához gyors internetelésre (háztartásokban legalább 30Mbps, 50%-ukban 100Mbps) illetve a digitális írástudatlanok arányának 30% alá való csökkentésére van szükség.

IRODALOMJEGYZÉK

- [1] Allen, R.C. (2011): Global economic history. Oxford University Press, New York.
- [2] BCG [2017]: Autonomous Vehicle Adoption Study, Boston Consulting Group, megtekintve: 2019. 07. 14.,
<https://www.bcg.com/industries/automotive/autonomousvehicle-adoption-study.aspx>
- [3] Berde, Cs. (2003): Vezetési ismeretek, Campus Kiadó, Debrecen 167 p.
- [4] Chikán, A. (2003): Vállalatgazdaságtan, Aula Kiadó, Budapest, 586 p.
- [5] Greenwood, J. (1999): The third industrial revolution: technology, productivity, and income equality. Economic Review, 35(2). p. 2-12.
- [6] Gulyás, L. (szerk.) (2008): A vezetéstudomány alapjai. JATE Press, Szeged, 214 p.
- [7] Hayes D. C., Hunton J. E., Reck J.L. (2001): Market reaction to ERP implementation announcements. Journal of Information Systems 15(1), 3–18.
- [8] Heteyi, J. (2009): ERP rendszerek Magyarországon a 21. században. Computerbooks, Budapest, 720 p.
- [9] Holodny, E. (2017): A key player in China and the EU's „third industrial revolution” describes the economy of tomorrow. Business Insider, 2017.07.16.
<http://www.businessinsider.com/jeremy-rifkin-interview-2017-6> Letöltés dátuma: 2019. 08. 10.

- [10] Hunton J. E., Lippincott B. Reck J. L.: (2003): Enterprise resource planning systems: Comparing firm performance of adopters and nonadopters. *International Journal of Accounting Information Systems* 4, 165-184. p.
- [11] Kagermann, H. – Anderl, R. – Gausemeier, J. – Schuh, G. – Wahlster, W. (Eds.): *Industrie 4.0 in a Global Context: Strategies for Cooperating with International Partners* (acatech STUDY), Munich: Herbert Utz Verlag 2016. https://www.acatech.de/wpcontent/uploads/2018/03/acatech_eng_STUDIE_Industrie4_0_global_Web.pdf
- [12] Laudon, K. C.; Laudon, J. P. (1993): *Business Information Systems: A Problem Solving Approach*. Dryden Press. International Edition.
- [13] Liebner A. (szerk.) (2006): A vállalati szervezetek megváltozása az információtechnikai eszközök alkalmazásának hatására. *Műszakigazdasági információ. Vállalatirányítás*. 3(6), pp. 23-25.
- [14] Lucey, T. (1989): *Management Information System*. DP Publications, London, 357 p.
- [15] Michelberger, P. (2002): Válasszunk ERP rendszert! - A kiválasztás támogatási lehetőségei. *Vezetéstudomány*, Budapest 33. évf. 3. sz., pp. 24
- [16] Mokyr, J.I. (1998): *The Second Industrial Revolution, 1870-1914*. Research paper, Northwestern University. p- 1-18.
- [17] Raffai, M. (2006): *Az információ*. Palatia Nyomda és Kiadó, Budapest, 416 p.
- [18] Rüßmann, M. - Lorenz - M., Gerbert, P. - Waldner, M. - Justus, J. - Engel, P. - Harnisch, M. (2015): *Industry 4.0: The future of productivity and growth in manufacturing industries*. Boston Consulting Group, Németország, p. 1-14.
- [19] Wang, S., Wan, J., Li, D., Zhang, C. (2016a): Implementing smart factory of industrie 4.0: an outlook. *International Journal of Distributed Sensor Networks*, 12(1), 3159805.

Kiadó – Vydavateľ:

Selye János Egyetem – Univerzita J. Selyeho
Bratislavská cesta 3322
SK-945 01 Komárno
www.ujs.sk



Cím - Názov:

A Selye János Egyetem 2019-es XI. Nemzetközi Tudományos Konferenciájának tanulmánykötete -
„DÖNTÉSTÁMOGATÓ RENDZSEREK, MATEMATIKA ÉS INFORMATIKA” SZEKCIÓ

Zborník XI. medzinárodnej vedeckej konferencie Univerzity J. Selyeho 2019 - SEKCIA
„SYSTÉMY NA PODPORU ROZHODOVANIA, MATEMATIKA A INFORMATIKA”

Szerkesztő - Zostavovateľ:

Prof. RNDr. Kmet' Tibor, CSc.
RNDr. Gubo Štefan, PhD.

Lektorok - Recenzenti:

RNDr. Árki Zuzana, PhD.
PaedDr. Czákóová Krisztina, PhD.
RNDr. Fehér Zoltán, PhD.
RNDr. Gubo Štefan, PhD.
Ing. Ondrej Takáč, PhD.
Mgr Ladislav Jaruška, PhD.
Marák László, PhD.
Végh Ladislav, PhD.

Terjedelem – Rozsah:

5,2 szerzői ív – 5,2 AH

Kiadás éve - Rok vydania:

2019

ISBN 978-80-8122-342-6



PADE

PALLAS ATHÉNÉ
DOMUS EDUCATIONIS
ALAPÍTVÁNY

A Döntéstámogató rendszerek, matematika és informatika szekció megszervezését és a szekció kiadványának megjelenését a PALLAS ATHÉNÉ DOMUS EDUCATIONIS ALAPÍTVÁNY támogatja a „Modern, komplex és innovatív kutatási tevékenység a Selye János Egyetem Gazdaságtudományi Karán” c. projekt keretében.